

Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus
Raahen kaupunki
SSAB

Päivämäärä
9.4.2025

Raahen vesistöjen tulvasuojelun kehittäminen

Selvitys rankkasateista aiheutuvien tulvatilanteiden lieventämiseen



Raahen vesistöjen tulvasuojelun kehittäminen

Selvitys rankkasateista aiheutuvien tulvatilanteiden lieventämiseen

Projekti **Raahen vesistöjen tulvasuojelun kehittäminen**
Projekti nro **1510084242**
Vastaanottaja **POPELY, Raahen kaupunki, SSAB**
Asiakirjatyyppi **Esiselvitys**
Laatija **Virve Kupiainen, Päivi Paavilainen, Jussi Tiainen**
Tarkastaja **Johanna Jalonen**

Ramboll
Kiviharjunlenkki 1 A
90220 OULU

P +358 20 755 611

Sisältö

1.	Johdanto	3
2.	Vesistöalueen kuvaus	4
2.1	Uomat ja vesistöt	4
2.1.1	Pattijoki	4
2.1.2	Haapajoki	5
2.1.3	Haapajärven tekoallas	5
2.1.4	Ruonanoja	6
2.1.5	Siniluodonlahti (ja Isolahti)	7
2.1.6	Kuljunlahti	7
2.2	Nykyiset säännöstely-, tulvasuojelu- ja vesien ohjausrakenteet	7
2.3	Toteutuneet tulvat ja tarkasteltu tulvaskenaario	8
2.3.1	Sadanta	8
2.3.2	Merivesitulvat	9
2.3.3	Pattijoki	10
2.3.4	Haapajärvi	10
2.3.5	Haapajoki	10
2.3.6	Muut pienvedet	11
2.4	Vesitase nykytilassa ja tulvasuojelun mitoitusperusteet	11
2.5	Muut huomioitavat asiat	12
3.	Toimenpide-ehdotukset tulvariskien todennäköisyyksien sekä seurausten vakavuuden pienentämiseksi	16
4.	Toimenpide-ehdotusten vertailu ja riippuvuussuhteet	17
4.1	Yleistä	17
4.2	Pattijoen-Haapajoen järjestelmän toimenpideyhdistelmät	18
4.2.1	Yleistä	18
4.2.2	Joet – A (Pattijoen perkaus)	18
4.2.3	Joet – B (Haapajärven MW-pudotus)	19
4.2.4	Joet – C (Haapajärven säännöstely)	20
4.2.5	Joet – D (Haapajärven läpijuoksutus)	21
4.2.6	Joet – E (Kiinteistökohtaiset tulvasuojaukset)	21
4.3	Makeanvedenlahtien suunnan toimenpideyhdistelmät	22
4.3.1	Yleistä	22
4.3.2	Lahdet – A (kaikki tulvavedet Piehingin padon kautta)	22
4.3.3	Lahdet – B (vain jokitulvat Piehingin padon kautta)	23
4.3.4	Lahdet – C (vain Piehinginjoen tulva Piehingin padon kautta)	24
4.4	Toimenpiteiden priorisointi ja yhteenveto	24
4.5	Toimenpiteiden karkeat kustannukset	25
4.6	Toimenpiteiden vaikutukset	27
5.	Yhteenveto ja suositukset	30
5.1	Yhteenveto	30
5.2	Suosituksat jatkosuunnitteluun	31
5.3	Suunnitelmasta tiedottaminen, vuorovaikutus ja lupatarpeet	32
Lähteet	34	

Liitteet

- Liite 1 Vesitase nykytilassa, $HQ_{1/100}$
- Liite 2 Toimenpidevaihtoehdot / Pattijoki-Haapajoki, vesitase $HQ_{1/100}$
 Joet – A (Pattijoen perkaus)
 Joet – B (Haapajärven MW-pudotus)
 Joet – C (Haapajärven säännöstely)
 Joet – D (Haapajärven läpijuoksutus)
 Joet – E (Kiinteistökohtaiset tulvasuojaukset)
- Liite 3 Toimenpidevaihtoehdot / makeanvedenlahdet, vesitase $HQ_{1/100}$
 Lahdet - A
 Lahdet - B
 Lahdet - C
- Liite 4 Toimenpide-ehdotusten kuvaukset

Piirustukset

Suunnitelmakartta toimenpide-ehdotukset	Y1	1:50 000	4.4.2025
Periaatepiirustus Piehingin pato	P1	1:1000	4.4.2025
Periaatepiirustus Kuljunlahden ylivuoto	P2	1:500	4.4.2025
Periaatepiirustus Tammanlahti	P3	1:1000	4.4.2025
Periaatepiirustus SSAB tulvasuojaus	P4	1:500	4.4.2025
Pattijoen alajuoksun padottavat ja kastuvat sillat	S1	1:15 000	4.4.2025
Pattijoen yläjuoksun padottavat ja kastuvat sillat	S2	1:15 000	4.4.2025
Haapajoen padottavat ja kastuvat sillat	S3	1:15 000	4.4.2025
Kiinteistökohtaiset tulvasuojaukset 1/2	K1	1:2000	4.4.2025
Kiinteistökohtaiset tulvasuojaukset 2/2	K2	1:2000	4.4.2025

1. Johdanto

Raahen seudulla on ollut viime vuosina kovia kesä- ja syystulvia. Tulvimisista on aiheutunut teiden katkeamisia sekä asuinrakennusten kastumisia. Tulvimista on tapahtunut Pattijoessa sekä Haapajoessa, mutta myös Raahen keskustassa olevassa Ruonanojassa ja Kuljunlahteen laskevissa ojissa sekä Kuljunlahdella. Tulvatilanteissa olisi erityisen tärkeää ehkäistä Haapajärven tekojärven sekä Kuljunlahden ylitäyttymistä. Tekojärven ja Kuljunlahden ylitäyttymisen riskin vuoksi tulvatilanteessa 23.10.2023 virtaamia koetettiin hallita myös pelastuslaitoksen suurtehopumppujen avulla. Pumppuja ei kuitenkaan ole aina mahdollista saada käyttöön äkillisissä tulvatilanteissa.

Tässä työssä tarkasteltiin yleispiirteisellä tasolla yhdistelmiä erilaisista toimenpiteistä, joilla rankkasateista aiheutuvia tulvatilanteita voidaan lieventää ja näin ollen vähentää vahinkoja. Tarkasteltava tulvaskenaario vastaa harvinaista tulvaa 1/100a ja tulva-alueiden tarkastelussa hyödynnettiin tulvakarttapalvelua ja havaintoja lokakuussa 2023 toteutuneesta tulvasta. Virtaamien arvioinnissa on hyödynnetty alueen hydrologisia havaintoja sekä mm. SYKEN vesistö-mallia. Pienten uomien virtaamia on arvioitu sadannan perusteella.

Työssä on tunnistettu olennaisia vaikutuksia ja reunaehtoja, kuten toteutuskelpoisuutta, vesistöjen ekologinen tilaa, virkistyskäyttöä ja luontoarvoja. Eri toimenpide-ehdotuksia vertailemalla valittiin yhdessä hankkeen seurantaryhmän kanssa potentiaalisimmat toimenpiteet, joille on arvioitu karkeat kustannukset ja tarkemmat vaikutukset.

1.1 Käytetty koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä

Kuljunlahden sekä Haapajärven tekojärven säännöstelyrajat ovat N43 -korkeusjärjestelmässä. Tässä selvityksessä kaikki korkeudet esitetään N2000+ korkeuksina. $N43 + 0,56 \text{ m} = N2000$.

1.2 Työryhmä

Työn tilaajana toimi Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus. Hankkeen ohjausryhmään kuuluivat

Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus

Susanna Juntunen	Vesitalousasiantuntija
Tero Väisänen	Vesistöyksikön päällikkö
Miikka Annunen	Vesitalousasiantuntija

Raahen kaupunki

Jarkko Vimpari	Tekninen johtaja
Aino Alatalo	Ympäristöinsinööri
Mikael Yritys	Kuntatekniikan päällikkö

SSAB Raahen terästehdas

Kati Yli-Jaskari	Ympäristöasiantuntija
Johanna Pahkala	Ympäristöpäällikkö
Tuomas Meriläinen	EHSQ-johtaja

Suunnitelman laati Ramboll Finland Oy

Virve Kupiainen	Projektipäällikkö
Johanna Jalonen	Projektipäällikkö
Päivi Paavilainen	Asiantuntija
Jussi Tiainen	Asiantuntija

2. Vesistöalueen kuvaus

2.1 Uomat ja vesistöt

Selvitys kattaa seuraavassa kuvassa esitetyt keskeiset uomat valuma-alueineen.



Kuva 2-1. Hankealueen keskeiset tarkasteltavat uomat.

2.1.1 Pattijoki

Pattijoki saa alkunsa Haukilammesta ja on noin 35 km pituinen joki. Joen valuma-alue (84.090) on kokonaisuudessaan noin 141 km². Pattijoen yläosan vettä johdetaan Haapajärven tekojärveen Pattijoen säännöstelypadon ja Haapajärven täyttökanavan säännöstelypadon avulla. Patojen läheisyyteen sijoittuu myös pumppaamo, jonka avulla Pattijoen alaosalle voidaan pumpata lisävettä (ns. ympäristövirtaama) tekojärven täyttökanavasta 15.5.-30.9. välisenä aikana.

Pattijoen alaosa haarautuu etelä- ja pohjoishaaraan. Pattijoen koillispuolella on Säkänöja, jonne voi päästä Pattijoen vettä suurimmilla tulvilla (bifurkaatio). Säkänöjan valuma-alue on kooltaan noin 10 km². Säkänöjaa perattiin hätätyönä lokakuussa 2023.

2.1.2 Haapajoki

Haapajoen valuma-alue (84.088) joen laskiessa Siniluodonlahteen on noin 90 km² (mukaan lukien Haapajokeen tyhjennysventtiilin kautta liittyvän tekojärven valuma-alue), ja alueen järvisyys on noin 6 %. Poikajoen/Hörskönjoen valuma-alueen osuus Haapajoen valuma-alueesta on noin 27 km² ja Haapajoen yläosan valuma-alue tekojärven liittymiskohdan yläpuolella on alle 40 km².

Haapajoen ylivirtaamat voidaan johtaa Piehinginjoen padon kautta mereen. Haapajoen oman valuma-alueen lisäksi Haapajokeen voidaan johtaa vettä Haapajärven tekoaltaan tyhjennysventtiilin kautta korkeintaan 1,5 m³/s. Tyhjennysventtiilin alapuolella on mm. padottavia rumpuja ja Haapajoki on tulvinut paikallisesti. Ketunperäntien ja Peltomaanperäntien risteysaluetta on korotettu tulvien ehkäisemiseksi.

Mikäli tekojärven eteläosan pato ns. Haapajärven pato murtuisi, tulvisi Haapajoki voimakkaasti ja vettä ohjautuisi myös Poikajokeen/Hörskönjokeen Peltomaanperäntien yli (Leiviskä 2015).

2.1.3 Haapajärven tekoallas

Tekoaltaan rakenteet

Haapajärven tekoallas on muodostettu SSAB Raahen terästehtaan makeanveden varastoksi patoamalla ja johtamalla vettä Pattijoesta. Se on otettu käyttöön vuonna 1970. Allasta ei ole rakennettu tulvasuojelutarkoitukseen, mutta sitä on käytetty joskus myös tulvasuojeluun.

Haapajärven tekojärvi on rajattu useiden patojaksojen avulla ja kokonaisuus luokitellaan 1. luokan padoksi. Patojaksoista merkittävimmät ovat järven eteläpäässä oleva Haapajärven kaksiosainen maapato, jonka läpi järven virtaus normaalioloissa purkautuu sulkuventtiilillä varustettua tyhjennysputkea pitkin. Tyhjennysputken maksimivirtaama on 1,5 m³/s. Lisäksi järven pohjoispäässä olevassa Viitajärven padossa on ylisyöksykynnys, jonka tarkoituksena on tulvatilanteessa vähentää järven ylitäytymisen riskiä. Tyhjennysputki venttiileineen sekä ylisyöksykynnys on molemmat kunnostettu vuonna 2021.

Rakenteellisen riskin raja (häätä-HW) on Haapajärvellä +18,81 ja lupapäätöksen mukainen ylin säännöstelyraja on +18,26. Ylisyöksykynnyksen korkeudeksi on 2023 mitattu +18,56 mikä vastaa myös patotietojärjestelmään 01/2025 vietyä dokumenttia, ja ylisyöksykynnyksen leveys on 18 m. Kynnyksen pinta on sepeliä ja varsinainen kiinteä kynnyksen alku tasosta +18,41; hätätilanteessa joko ylivuotovirtaama kuluttaa sepelin pois kynnyksen päältä tai sitten se poistetaan. Rakenteellisen riskin raja ylittyy siten 40 cm vesisyvyydellä ylisyöksyssä, mikä vastaa vain noin 6,7 m³/s virtaamaa.

Huomioiden tyhjennysputken kapasiteetti, Haapajärven maksimi poistovirtaama häätä-HW-tilanteessa on siis noin 8,2 m³/s.

Ylisyöksytilanteessa vesi johtuisi Antinsuonojan ja Haksluodonojan kautta Kuljunlahteen. Jos vesi tekoaltaassa jostain syystä nousisi merkittävästi yli ylisyöksytason, ei vastaanottavien ojien kapasiteetti käytännössä riittäisi välittämään ylisyöksyn kautta tulevia virtaamia, vaan ylisyöksy johtaisi tulvimiseen ojien ympäristössä.

Hydrologia

Haapajärven tekojärvi sijoittuu Haapajoen valuma-alueelle. Tekojärveen johdetaan vettä Pattijoen valuma-alueen yläosalta. Tekojärven valuma-alue (mukaan lukien Pattijoen yläosa) on 84 km², josta järven oma lähivaluma-alue on noin 19 km².

Tekojärven oman lähivaluma-alueen keskeisimpiä uomia on Apsanoja. Apsanajan valuma-alue on kooltaan noin 9 km². Apsanoja on laskenut alun perin Jouttiojaan (tai Joutsiojaan), mutta Joutsiojan padon rakentamisen ja tekoaltaan täyttökanaavaa kohti kaivetun kanavan myötä Apsanajan vedet virtaavat nykyisin tekojärveen. Jouttiojan vedet laskevat kohti Haapajoen yläosaa ja Jouttiojan valuma-alue on noin 8 km².

Haapajärven säännöstelykäytäntö

Haapajärven tekojärven säännöstelyrajat ovat [N2000+]

kesäNW	+15,06 m	tilavuus 3,6 milj. m ³	pinta-ala 2,85 km ²
HW	+18,26 m	tilavuus 16...17 milj. m ³	pinta-ala 5,3 km ²

Järveä ei lasketa nykyisellä säännöstelykäytännöllä alarajalleen.

Kesäaikaan ja syksyisin järvi on ollut usein lähellä säännöstelyn ylärajaa +18,26 m. Keväisin järvi lasketaan 10.4. mennessä korkeuden +17,66 m alapuolelle.

Vedenotto Haapajärvestä SSAB terästehtaan käyttöön on harvinaista, mutta tehtaan toiminnan kannalta järvi on äärimmäisen tärkeä varaveden lähde. Tehtaan nettovedenotto on 220 l/s eli noin 19 000 m³/vrk; vedenpinnan ylärajalla tämä vedenotto pudottaa järven pintaa alle 1 cm vuorokausivauhtia.

2.1.4 Ruonanoja

Ruonanoja saa alkunsa Haapajärven tekojärven pohjoispuolelta Viitajärven ja Heiskarin seudulta. Ruonanojan valuma-alue on kooltaan noin 15 km² ja Ruonanoja laskee Isolahteen Raahen edustalla.

Viitajärven padon ylivuototilanteessa osa vedestä ohjautuisi Haksluodonojan lisäksi kantatien 88 rummun 800 B kautta ja patomurtumatilanteessa jopa tien ylitse Ruonanojaan. Vahingonvaaratilanteessa kantatien pengertä voitaisiin myös kaivinkoneella avata vedenkulun helpottamiseksi. Myös Ruonanojan varressa on kastuvia kohteita, mutta tällöin Kuljunlahden ylitäyttymistä ja patovahinkoja siellä saataisiin ehkäistyä.

2.1.5 Lappasenoja

Pattijokeen laskevista uomista tulvasuojelun kannalta keskeisimpiä on keskustan läpi etelähaaraan virtaava Lappasenoja. Uoma saa alkunsa kuivattujen Pattijärvien suunnalta. Lappasenojan valuma-alue on noin 4 km².

2.1.6 Siniluodonlahti (ja Isolahti)

Eteläisempi Isolahti ja pohjoisempi Siniluodonlahti tunnetaan yhdessä Siniluodonlahtena. Siniluodonlahti on erotettu merenlahdesta makean veden altaaksi samassa yhteydessä, kun Haapajärvi muodostettiin terästehtaan makeanveden varastoksi. Siniluodonlahden vedet ovat pääosin peräisin Piehinginjoesta ja Haapajoenjoesta. Lahteen lasketaan tilanteen mukaan vettä myös Haapajärvestä, eli toisinaan lahteen pääsee vettä myös Pattijoen yläjuoksulta.

Siniluodonlahden-Isolahden lähivaluma-alue on 4 km². Siniluodonlahdesta vedet päätyvät normaalioloissa pohjoiseen päin Kuljunlahteen Mutalan padon kautta. Siniluodonlahdesta vesiä voidaan johtaa myös etelän suuntaan Piehingin padon kautta mereen.

Siniluodonlahden säännöstelyrajat ovat NW -1,44 m ja HW +1,56 m eli samat kuin Kuljunlahdella. Alimmat kesämökit Siniluodonlahden-Isolahden rannalla ovat tasossa noin +1,8 ja yksittäiset talousrakennukset jopa noin +1,5.

2.1.7 Kuljunlahti

Kuljunlahti on Raahan edustan rannikkovesistä eristetty makean veden allas, josta SSAB:n terästehdas ottaa käyttövetensä. Kuljunlahden lähivaluma-alue on 28 km². Kuljunlahden vedenpintaa säädellään Mutalan padon avulla. Säättely perustuu paine-eroon ja tulovirtaamaan. Altaan merivedestä erottavassa Kuljunlahden padossa ei ole säätörakenteita.

Kuljunlahden oman lähivaluma-alueen tärkeimpiä uomia ovat Haksluodonoja ja Lipinkarinoja. Haksluodonojan valuma-alue on kooltaan noin 7 km² ja Lipinkarinojan noin 6 km². Haapajärven tekojärven Viitajärven padon ylisyoöksen vedet ohjautuvat Haksluodonojaan.

Kuljunlahden säännöstelyrajat ovat N2000-järjestelmässä

NW -1,44 m	tilavuus 0,6 milj.m ³	pinta-ala 0,81 km ²
HW +1,56 m	tilavuus 3,6 milj. m ³	pinta-ala 1,2 km ²

Lisäksi Siniluodonlahdessa ja Kuljunlahteen laskevissa ojastoissa on varastokapasiteettia. HW tasossa varastotilavuutta on yhteensä 5,0 milj. m³.

Kuljunlahden vesipinta lasketaan ennen tulvakautta tasoon +0,96...0,6 m. Tällöin säännöstelytilavuutta on käytössä korkeintaan 1,5 milj. m³.

Alimmat rakennukset Kuljunlahden rannalla ovat noin tasossa +2,0.

2.2 Nykyiset säännöstely-, tulvasuojelu- ja vesien ohjausrakenteet

Pattijoen säännöstelypato ja Haapajärven täyttökanavan säännöstelypato säätelevät ja jakavat veden virtausta tilanteesta riippuen Pattijoen yläjuoksulta joko Haapajärveen, Pattijoen alajuoksulle tai molempiin. Betonirakenteiset padot on rakennettu vuonna 1970 ja uusittu täysin vuonna 2006. Patoja on mahdollisesti tarkoitus korottaa, suunnittelu on käynnistetty.

Haapajärven tulokanavan pumppaamo on tarkoitettu pumppaamaan vettä Haapajärvestä Pattijoen alajuoksulle kuivaan vuodenaikaan. Pumppaamo ei viime vuosina ole ollut käytössä,

mutta se on tarkoitus kunnostaa ja palauttaa toimintaan 2025 aikana. Pumppaamon rakentamisvuosi ei ole tiedossa, mutta lupahakemus vesien pumppaukselle on jätetty vuonna 1994.

Haapajärven tulokanava eli täyttökanava johtaa vettä Pattijoesta Haapajärveen. Se on rakennettu 1960-luvun lopulla Haapajärven muodostamisen yhteydessä. Täyttökanavan kunnossapitoruoppaus on tehty viimeksi syksyllä 2024.

Haapajärven säännöstelypato ja juoksutusrakenteet on rakennettu 1960-luvun lopulla (allas otettiin käyttöön 1970, suunnitelmat vuodelta 1966). Pato on luokitukseltaan 1. luokan pato, ja se koostuu kahdesta isosta maapatojaksosta (Viitajärven pato, jossa on ylisyöksykynnys, sekä Haapajärven pato, jossa on juoksutusputki), sekä pienemmistä maapadoista. Järven luoteisrannalla sijaitsevaa ylisyöksykynnystä on vuosien varrella korotettu ja levennetty. Vuonna 2021 ylisyöksykynnys kunnostettiin ja Haapajärven padon juoksutusputki saneerattiin sukittamalla. Ylisyöksykynnyksen ja juoksutusputken yhteiskapasiteetti on pienempi kuin vesistöalueella toteutuneet tulvavirtaamat (ks. myös kappaleet 2.1.3. ja 2.3).

Joutsiojan pato on pieni maapato, joka ohjaa alun perin Joutsiojaan laskeneen Apsanojan vedet Haapajärven täyttökanavaan.

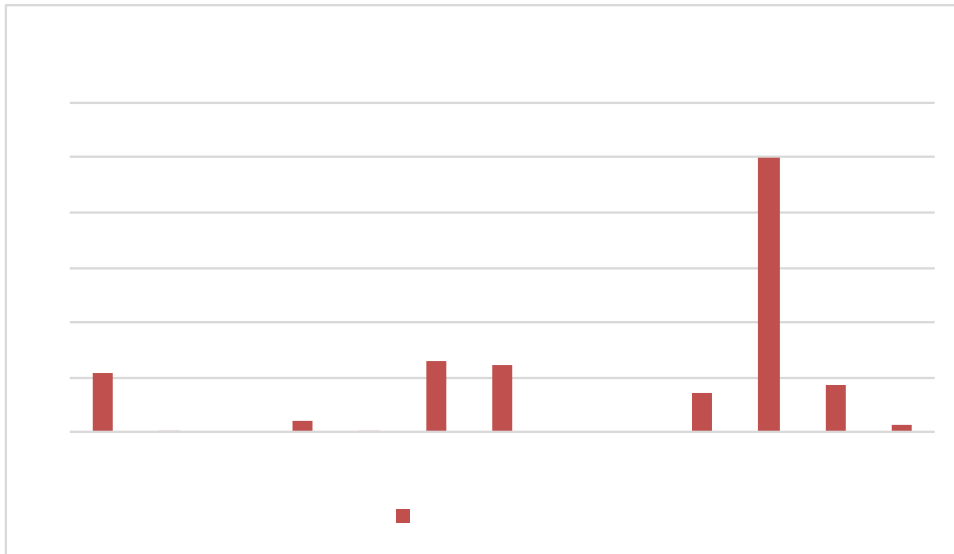
Siniluodonlahden ja Kuljunlahden maapenkereet on rakennettu 1962, ja ne erottavat lahdet merivedestä makeanveden altaiksi. Samassa yhteydessä rakennettiin betonirakenteinen Mutalan pato. Mutalan padolla säädellään Kuljunlahden pinnankorkeutta. Patoluukun alapuolella on yksisuuntaläpällä varustetut läpivirtausputket, jotka estävät virtauksen Kuljunlahdesta etelään. Sen sijaan suljettunakin padon kautta voi virrata vettä kohti Kuljunlahtea.

Betonirakenteinen Piehingin pato ja joelta Siniluodonlahteen johtava kanava on rakennettu samoin 1962. Padon luukuista toinen muutettiin 1989 kalatieksi. Piehingin padon mitoituksesta ei ole tässä selvityksessä tarkkaa tietoa. ELYn raportin mukaan (2019) padon kautta on mahdollista johtaa ylivirtaamia 60 m³/s saakka. Vaikuttaa kuitenkin siltä, että padon kapasiteettia on mahdollisesti yliarvioitu - padon ainoan tulvaluukun kapasiteetti olisi meriveden ollessa nollassa noin 30 m³/s. Meriveden nousu myrskytilanteessa heikentää padon kapasiteettia entisestään.

2.3 Toteutuneet tulvat ja tarkasteltu tulvaskenaario

2.3.1 Sadanta

Vuoden 2023 tulvaa edeltänyt sadetapahtuma oli kokonaisuudessaan noin 67 mm Siikajoki-Ruukin sadeasemalla. Lisäksi muutamia päiviä aiemmin, 7.-8.10.2023 satoi kahden vuorokauden aikana yhteensä noin 25 mm. Suurin sademäärä saatiin 11.10.2023 jolloin satoi vuorokauden aikana 50 mm. Lokakuun alusta 13. päivään sademäärä oli yhteensä peräti 105,5 mm.



Kuva 2-2: Sademäärä lokakuun 2023 alussa Siikajoki-Ruukin sääasemalla.

Tulvan 2023 sademäärä on ollut tilastollisesti huomattava. Ilmasto-oppaan (<https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/sateiden-toistuvuustasot-suomessa>) mukaan Oulun lentoaseman havaintoasemalla esimerkiksi saataisiin 64...71 mm sademäärä 5 vuorokauden jaksolla kerran 20...50 vuodessa. Yhden vuorokauden jaksolla saataisiin Oulussa 45...53 mm sademäärä kerran 10...20 vuodessa.

Neljäntoista vuorokauden jaksolla sademäärän 105 mm toistuvuus on arvioitu olevan Oulun havaintoasemalla kerran 100 vuodessa, kun vuonna 2023 satoi 13 vuorokauden aikana 105,5 mm.

2.3.2 Merivesitulvat

Raahen mareografilla on seurattu meriveden korkeutta vuodesta 1922. Ajanjaksolla 1991-2020 merivedenkorkeus mareografilla on ollut N2000+

NW	-1,06 m
MNW	-0,63 m
MW	+0,19 m
MHW	+1,27 m
HW	+1,66 m

Korkein Perämerellä mitattu merkitsevä aallonkorkeus on ollut 5,0 metriä, joka mitattiin 21.11.2024.

Merivedenkorkeus vaihtelee eri vuodenaikoina. Tyypillisesti merivesi on korkeammalla kesäisin ja syksyisin, ja matalimmillaan keväisin. Mikäli rankkasadetulva ajoittuu tilanteeseen, jolloin merivesi on korkealla, vaikuttaa se jokien purkautumiskykyyn. 13.10.2023 merivesi oli noin tasossa N2000+ 0,3...0,4 m. Mikäli merivesi olisi tulvatilanteessa vieläkin korkeammalla (tasolla +1,0 m), padottaisi merivesi etelähaarassa lähes kilometrin matkalla ja pohjoishaarassa noin 1,5 km matkalla. Harvinainen merivesitulvakorkeus Raahen edustalla on N2000 +1,9 m.

2.3.3 Pattijoki

Pattijoen alkuperäinen mitoitusvirtaama, jolle joen perkaus on suunniteltu vuonna 1956, on joen alaosalla 11,6 m³/s vastaten suunnitelman mukaan joen MHQ:ta. Pattijoen vetokyvyn tarkastelussa (Leiviskä 2022) tehdyssä tulvamallinnuksessa Pattijoen havaintoaseman kohdalla käytetty virtaama $HQ_{1/100}$ 26,6 m³/s on arvioitu Huopakinojan havaintojen perusteella. Mikäli tulvan toistuvuutta arvioidaan myös eri menetelmillä (mm. Kaiteran nomogrammi ja Hyvärisen toistuvuus-kertoimet) voisi harvinainen tulvavirtaama olla luokkaa 24 m³/s. Mallinnuksen tukena on käytetty kesän 2020 rankkasadetulvahavaintoja, tällöin virtaama on ollut 10,6 m³/s. Ajankohdan havaintoja on käytetty tulvamallinnuksen kalibroinnissa. Tulvamallinnuksen perusteella Pattijoen tulvan kannalta merkittävimpiä tekijöitä ovat uoman runsas kasvillisuus sekä yksittäisten silta-aukkojen riittämätön kapasiteetti. Toisaalta raportissa huomautetaan, että näitä asioita korjaamalla pystytään joella vaikuttamaan lähinnä rakennusten tulvavahinkoihin, ei pelloille nousevaan tulvaan.

Pattijoen havaintoaseman kohdalle tulvamallinnuksissa arvioitu $HQ_{1/100}$ on noin 27 m³/s. Pattijoen alaosalla pohjois- ja etelähaarasta määritetyt virtaamat olivat 13.10.2023 yhteensä noin 23 m³/s. Havaitut vedenkorkeudet Pattijoen havaintoasemalla nousivat kuitenkin hieman mallinnettuja suuremmiksi.

Pattijoen havaintoaseman kohdalla tulvavaarakarttojen mukaan $HW_{1/100}$ on +7,15 m. 12.10.2023 Pelastuslaitos suojasi noin 10 rakennusta Pattijokivarressa. Vedenkorkeus havaintoasemalla nousi 13.10.2023 tasolle +7,32 m.

Pattijoen havaintoaseman kohdalla ensimmäisiä tulvavahinkoja alkaa tapahtua MHW-tasossa +6,0...6,3 m.

2.3.4 Haapajärvi

Haapajärven tekojärveä ei ole suunniteltu tulvasuojelukäyttöön, mutta tulvavesiä on ohjattu joskus tekojärveen Pattijoen alaosan vahinkojen vähentämiseksi. Tekojärven täyttökanava on alkuperäisissä 1960-luvun suunnitelmissa mitoitettu 10–12 m³/s virtaamille.

Vuoden 2023 tulvassa Pattijoen yläosan tulvavesiä pääsi hallitsemattomasti tekokanavaan säännöstelypatojen ohi- ja ylivuotojen vuoksi, ja patoturvallisuuden vuoksi veden pääsy kanavaan estettiin lopulta tilapäisesti patoamalla tekokanava kiviaineksella. Tekoaltaasta myös pumpattiin vettä pois suurtehopumpulla (noin 0,5 m³/s).

2.3.5 Haapajoki

Haapajoelta ei ole saatavilla suoraan mittauksia 2023 tulvatilanteesta. Tiedossa on, että 13.10.2023 tyhjennysventtiiliin lisäksi käytettiin pelastuslaitoksen suurtehopumppua ($Q \sim 0,5$ m³/s) Haapajärven tekojärven ylitäytymisen ehkäisemiseksi. Tällöin vesi nousi Ketunperäntien ja Peltomaanperäntien risteysalueelle, ja Ketunperäntien länsipuolen pellot jäivät tulvaveden alle. Näin ollen vedenkorkeus Ketunperäntien länsipuolella on noussut arviolta tasolle N2000+ 13,8 m.

Haapajoen uoman vetokyvyn tarkastelussa (Leiviskä 2022) on käytetty Huopakinojan vertailuvesistön valuntadataa mitoitusperusteena sekä tekojärven tyhjennysputken juoksutusvirtaamaa 1,5 m³/s. Tarkastelu ei suoraan vastaa, mikä Haapajoen vetokyky on, mutta raportissa käytetyssä HQ-tilanteessa 19 m³/s (ei sisällä Haapajärven tyhjennysputken virtaamaa)

ei Haapajoessa arvioitu olevan suuria ongelmapaikkoja veden nousun osalta. Alueen rakennukset näyttävät raportin mukaan olevan hyvin sijoittuneita, eikä niille näytä aiheutuvan merkittävää haittaa tulvan noususta.

Haapajoen $HQ_{1/100}$ virtaamaksi on tässä selvityksessä arvioitu Siniluodonlahteen purkautuessa hieman maltillisempi noin $17 \text{ m}^3/\text{s}$, mikäli tekojärvestä ei johdeta suurempaa vesimäärää kuin tyhjennysputken juoksutusvirtaama. Virtaama-arviot ks. tarkemmin kappale 2.4.

2.3.6 Muut pienvedet

Vuoden 2023 tulvalla ei Ruonanoja tai Lappasenojan varrella ollut pelastuslaitoksella suojaustehtäviä, ei myöskään Säikänojan varressa. Tietävästi Säikänojailla kuitenkin suoritettiin tulvan aikana hätäperkaus tulvavahinkojen vähentämiseksi.

2.4 Vesitase nykytilassa ja tulvasuojelun mitoitusperusteet

Nykytilanteen vesitase on laskettu Huopakinojan havaintoihin perustuen vertailuvesistömenetelmällä. Huopakinojan valunnan tunnusluvut ovat (Leiviskä 2022):

$$Hq_{1/100} = 213 \text{ l/skm}^2$$

$$Hq_{2000} = 181 \text{ l/skm}^2$$

$$MHq = 77 \text{ l/skm}^2 \text{ (1951-2021)}$$

Vuosille 1959–2023 laskettuna Huopakinojalla oli

$$Hq_{2023} = 221 \text{ l/skm}^2$$

$$Mq = 9,4 \text{ l/skm}^2 \text{ (2000-2023)}$$

$$Mq = 7,5 \text{ l/skm}^2 \text{ (1959-2023)}$$

Tässä selvityksessä käytetyt mitoitusarvot ovat

- Keskiarvo 8,5 l/skm²
- Keskiylivälialue 77 l/skm²
- Mitoitustulva kerran 100 vuodessa 190 l/skm²

Käytetty kerran 100 vuodessa toistuva mitoitusarvo 190 l/skm² on jonkin verran pienempi kuin Huopakinojan vastaava tulva, mutta korkeamman mitoitusarvon käyttäminen johtaisi Pattijoen alaosalla selvästi 2023 havaittuja korkeampiin virtaama-arvioihin. Eroa selittänee vesistöjen kokoero.

Vesitase $HQ_{1/100}$ -tilanteessa on esitetty nykytilanteessa liitteessä 1.

Jos verrataan nykytilanteen vesitasetta Pattijoen alkuperäiseen mitoitusvirtaamaan, niin Pattijoen alaosan tulvien hillitsemiseksi vesien viivytyksen tai lisäkapasiteetin tarve olisi vähintään $3\text{--}4 \text{ m}^3/\text{s}$, vaikka tekojärvi olisi käytettävissä tulvasuojeluun. Viivytystä tai lisäkapasiteettia tarvittaisiin vähintään $1\text{--}2$ vrk. Usein tulvasuojelutoimenpiteiden kapasiteettitarpeeksi arvioidaan vähintään 20 % tulvavirtaamasta, mikä tarkoittaisi Pattijoen alaosalla noin $6 \text{ m}^3/\text{s}$ suuruisen vesimäärän hallintaa.

Haapajoen osalta lisäkapasiteetin tai viivytyksen tarve olisi vastaavasti laskien (20 % tulvavirtaamasta) vähintään luokkaa $3 \text{ m}^3/\text{s}$. Mikäli tekojärven juoksutusta kasvatetaan yhtenä toimenpiteenä, nousisi vesien viivytyksen tai lisäkapasiteetin tarve vieläkin suuremmaksi.

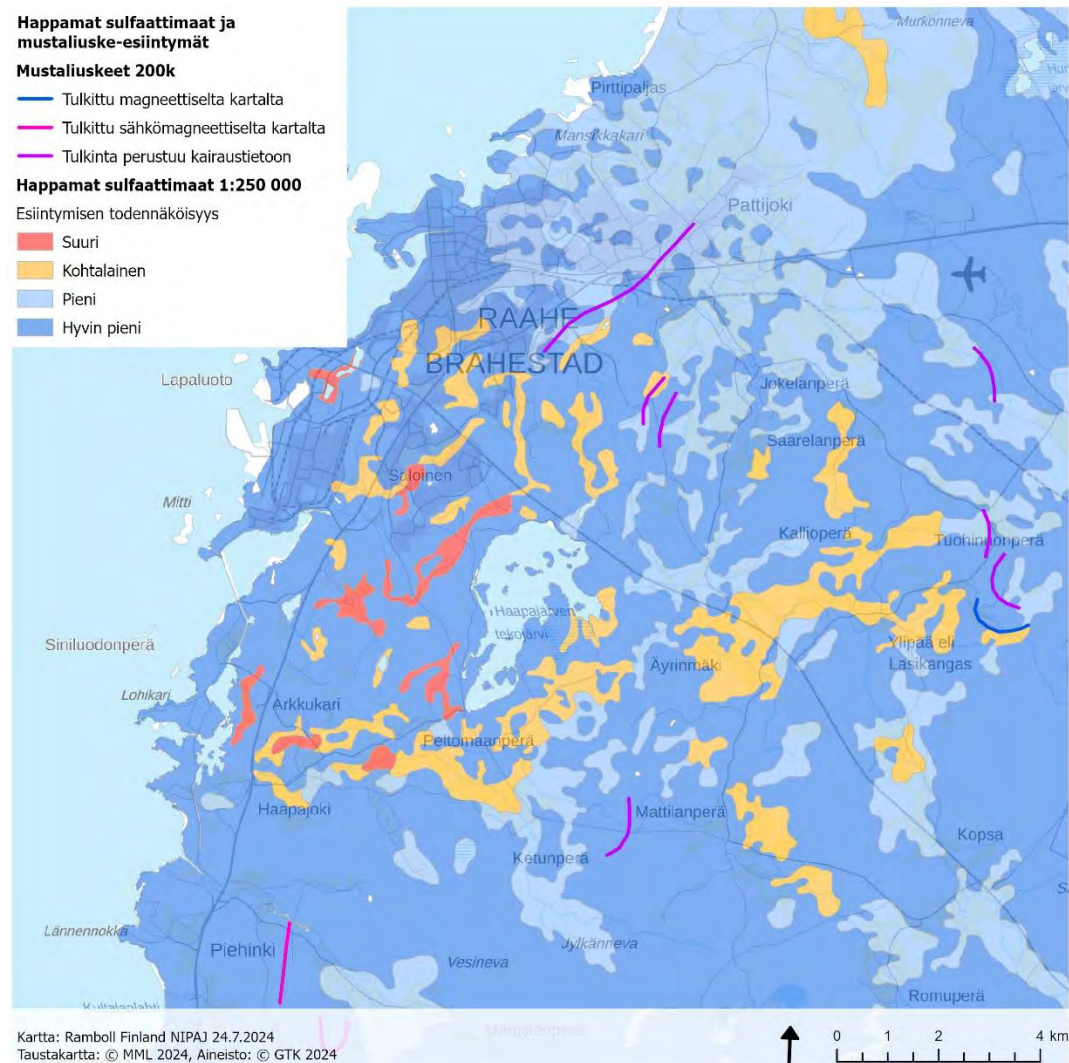
Toisaalta Haapajoen vetokykyselvityksessä joelle ei ole paikallisesta tulvimisesta huolimatta todettu merkittäviä ongelmakohtia jopa 19 m³/s virtaamalla, koska tulvat keskittyvät maa- ja metsätalousalueille.

Kaupunkialueen läpi virtaavilla Ruonanojalla ja Lappasenojalla viivytystarve tulee esiin tyypillisesti lyhyemmillä rankkasateilla kuin Haapa- ja Pattijoella, koska purojen pienen valuma-alueen vuoksi suurimmat virtaamat esiintyvät karkeasti 6...24 h kestoisilla sateilla, riippuen mm. valuma-alueen laajuudesta, läpäisemättömän pinnan määrästä ja hulevesiviemäröinnin kattavuudesta.

2.5 Muut huomioitavat asiat

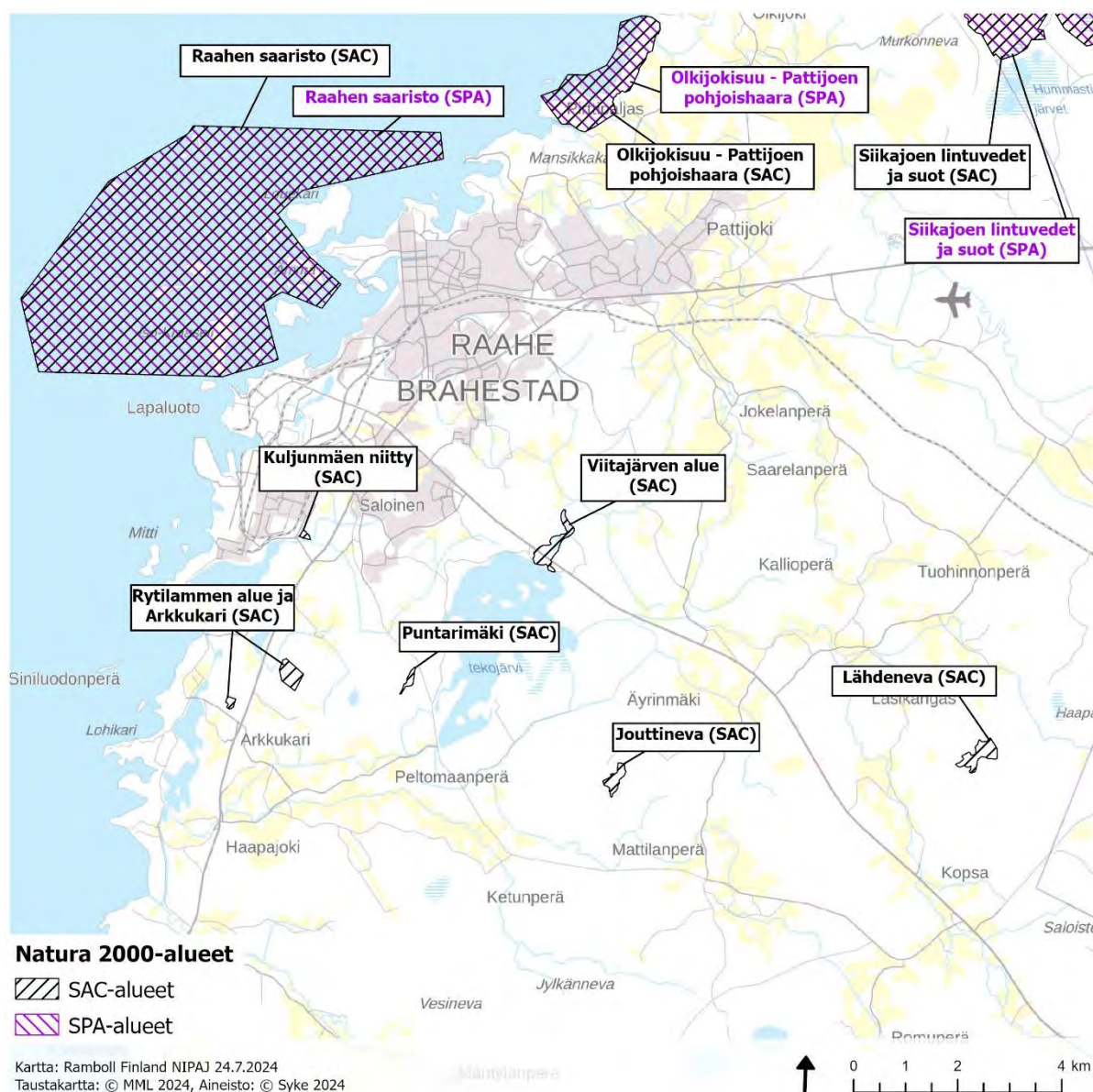
Vesitaseiden lisäksi suunnittelussa on huomioitava seuraavat alueelliset reunaehdot.

Hankealueella esiintyy useita mustaliuske-esiintymiä (Kuva 2-3). Hankealueella on myös happamia sulfaattimaita GTK:n kartan perusteella. Suurella todennäköisyydellä happamia sulfaattimaita esiintyy Haapajärven tekojärven länsipuolella. Happamien sulfaattimaiden tai mustaliuske-esiintymien alueella tulee pyrkiä välttämään suuria kaivutöitä.



Kuva 2-3. Hankealueen happamat sulfaattimaat ja mustaliuske-esiintymät.

Hankealueella sijaitsee muinaisjäännöksiä, rakennetun kulttuuriympäristön kohteita ja luonnonsuojelukohteita esim. lintuvesiensuojeluohjelma tai yksityismaiden luonnonsuojelualueita. (Kuva 2-4). Hankealueella sijaitsee useita suojeltuja alueita ja kohteita. Hankealueella esiintyy useita Natura 2000-alueita (Kuva 2-5).



Kuva 2-5. Hankealueen Natura 2000-alueet.

Hankealueella esiintyy lukuisia ojitusyhteisöjä. Ojitusyhteisöjä sijaitsee Raahen kaupungin keskustan alueella, kuin myös Haapajoessa ja Pattijoessa, ja näiden läheisyydessä.

3. Toimenpide-ehdotukset tulvariskien todennäköisyyksien sekä seurausten vakavuuden pienentämiseksi

Selvitys on esiselvitys/yleissuunnitelmatasoinen, eikä sisällä toimenpiteiden tarkempaa rakennussuunnittelua. Tarkasteltavat toimenpiteet muodostettiin pääosin jo ennen suunnitteluhankkeen alkamista. Toimenpiteiden ideoinnissa mukana olivat Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus, Raahen kaupunki, SSAB Oy sekä paikalliset asukkaat ja jakokunnat (Pattijoen jakokunta, Vihannin hoitokunta, Palo-Savolahden osakaskunta ja Piehingin osakaskunta). Lisäksi suunnittelutyön aikana esille nousi yksittäisiä täydentäviä toimenpideideoita Rambollin ja hankeryhmän suunnasta.

Työn osana on tarkasteltu useita tulvien hallinnan ja tulvasuojelun toimenpide-ehdotuksia, joiden sijainnit on esitetty suunnitelmakartalla S1 ja tarkemmat kuvaukset liitteessä 4:

Patti- ja Haapajoen sekä Haapajärven suunta	
1.1	Pattijoesta Haapajärveen kohdistuvan virtaaman rajoittaminen
1.2	Pattijoen perkaus
1.3	Pattijoen tulvavesien ohjaaminen Haapajärveen
1.4	Haapajärven hyödyntäminen tulvakapasiteettina (MW-pudotus)
1.5	Haapajärven säännöstely ja purkukapasiteetin lisäys
1.6	Haapajärven käyttäminen läpijuoksutukseen ja purkukapasiteetin huomattava lisäys
1.7	Haapajärven uusi juoksutusrakenne
1.8	Haapajoen perkaus
1.9	Yhteys täyttökanavasta Ruonanojaan ja Lappasenojaan
1.10	Apsanojan kääntäminen Jouttiojaan
1.11	Haapajoen yläjuoksun / Jouttiojan vesien osittainen kääntäminen Poikajokeen
1.12	Pattijoen tulvavirtauksen johtaminen Säikänojaan
1.13	Ruottalonlahden kanavan avaaminen
Makeanvedenlahtien ja terästehtaan suunta	
2.1	Pumppaamo tai juoksutus Kuljunlahdelta tai tehtaan kautta
2.2	Pumppaamo tai juoksutus Siniluodonlahdelta
2.3	Mutalan padon muutokset
2.4	Piehingin padon lisäkapasiteetti sekä uusi kalatie
2.5	Piehingin kanavan perkaus
2.6	Haapajoen alaosan siirto ja virtauksen estäminen Siniluodonlahteen (sulkumahdollisuus Piehinginjoen kanavaan)
2.7	Tehtaan tulvasuojaus
2.8	Haksluodonojan kääntäminen Haapajokeen
Vedenpidätysratkaisut valuma-alueilla	
3.1	Pattijärvet
3.2	Kuljunlahden valuma-alue
3.3	Ruonanojan valuma-alue
3.4	Jouttisuo
3.5	Karjusuo
Muut tulvasuojaukset	
4.1	Kiinteistökohtaiset suojaukset
4.2	Silta-aukkojen kasvattaminen
4.3	Teiden tasauksen nostotarve
4.4	Eriyiskohteiden tilanne

4. Toimenpide-ehdotusten vertailu ja riippuvuussuhteet

4.1 Yleistä

Toimenpiteet ovat toisistaan vahvasti riippuvaisia. Esimerkiksi jos Pattijoen tulvia ei ohjata Haapajärveen, tulee Pattijokivarressa tarpeelliseksi useita tulvasuojelun toimenpiteitä, mutta jos tulvat ohjataan kokonaisuudessaan Haapajärveen, toimenpidetarve keskittyy Haapajärveen ja/tai sen alajuoksulle samalla kun Pattijokivarren tulvasuojelutarve vähenee merkittävästi.

Toimenpiteiden keskinäisen riippuvuuden perusteella muodostettiin Pattijoen ja Haapajoen vesistöjen ja tekoaltaan järjestelmän tulvahallintaan viisi yhdistelmää:

Joet - A	Pattijoen perkaus Pattijoen yläjuoksun tulvavirtaamaa ei päästetä lainkaan Haapajärven suuntaan. Tulvasuojelutarve painottuu vahvasti Pattijokivarteen ja edellyttää Pattijoen perkausta.
Joet - B	Haapajärven MW-pudotus Pattijoen yläjuoksun tulvavirtaama ohjataan Haapajärveen. Tätä varten tekoaltaan vedenpintaa pudotetaan pysyvästi ja ympärivuotisesti siten, että järvessä on riittävästi tilavuutta vastaanottaa 1...1,5 vuorokauden tulvavirtaama ilman patoturvallisuuden vaarantamista.
Joet - C	Haapajärven säännöstely Pattijoen yläjuoksun tulvavirtaama ohjataan Haapajärveen. Tätä varten tekoaltaan purkukapasiteettia lisätään maltillisesti siten, että järveen on mahdollista juoksuttamalla muodostaa riittävästi tyhjätavuutta 2...3 vuorokautta ennen ennakoitua tulvan alkua. Järven vedenkorkeutta ei ole tarpeen pysyvästi pudottaa, mutta ennen odotettua tulvatilannetta vedenpintaa lasketaan nopeasti.
Joet - D	Haapajärven läpijuoksutus Pattijoen yläjuoksun tulvavirtaama ohjataan Haapajärveen. Tätä varten tekoaltaan purkukapasiteettia lisätään merkittävästi vastaamaan Pattijoen suunnasta tulevaa virtaamaa, jotta läpijuoksutuksella ei olisi vaikutusta Haapajärven pinnankorkeuteen.
Joet - E	Paikalliset tulvasuojaustoimenpiteet Pattijoen yläjuoksun tulvavirtaamaa ei päästetä lainkaan Haapajärven suuntaan. Tulvasuojelutarve painottuu vahvasti Pattijokivarteen ja edellyttää yksittäisten kiinteistöjen ja liikenneyhteyksien tulvasuojauksia.

Makeanvedenlahtien ja Piehinginjoen järjestelmän tulvahallintaan muodostettiin kolme toimenpideyhdistelmää:

Lahdet - A	Juoksutus Piehingin padolta Kaikki tulvavedet ohjataan Piehingin kanavaa pitkin etelään Piehingin padolle. Patoa muutetaan siten, että sen kapasiteetti riittää johtamaan tulvavedet aiheuttamatta tulvimista Kuljunlahdella. Tarvittaessa myös kanavaa laajennetaan.
Lahdet - B	Juoksutus Piehingin padolta ja lahtien erillissuojaukset Jokitulvat ohjataan uusia kanavareittejä ja patoja hyödyntäen Piehingin padolle siten, että makeanvedenlahtiin päätyy tulvavesiä vain niiden omalta lähivaluma-alueelta. Patoa muutetaan siten, että sen kapasiteetti riittää johtamaan tulvavedet aiheuttamatta tulvimista Kuljunlahdella. Tarvittaessa myös kanavaa laajennetaan. Makeanvedenlahtien tulvavirtaama jää matalaksi ja se voidaan johtaa pois ylivuotorakenteiden avulla.
Lahdet - C	Juoksutus lahtien kautta Piehingin padolla ei tehdä muutoksia, vaan se jää johtamaan Piehinkijoen tulvavirtaamaa. Haapajoen suunnasta ja makeanvedenlahdilta tuleva tulvavirtaama johdetaan mereen tulvapumppaamalla Siniluodonlahden kautta.

Toimenpideyhdistelmiin sisältyvät yksittäiset toimenpiteet ja näiden yhteisvaikutus vesitaseeseen on esitetty HQ_{1/100} -tilanteessa liitekartoilla 2 ja 3.

4.2 Pattijoen-Haapajoen järjestelmän toimenpideyhdistelmät

4.2.1 Yleistä

Vaihtoehtoisten toimenpideyhdistelmien keskeisenä erona on se, minne Pattijoen tulva johdetaan. Vaihtoehtoissa A ja E Pattijoen tulvaa ei johdeta Haapajärveen, jolloin tulvanhallinta painottuu Pattijoen ympäristöön. Vaihtoehtoissa B-D tulva johdetaan Haapajärveen ja tulvanhallinnan painopiste on tekoaltaan tulvariskin hallinnassa sekä alapuolisessa vesistössä.

Valittava vaihtoehto vaikuttaa merkittävästi makeanvedenlahtiin Haapajoen kautta tulevaan virtaamaan.

4.2.2 Joet – A (Pattijoen perkaus)

Pattijoen yläjuoksun tulvavirtaamaa ei päästetä lainkaan Haapajärven suuntaan. Tämä edellyttää Pattijoen ja Haapajärven täyttökanavan risteyskohdassa olevien säännöstelypatojen kunnostamista siten, että vuonna 2023 tapahtuneita ohi- ja ylivirtauksia ei pääse tapahtumaan. Haapajärven osalta patoturvallisuusriski pienenee merkittävästi, mutta toisaalta Pattijoella tulvavirtaama on hyvin korkea ja edellyttää joen perkauksia.

Tarvittavien perkauksien laajuutta on tutkittu aiemmassa Pattijoen vetokyvyn tarkastelussa (Leiviskä 2022), jonka perusteella Pattijoen tulvan kannalta merkittävimpiä tekijöitä ovat uoman runsas kasvillisuus sekä yksittäisten silta-aukkojen riittämätön kapasiteetti. Tarkastelu on tehty virtaustilanteeseen, joka vastaa tässä tarkastelua tilannetta, jossa Pattijoen tulvaa ei johdettaisi täyttökanavaan. Tarkastelun laatijat esittävät tärkeimpänä toimenpiteenä uomassa kasvavan

puuvartisen kasvillisuuden poistoa, minkä lisäksi yksi silta olisi tarpeen uusia. Pattijoen alaosa on kuitenkin aikanaan suunniteltu ja perattu vain MHQ:ta vastaavalle virtaamalle 11,6 m³/s, joten kasvillisuuden poiston lisäksi myös uoman poikkileikkauksen avartaminen on tarpeen, jos halutaan rakennuksien suojelelun lisäksi vähentää tulvimista myös pelloilla.

Kasvillisuuden poiston osuudet on arvioitu vastaavan tulvamallinnuksessa esitettyjä toimenpideosuuksia. Kustannuslaskelmissa on arvioitu, että kasvillisuuden poiston lisäksi tehdään myös hieman kaivua paikallisesti. Mikäli kasvillisuuden poistoa laajempia perkauksia toteutettaisiin, suositellaan ettei uoman pohjaa häiritä. Maa-aineksen poistoa voidaan toteuttaa soveltuville alueilta esim. syventämällä/laajentamalla nykyisiä tulvatasanteita toispuoleisesti, jolloin verrattuna uoman pohjan kaivuun vähennetään kiintoaineskuormitusta alavirtaan eikä häiritä mahdollista pohjaeläimistöä.

Padottavien silta-aukkojen suurentaminen parantaa vesistön virtauskapasiteettia ja pudottaa tulvakorkeuksia sillan yläpuolella. Padotuksen vähentyessä myös sillan edustalla esiintyvä turbulenssi heikkenee, minkä vuoksi suuremmat silta-aukot voivat vähentää eroosion ja rakenteellisten vaurioiden riskiä. Kun vesi pääsee virtaamaan tasaisemmin, se ei kohdistu yhtä voimakkaasti joen penkkoihin tai sillan tukirakenteisiin, mikä pienentää eroosiopaineita ja pidentää infrastruktuurin käyttöikää. Suuremmat aukot voivat pienentää tukkeutumisen riskiä, sillä ne mahdollistavat esimerkiksi puiden, jäämassojen ja muun kelluvan materiaalin turvallisemman läpikulun.

Pattijoella sijaitsee 10 siltaa, jotka padottavat vähintään 10 cm tai enemmän. Lisäksi tulvan aikana kuusi siltaa jää täysin veden alle, jolloin siltakannen päällä on vettä vähintään 10 cm. Tarkastelun perusteella vain kahdella sillalla on kohtalainen merkitys liikenteelle. Muiden veden alle jäävien siltojen merkitys liikenteelle on vähäinen. Kuitenkin 15 cm korkea tulvavesi nopeasti virratessaan voi kaataa aikuisen (Vesi.fi). Silta-aukkojen avartaminen voi vaatia vesilain mukaisia lupahakemuksia ja toimenpide on sillasta riippuen hintava; toisaalta avartaminen voi tulla kyseeseen sillan uusimisen tai peruskorjauksen yhteydessä.

Haapajoella vastaavasti padottavia siltoja on 8 kappaletta ja tulvan aikana veden alle jääviä siltoja 10, joista liikenteellistä merkitystä on neljällä sillalla.

4.2.3 Joet – B (Haapajärven MW-pudotus)

Pattijoen yläjuoksun tulvavirtaamaa ei päästetä lainkaan Pattijoen suuntaan, vaan ohjataan kokonaisuudessaan Haapajärven täyttökanaavaan. Tämä edellyttää Pattijoen ja Haapajärven täyttökanaavan risteyskohdassa olevien säännöstelypatojen kunnostamista siten, että vuonna 2023 tapahtuneita ohi- ja ylivirtauksia ei pääse tapahtumaan. Pattijoen osalta tulvariski pienenee merkittävästi, mutta Haapajärvellä ratkaisu edellyttää merkittäviä muutoksia patoturvallisuuden säilyttämiseksi.

Tässä toimenpideyhdistelmässä Haapajärven tulvasuojelelun ratkaisuna on käytetty Haapajärven keskiveden pysyvää pudottamista, jotta järveen muodostuu riittävä kapasiteetti ottaa vastaan tulvaa. Ratkaisu on varsin tehokas ja edullinen toimenpide varastoimaan Pattijoen tulvavirtaamaa: 30 cm pudotuksella on mahdollista varastoida jopa runsaan vuorokauden tulvavirtaamaa vastaava vesimäärä. Haapajärven keskiveden laskeminen vaikuttaa järven virkistyskäyttöön ja maisemaan sekä myös ekologiaan lyhyellä aikavälillä kohtalaisesti, mutta tilanne vakiintuu ajan mittaan uuteen tasapainotilaan. Maa-aluetta vapautuu alueella veden alta. Hallinnollisesti ratkaisu on mahdollisesti toteutettavissa järven säännöstelykäytäntöä muuttamatta. SSAB:n vedensaannin

kannalta järven vedenpinnan pudotus ei ole merkittävä; nykyisin järvestä ei johdeta vettä tehtaan käyttöön edes vuosittain.

Muualta kuin Pattijoesta Haapajärveen tulevaa kuormitusta kannattaa tässä vaihtoehdossa mahdollisimman paljon hillitä, jotta varastotilavuus saadaan maksimoitua. Erittäin helppo tapa vähentää kuormitusta on kääntää Apsanojan virtaus täyttökanavan sijaan Jouttiojaan, mikä on myös puron alkuperäinen virtaussuunta. Virtauksen estää nykyisellään pienikokoinen maapato, joka on melko helppo siirtää täyttökanavaan johtavaan uomaan. Järjestelyssä tulee kuitenkin huomioida, ettei aiheuteta haittaa Apsanojan yläjuoksun maa- ja metsätalousmaiden kuivatukselle. Jouttiojan kasvavaa virtaamaa on mahdollista viivyttää suoalueilla, joiden läpi Jouttioja kulkee. Ratkaisun etuna on myös, että se kasvattaisi Haapajoen valuma-aluetta ja siten ympäristövirtaamaa kuivana aikana.

Toinen mahdollisuus vähentää virtaamaa Haapajärveen on ohjata osa Pattiojen tulvasta täyttökanavasta Ruonanojaan ja Lappasenojaan. Lappasenojaan johtaminen vaatisi huomattavia kaivuja, mutta Ruonanojaan vesiä olisi mahdollista jakaa suhteellisen helpostikin. Ruonanojan varrelta löytyy myös useita potentiaalisia virtaaman viivytysalueita, jolloin järjestely ei välttämättä merkittävästi lisäisi tulvimista kaupunkialueella.

Yksi mahdollinen tukitoimenpide tässä toimenpideyhdistelmässä on myös johtaa Haapajoen yläjuoksun vesiä Poikajokeen (Hörskönjokeen) uudella kanavalla. Ratkaisu vähentäisi ehkä hieman Haapajoen kuormitusta tekojärven ja Haapajoen ja Poikajoen yhtymäkohdan välisellä osuudella, mutta saattaisi johtaa Poikajoen perkaustarpeeseen.

4.2.4 Joet – C (Haapajärven säännöstely)

Pattiojen yläjuoksun tulvavirtaamaa ei päästetä lainkaan Pattiojen suuntaan, vaan ohjataan kokonaisuudessaan Haapajärven täyttökanavaan. Tämä edellyttää Pattiojen ja Haapajärven täyttökanavan risteyskohdassa olevien säännöstelypatojen kunnostamista siten, että vuonna 2023 tapahtuneita ohi- ja ylivirtauksia ei pääse tapahtumaan. Pattiojen osalta tulvariski pienenee merkittävästi, mutta Haapajärvellä ratkaisu edellyttää merkittäviä muutoksia patoturvallisuuden säilyttämiseksi.

Tässä toimenpideyhdistelmässä Haapajärven tulvasuojelun ratkaisuna on käytetty Haapajärven ennakoivaa säännöstelyä, jossa vedenkorkeutta pudotetaan muutamia vuorokausia ennen tulvimista siten, että Pattiojen tulvavesille on Haapajärvessä riittävästi tilavuutta. Arvioidulla maksimijuoksutuksella yht. noin 5 m³/s riittävän varastotilavuuden saavuttaminen kestää vallitsevasta taustavirtaamasta riippuen noin 3...5 vuorokautta.

Ratkaisun heikkoutena on sen aiheuttamat jatkuvat valvonta- ja käyttökustannukset, järven vedenkorkeuden "sahaaminen" ja riskialttius tilanteessa, jossa tulva toteutuu sääennustetta aiemmin tai voimakkaampana. Ratkaisussa tarpeen oleva uusi juoksutusrakenne on kallis toteuttaa. Hallinnollisesti ratkaisu edellyttäneen myös uuden vesiluvan hakemista.

Muualta kuin Pattijoesta Haapajärveen tulevaa kuormitusta kannattaa tässä vaihtoehdossa mahdollisimman paljon hillitä. Erittäin helppo tapa vähentää kuormitusta on kääntää Apsanojan virtaus täyttökanavan sijaan Jouttiojaan, mikä on myös puron alkuperäinen virtaussuunta. Virtauksen estää nykyisellään pienikokoinen maapato, joka on melko helppo siirtää täyttökanavaan johtavaan uomaan. Järjestelyssä tulee kuitenkin huomioida, ettei aiheuteta haittaa Apsanojan yläjuoksun maa- ja metsätalousmaiden kuivatukselle. Jouttiojan kasvavaa virtaamaa

on mahdollista viivyttää suoalueilla, joiden läpi Jouttioja kulkee. Ratkaisun etuna on myös, että se kasvattaisi Haapajoen valuma-aluetta ja siten ympäristövirtaamaa kuivana aikana.

Toinen mahdollisuus vähentää virtaamaa Haapajärveen on ohjata osa Pattijoen tulvasta täyttökanavasta Ruonanojaan ja Lappasenojaan. Lappasenojaan johtaminen vaatisi huomattavia kaivuja, mutta Ruonanojaan vesiä olisi mahdollista jakaa suhteellisen helpostikin. Ruonanojan varrelta löytyy myös useita potentiaalisia virtaaman viivytysalueita, jolloin järjestely ei välttämättä merkittävästi lisäisi tulvimista kaupunkialueella.

Yksi mahdollinen tukitoimenpide tässä toimenpideyhdistelmässä on myös johtaa Haapajoen yläjuoksun vesiä Poikajokeen (Hörskönjokeen) uudella kanavalla. Ratkaisu vähentäisi ehkä hieman Haapajoen kuormitusta tekojärven ja Haapajoen ja Poikajoen yhtymäkohdan välisellä osuudella, mutta saattaisi johtaa Poikajoen perkaustarpeeseen.

4.2.5 Joet – D (Haapajärven läpijuoksutus)

Pattijoen yläjuoksun tulvavirtaamaa ei päästetä lainkaan Pattijoen suuntaan, vaan ohjataan kokonaisuudessaan Haapajärven täyttökanavaan. Tämä edellyttää Pattijoen ja Haapajärven täyttökanavan risteyskohdassa olevien säännöstelypatojen kunnostamista siten, että vuonna 2023 tapahtuneita ohi- ja ylivirtauksia ei pääse tapahtumaan. Pattijoen osalta tulvariski pienenee merkittävästi, mutta Haapajärvellä ratkaisu edellyttää merkittäviä muutoksia patoturvallisuuden säilyttämiseksi.

Tässä toimenpideyhdistelmässä Haapajärven tulvasuojelun ratkaisuna on käytetty Haapajärven purkukapasiteetin huomattavaa lisäystä. Pattijoen tulva siis käytännössä juoksutettaisiin suoraan Haapajärven läpi Haapajokeen ja edelleen makeanvedenlahtiin. Ratkaisussa tarpeen oleva uusi juoksutusrakenne on kallis toteuttaa. Hallinnollisesti ratkaisu edellyttänee myös uuden vesiluvan hakemista. Järven rantojen kannalta ratkaisu on edullinen, koska se mahdollistaa vedenkorkeuden säilyttämisen normaaleissa rajoissaan virtaamatilanteesta riippumatta.

Haapajärven alapuolisissa vesistöissä ratkaisu lisää virtaamia erittäin merkittävästi. Haapajoen osalta tulvavirtaama jopa yli kaksinkertaistuisi, ja joen tulviminen olisi väistämätöntä. Käytännössä tarpeen olisi perata koko Haapajoki ja uusia sillat koko osuudella välillä Haapajärvi – Siniluodonlahti. Lisäksi makeanvedenlahtien tulvanhallinnassa jouduttaisiin turvautumaan järeisiin ratkaisuihin.

4.2.6 Joet – E (Kiinteistökohtaiset tulvasuojaukset)

Pattijoen yläjuoksun tulvavirtaamaa ei päästetä lainkaan Haapajärven suuntaan. Tämä edellyttää Pattijoen ja Haapajärven täyttökanavan risteyskohdassa olevien säännöstelypatojen kunnostamista siten, että vuonna 2023 tapahtuneita ohi- ja ylivirtauksia ei pääse tapahtumaan. Haapajärven osalta patoturvallisuusriski pienenee merkittävästi, mutta toisaalta Pattijoella tulvavirtaama on hyvin korkea ja edellyttää joen perkauksia.

Pattijoella tulva nousee korkealle, vuoden 2023 tulvaa vastaaviin tasoihin ja ylemmäskin koska virtausta Haapajärven suuntaan ei ole. Tulvanhallinnan tärkeimpänä toimenpiteenä on tässä vaihtoehdossa kiinteistökohtainen tulvasuojaus. Kiinteistökohtaisilla suojauksilla suojataan noin 15 asuinrakennusta Pattijoen uoman varrelta. Kiinteistökohtaiset suojaukset voidaan toteuttaa esimerkiksi moreenipenkereenä, jolloin penkereen harjan ja mitoitustulvan väliin jää noin 30 cm

turvavara. Keskimäärin yhden tulvapenkereen pituus on noin 300 m, leveydeltään 1,5 m ja korkeudeltaan 0,5 m. Tulvapenkereen leveys ja korkeus vaihtelevat maastonkorkeuden mukaan.

Pattijoella sijaitsee 10 siltaa, jotka padottavat vähintään 10 cm tai enemmän. Lisäksi tulvan aikana kuusi siltaa jää täysin veden alle, jolloin siltakannen päällä on vettä vähintään 10 cm. Tarkastelun perusteella vain kahdella sillalla on kohtalainen merkitys liikenteelle. Muiden veden alle jäävien siltojen merkitys liikenteelle on vähäinen. Kuitenkin 15 cm korkea tulvavesi nopeasti virratessaan voi kaataa aikuisen. Silta-aukkojen avartaminen voi vaatia vesilain mukaisia lupahakemuksia ja toimenpide on sillasta riippuen hintava; toisaalta avartaminen voi tulla kyseeseen sillan uusimisen tai peruskorjauksen yhteydessä.

Haapajoella vastaavasti padottavia siltoja on 8 kappaletta ja tulvan aikana veden alle jääviä siltoja 10, joista liikenteellistä merkitystä on neljällä sillalla.

Padottavien silta-aukkojen suurentaminen parantaa vesistön virtauskapasiteettia ja pudottaa tulvakorkeuksia sillan yläpuolella. Padotuksen vähentyessä myös sillan edustalla esiintyvä turbulenssi heikkenee, minkä vuoksi suuremmat silta-aukot voivat vähentää eroosion ja rakenteellisten vaurioiden riskiä. Kun vesi pääsee virtaamaan tasaisemmin, se ei kohdistu yhtä voimakkaasti joen penkkoihin tai sillan tukirakenteisiin, mikä pienentää eroosiopaineita ja pidentää infrastruktuurin käyttöikää. Suuremmat aukot voivat pienentää tukkeutumisen riskiä, sillä ne mahdollistavat esimerkiksi puiden, jäämassojen ja muun kelluvan materiaalin turvallisemman läpikulun.

4.3 Makeanvedenlahtien suunnan toimenpideyhdistelmät

4.3.1 Yleistä

Makeanveden lahdilla tulovirtaama riippuu merkittävästi jokivesistöjen suunnalla valittavasta vaihtoehdosta. Suurimmat virtaamat lahdille aiheutuu vaihtoehdosta Joet – D, jossa Pattijoen tulva juoksutetaan Haapajärven läpi kohti makeanveden lahtia. Pienimmillään virtaamat ovat vaihtoehdoissa Joet – A, Joet – B ja Joet – E, joissa Pattijoen tulva joko pidetään Pattijoessa tai varastoidaan Haapajärveen.

Makeanveden lahtien tulvahallinta perustuu tulvavesien juoksuttamiseen mereen. Vaihtoehdosta riippuen tulvaa juoksutetaan pääosin joko Piehingin padon kautta, tai jakaen virtaamaa myös uusille juoksutusrakenteille Siniluodonlahdelle ja Kuljunlahdelle.

Kaikkien toimenpiteiden suunnittelussa on huomioitava, että makeanvedenlahtien vettä käytetään SSAB terästehtaan tehtaan prosessivetenä, johon ei missään tilanteessa saa sekoittua merivettä.

Vaikka nyt ollaan varaustumassa tulviin, vastaavasti kuivana kautena on oltava aina mahdollisuus ottaa vettä Kuljunlahteen ja veden saatavuudesta on oltava varmuus tehtaan kannalta.

4.3.2 Lahdet – A (kaikki tulvavedet Piehingin padon kautta)

Tässä vaihtoehdossa ei toteuteta lainkaan uusia tulvajuoksutus- tai pumppausrakenteita makeanvedenlahdille. Koko tulvavirtaama johdetaan Piehingin kanavaa myöten etelään Piehingin padolle. Jokivesien hallinnan vaihtoehdosta ja vallitsevasta meriveden tasosta riippuen padon kapasiteetti

nykyisellään jää mahdollisesti tai todennäköisesti vajaaksi, mikä johtaa vedenpinnan nousuun padon edustalla ja sen myötä makeanvedenlahdissa.

Makeanveden lahtien pinnannousun välttämiseksi vaihtoehdon tärkeimpänä toimenpiteenä on Piehingin padon kapasiteetin lisääminen palauttamalla käyttöön padon toinen, nyt kalatien käyttöön varattu luokkuaukko. Kalatie poistetaan aukosta ja korvataan vastaavalla patoluukulla kuin toisessakin aukossa. Samassa yhteydessä on mahdollista tehdä padon peruskorjaus, joka muutenkin todennäköisesti olisi padolla tarpeen. Kalan kulun säilyttämiseksi padon yhteyteen tulee rakentaa padon ohittava kalatie esimerkiksi luonnonmukaisena uomana.

Piehingin padon kapasiteetin varmistamisen lisäksi myös Piehingin kanava saattaa vaatia poikkeileikkauksen laajentamista, jotta Siniluodonlahden taso saadaan pidettyä tulvatilanteessa mahdollisimman alhaalla. Perkaustarve riippuu merkittävästi sekä kanavaan johdettavasta vesimäärästä ja siten Pattijoen-Haapajoen järjestelmän valittavista toimenpiteistä, että Piehingin padolla tehtävistä toimenpiteistä.

Mutalan padolla olisi syytä uusita nykyinen patoluukku siten, että se mahdollistaisi virtauksen johtamisen poikkeustilanteissa myös etelään päin. Juoksutus etelään päin saattaa vaatia lupamuutoksen, ja ratkaisussa tulisi huomioidavaksi myös vaikutukset vedenlaatuun.

4.3.3 Lahdet – B (vain jokitulvat Piehingin padon kautta)

Tässä vaihtoehdossa johdetaan Haapajoen tulvavirtaus Piehingin kanavaa myöten etelään Piehingin padolle.

Makeanveden lahtien pinnannousun välttämiseksi vaihtoehdon tärkeimpänä toimenpiteenä on ohjata jokitulva kokonaan pois Siniluodonlahdesta. Tämä edellyttää pato- ja kanavajärjestelyn rakentamista Haapajoen alaosaan siten, että Haapajoen tulvavirtaus saadaan ohjattua kokonaisuudessaan suoraan Piehingin kanavaan ja estettyä tulvatilanteessa virtaus Siniluodonlahdelle päin. Yksinkertaisimmillaan tämän voisi toteuttaa rakentamalla kokonaan uusi kanava Haapajoen alaosalta Piehingin kanavaan, patoamalla Haapajoen vanha alajuoksu täysin ja rakentamalla Piehingin kanavaan sulkurakenne, jolla virtaus Siniluodonlahteen voidaan tulvatilanteessa estää. Tämä aiheuttaisi isoja muutoksia Siniluodonlahdella Haapajokisuussa, joka kuivuisi täysin; myös virtaussuunnat Siniluodonlahdella muuttuisivat jonkin verran. Jos näitä muutoksia haluttaisiin estää, olisi lisäksi rakennettava erilliset sulut Haapajokeen ja uuteen kanavaan, jotta vesi voitaisiin ohjata pois Siniluodonlahdelta vain poikkeusoloissa.

Jokivesien hallinnan vaihtoehdosta ja vallitsevasta meriveden tasosta riippuen padon kapasiteetti nykyisellään jää mahdollisesti tai todennäköisesti vajaaksi, mikä johtaisi vedenpinnan nousuun Piehingin kanavassa, uudessa kanavassa ja yläpuolisessa Haapajoessa. Piehingin padon kapasiteettia on tässäkin vaihtoehdossa mahdollista lisätä palauttamalla käyttöön padon toinen, nyt kalatien käyttöön varattu luokkuaukko. Kalatie poistetaan aukosta ja korvataan vastaavalla patoluukulla kuin toisessakin aukossa. Samassa yhteydessä on mahdollista tehdä padon peruskorjaus, joka muutenkin todennäköisesti olisi padolla tarpeen. Kalan kulun säilyttämiseksi padon yhteyteen tulee rakentaa padon ohittava kalatie esimerkiksi luonnonmukaisena uomana.

Koska Siniluodonlahti olisi tulvatilanteessa ”erillään” Haapajoen ja Piehingin kanavan järjestelmästä, ei Piehingin padon ja kanavan kapasiteetti vaikuttaisi Siniluodonlahden pinnankorkeuteen. Veden nousua rajoittavana reunaehtona olisivatkin lähinnä Piehingin kanavan, uuden Haapajoen yhdyskanavan sekä Haapajokivarren ja Piehinkijokivarren kiinteistöjen tulvariskit.

Makeanvedenlahdilla tulvariskiä aiheuttaisi vain lahtien omalta lähivaluma-alueelta tuleva, verraten pieni tulvavirtaama, mikä olisi selvästi helpompi johtaa mereen kuin Haapajoen tulva. Mutalan padon muutoksilla (täyssulkumahdollisuus) ja Kuljunlahden valuma-alueella toteutetuilla virtaaman viivytystoimilla sekä mahdollisesti tehtaan tulvasuojauksella voidaan edelleen helpottaa ylivuotojen järjestämistä.

4.3.4 Lahdet – C (ei muutoksia Piehingin padolla)

Tässä vaihtoehdossa on tarkasteltu mahdollisuuksia johtaa tulvavedet ilman muutoksia Piehingin padolla. Piehinkijoen tulva täyttäisi käytännössä koko Piehingin padon kapasiteetin, eikä Piehingin kanavassa olisi merkittävää virtausta. Makeanvedenlahdille tarvittaisiin niiden tulovirtaamaa vastaavat ylivuoto- tai pumppausrakenteet.

Siniluodonlahden osalta kyseeseen tulisi käytännössä ainoastaan tulvapumppaamo, koska painovoimaisena ylivuotorakenne pitäisi toteuttaa niin alas, että siitä aiheutuisi riski meriveden pääsyle lahteen korkean meriveden aikaan. Siniluodonlahden rantojen tulvavahinkojen välttämiseksi tulvapumppaamon kapasiteetti tulisi vastata karkeasti Haapajoen maksimivirtaamaa (Pattijoki-Haapajoki järjestelmän vaihtoehdosta riippuen noin 16...26 m³/s).

Mutalan padon muutoksin Kuljunlahti voitaisiin rajata erilliseksi kokonaisuudeksi. Kuljunlahden osalta kyseeseen voisi tulla esimerkiksi

- Tehtaan erillissuojaus ja veden juoksuttaminen lahdesta painovoimaisesti:
 - o Juoksutus suoraan nykyisen patovallin yli, tulvaso Kuljunlahdella > +3,0; käytännössä vesi tosin tuskin ennättää pitkälläkään tulvalla nousta lahdella niin ylös että se koskaan juoksisi mereen patovallin yli
 - o Patovallin madaltaminen suojaisasta paikasta vallin pohjoispäässä tasoon noin +1,8 (huom. riski meriveden pääsystä Kuljunlahteen kasvaa!)
- Juoksuttaminen painovoimaisesti munkkipadolla, joka voidaan sulkea korkealla meriveden tasolla; hyödynnettävissä siten ylivuotona vain verraten tavanomaisilla meriveden tasoilla (< noin +1,3) ilman tehtaan erillissuojausta. Rakentaminen nykyisen patovallin läpi hyvin haastavaa.
- Tulvaveden pumppaus patovallin yli; ei riskiä meriveden pääsystä Kuljunlahteen takaisinvirtauksena eikä tarvetta lävistää patovallia.

Tässä vaihtoehdossa Kuljunlahdella tulvariskiä aiheuttaisi vain lahden omalta lähivaluma-alueelta tuleva, verraten pieni tulvavirtaama. Kuljunlahden valuma-alueella toteutetuilla virtaaman viivytystoimilla voidaan edelleen merkittävästi vähentää riskiä tulvavahingoista.

4.4 Toimenpiteiden priorisointi ja yhteenveto

Ensisijaisena toimenpiteenä hahmottuu makeanvedenlahtien suunnalta selkeästi **Piehingin padon ja mahdollisesti myös kanavan kapasiteetin lisäämistarve**, mikä käytännössä voisi tehdä jopa tarpeettomaksi muut makeanveden lahtien tulvasuojelutoimenpiteet. Ratkaisu olisi todennäköisesti myös varsin edullinen verrattuna vaihtoehtoihin toimenpiteisiin (esimerkiksi tulvapumppaamot tai tehtaan erillinen tulvasuojaus), aiheuttaisi vähemmän riskiä meriveden pääsystä makeanvedenlahtiin ja saattaisi luonnonmukaisen kalatien puolesta jopa hyödyttää vesistön ekologista tilaa.

Jokivesistöjen osalta vahvoja ratkaisumalleja on enemmän. **Haapajärven keskiveden pudottaminen** on selkeästi useimpien näkökulmien osalta kannatettavin ratkaisu, mutta se ei välttämättä yksin riitä tulvasuojelutoimenpiteenä. Lisäksi ratkaisuun liittyy odotettavasti isoa vastustusta tekoaltaan maankäytön ja virkistyskäytön osalta ja hallinnollisia ongelmia (onko mahdollista toteuttaa muuttamatta tekoaltaan tarkoitusta ja vesilupaa).

Jokien perkaus olisi perinteinen ratkaisu kapasiteetin parantamiseen, mutta kestävän kehityksen näkökulmasta perkausta ei voi suositella kuin kevennettynä, pelkkänä jokiuomassa kasvavan puuvartisen **kasvillisuuden raivaukseen** perustuvana toimenpiteenä. Yksittäisissä kohdissa saattaa olla mahdollista **laajentaa nykyisiä tulvasanteita tai rakentaa kaksitasouomaa**. Jokia risteävät **padottavat sillat on syytä uusii** suurempiin; vain vähän padottavien siltojen osalta uusimista voidaan aikatauluttaa siltojen kunnon ja saneeraustarpeen mukaan.

Viimeisenä vaihtoehtona jokivesistöillä nousee esiin **kiinteistökohtaisten tulvasuojausten rakentaminen** sekä **tiepenkereiden ja tulvan alle jäävien siltojen korottaminen** teiden liikennöitävyyden säilyttämiseksi.

Haapajärven säännöstelyn ja läpijuoksutuksen voidaan tarkastelujen pohjalta havaita johtavan niin kalliisiin ja riskialttiisiin ratkaisuihin sekä tekoaltaalla että alapuolisissa vesistöissä, että näitä ei voitane pitää realistisinä lähestymistapoina.

Käytännössä optimaalisin ratkaisu jokivesistöjen tulvasuojelussa löytynee Haapajärven varastotilavuuden hyödyntämisestä yhdistettynä jokien kasvillisuuden raivaukseen sekä paikallisiin, yksittäisiin riskikiinteistöjen tulvasuojauksiin. Tukitoimenpiteenä kannattaisi **Apsanoja kääntää Joutiojan suuntaan ja viivyttää virtaamaa Joutiojaa ympäröivillä suoalueilla**. Myös **vesien johtamista Haapajärven täyttökanavasta Ruonanojaan** saattaisi varauksin olla mahdollisesti kannattavaa selvittää; tosin tämä toimenpide edellyttää **laajamittaista virtaamien viivyttämistä Ruonanojan yläjuoksulla**, jotta sillä ei lisätä tulvariskiä Raahen kaupunkialueella.

4.5 Toimenpiteiden karkeat kustannukset

Hankeryhmä valitsi liitteen 1 toimenpiteistä ne, joille laadittiin alustavat vertailukustannusarviot. Valintaperusteina oli mm. toimenpiteen merkittävyys tulvasuojelussa, alustava arvio kustannustasosta, toteuttamiskelpoisuus ja realismi.

Kustannukset on esitetty toimenpiteittäin alla olevassa taulukossa:

nro	Toimenpide	Vertailukustannus (suuruusluokka)
1.2	Pattijoen kasvillisuuden raivaus, noin 3,2 km osuudelle. Huom. kustannus toistuu muutamien vuosien välein.	100 000 €
1.4	Haapajärven hyödyntäminen tulvakapasiteettina (MW-pudotus)	30 000 €*
1.8	Haapajoen kasvillisuuden raivaus, noin 2,9 km osuudelle. Huom. kustannus toistuu muutamien vuosien välein. Ei mahdollista järven läpijuoksutusta.	100 000 €
1.6	Haapajärven käyttäminen läpijuoksutukseen ja purkukapasiteetin huomattava lisäys	30 000 €*

nro	Toimenpide	Vertailukustannus (suuruusluokka)
1.7a	Haapajärven uusi juoksutusrakenne (putki 3,5 m ³ /s), rakennetaan kuivatyönä (järvi NW-rajalla)	0,5...0,8 M€
1.7b	Haapajärven uusi juoksutusrakenne (patoluukku 13 m ³ /s), rakennetaan kuivatyönä (järvi NW-rajalla)	1,0...1,5 M€
1.10	Apsanojan kääntäminen Jouttiojaan	15 000 €
1.12	Pattijoen tulvavirtauksen johtaminen Säikänojaan	150 000 €
2.1c	Ylivuoto Kuljunlahdelta	0,7...1,0 M€
2.3	Mutalan padon muutokset (vain luukun uusiminen)	50 000 €
2.4	Piehingin padon lisäkapasiteetti (vain uusi luukku, ei sis. padon peruskorjausta), uusi kalatie ja joen eroosiosuojaukset	0,24...0,35 M€
2.5	Piehingin kanavan perkaus (laajuudesta riippuen)	20 000...250 000 €
2.7	Tehtaan tulvasuojaus	1,0...1,5 M€
3.4	Jouttisuo	30 000 €
3.5	Karjusuo	20 000 €
4.1	Kiinteistökohtaiset suojaukset	135 000 €
4.2	Silta-aukkojen kasvattaminen	2,5...3,8 M€
	• prioriteetti 1	0,8...1,2 M€
	• prioriteetti 2	1,1...1,7 M€
	• prioriteetti 3	0,6...0,9 M€

* toimenpiteissä 1.4 ja 1.6 vain suunnittelu- ja hallinnolliset kulut (1.6 rakenteet arvioitu kohdassa 1.7)

Huom. Kustannukset ovat alustavia suuruusluokkatason vertailukustannuksia, ja ne on laadittu hyvin karkean tason suunnitelmien pohjalta. Kustannuksiin ei sisälly mm. maanhankinta-, luvitus- tai erikoisgeoteknisten ratkaisujen kuluja.

4.6 Toimenpiteiden vaikutukset

Toimenpiteiden vaikutuksia tulviin, toteutuskelpoisuuteen, vesistöjen ekologiseen tilaan, virkistyskäyttöön ja luontoarvoihin on arvioitu asiantuntijatyönä ja arviointeihin pyydettiin ohjausryhmältä kommentit. Toimenpiteiden vaikutuksia pisteytettiin useiden eri reunaehto- ja seuraavalla skaalalla:

Hallinnolliset reunaehdot -2 ... +3
Ojitusyhteisöt ja vesialueen omistus
Maanomistus: -2 paljon kiinteistöjä ... +3 vain hakija
Jatkosuunnittelu- ja lupatarpeet: -2 vaatii luvan tai paljon sopimista / jatkosuunnittelua ... +3 suoraan toteutettavissa
Vaikutukset ekologiaan ja luontoarvoihin -2...+3
Ekologia ja luontoarvot: -2 iso haitta ... +3 merkittävä hyöty
Suojelualueet, Natura ja metsälakikohteet
Kulttuuriarvot (RKY-alueet, muinaisjäännökset, arvokkaat maisema-alueet)
Vaikutukset virkistyskäyttöön ja maankäyttöön -2...+3
Vaikutus virkistyskäyttöön
Vaikutukset vakituiseen ja loma-asutukseen
Vaikutukset nykyiseen ja tulevaan maankäyttöön
Toteutettavuus, ylläpidon tarve -2...+3
Rakentamisen haastavuus, taitorakenteet ja geotekniikka: -2 hyvin vaikea ... +3 ei rakentamista
Happamat sulfaattimaat: -2 suuri todennäköisyys ja paljon kaivuja ... +3 ei kaivua lainkaan
Patoturvallisuus: -2 heikentää paljon ... +3 parantaa selvästi
Ylläpidon tarve: -2 jatkuva ylläpito ... +3 ei lainkaan ylläpitoa
Karkeat kustannukset: -2 hyvin korkea ... +3 ei kustannuksia
Ilmasto- ja elinkaarivaikutukset -2...+3
Ilmastovaikutukset (sis. hiilijalanjälki): -2 päästö, +3 iso nielu
Kestävä kehitys
Elinkaari: -2 lyhyt ... +3 hyvin pitkä

Arviointien yhteenveto on esitetty seuraavissa taulukoissa. Suotuisimmat vaihtoehdot on korostettu vihreällä, heikoimmat punaisella.

Pisteytyksissä käytetyt vaikutusryhmien painokertoimet olivat

- Vaikutus tulviin 3
- Hallinnolliset reunaehdot 1
- Vaikutukset ekologiaan ja luontoarvoihin 2
- Vaikutukset virkistyskäyttöön ja maankäyttöön 1
- Toteutettavuus, ylläpidon tarve 3
- Ilmasto- ja elinkaarivaikutukset 1

Toimenpide		Yht.pisteet, ei painotettu	Vaikutusten painotetut keskiarvot
1.01	Pattijoesta Haapajärveen kohdistuvan virtaaman rajoittaminen.	16,0	8,9
1.02	Pattijoen perkaus	-16,0	0,0
1.03	Pattijoen tulvavesien ohjaaminen Haapajärveen	4,0	2,9
1.04	Haapajärven hyödyntäminen tulvakapasiteettina (MW-pudotus)	17,0	19,0
1.05	Haapajärven säännöstely ja purkukapasiteetin lisäys	1,0	8,2
1.06	Haapajärven käyttäminen läpijuoksutukseen ja purkukapasiteetin huomattava lisäys	11,0	8,4
1.07	Haapajärven uusi juoksutusrakenne	-3,0	1,0
1.08	Haapajoen perkaus	-13,0	-0,5
1.09	Yhteys Haapajärven täyttökanavasta Ruonanojaan ja Lappasenojaan	-8,0	-0,6
1.10	Apsanojan kääntäminen Jouttiojaan	9,0	7,3
1.11	Haapajoen yläjuoksun / Jouttiojan vesien osittainen kääntäminen Poikajokeen	1,0	0,7
1.12	Pattijoen tulvavirtauksen johtaminen Säikänojaan (ja Säikänojan perkaus)	-3,0	1,2
1.13	Ruottalonlahden kanavan avaaminen	1,0	0,5
2.1	Painovoimainen ylivuoto Kuljunlahden luoteiskulmasta ajoväylän yli	15,0	11,4
2.2	Pumppaamo tai juoksutus Siniluodonlahdelta	-12,0	-0,1
2.3	Mutalan padon muutokset	15,0	12,7
2.4	Piehingin padon lisäkapasiteetti sekä uusi kalatie	19,0	15,7
2.5	Piehingin kanavan perkaus	-9,0	4,3
2.6	Haapajoen alaosan siirto ja virtauksen estäminen Siniluodonlahteen	-12,0	-2,5
2.7	Tehtaan tulvasuojaus	12,0	12,0
2.8	Haksluodonojan kääntäminen Haapajokeen	-10,0	-4,0
3.1	Vedenpidätys Pattijärvissä	3,0	7,7
3.2	Vedenpidätys Kuljunlahden valuma-alueella	4,0	8,3
3.3	Vedenpidätys Ruonanojan valuma-alueella	3,0	7,7
3.4	Vedenpidätys Jouttisuolla	11,0	11,9
3.5	Vedenpidätys Karjusuolla	9,0	10,6
4.1	Kiinteistökohtaiset tulvasuojaukset	14,0	14,8
4.2	Silta-aukkojen kasvattaminen	2,0	6,2
4.3	Teiden tasauksen nostotarve	11,0	10,1

	Toimenpideyhdistelmä	Kokonais- pisteiden keskiarvo + tulvavaikutus	Vaikutusryhmien painotetut keskiarvot + tulvavaikutus x 3
Joet A	Pattijoen perkaus	0,0	4,5
Joet B	Haapajärven MW-pudotus	10,3	10,3
Joet C	Haapajärven säännöstely	4,4	6,3
Joet D	Haapajärven läpijuoksutus	2,9	4,5
Joet E	Paikalliset suojaustoimet	9,0	10,4
Lahdet A	Kaikki tulvavedet Piehingin padolle	8,3	10,9
Lahdet B	Vain jokitulvat Piehingin padolle	4,0	7,7
Lahdet C	Ei muutoksia Piehingin padolla	7,5	9,0

Painotuksesta riippuen hieman eri toimenpiteet nousevat esiin, mutta vaihtoehtojen yhdistelmissä parhaat pisteytykset saaneena nousee esille Haapajärven keskiveden pudotus, paikalliset suojaustoimet ja tulvavesien johtaminen Piehingin padolle.

5. Yhteenveto ja suositukset

5.1 Yhteenveto

Tässä selvityksessä tutkittiin yli kahtakymmentä aikaisemmin tai hankkeen aikana esille tullutta toimenpidettä, joilla saattaisi olla vaikutusta Patti- ja Haapajoen sekä ns. makeanvedenlahtien tulvarisktiin. Toimenpiteistä muodostettiin vaihtoehtoisia yhdistelmiä, joille arvioitiin karkealla tasolla vesitase ja sen avulla tutkittiin toimenpiteiden keskinäisiä riippuvuussuhteita ja vaikutuksia tulvarisktiin.

Selvityksessä tunnistettiin potentiaalisia toimenpideyhdistelmiä, joista Pattijoki-Haapajärvi-Haapajoki -järjestelmässä suurimmat positiiviset vaikutukset pienimmillä panostuksilla saatiin Haapajärven keskiveden laskulla ja syntyvän varastotilavuuden hyödyntämisenä Pattijoen tulvavesien varastointiin. Haapajärven varastoiminen ei kuitenkaan tarkastelluilla vedenlaskun tasoilla yksin riittäisi hallitsemaan esimerkiksi vuoden 2023 tulvaa vastaavaa tapahtumaa, vaan joko järven keskivedenkorkeutta pitäisi laskea tässä tarkasteltua selvästi enemmän, tai varautua lisäksi toteuttamaan myös muita tulvasuojelun toimenpiteitä (virtauksen jakaminen pienvesiin, kiinteistökohtaiset suojaukset, Patti- ja Haapajoen kasvillisuuden poistot).

Haapajärven ennakoiva säännöstely tai Pattijoen tulvan juoksutus Haapajärven läpi Haapajokeen johtavat sen sijaan niin suuriin haittoihin ja tulvariskeihin ja sen myötä niin kalliisiin toimenpidetarpeisiin Haapajoen alajuoksulla ja makeanvedenlahdilla, että näitä ratkaisuja ei voida suositella.

Muita potentiaalisia ratkaisuja löytyi Apsanojan kääntämisestä Jouttiojan suuntaan sekä yhdyskanavalla täyttökanavasta Ruonanojaan, joista erityisesti jälkimmäisen toteutuskelpoisuus riippuu täysin siitä, onko tulvavesiä mahdollista viivyttää riittävästi ennen alapuoliseen vesistöön päästämistä.

Pattijoen ja Haapajoen perkauksien ekologisten haittojen ja vaikutuksen lyhyen keston vuoksi koko jokiosuuksien perkausta satovahinkojen poistamiseksi ei voitu suositella ensisijaisena toimenpiteenä. Yksittäisissä kohdissa puuvartisen kasvillisuuden raivaus ja niitto uomasta sekä tulvatasanteiden avartaminen tai uuden kaksitasouoman rakentaminen saattaa olla kuitenkin mahdollista ja helpottaa tulvimista paikallisesti. Näillä toimenpiteillä on merkitystä myös silloin, mikäli Haapajärven kapasiteetti vastaanottaa tulvavesiä täyttyä.

Lisäksi tukitoimenpiteenä tarvitaan mahdollisesti myös kiinteistökohtaisilla suojauksia ja siltoihin ja teihin kohdistuvia toimenpiteitä.

Makeanvedenlahtien suunnalta ensisijaisena toimenpiteenä hahmottuu selkeästi Piehingin padon ja kanavan kapasiteetin lisäämistarve, mikä käytännössä voisi tehdä jopa tarpeettomaksi muut makeanveden lahtien tulvasuojelutoimenpiteet. Ratkaisu olisi myös kustannuksiltaan pienempi verrattuna vaihtoehtoisiin toimenpiteisiin (esimerkiksi tulvapumppaamot tai tehtaan erillinen tulvasuojaus), ja saattaisi jopa hyödyttää vesistön ekologista tilaa.

5.2 Suositukset jatkosuunnitteluun

Haapajärvi

Järven osalta tulisi selvittää mahdolliset keskivedenkorkeuden laskusta kärsivät luontoarvot, tutkia uuden rantaviivan sijaintia ja pakenemista sekä tarkastella vedenkorkeuden laskun vaikutusta virkistyskäytön ja maanomistuksen kannalta. Täyttökanavan riittävä virtauskapasiteetti Pattijoen tulvan johtamiseen suositellaan varmistettavaksi kartoitusten pohjalta tehtävällä virtausmallinnuksella. Jos Haapajärven osalta keskivedenkorkeuden lasku ja Pattijoen tulvan ohjaaminen järveen osoittautuu mahdolliseksi, tulee jatkotarkastelussa selvitettäväksi, miten toimitaan tilanteessa jossa varastotilavuus täyttyy ja miten todennäköistä tämä on.

Pattijoki ja Haapajoki

Jokien osalta suositetaan tarkennettavaksi, onko niiden tulvaherkillä osuuksilla tai välittömästi niiden alapuolella mahdollisuuksia kaksitasouoman rakentamiseen tai tulvatasanteiden laajentamiseen. Tarkastelussa tulee huomioida, nouseeko lopulliseksi tulvahallinnan vaihtoehdoksi tulvan varastoiminen Haapajärveen, pyritäänkö Pattijoen tulva johtamaan jatkossakin Pattijoen alajuoksulle vai toteutuuko tulvahallinta näiden yhdistelmänä.

Apsanojan kääntö Jouttiojaan ja virtaaman viivytys

Ojan kääntämisen hallinnolliset edellytykset tulee selvittää, ja tarkastella tarkemmin (maastokartoitukset) virtaussuunnan kääntämiseen tarvittavien maastonmuokkaustöiden laajuutta ja geoteknisiä edellytyksiä. Jouttiojaa ympäröivillä soilla virtaaman viivytyksen toteutusmahdollisuuksia tulee tarkentaa; onko alueelle mahdollista rakentaa keskitettyä viivytysaluetta yhden pitemmän pengerrakenteen avulla, jolla kuristetaan suoraan Jouttiojan virtausta, vai olisiko ratkaisuna esimerkiksi useiden putkipatojen yhdistelmä, joilla viivytetään Jouttiojaan laskevien sivuhaarojen virtaamia.

Yhteys täyttökanavasta Ruonanojaan ja virtaaman viivytys

Yhdyskanavan rakentamisen sekä Ruonanojan varresta tunnistettujen potentiaalisten viivytysalueiden toteutettavuutta tulee alustavalla tasolla selvittää (mm. maanomistusolot, maankäytön suunnitelmat, luontoarvot, hallinnolliset edellytykset). Jos toteutuskelpoisia ratkaisuja löytyy, tulee jatkoselvityksissä tarkastella tarkemmin (maastokartoitukset) virtaussuunnan kääntämiseen tarvittavien maastonmuokkaustöiden sekä virtaaman viivytysalueiden perustamiseksi tarvittavien pengerrakenteiden laajuutta ja geoteknisiä edellytyksiä.

Piehingin pato ja kanava

Padon kunto tulee selvittää, jotta voidaan arvioida padon kunnostustarvetta ja mahdollisuutta korvata samalla nykyinen kalatie uudella säätöluukulla. Jatkosuunnittelussa pohdittavaksi nousee eroosion hallinta kasvavilla juoksutuksilla. Lisäksi tulee tarkastella, ettei toimenpiteistä aiheudu sortumavaaraa joen törmille padon ala- ja yläpuolella virtausnopeuksien kasvaessa. Padon ympäristössä kannattaa tarkentaa kapasiteetti- ja vedenkorkeusarvioita hydraulisella mallinnuksella, jolloin voidaan varmistua patorakenteiden toimivuudesta, uuden kalatien löydettävyydestä ja toimivuudesta sekä virtausnopeuksista uomassa. Mallinnus kannattaa ulottaa mereltä vähintään Siniluodonlahdelle saakka, jotta voidaan tarkentaa arviota myös Piehingin kanavan kapasiteetista sekä kanavan ja padon kautta purkautuvan veden määrästä eri Siniluodonlahden ja merenpinnan korkeustasoilla, ja arvioida tarkemmin Piehingin kanavan perkaustarvetta.

Kalatievaihtoehdossa tarkennettavaksi tulee mm. kalatien tarkempi sijoittuminen ja löydettävyyys kaloille, sekä korkeusasemat vs. Piehinkijoen korkeus.

Sillat

Jos Pattijoen tulvaa ei ole mahdollista johtaa Haapajoen suuntaan, tulisi Pattijoella varautua uusimaan siltoja suurempaan kokoon / korkeammalle katujen liikennöitävyyden säilyttämiseksi. Prioriteettiltaan ensisijaisia ovat eniten padottavat sillat sekä sillat, joiden veden alle jääminen katkaisee liikenteen useilta kiinteistöiltä. Haapajoella siltojen uusimistarve riippuu Haapajärven ratkaisusta; ensisijaisesti uusittavana olisi Peltomaanperäntien silta (jossa mahdollisesti riittäisi toimenpiteeksi ylittävän tien tasauksen korotus).

Muiden padottavien siltojen osalta tulisi selvittää, onko osa silloista mahdollisesti kokonaan poistettavissa eli sillalla ei ole enää liikenteellistä merkitystä. Säilyvien, padottavien siltojen kunto olisi syytä selvittää ja tarkastella, onko kunnan puolesta siltoja kannattavaa lähiaikoina uusia. Siltojen omistaja ja kunnossapitovastuut kannattaa myös tarkistaa, ja samalla selvittää onko omistajalla ylipäänsä realistista mahdollisuutta ja kiinnostusta sillan uusimiseen tai kunnostukseen.

Tiet ja kiinteistöt

Haapajärven eteläkärjessä Ketunperäntien – Peltomaanperäntien risteysalueella on nykyisellään tulvalla katkeava valtion tie. Tie on toiminnalliselta luokaltaan yhdystie, joten sillä on paikallista liikenteellistä merkitystä, vaikka tien katkeaminen ei suoraan estäkään pääsyä kuin mahdollisesti yhdelle asuinkiinteistölle. Kiertotie Mattilanperäntien kautta lisää matkaa Raahen keskustaan yli 10 km. Tien katkeamisen haitallisuutta ja todennäköisyyttä tulee kuitenkin selvittää tarkemmin ja tarvittaessa käynnistää tien tasauksen noston suunnittelu. Sama koskee Raahen kaupungin katkeavia katuja eli Kotirannantietä ja Jokirantaa, sekä Veijolantien yksityistietä, missä useiden kiinteistöjen tulvanaikaisen saavutettavuuden (mm. hälytysajo) vuoksi kadun tasauksen nostaminen voi olla tarpeellista.

VT8 ja erityisesti radan kohdalla suositetaan geoteknisiin tarkasteluihin varmistettavaksi, että Pattijoen tulvan noususta johtuva vettyminen ei aiheuta riskiä valtatie tai radan rakenteille.

Kiinteistöjen tulvasuojaustarvetta ja teiden katkeamista on tässä selvityksessä arvioitu alustavalla tasolla hyödyntäen tietoja vuoden 2023 tulvalla suojatuista ja kastuneista kiinteistöistä sekä aiemmissa hankkeissa mallinnoissa aikaansaatuja tulvan arvioituja leviämiskarttoja. Leviämiskartat ovat luonteeltaan viitteellisiä, ja pohjautuvat karkeaan 2 x 2 m ruutukoon maastomalliin. Kiinteistöjen tulvasuojausten tai teiden nostotarpeiden laajuutta on syytä seuraavassa vaiheessa tarkentaa hyödyntämällä tarkempaa, esimerkiksi laserkeilauksen pistepilvestä tai tarvittaessa maastokartoituksin tuotettua maastomallia.

5.3 Suunnitelmasta tiedottaminen, vuorovaikutus ja lupatarpeet

Raahessa pidetään yleisötilaisuus yhteisenä Raahen säännösteltyjen vesistöjen tilan parantamishankkeen / säännöstelyn kehittämishankkeen ja Raahen vesistöjen tulvasuojelun kehittämishankkeen kanssa. Valmis työ esitellään 15.4.2025.

Useimmat esitetyistä toimenpide-ehdotuksista vaativat sopimista ja neuvotteluita maanomistajien, vesialueen omistajien sekä ojitusyhteisöjen kanssa. Osa toimenpiteistä voi vaatia vesilain mukaisen luvan.

Lähteet

Työssä on hyödynnetty seuraavia lähdeaineistoja:

- Avoimet paikkatietoaineistot (GTK, SYKE, Maanmittauslaitos)
- Leiviskä 2015: Haapajärven tekojärven vahingonvaaraselvitys
- Leiviskä 2022: Haapajoen uoman vetokyvyn tarkastelu
- Leiviskä 2022: Pattijoen uoman vetokyvyn tarkastelu
- Hellsten ym. 2021: Patti-, Piehingin- ja Haapajoen vesistöalueiden säännöstelyn kehittämisselvitys
- Seppänen 2022: Piehinginjoen kalatien seuranta
- Maataloushallituksen insinööriosasto, Oulun piiri 1956: Pattijoen perkaussuunnitelma 2661 Ou1
- Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus 2019: Pattijoki, Haapajärven tekoallas, Haapajoki, Piehinginjoki, Siniluodonlahti ja Kuljunlahti –vesistökokonaisuuden nykyinen säännöstely ja sen kehittäminen
- Ympäristöhallinnon karttapalvelut (tulvakarttapalvelu) ja avoimet ympäristötietojärjestelmät
- Ympäristöhallinnon vesistömallijärjestelmä ja hydrologinen aineisto

Lisäksi työssä on hyödynnetty muita suunnittelutyön aikana hankeryhmältä saatuja aineistoja kuten mm.

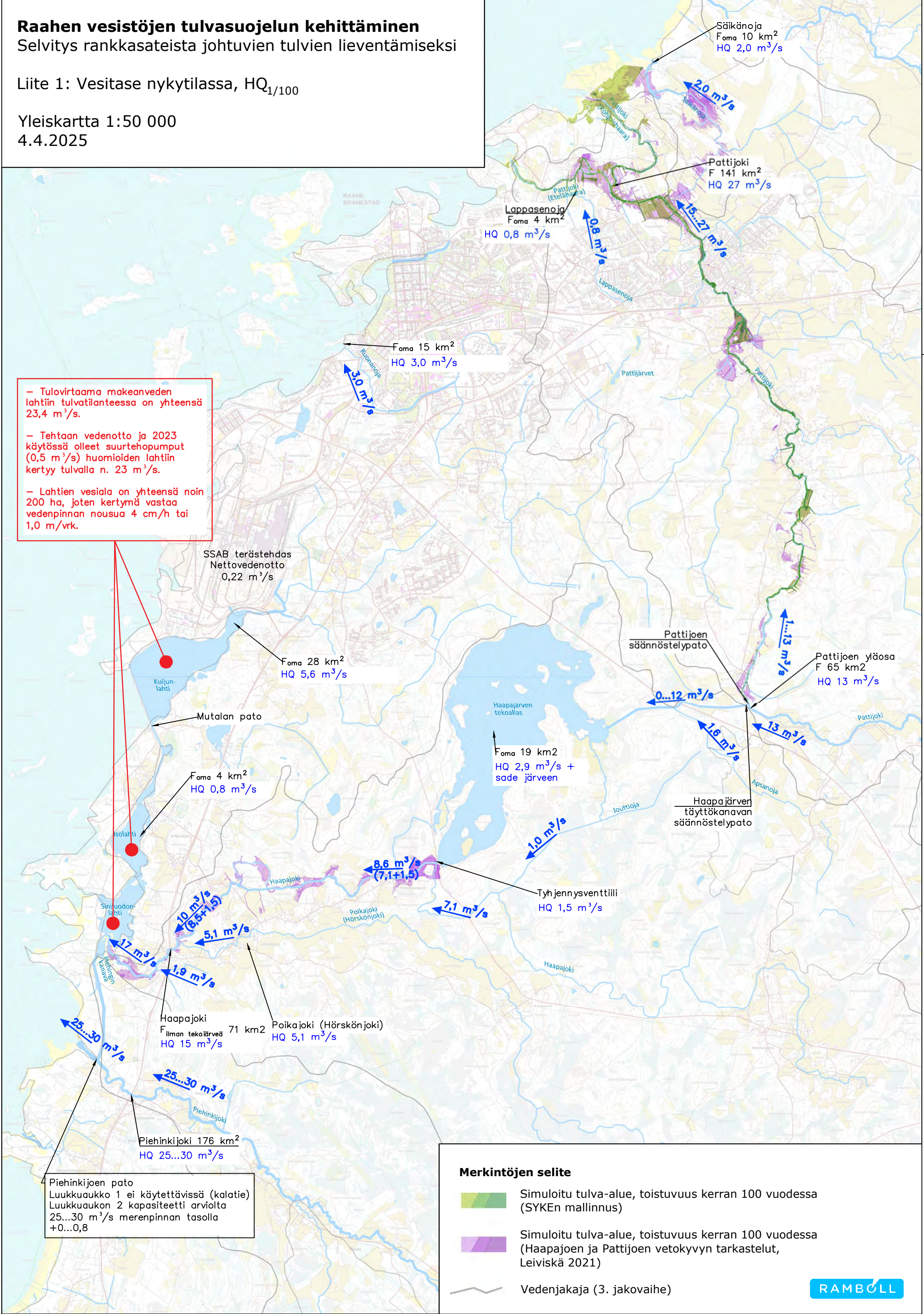
- Tulvan 2023 aikana suojattujen talojen sijaintitiedot ja pelastuslaitoksen suurtehopumppujen käyttötiedot
- Piehingin ja Mutalan patojen sekä SSAB tulopumppaamon piirustukset
- Haapajärven patojen, tyhjennysjohdon, täyttökanavan, säännöstelypatojen ym. rakenteiden piirustukset ja patoturvallisuusasiakirjat
- Säännöstelyrakenteita koskevat luvat ja oikeuden päätökset
- Sairaaloiden, päiväkotien ja koulujen sijaintitiedot
- Patti- ja Haapajoen siltojen piirustukset ja kartoitusaineistot, kartoitetut poikkileikkaukset
- Mittaukset vuoden 2023 tulvan vedenkorkeuksista Pattijoen siltojen tuntumassa
- Muut kartoitusaineistot kuten Piehingin kanavan poikkileikkaukset
- Leiviskän 2022 virtausmallinnusten paikkatietoaineistot

Raahen vesistöjen tulvasuojelun kehittäminen
Selvitys rankkasateista johtuvien tulvien lieventämiseksi

Liite 1: Vesitase nykytilassa, HQ_{1/100}

Yleiskartta 1:50 000
4.4.2025

- Tulovirtaama makeanveden lahtiin tulvatilanteessa on yhteensä 23,4 m³/s.
- Tehtaan vedenotto ja 2023 käytössä olleet suurtehopumput (0,5 m³/s) huomioiden lahtiin kertyy tulvalla n. 23 m³/s.
- Lahtien vesiala on yhteensä noin 200 ha, joten kertymä vastaa vedenpinnan nousua 4 cm/h tai 1,0 m/vrk.

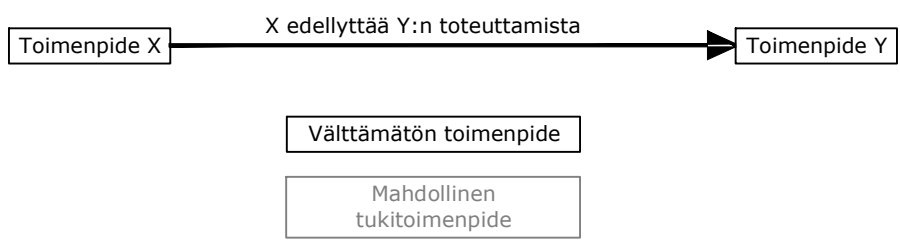
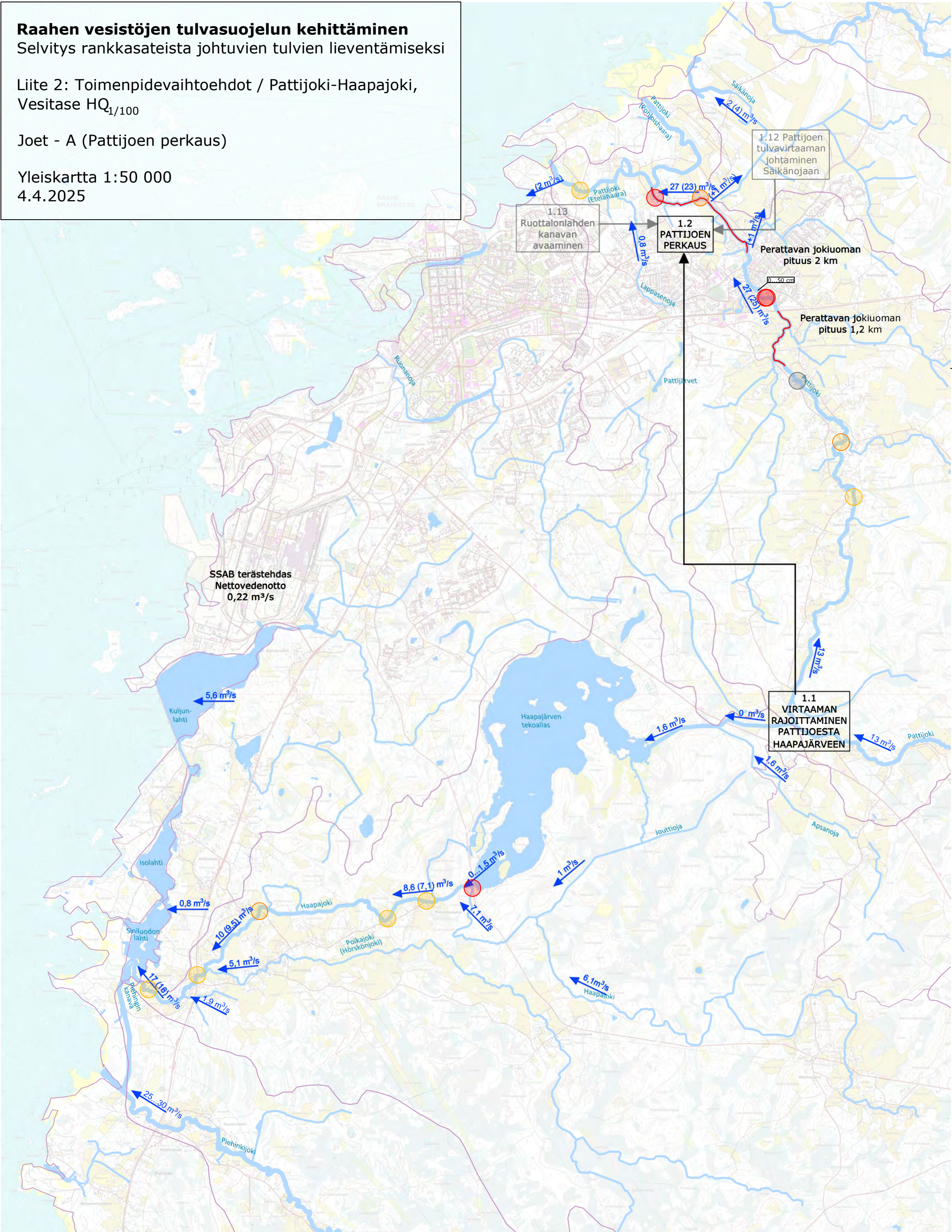


Raahen vesistöjen tulvasuojelun kehittäminen
Selvitys rankkasateista johtuvien tulvien lieventämiseksi

Liite 2: Toimenpidevaihtoehdot / Pattijoki-Haapajoki,
Vesitase HQ_{1/100}

Joet - A (Pattijoen perkaus)

Yleiskartta 1:50 000
4.4.2025



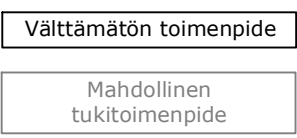
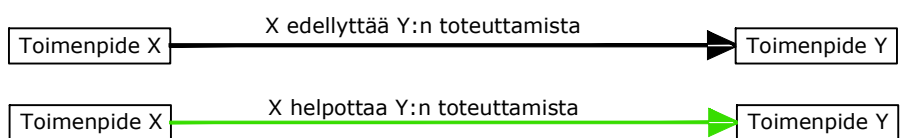
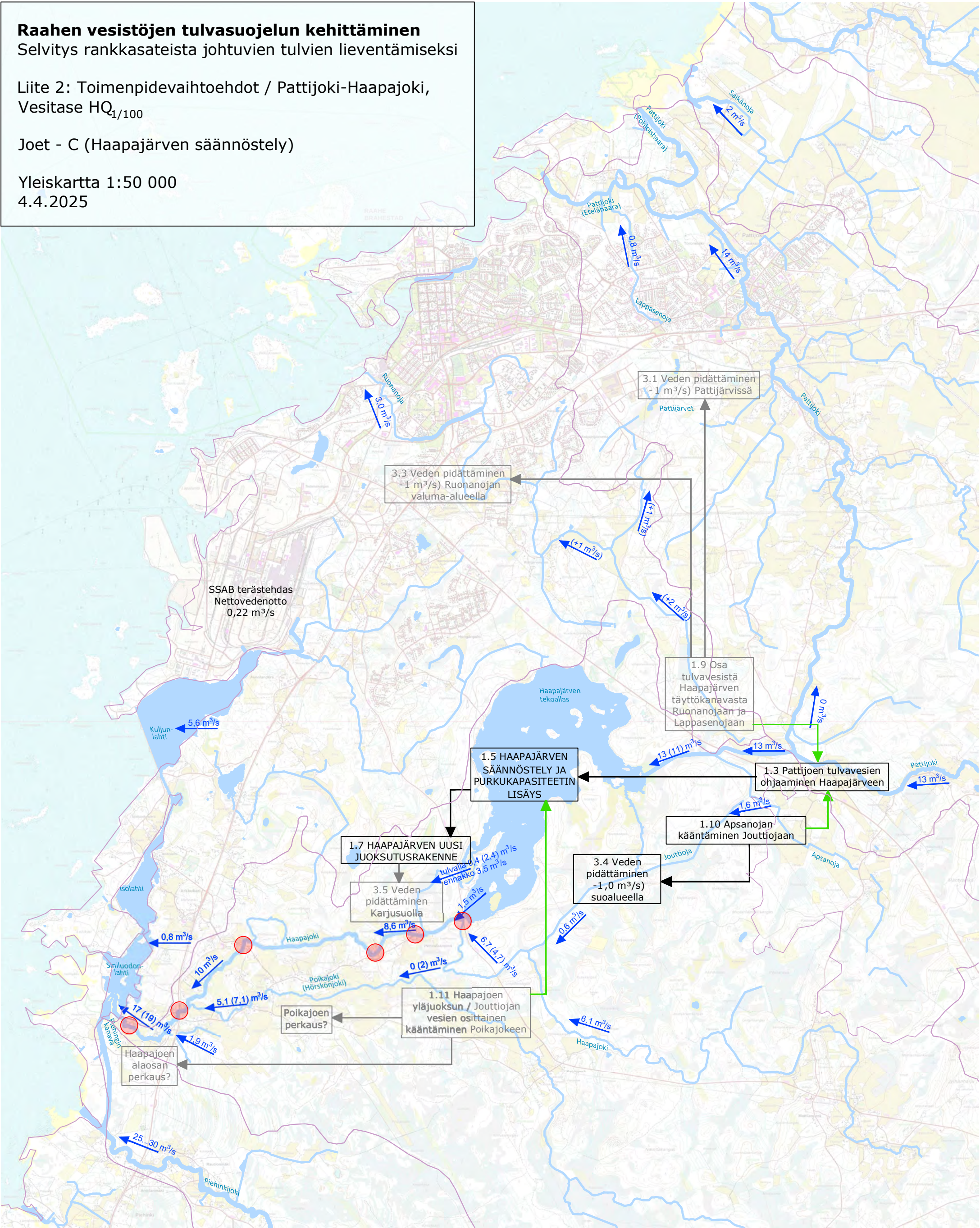
- Uusittava silta, prioriteetti 1
- Uusittava silta, prioriteetti 2
- Uusittava silta, prioriteetti 3
- Purettava tai uusittava silta, pr. 3
- Pattijoen perkaus perustuen Leiviskän raporttiin 2022
- Arvioitu virtaama ilman tukitoimenpiteitä sulkeissa virtaama jos tukitoimenpiteet toteutetaan

Raahen vesistöjen tulvasuojelun kehittäminen
Selvitys rankkasateista johtuvien tulvien lieventämiseksi

Liite 2: Toimenpidevaihtoehdot / Pattijoki-Haapajoki,
Vesitase HQ_{1/100}

Joet - C (Haapajärven säännöstely)

Yleiskartta 1:50 000
4.4.2025



Uusittava silta (alustava arvio)

8,2 (6,2) m³/s Arvioitu virtaama ilman tukitoimenpiteitä sulkeissa virtaama jos tukitoimenpiteet toteutetaan

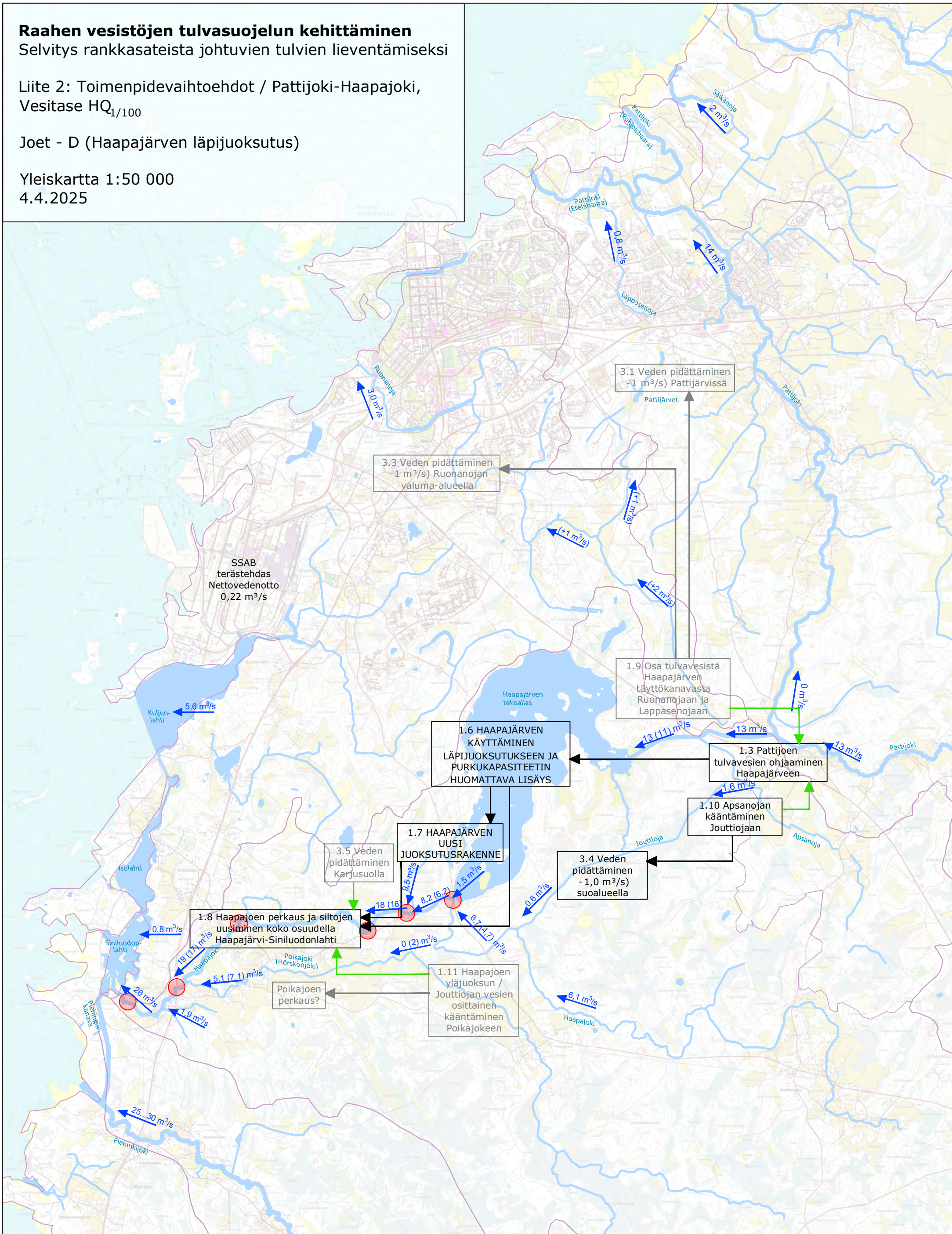
Selvitys rankkasateista johtuvien tulvien lieventämiseksi

Liite 2: Toimenpidevaihtoehdot / Pattijoki-Haapajoki,
Vesitase HQ_{1/100}

Joet - D (Haapajärven läpijuoksutus)

Yleiskartta 1:50 000

4.4.2025





Toimenpide X → X helpottaa Y:n toteuttamista → Toimenpide Y

Välttämätön toimenpide

Mahdollinen tukitoimenpide

Uusittava silta
alustava arvio)

8,2 (6,2) m³/s

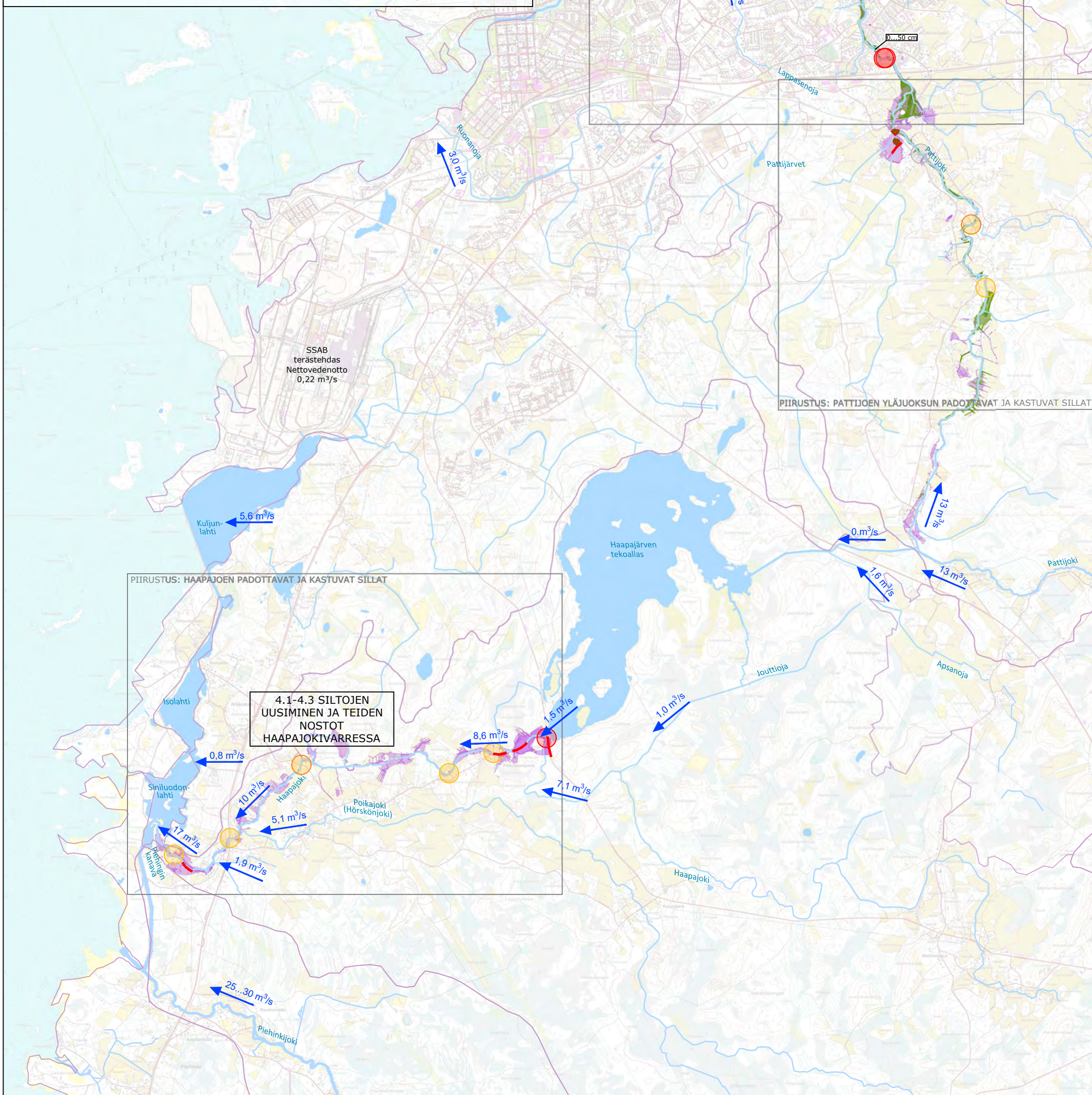
Arvioitu virtaama ilman
tukitoimenpiteitä sulkeissa virtaama
jos tukitoimenpiteet toteutetaan)

RAMBOLL

Selvitys rankkasateista johtuvien tulvien lieventämiseksi

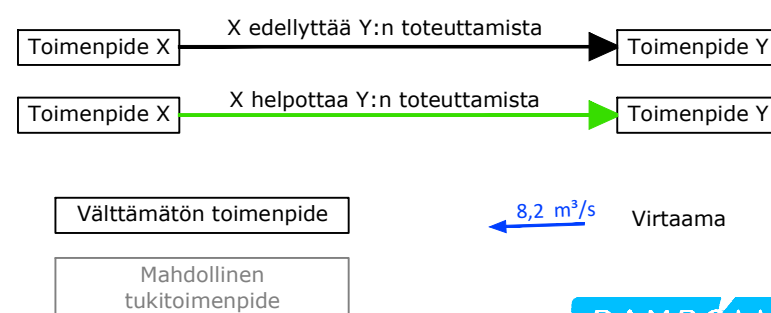
Joet - E Paikalliset tulvasuojaustoimenpiteet)

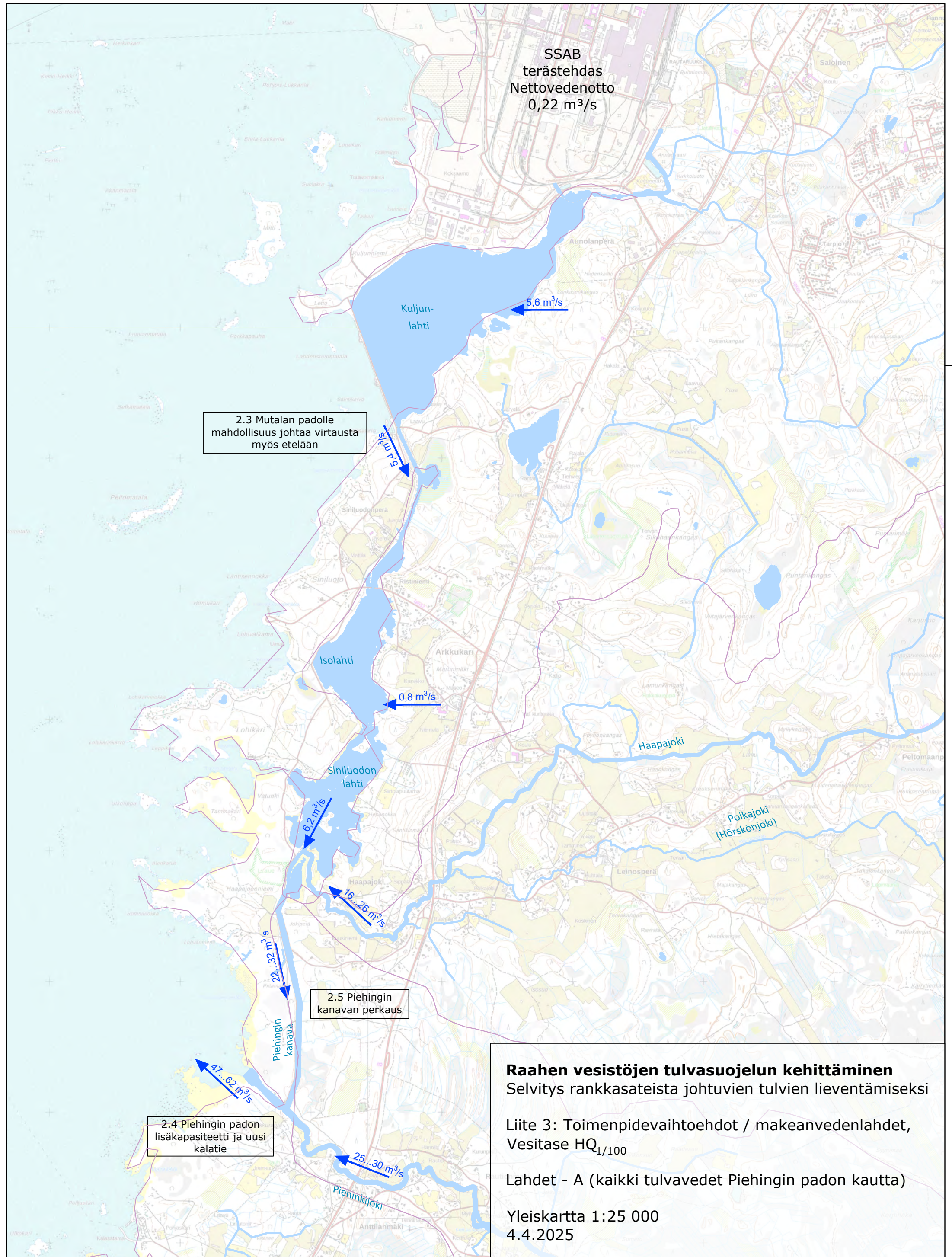
Yleiskartta 1:50 000
4.4.2025

**Merkintöjen selite**

- Vedenjakaja (3. jakovaihe)

-  Uusittava silta, prioriteetti 1
-  Uusittava silta, prioriteetti 2
-  Uusittava silta, prioriteetti 3
-  Purettava tai uusittava silta, pr.3
-  Liikenneväylän korotustarve
-  Rakennusten suojaus tulvapenkereellä





Raahen vesistöjen tulvasuojelun kehittäminen
Selvitys rankkasateista johtuvien tulvien lieventämiseksi

Liite 3: Toimenpidevaihtoehdot / makeanvedenlahdet,
Vesitase HQ_{1/100}

Lahdet - A (kaikki tulvavedet Piehingin padon kautta)

Yleiskartta 1:25 000
4.4.2025

Välttämätön toimenpide

8,2 m³/s Virtaama

Raahen vesistöjen tulvasuojelun kehittäminen

Liite 4: Toimenpide-ehdotusten kuvaukset

Sisältö

1.	Patti- ja Haapajoen ja Haapajärven suunta	3
1.1	Pattijoesta Haapajärveen kohdistuvan virtaaman rajoittaminen	3
1.2	Pattijoen perkaus	4
1.3	Pattijoen tulvavesien ohjaaminen Haapajärveen	6
1.4	Haapajärven hyödyntäminen tulvakapasiteettina (MW-pudotus)	7
1.5	Haapajärven säännöstely ja purkukapasiteetin lisäys	9
1.6	Haapajärven käyttäminen läpijuoksutukseen ja purkukapasiteetin huomattava lisäys	11
1.7	Haapajärven uusi juoksutusrakenne	11
1.8	Haapajoen perkaus	13
1.9	Yhteys täyttökanavasta Ruonanojaan ja Lappasenojaan	14
1.10	Apsanojan kääntäminen Jouttiojaan	16
1.11	Haapajoen yläjuoksun / Jouttiojan vesien osittainen kääntäminen Poikajokeen	17
1.12	Pattijoen tulvavirtauksen johtaminen Säikänojaan	18
1.13	Ruottalonlahden kanavan avaaminen	19
2.	Makeanvedenlahtien ja terästehtaan suunta	20
2.1	Pumppaamo tai juoksutus Kuljunlahdelta tai tehtaan kautta	20
2.2	Pumppaamo tai juoksutus Siniluodonlahdelta	22
2.3	Mutalan padon muutokset	23
2.4	Piehingin padon lisäkapasiteetti sekä uusi kalatie	25
2.5	Piehingin kanavan perkaus	29

2.6	Haapajoen alaosan siirto ja virtauksen estäminen Siniluodonlahteen (sulkumahdollisuus Piehinginjoen kanavaan)	30
2.7	Tehtaan tulvasuojaus	32
2.8	Haksluodonojan kääntäminen Haapajokeen (hylätty)	33
3.	Vedenpidätysratkaisut valuma-alueilla	34
3.1	Pattijärvet	36
3.2	Kuljunlahden valuma-alue	37
3.3	Ruonanojan valuma-alue	39
3.4	Jouttisuo	42
3.5	Karjusuo	43
4.	Muut tulvasuojaukset	44
4.1	Kiinteistökohtaiset suojaukset	44
4.2	Silta-aukkojen kasvattaminen	45
4.3	Teiden tasauksen nostotarve	47
4.4	Erityiskohteiden tilanne	52

1 Patti- ja Haapajoen ja Haapajärven suunta

Patti- ja Haapajokivarsille sekä Haapajärven ympäristöön sijoittuvilla toimenpiteillä on tarkoituksena suojella tulvalta sekä Pattijokivartta että Haapajokivartta. Tavoitteena on myös Haapajärven ylitäyttymisen ehkäisy ja patoturvallisuuden parantaminen/varmistaminen.

1.1 Pattijoesta Haapajärveen kohdistuvan virtaaman rajoittaminen

Tavoite: Haapajärven ylitäyttymisen ehkäisy ja patoturvallisuuden parantaminen

Pattijoesta tekojärveen johdettavaa virtaamaa on jouduttu rajoittamaan tulvatilanteessa tekojärven ylitäyttymisen estämiseksi. Nykyiset käytössä olevat säännöstelypadot ovat kuitenkin kooltaan riittämättömät poikkeuksellisilla tulvilla. Esim. 13.10.2023 jouduttiin tekemään louhepato täyttökanavaan, kun vesi virtasi täyttökanavaan suljetun säännöstelypadon ohi ja yli.

Säännöstelypatoja korottamalla olisi mahdollista ohjata Pattijoen yläjuoksulta tulevaa tulvavirtaamaa halutulla tavalla joko Pattijokeen tai tekojärveen poikkeuksellisillakin tulvilla, eikä vettä pääsisi enää hallitsemattomasti johtumaan Haapajärveen. Toimenpide parantaa siten merkittävästi Haapajärven patoturvallisuutta.

Pattijoen ja tekokanavan säännöstelypatojen muutokset ovat jo suunnitteilla ja ne on tarkoitus toteuttaa lähivuosina.

Hyödyt	Haasteet
Olemassa oleva mahdollisuus patoturvallisuuden parantamiseen	Tulvavirtauksen ohjaaminen kokonaisuudessaan Pattijokeen aiheuttaa tulvimista joen alajuoksulla ja tarpeen lisätoimenpiteille Pattijokivarressa.

1.2 Pattijoen perkaus

Tavoite: vähentää Pattijoen tulvimista parantamalla joen kapasiteettia

Pattijoen kapasiteetin lisäämiseksi tarvittavien perkauksien laajuutta on tutkittu aiemmassa Pattijoen vetokyvyn tarkastelussa (Leiviskä 2022), jonka perusteella Pattijoen tulvan kannalta merkittävimpiä tekijöitä ovat uoman runsas kasvillisuus sekä yksittäisten silta-aukkojen riittämätön kapasiteetti. Tarkastelu on tehty virtaustilanteeseen noin 27...28 m³/s Pattijoen alaosalla, mikä vastaa tässä selvityksessä tarkastelua tilannetta, jossa Pattijoen tulvaa ei johdettaisi täyttökanaavaan. Tarkastelun laatijat esittävät tärkeimpänä toimenpiteenä uomassa kasvavan puuvartisen kasvillisuuden poistoa, minkä lisäksi yksi silta olisi tarpeen uusia.

Pattijoen alaosa on aikanaan suunniteltu ja perattu vain MHQ:ta vastaavalle virtaamalle 11,6 m³/s, joten jos halutaan rakennuksien suojelun lisäksi vähentää tulvimista myös pelloilla, ei pelkkä kasvillisuuden poisto tai padottavien siltojen avartaminen riitä kasvattamaan virtauskapasiteettia tarpeeksi. Myös Pattijoen vetokyvyn tarkastelussa esitettyjen toimenpiteiden tavoitteena oli pelkkä rakennusten suojaaminen tulvalta, ja selvityksen mukaan satovahinkojen vähentäminen saattaisi vaatia esim. kaksitasouomaosuuksien rakentamista. Mm. Pattijoen jakokunta on esittänyt joen perkaamista mahdollisena tulvasuojelun toimenpiteenä. Pohjois- ja etelähaara on perattu aiemmin Pattijoen perkaus (2661Ou1) ojitusyhteisön toimesta.

Maankohoamisen seurauksena Pattijoen alaosan pituuskaltevuus on pieni. Perkaus ei tuo välttämättä pitkäaikaista hyötyä, vaan ylisuureksi kaivettu, hyvin loiva uoma liettyy nopeammin. Myös virtauksen keskittyminen ruopattuun uomaan voi entisestään kiihdyttää rantojen ruovikoitumista ja estää veden leviämistä laajoille tulvatasanteille. Tulvan huuhtova vaikutus voi tällöin vähetä. Myöskään merialueen ruoppaus ei tuo pitkäaikaista hyötyä, mikäli valuma-alueelta kulkeutuu edelleen kiintoainesta rannikolle. Vesiympäristön kannalta maa-aineksen poistaminen uomasta tarkoittaa laajamittaista habitaatin ja eliöstön tuhoutumista uomasta, ja paljastuvat luiskat ovat hyvin alttiina eroosiolle (mikä kiihdyttää puolestaan edelleen uoman liettymistä).

Pattijoen vetokyvyn tarkastelussa ensisijaisena toimenpiteenä esitetty kasvillisuuden poisto uomasta voi hetkellisesti vaikuttaa merkittävästi virtausvastukseen ja sitä kautta uoman vedenjohtokykyyn. Ajan myötä kasvillisuus palautuu, joten niittoa ja raivausta tulisi tehdä säännöllisesti. Mahdollista on myös niiton yhteydessä syventää nykyisiä tulvatasanteita paikoin. Pattijoen alaosan tulva-alueella on kuitenkin vain hyvin rajallisesti tilaa kaksitasouomalle, sillä joen ympäristö on tiiviisti rakennettua.

Kasvillisuuden poistoa rajoittaa jokisuistossa myös ranta-alueiden suojelustatus. Ensisijaiset niitto- ja raivauskohteet sijoittuvat kuitenkin ylemmäs jokivarteen. Kasvillisuuden poistossa yksittäisten puiden sijaan suositellaan ensisijaiseksi raivauskohteeksi tiheitä pensaikkoja, joilla on vaikutusta erityisesti kesäajan tulviin.

Hyödyt	Haasteet
Jokiuoman poikkileikkauksen kasvattaminen voisi hillitä yksittäisten peltojen tulvavahinkoja.	Pattijoen pohjoishaaran perkaamisen esteenä voi olla Natura-alue, etelähaaran esteenä luonnonsuojelualue
Perinteinen perkaus voisi onnistua alueella, jossa tontit rajautuvat rantaan saakka	Uomien kasvillisuuden jatkuvalla poistolla ja perkauksilla menetetään uomien monimuotoisuutta, raivaukset voisi kohdistaa tulvatasanteelle
	Raivaukset ja perkaukset ovat jatkuvaluonteista toimintaa, eli niistä koituva kulu toistuu säännöllisin väliajoin
	Kaksitasouoman toteuttamiselle on vaikeimmalla tulva-alueella vaikeaa löytää riittävästi tilaa
	Perkauksen vaikutukset eivät ulottuisi välttämättä kovin kauas, sillä Pattijoen alaosan pituuskaltevuus pieni
	Mikäli kaivussyvyys olisi suurempi kuin vanhassa perkaussuunnitelmassa, tarvittaisiin uusi ojitustoimitus. Edellinen perkauksen kunnossapito tehty ilmeisesti vuonna 1992.

1.3 Pattijoen tulvavesien ohjaaminen Haapajärveen

Tavoite: vähentää Pattijoen tulvimista pienentämällä joen tulvavirtaamaa

Pattijoen yläjuoksulta tulevaa tulvavirtaamaa on mahdollista ohjata Pattijoen ja Haapajärven tekokanavan säännöstelypadoilla joko Haapajärven tai Pattijoen suuntaan. Tässä toimenpidevaihtoehdossa tulvavirtaama ohjattaisiin Haapajärveen, mikä pienentäisi tehokkaasti Pattijoen alaosan virtaamakuormitusta ja vähentäisi tulvavahinkoja Pattijokivarressa.

Täyttökanavalle alun perin suunniteltu kapasiteetti (10...12 m³/s) vastaa suuruusluokaltaan Pattijoen yläosan tulvavirtaamia. Kanavan yläosalla pohjaa on pudotettu reippaasti alkuperäisestä suunnitelmasta pumppaamon rakentamisen vuoksi. Kanavan alkuperäinen kapasiteettiarvio on laskettu erittäin avoimelle ja kunnossapidetylle uomalle, joten kasvillisuuden poistolla voitaneen saavuttaa ainakin alkuperäinen kapasiteetti 10 m³/s. Tämä mahdollistaa tekojärven käyttämisen tulvien leikkaamiseen, mutta edellyttää jatkossa kanavan säännöllistä kunnossapitoa. Täyttökanavan puhdistukset on toteutettu syksyllä 2024.

Tulvavesien ohjaaminen Haapajärveen edellyttää lisätoimenpiteitä Haapajärven patoturvallisuuden takaamiseksi. Lisäksi toimenpide edellyttää Pattijoessa olevan säätöpadon muuttamista niin, että tulvavedet eivät hallitsemattomasti pääse padon ohitse. Pattijoen ja tekokanavan säännöstelypatojen muutokset ovat jo suunnitteilla ja tarkoitus toteuttaa lähivuosina. Täyttökanavan kapasiteetti tulvavirtaamalle tulee tarkistaa.

Hyödyt	Haasteet
Olemassa oleva mahdollisuus tulvien leikkaamiseen	Haapajärven patoturvallisuuden säilyttäminen edellyttää lisätoimenpiteitä järvellä
	Täyttökanavan kapasiteetin ylläpito edellyttää säännöllistä kasvillisuuden poistoa

1.4 Haapajärven hyödyntäminen tulvakapasiteettina (MW-pudotus)

Tavoite: ehkäistä Haapajoen tulvimista ja Haapajärven ylitäyttymistä tilanteessa, jossa Pattijoen yläosan tulvavedet ohjataan Haapajärveen

Haapajärven käyttötarkoituksena on toimia terästehtaan makeanveden varastona, eikä järven vesiluvassa ole mainittu tulvasuojelukäyttöä.

Haapajärveä rajaavien patojen kokonaisuus on luokiteltu 1. luokan padoksi, minkä vuoksi Haapajärven säännöstelyn tärkeimpänä prioriteettina on patoturvallisuuden säilyttäminen kaikissa olosuhteissa, ja rakenteellisten vaurioiden riskiä tulee tulvatilanteessa ehkäistä kaikin mahdollisin keinoin (Haapajärven säännöstelyohje, päivitetty 30.1.2023).

Tässä hankkeessa tarkasteltiin kuitenkin, olisiko järven avulla mahdollista esimerkiksi säännöstelykäytännön muutoksin helpottaa tulvatilannetta, muuttamatta altaan ensisijaista käyttötarkoitusta.

Varastotilavuuden hyödyntäminen, kun käytössä 15 ja 30 cm allastilavuutta

Laskelmissa on oletettu, että Haapajokeen juoksutetaan tulvan ajan luvan mukaista maksimivirtaamaa $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ja tekojärveen johdetaan koko Pattijoen yläjuoksun tulvavirtaama noin $13 \text{ m}^3/\text{s}$. Tällöin Pattijoen alaosalle johdetaan jäljelle jäävä $14 \text{ m}^3/\text{s}$, joka saattaa jo aiheuttaa paikallisia vahinkoja (esim. satotappioita pelloilla). Vahingot jäävät tällöin kuitenkin huomattavasti pienemmiksi kuin tilanteessa, jossa koko ylivirtaama johdettaisiin Pattijoen alaosalle.

Tekojärven tilavuus on

- ylärajallaan HW+18,26 noin 17 Mm^3
- 15 cm ylärajaltaan +18,11 noin $15,8 \text{ Mm}^3$; ero ylärajaan noin $1,2 \text{ Mm}^3$
- 30 cm ylärajaltaan +17,96 noin 15 Mm^3 ; ero ylärajaan noin $2,0 \text{ Mm}^3$

Tulvatilanteessa Pattijoen yläjuoksun tulvavirtaama noin $13 \text{ m}^3/\text{s}$ ohjattaisiin tekojärveen. Järveen tulisi lisäksi virtaama järven lähivaluma-alueelta sekä suoraan järveen satava vesi.

- Pattijoen tulvavirtaama noin $13 \text{ m}^3/\text{s}$ ja lähivaluma-alueelta (maa-alue) noin $2,9 \text{ m}^3/\text{s}$ sisältäen Apsanojan virtaaman
- Lisäksi suoraan järveen satava vesi; esim. $50 \text{ mm}/\text{vrk}$ sadanta vastaa noin $2,6 \text{ m}^3/\text{s}$ tulovirtaamaa ja $20 \text{ mm}/\text{vrk}$ noin $1,1 \text{ m}^3/\text{s}$ tulovirtaamaa.
- Yhteensä tulovirtaamat järveen siten hieman tulvatilanteen aikaisesta sadannasta riippuen (vesistötulva tyypillisesti on huipussaan useamman vuorokauden sateen

jälkeen, jolloin vuorokausisateet saattavat jo olla pienenemään päin) noin 17...19 m³/s.

Kun järven purkuvirtaama on tasainen 1,5 m³/s, jää kertymäksi noin 15,5...17,5 m³/s. Varastotilavuus riittää tälle kertymälle

- noin 20...22 tunniksi, jos järvi on tulvan alussa tasolla +18,11 (ylärajan pudotus 15 cm)
- noin 33...36 tunniksi, jos järvi on tulvan alussa tasolla +17,96 (ylärajan pudotus 30 cm).

Käytännössä Pattijoen virtaaman tulo järveen pitäisi katkaista selvästi ennen kuin järven pinta saavuttaa ylärajansa, koska järveen on jätettävä varastotilaa sen omalta valuma-alueelta tuleville vesille.

Hyödyt	Haasteet
Olemassa oleva mahdollisuus tulvien leikkaamiseen	Tekojärveä ei voisi pitää ylärajallaan, joten järven virkistyskäyttäjät voivat vastustaa ratkaisua. Alempia vesipinta voisi vaikuttaa myös ekologiaan.
0,3 m säännöstelykapasiteetilla merkittävä vaikutus vahinkoihin	Järveä ei ole suunniteltu tulvasuojelutarkoituksiin, vaan järven tulee toimia tehtaan "varaveden" varastona jatkossakin
	Täyttökanavan alaosalla kapasiteetti ei välttämättä aivan riitä koko Pattijoen tulvalle
	Harvinaisilla tulvilla tarvitaan todennäköisesti muitakin toimenpiteitä Pattijoen alaosalla satovahinkojen välttämiseksi (tai pudotuksen pitää olla suurempi kuin 30 cm).
	Koko järven kapasiteettia ei voida käyttää Pattijoen tulvalle, vaan tilaa on jätettävä myös järven oman valuma-alueen vesille.

1.5 Haapajärven säännöstely ja purkukapasiteetin lisäys

Tavoite: ehkäistä Haapajoen tulvimista ja Haapajärven ylitäyttymistä tilanteessa, jossa Pattijoen yläosan tulvavedet ohjataan Haapajärveen

Haapajärven on mahdollista käyttää Pattijoen tulvan varastotilavuutena siten, että MW-tasoa ei ole tarpeen pudottaa, jos järven vedenpintaa alennetaan ennakoivasti vain poikkeusoloissa säätilan mukaan. Tämä edellyttää luotettavaa ennakkoarviota tulvan kehittymisestä.

Ketunperäntien-Peltomaanperäntien risteyksen tuntumassa Haapajoen vedenpinta nousee tielle poikkeuksellisilla tulvilla. Joessa on myös muita yksittäisiä tulvaherkkiä alueita ja lähtökohtana Haapajärven juoksutuksessa tulisi olla, että nykyistä HQ1/100-tasoa ei ylitetä (mikä sekin jo siis katkaisee tien ilman toimenpiteitä ja nostaa tulvan erittäin korkeaksi Haapajoessa). Säännöstelypadon tyhjennysputken alapuolella Haapajoen HQ1/100 virtaama on nykytilanteessa noin 8,6 m³/s huomioiden tyhjennysputken virtaama. MHQ-tilanteessa Haapajoen oma virtaama on ko. kohdalla 3,6 m³/s, joten tulvaa edeltävälle ennakoivalle juoksutukselle jäisi joessa "tilaa" karkeasti noin 5 m³/s. Matalan virtaaman tilanteessa ennakkojuoksutusta voi olla hyvällä onnella mahdollista nostaa korkeammallekin tasolle, mutta toisaalta tällöin aiheutuvia tulvavahinkoja Haapajoessa olisi vaikea perustella.

Kohdassa 1.4 on arvioitu maksimi tulovirtaama Haapajärveen äärimmäisessä tulvatilanteessa noin 17...19 m³/s, kun Pattijoen yläosan tulva johdetaan Haapajärveen.

MHQ-tilanteessa ilman Pattijoen virtausta (eli oletettu tilanne ennakkojuoksutuksen aikana) Haapajärven tulovirtaamat ovat yhteensä noin 1,4 m³/s (maa-alueilta noin 1,1 m³/s ja suoraan järveen sateena 5 mm/vrk vastaten noin 0,3 m³/s) ja nettopoisto järvestä olisi noin 3,6 m³/s. Jos Pattijoen koko virtaama halutaan johtaa Haapajärveen vuorokauden ajan, vaatisi tämä järven ennakkojuoksutusta noin 5 vuorokauden ajan. Uuden juoksutusrakenteen virtaama olisi noin 2,1 m³/s.

Jos ennen ääritulvaa vallitseva tilanne ennakkojuoksutuksen aikana vastaisikin MQ-tasoa, nettopoistoksi tulisi noin 4,8 m³/s (oletettu sadanta suoraan järveen 2 mm/vrk), ja Haapajärven pinnan pudottamiselle Pattijoen vuorokauden tulvan varastoimiseksi riittäisi 3,5...4 vuorokauden ennakkojuoksutus. Uuden juoksutusrakenteen virtaama olisi noin 3,3 m³/s.

Laskelmasta voidaan huomata, että ennakkojuoksutusta pitäisi vaikeimmillaan pystyä aloittamaan huomattavan kovalla juoksutusmäärällä jo useita vuorokausia etukäteen. Sääennusteet eivät käytännössä mahdollistane tulvan luotettavaa ennakointia 2-3 vuorokautta pitemmälle, korkeintaan 3-5 vuorokauden päähän. Mitä pitemmälle tulevaisuuteen tähdäten ennakkojuoksutuksia lähdetään tekemään, sitä enemmän tulee

myös virhearvioita ja järven vedenkorkeuden tarpeetonta "sahaamista". Samalla Haapajoen puolella aiheutetaan turhia tulvavahinkoja. Toisaalta liian myöhään jätetty ennakkojuoksutuksen aloitus vähentää käytettävissä olevaa tilavuuskapasiteettia. Siten ratkaisun heikkoutena on tasapainottelu riittävän säännöstelykapasiteetin ja väärin hälytysten välillä.

Säännöstely edellyttää uuden vesiluvan hakemisen lisäksi mm. kokonaan uuden juoksutusrakenteen rakentamista Haapajärven maapadon läpi (ks. kohta 1.7). Tarvittava uuden juoksutusrakenteen kapasiteetti olisi noin 3,5 m³/s. Lisävarmuutta ratkaisuun saadaan viivyttämällä juoksutettavaa virtaamaa Karjusuolla (kohta 3.5). Haapajoen kapasiteetti tulee varmistaa perkaamalla jokiuomassa olevaa kasvillisuutta kriittisillä paikoilla ja avartamalla padottavat silta-aukot.

Hyödyt	Haasteet
Säännöstelykapasiteetilla merkittävä vaikutus vahinkoihin Pattijoen puolella	Säännusteet eivät mahdollista tulvan ennakkointia useita vuorokausia ennakkoon, ratkaisu johtaa helposti järven vedenkorkeuden tarpeettomaan "sahaamiseen". Vedenkorkeusvaihtelujen ekologiset vaikutukset?
	Haapajoen puolella ratkaisu johtaa toimenpidetarpeisiin tulvavahinkojen estämiseksi juoksutustilanteissa
	Järveä ei ole suunniteltu tulvasuojelutarkoituksiin, vaan järven tulee toimia tehtaan "varaveden" varastona jatkossakin
	Harvinaisilla tulvilla tarvitaan mahdollisesti muitakin toimenpiteitä Pattijoen alaosalla satovahinkojen välttämiseksi
	Edellyttää rakenteellisia muutoksia Haapajärven patoihin (uusi juoksutusrakenne)

1.6 Haapajärven käyttäminen läpijuoksutukseen ja purkukapasiteetin huomattava lisäys

Tavoite: ehkäistä Haapajärven ylitäyttymistä tilanteessa, jossa Pattijoen yläosan tulvavedet ohjataan Haapajärveen

Jos Haapajärveä ei ole mahdollista säännöstellä, tulee kyseeseen myös Pattijoen yläosan tulvavirtauksen juoksuttaminen suoraan Haapajärven läpi. Tällöin Pattijoen virtaamakuormitus vähenee merkittävästi, mutta järven vedenpinnan kohoamisen estämiseksi järveä on juoksutettava vastaavalla virtaamalla Haapajokeen, eli käytännössä ratkaisu johtaa Haapajoen voimakkaaseen tulvimiseen.

Ratkaisu edellyttäisi Haapajärven juoksutuskapasiteetin merkittävää lisäystä (ks. kohta 1.7) sekä käytännössä isoja muutoksia Haapajokeen ja sen alapuolisilla virtausreiteillä (kohdat 1.8 ja 2.1...2.8), jossa virtaama kasvaisi noin kaksinkertaiseksi nykyiseen $HQ_{1/100}$ -tilanteeseen verrattuna. Makeanvedenlahtien kannalta virtaama kasvaisi kestäämättömälle tasolle ja johtaisi voimakkaaseen tulvimiseen ilman järeitä tulvasuojelun toimenpiteitä.

Hyödyt	Haasteet
Merkittävä vaikutus vahinkoihin Pattijoen puolella	Ratkaisu johtaa todella laajoihin tulvavahinkoihin ja/tai toimenpidetarpeisiin kaikkialla Haapajärven alajuoksulla, myös makeanvedenlahdissa
	Edellyttää rakenteellisia muutoksia Haapajärven patoihin (uusi juoksutusrakenne)

1.7 Haapajärven uusi juoksutusrakenne

Tavoite: ehkäistä Haapajärven ylitäyttymistä

Haapajärven nykyinen juoksutusrakenne mahdollistaa maksimissaan vain noin $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ virtaaman juoksutuksen Haapajokeen. Ylivuodon kautta purkautuisi hätä-HW -tasossa noin $6,7 \text{ m}^3/\text{s}$, mutta ylivuotoja pyritään välttämään Haapajärvestä niin pitkälle kuin mahdollista. Vaikka ylivuoto sallittaisiinkin, niin rakenteiden yhteiskapasiteetti ei silti riitä

välittämään tulvaa Haapajoen suuntaan, jos Pattijoen tulvavirtausta pääsee kohdistumaan tai ohjataan tarkoituksella Haapajärveen. Vuoden 2023 tulvassa Haapajärveä tyhjennettiin tästä syystä pelastuslaitoksen suurtehopumpuilla, jotta järvi ei nousisi ylivuotorajalleen.

Haapajärven nykyinen ylivuoto johtaa Haksluodonojaan, joka on perattu viimeksi vuonna 2017. Pato-onnettomuustilanteessa tulvavesi leviäisi sekä Haksluodonojan että Ruonan-
ojan suuntaan ja voisi aiheuttaa merkittäviä vahinkoja jopa Kuljunlahdella saakka.

Yhtenä patoturvallisuutta parantavana mahdollisena toimenpiteenä voisi olla ylivuodon tai toisen juoksutusrakenteen rakentaminen tekojärvestä Haapajoen suuntaan. Käytännössä sijainti olisi järven eteläkärjen tuntumassa, joko nykyisen juoksutusrakenteen vieressä tai mahdollisesti Kaitasaaren länsipuoliselta lahdelta, josta vettä voisi ohjata Karjusuon suuntaan. Koska Haapajoen kapasiteetti on rajallinen, ratkaisuun kannattaisi mahdollisuuksien mukaan yhdistää virtaaman viivytystä Karjusuolla. Juoksutusrakenteelle toteutettavasta kapasiteetista riippuen Karjusuon mahdollisuudet tasata virtaamaa pitkällä aikavälillä ovat kuitenkin rajalliset.

Jos juoksutusrakenne mitoitettaisiin vastaamaan kohdan 1.5 ennakkojuoksutusta, sen kapasiteettitarve olisi 3,5 m³/s ja mitoitus putkiratkaisuna kokoluokkaa 2 x Ø800...1000 mm. Kustannuksia lisää ennakkojuoksutuksessa mahdollisesti tarvittava automaattikäyttö sekä mahdollisesti tarvittavat Haapajärven puoleiset vesialueen ruoppaukset (huom. Kaitasaaren länsipuolen lahdella on lintutorni ja virkistyskäyttöarvoa). Kohdassa 1.6 esitetty Haapajärven käyttäminen läpijuoksutukseen edellyttäisi käytännössä kokonaan uuden, avattavan patoluukun rakentamista nykyiseen maapatoon ja käytännössä olisi välttämättä sijoitettava nykyisen juoksutusrakenteen tuntumaan.

Nykyisillä juoksutusmäärillä virtauksen jakaminen osittain Karjusuon suuntaan saattaisi hieman vähentää tulvimista Ketunperäntien-Peltomaanperäntien risteyksen tuntumassa, jossa Haapajoen vedenpinta nousee jo nyt tielle poikkeuksellisilla tulvilla, kun juoksutus on maksimissaan. Maksimijuoksutuksella tulviminen risteyksessä kuitenkin vastaisi nykyistä tai olisi jopa pahempaa.

Toimenpide voidaan toteuttaa itsenäisenä pelkkää patoturvallisuutta parantamaan, mutta uutta juoksutusrakennetta tarvitaan erityisesti Haapajärven säännöstelyn tai läpijuoksutuksen (kohdat 1.5 ja 1.6) mahdollistamiseksi.

Hyödyt	Haasteet
Parantaa Haapajärven patoturvallisuutta vähentäen riskiä järven ylitäyttymiseen ja patomurtumaan	Toteuttaminen vaatii nykyisen patovallin avaamista, erittäin korkeat kustannukset
Mahdollistaa järven säännöstelyn tai läpijuoksutuksen	Voimakkaan äkillisen juoksutuksen vaikutus valittavan purkupaikan kasvillisuuteen ja eliöstöön sekä järvessä että vastaanottavalla alueella
Jos sijoitetaan Kaitasaaren lahdelle, saattaa vähentää tulvan riskiä Ketunperäntiellä	Karjusuon ojaston kapasiteetti ylittyy, ojia perattava, toteutettava viivytyksrakenne
	Kaitasaaren lahdella virkistyskäyttöarvot vaarantuvat

1.8 Haapajoen perkaus

Tavoite: vähentää Haapajoen tulvariskiä parantamalla joen kapasiteettia

Haapajoen uomaa on mallinnettu nykyisten virtaamien osalta ja myös Haapajärven tekojärven vahingonvaaran selvittämiseksi (Leiviskä). Mallinuksissa tekojärveen ei ohjattu tulovirtaamia.

Haapajoen uomassa ei mallinnusraportin mukaan havaittu suuria ongelmapaikkoja tulvien suhteen. Alueen rakennuksille ei koituisi merkittävää haittaa tulvan noususta. Jokiuomaan on kuitenkin paikoin kertynyt runsaasti kasvillisuutta, mikä heikentää joen tulvakapasiteettia. Mikäli tekojärvestä johdetaan täyttä tyhjennysvirtaamaa ja patoturvallisuuden takaamiseksi järjestetään myös lisäpumppausta (tai lisätään juoksutusta tekoaltaasta uusilla rakenteilla), tulvii Haapajoki herkästi tekojärven alapuolella.

Haapajoen tulvakapasiteetin ylläpitämiseksi pitäisi vähintäänkin raivata padottavaa kasvillisuutta. Mikäli Haapajokeen johdettavaa virtaa kasvatetaan merkittävästi (kohta 1.6 tai mahdollisesti myös 1.5), tulisi Haapajoen virtauspoikkileikkausala kasvattaa

luonnonmukaisen peruskuivatuksen menetelmin (kaksitasouoma). Haapajoen pituuskaltevuus alaosalla on pieni, mikä kasvattaa tarvittavaa poikkileikkausalaa.

Kasvillisuuden poistolla ylläpidettäisiin aiemmin suunniteltua kapasiteettia uomissa. Vanhoissa suunnitelmissa uomien vedenjohtokyky on arvioitu tilanteissa, joissa uomat ovat hyvin avoimia ja kasvittomia. Yksittäisten puiden poistamisen sijaan suositellaan ensisijaiseksi raivauskohteeksi tiheitä pensaikkoja, joilla on vaikutusta erityisesti kesäajan tulviin.

Hyödyt	Haasteet
Kasvillisuuden poisto halvin keinoista, mutta riittää vain lähinnä nykyisen tasoisten virtaamien johtamiseen.	Uomien kasvillisuuden jatkuvalla poistolla menetetään uomien monimuotoisuutta, pitäisi tehdä esim. toispuoleisena.
Haapajoen tulvakapasiteetin merkittävä kasvattaminen kaksitasouomalla mahdollistaisi ”läpijuoksutuksen” ja helpottaisi myös järven säännöstelyä.	Kaksitasouoma vaatii paljon tilaa, ja sen toteutus voi vaatia jopa uoman siirtoa ahtaimmassa paikassa.

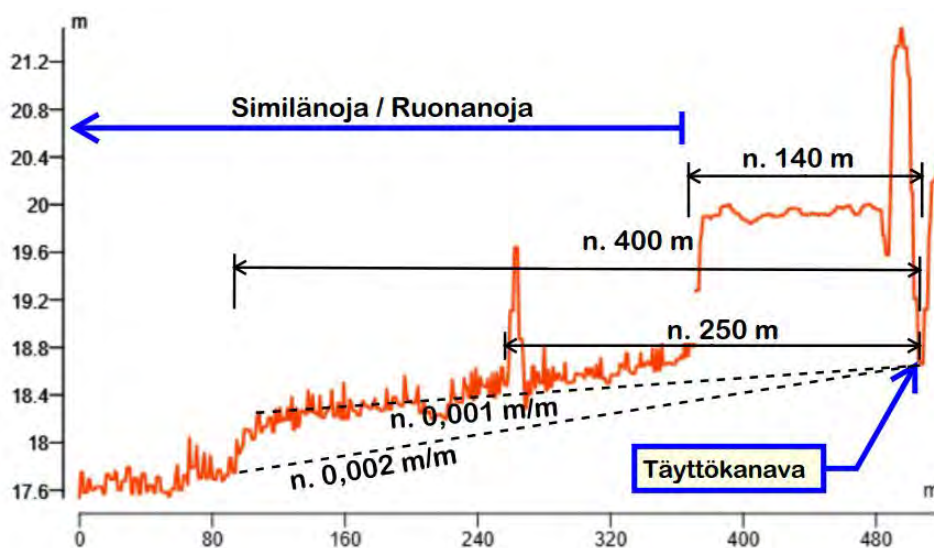
1.9 Yhteys täyttökanavasta Ruonanojaan ja Lappasenojaan

Tavoite: ehkäistä Haapajärven ylitäyttymistä ja vähentää Haapajoen sekä Pattijoen tulvariskiä

Haapajärveen johdettavaa vesimäärää on mahdollista hieman pienentää johtamalla osa vesistä täyttökanavasta edelleen Ruonanojan latvoille (Similänojaan) ja ehkä myös Lappasenojaan. Vesien käänkö Similänojaan/Ruonanojaan on korkeusaseman osalta melko yksinkertaista ja edellyttää vain noin 140 m mittaisen uuden yhdyskanavan kaivamista (+ mahdolliset virtauksen jako- ja säätelyrakenteet). Uusi ojayhteys on esitetty viitteellisenä lyhyimmällä mahdollisella linjauksella kuvissa (Kuva 1-1 ja Kuva 1-2). Lisäksi Similänojaa/Ruonanojaa on mahdollisesti syvennettävä noin 250...400 m matkalta, ja alapuolista ojaa on mahdollisesti perattava poikkileikkaukseltaan laajemmaksi koko matkaltaan virtaaman viivytyksille saakka.



Kuva 1-1: Uusi yhteys täyttökanavasta Ruonanojaan ja Lappasenojaan. Yhdyskanavan pituus noin 140 m, minkä lisäksi mahdollisesti tarvitaan uoman vähäistä syventämistä noin 250...400 m matkalla.



Kuva 1-2: Uusi yhteys täyttökanavasta Ruonanojaan ja Lappasenojaan. Linjan korkeusprofiili MML 2 x 2 m maastomallin mukaisesti (Scalگو LIVE).

Korkeusasemien puolesta vesien johtaminen Lappasenojaan on huomattavasti vaikeampaa, ja edellyttää nykyisen ojan virtaussuunnan kääntämistä noin 1,2 km matkalla. Kaivanto olisi syvimmillään noin 2,5 metriä.

Varovaisen arvion mukaan Ruonanojan ja Lappasenojan suuntaan voisi johtaa karkeasti 1...2 m³/s tulvavesimäärän. Lisävirtaama tulisi leikata pois viivyttämällä ennen vesien johtumista alajuoksulla oleville taajama-alueille. Esimerkiksi yhden ylimääräisen m³/s

johtaminen tarkoittaisi vuorokausitasolla 86 400 m³/d viivytystarvetta, jos lisävirtaama halutaan viivyttää kokonaisuudessaan.

Viivytytalueiden laajuudesta riippuen johdettava virtaama voisi mahdollisesti olla suurempikin, mutta punnittavaksi tulee kustannus-hyötysuhteet (ojien perkaus, viivytytalueesta aiheutuva haitta maankäytölle jne). Viivytytalueita on käsitelty kohdissa 3.1 ja 3.3.

Hyödyt	Haasteet
Vähentää hieman Haapajärven tekoaltaan kuormitusta.	Vaatii varsinkin Lappasenojan suuntaan johdettaessa pitkien uomaosuuksien perkauksia ja syventämistä (kustannus- ja ympäristövaikutus).
Varsinkin Ruonanojan suuntaan johtaminen toteutettavissa suhteellisen pienellä toimenpiteellä.	Aiheuttaa tarpeen uusien viivytytalueiden muodostamiselle.

1.10 Apsanojan kääntäminen Jouttiojaan

Tavoite: ehkäistä Haapajärven ylitäyttymistä ja lisätä Pattijoen vesille käytettävissä olevaa viivytytkapasiteettia

Toimenpide vähentäisi tekojärveen sen lähivaluma-alueelta tulevaa vesimäärää tulvatilanteissa ja vähentäisi näin riskiä järven ylitäyttymisestä ja/tai helpottaisi lisävirtaaman johtamista Pattijoen suunnasta. Toimenpide vaatisi Haapajoen kapasiteetin kasvattamista tai virtaamahuippujen pidättämistä Jouttiojan varressa sijaitsevilla laajoilla suoalueilla. Toisaalta toimenpide lisäisi myös Haapajoen ympäristövirtaamaa kuivina aikoina, mikä voisi osaltaan hillitä Haapajoen kasvittumista ja tukkoisuutta.

Toimenpide vaatii Joutsiojan maapadon purkua ja virtauksen estämistä Apsanojaan esim. hyödyntämällä purkumassoja. Toimenpide olisi siis varsin yksinkertainen toteuttaa.

Toimenpiteeseen saattaisi olla mahdollista yhdistää myös veden johtamista Haapajärven täyttökanavasta Jouttiojan suuntaan ja edelleen viivytykseen suoalueille. Tämä vaatisi Apsanojan-Jouttiojan syventämistä ja poikkileikkauksen kasvattamista karkeasti noin 2,6 km matkalla ja mahdollistaisi samalla huomattavasti suuremman leikkauksen tekojärven kuormitukseen. Ratkaisu voisi teoriassa tulla kyseeseen esimerkiksi siinä tapauksessa, että tekojärven säännöstely tai hyödyntäminen tulvakapasiteettina osoittautuu mahdottomaksi, mutta vesiä pitäisi silti saada Pattijoesta Haapajoen suuntaan. Käytännössä veden varastoiminen tekojärveen olisi kuitenkin teknisesti niin paljon

yksinkertaisempaa ja saavutettavat varastotilavuudet niin paljon suurempia, että ratkaisu tuskin tulee koskaan kyseeseen.

Hyödyt	Haasteet
Hyvin edullinen ja yksinkertainen tapa vähentää hieman Haapajärven tekoaltaan kuormitusta.	Jos viivyttäminen suoalueilla ei ole mahdollista, toimenpide vaatisi Haapajoen kapasiteetin parantamista.
Parantaa Haapajoen ympäristövirtaamaa.	Saavutettava vaikutus Haapajärven tulovirtaamaan vain vähäinen.

1.11 Haapajoen yläjuoksun / Jouttiojan vesien osittainen kääntäminen Poikajokeen

Tavoite: pienentää Haapajokeen kohdistuvaa kuormitusta tulvatilanteessa

Varsinkin silloin, jos Haapajärven juoksutusta halutaan lisätä, tulisi Haapajokeen muualta kohdistuvaa virtaamakuormitusta vähentää. Yksi mahdollisuus voisi olla johtaa Jouttiojan ja Haapajoen yläjuoksun vedet Poikajokeen/Hörskönjokeen. Tämä onnistuisi lyhyimmillään noin 320 m mittaisen kanavan kaivamisella.

Poikajoen/Hörskönjoen kapasiteetti on tuntematon. Käytännössä joessa tuskin kuitenkaan on ylimääräistä kapasiteettia vastaanottaa huomattavia lisävirtaamia ja ratkaisu saattaisi johtaa Poikajoen perkaustarpeeseen.

Poikajoki yhtyy alempana Haapajokeen, joten Haapajokivartta koskeva hyöty rajoittuisi Haapajärven ja Poikajoen yhtymäkohdan väliselle osuudelle.

Hyödyt	Haasteet
Melko helposti toteutettava toimenpide, jolla voidaan vähentää Haapajoen kuormitusta välillä Haapajärvi-Poikajoen yhtymäkohta.	Poikajoen kapasiteetti tuskin riittää lisävirtaamille nykyisellään. Ratkaisu vaatisi todennäköisesti Poikajoen perkausta, jos haluttaisiin välttyä tulvahaitoilta Poikajoella.
	Saavutettava hyöty rajoittuu vain osalle Haapajokea, ei etua Poikajoen alapuoliselle uomaosuudelle.

1.12 Pattijoen tulvavirtauksen johtaminen Säikänojaan

Tavoite: vähentää Pattijoen alaosan tulvimista

Pattijoen alaosan virtaaman pienentäminen vähentäisi tulvimista alueella. Virtaamaa voi pienentää johtamalla vesiä muille virtausreiteille, esimerkiksi Säikänojaan.

Lisävesien johtaminen Säikänojaan voi vaatia ojan kapasiteetin lisäämistä. Säikänojaa on perattu perusteellisemmin hankkeissa Ämmänkorvenojan perkaus (2569Ou1) ja Ämmänkorvenojan täydennysperkaus (1197V0052) viimeksi 20 vuotta sitten. Säikänojaa perattiin myös hätätyönä lokakuussa 2023 tulvavahinkojen estämiseksi, mikä osoittaa, että ojan kapasiteetti ei riitä varsinkaan tilanteessa, jossa Säikänojaan tarkoituksellisesti johdettaisiin Pattijoen virtausta.

Mikäli Säikänoja haluttaisiin perata suuremmaksi, jolloin siihen saataisiin kapasiteettia myös Pattijoen suunnalta tuleville lisävesille, pitäisi huomioida mm. Olkijokisuu-Pattijoen pohjoishaaran Natura-alue.

Vesien johtaminen Säikänojaan poikkeustilanteissa onnistuisi esimerkiksi sulkurummun avulla, jolloin virtausyhteys olisi normaalioloissa suljettuna. Yhteysmahdollisuuksia löytyisi esim. Alakkalan molemmin puolin tai Kotirannasta; kustannusarviossa on oletettu syvennettäväksi nykyisiä oja myöten koko osuus Pattijoesta Säikänojan päähaaraan saakka. Alapuolisten rumpujen koot pitää tarkastella jatkosuunnittelussa, että riittävät virtaamille.

Säikänojan alaosan tulvien nousu voisi jättää mökkejä tai asuinrakennuksia saarroksiin ja kastella peltoja, mutta esim. merkittäviä tieyhteyksiä ei välttämättä katkeaisi. Toimenpiteen suunnittelussa tulisi arvioida, olisiko Säikänojan varren vahingot pienemmät kuin Pattijokivarressa, ja miten laajoja perkauksia Säikänojassa vesien johtaminen edellyttäisi.

Hyödyt	Haasteet
Mahdollisuus vähentää vahinkoja tai priorisoida niitä alueille, joissa vähemmän haittaa	Kapasiteetin lisäämistarve
	Toimenpidetarpeet Natura-alueella
	Perkauksiin liittyvät ympäristöhaitat

1.13 Ruottalonlahden kanavan avaaminen

Tavoite: vähentää Pattijoen alaosan tulvimista

Etelähaarasta olisi mahdollista rakentaa tulvauoma mereen ennen suojelualueetta avaamalla tulvareittiä entiseen Ruottalonlahden kanavaan, mutta alueelle on hiljattain rakennettu Raahen kaupungin hulevesikosteikko. Toimenpide vaatisi myös tulvarummun Ruottalontiehen. Kanava sijoittuu niin alas Pattijokisuulle, että on epätodennäköistä, että se merkittävästi vaikuttaisi yläpuolisiin tulva-alueisiin.

Hyödyt	Haasteet
Lisäkapasiteetti Pattijoen luusuaan	Hulevesikosteikon muutostarpeet
	Todennäköisesti vain vähän vaikutusta tulvavahinkoihin

2 Makeanvedenlahtien ja terästehtaan suunta

2.1 Pumppaamo tai juoksutus Kuljunlahdelta

Tavoite: tehtaan ja lahtien rantojen alavien kiinteistöjen tulvasuojelu poistamalla tulvavesiä lahtien kautta

Kuljunlahti on erotettu merestä maapenkereen avulla, jolla sijaitsee kaksi käytöstä poistunutta vanhaa tuulivoimalaa. Penkereen korkeus on alimmillaan penkereen pohjois- ja eteläpäädyssä noin +3,0, ja se on hyvin alttiina länsilounaan suunnasta käyvälle aallokolle. Huomionarvoista on, että korkein Raahessa mitattu merivedenkorkeus 1991-2020 oli $N2000+1,66$ ja korkein Perämerellä mitattu merkitsevä aallonkorkeus on ollut 5,0 metriä, joka mitattiin 21.11.2024.

Kuljunlahden rannoilla kaikki rakennukset ovat terästehtaan omistuksessa. Alimmat rakennukset sijaitsevat noin tasossa +2,0.

Mikäli Kuljunlahteen suunniteltaisiin oma purku mereen, mahdollistaisi se Kuljunlahden ja terästehtaan tulvasuojelun tilanteissa, joissa merivesi on korkealla, eikä Haapajoen ja Piehinkijoen vettä saada johdettua riittävän nopeasti Piehingin padon kautta mereen. Järjestely edellyttää muutoksia Mutalan patoon niin, että etelästä Kuljunlahteen tuleva virtaus saadaan kokonaan suljettua (ks. kohta 2.3).

Kuljunlahden lähivaluma-alueelta lahteen tulevan kohtuullisen matalan tulvavirtaaman (noin $5,6 \text{ m}^3/\text{s}$) ja lahden suuren vesialan (117 ha) ansiosta lahden vedenpinta nousee tulvatilanteessa melko hitaasti, jos tulovirtaus etelän suunnasta estetään. Tehtaan nettovedenotto noin $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$ huomioiden vedenkorkeuden nousu on tällöin noin $0,4 \text{ m/vrk}$. Melko vähäisenkin ylivuotovirtaama riittää tällöin hidastamaan tuntuvasti vedenkorkeuden nousua, esimerkiksi ylivuoto $2,7 \text{ m}^3/\text{s}$ hidastaisi jo vedenkorkeuden nousunopeuden puoleen.

Ylivuoto voidaan toteuttaa maastonmuotoilujen avulla tai rakenteellisena reunuksena. Virtaamaan $2,7 \text{ m}^3/\text{s}$ päästäisiin suuruusluokallisesti esimerkiksi pudottamalla maapenkereelle vievää tietä penkereen pohjoispäässä noin 20 metrin matkalla tasoon +1,8, jolloin tien yli kävisi virtaus $2,7 \text{ m}^3/\text{s}$ Kuljunlahden pinnankorkeudella +2,0 m. Pinnankorkeuksilla +1,8...2,0 virtaama ylivuodon yli jäisi huomattavasti pienemmäksi, joten veden nousunopeus hidastuisi kunnolla vasta vedenpinnan lähestyessä tasoa +2,0.

Jos vedenpinnan lähtötasona olisi +1,5 kestäisi Mutalan padon sulkemisen jälkeen siten vähintään 1 vuorokausi saavuttaa vedenkorkeus +1,9 ja noin 2 vuorokautta saavuttaa vedenkorkeus +2,1. Toteuttamalla ylivuotoreuna leveämpänä olisi mahdollista hidastaa vedenkorkeuden nousua edelleen.

Penger on nykyisin alimmillaan tasossa +3,0 joten ylivuodon rakentaminen tasoon +1,8 lisää selvästi riskiä meriveden pääsystä Kuljunlahteen ylivuotokynnyksen kautta.

Yksinkertaisin ratkaisu kompensoida riskiä olisi rakentaa ylivuotokynnys pudottamalla pengertietä mahdollisimman suojaisassa paikassa, ja varautua sulkemaan se tilapäisesti korkean meriveden tilanteessa. Sulkemista varten varastoitaisiin valmiiksi materiaalit (esim. hiekkasäkit ja niiden väliin ankkuroitava muovikalvo) ja niiden kuljetus- ja asentamiskalusto tehtaan alueella. Tilapäistä sulkua on kuitenkin vaikea toteuttaa täysin vesitiiviinä.

Vaihtoehtona on rakentaa ylivuoto siten, että se on normaalioloissa suljettuna ja voidaan tilapäisesti avata. Yksinkertaisimmillaan ylivuodon voisi toteuttaa penkereen suunnitelmallisena hätäavauksena tulvatilanteessa, ja korjata penger jälkikäteen. Hätäavaukseen liittyy kuitenkin erittäin suuri riski, että ylivuotovirtaus syövyttää ja sortaa maapengertä suunniteltua laajemmalla ja syvemmältä alueelta, jolloin tulvan päätyttyä merivesi pääsisi tunkeutumaan esteettä lahteen.

Riskittömin ratkaisu olisi toteuttaa normaalioloissa suljettuna oleva ylivuoto rakenteellisesti. Esimerkiksi putkeen yhdistettynä ylivuotokynnyksenä (ns. munkkipato) toteuttaen ylivuotoreuna jäisi Kuljunlahden sisäpuolelle täysin suojaan meren aallokolta. Ylivuoto olisi normaalitilanteessa suljettuna ja avattaisiin vain vesistötulvan noustessa. Putkiratkaisun alustava dimensio olisi puolikkaalle virtaamalle mitoittaessa noin Ø 1600...1800 mm ja täydelle virtaamalle (5,6 m³/s) mitoittaessa noin Ø 2000...2200 mm. Ratkaisu vaatisi nykyisen patovallin lävistämisen työnaikaisine järjestelyineen (meriveden pääsyn estäminen Kuljunlahteen sekä työalueen kuivattaminen työpadoin). Ratkaisu on esitetty periaatepiirroksessa P2.

Kolmantena vaihtoehtona on painovoimaisen ylivuodon korvaaminen tulvapumppaamalla, jolla riski meriveden takaisinvirtauksesta on huomattavasti painovoimaisia ratkaisuja pienempi. Pumppaamo on myös mahdollista toteuttaa lävistämättä nykyistä patovallia, jos paineputket tuodaan patovallin yli. Kynnysratkaisujen kapasiteettia vastaava tulvapumppaamo on kuitenkin jo erittäin kallis, ja pumppaamoon liittyy aina toimintahäiriön riski (esim. sähkökatko).

Hyödyt	Haasteet
Pumpattavat/juoksutettavat tulvavirtaamat jäävät suhteellisen mataliksi verrattuna juoksutukseen Siniluodonlahden tai Piehingin padon kautta; käytännössä toteutuskelpoinen ratkaisu	Painovoimaisessa ylivuodossa aina riski meriveden pääsystä Kuljunlahteen. Toisaalta pumppaamoratkaisu on kallis ja munkkipatoratkaisu vaatisi patovallin lävistämisen (=myös kallis).

Hyödyt	Haasteet
	Vaatii tuekseen Mutalan padon muutoksia

2.2 Pumppaamo tai juoksutus Siniluodonlahdelta

Tavoite: tehtaan ja lahtien rantojen alavien kiinteistöjen tulvasuojelu poistamalla tulvavesiä lahtien kautta

Siniluodonlahti on laskenut alun perin Tammanlahteen. Mikäli Siniluodonlahteen suunniteltaisiin tälle paikalle oma purku mereen, mahdollistaisi se Haapajoen käyttämisen ”läpijuoksutukseen” myös tilanteissa, joissa merivesi on korkealla, eikä vettä saada johdettua Piehingin padon kautta mereen. Myös Piehingin padolle Siniluodonlahdesta johtavan kanavan kapasiteetti voi rajoittaa mereen johdettavia vesimääriä.

Siniluodonlahden vedenkorkeudet tulva-aikaan ovat tyypillisesti noin N2000+ 1,0...1,5 m ja Vatungintien korkeus on noin N2000+ 2,5 m. Alimmat kesämökit Siniluodonlahden-Isolahden rannalla ovat tasossa noin +1,8 ja yksittäiset talousrakennukset jopa noin +1,5. Säännöstelyn yläraja Siniluodonlahdella on +1,56. Ylivuoto tulisi siten olla selvästi alle tason +1,8, mikä aiheuttaisi merkittävän riskin meriveden pääsystä ylivuodon kautta Siniluodonlahteen korkean meriveden ja/tai voimakkaan aallokon aikaan. Korkein Raahessa mitattu merivedenkorkeus 1991-2020 oli +1,66 ja meriveden MHW 1991-2020 oli +1,27.

Jos vesiä ei saada johdettua nykyistä merkittävästi enempää Piehingin padon kautta, niin käytännössä Tammanlahteen purettava virtaama tulisi vastata Haapajoesta lahteen tulevaa virtaamaa eli olla suuruusluokkaa 10...20 m³/s, jotta sillä olisi tuntuvaa merkitystä lahden vedenkorkeuteen tulvatilanteessa. Mitoitusvirtaamaa voisi tosin pienentää selvästi pakottamalla Haapajoen virtaus etelän suuntaan kaikissa oloissa (ks. kohta 2.6).

Mikäli purku toteutettaisiin tulvapumppaamon avulla, tulisi ratkaisusta erittäin kallis, mutta etuna on hyvin vähäinen riski meriveden takaisinvirtauksesta. Toisaalta pumppaamoratkaisuihin liittyy aina toimintahäiriön riski (esim. sähkökatko).

Painovoimaisesti toimiva ylivuotoratkaisu on toimintavarma, mutta sen ongelmaksi tulisi puolestaan riittävän kapasiteetin saavuttaminen, koska käytettävissä on vain hyvin vähän korkeuseroa tilanteessa, jossa merivesi on korkealla. Esimerkiksi 20 cm vesisyvyydellä ylivuotoreunan pituudeksi tulisi noin 80 metriä, jotta sen yli saataisiin johdettua 10 m³/s virtaama. Koko Haapajoen tulvavirtaaman johtaminen vaatisi siis jopa

160 m mittaisen ylivuotoreunan. Käytännössä ylivuotoreunana toimisi siten Vabungintie, joka pitäisi laskea tulvanhallinnan kannalta sopivaan korkeusasemaan, esimerkiksi +1,5 jolloin tulvasatoksi muodostuisi noin +1,7. Tammanlahden voidaan arvioida olevan kohtuullisen hyvin suojassa korkealta aallokolta, mutta näin matala ylivuotoreuna olisi jo äärimmäisen riskialtis korkean meriveden tason kannalta. Käytännössä siten ainoaksi realistiseksi ratkaisuksi jää tulvapumppaamon rakentaminen. Mitoitukseltaan riittävän tulvapumppaamon periaate on esitetty piirustuksessa P3. Näin suuren pumppaamon kustannusarvio kohoaa väistämättä vähintäänkin useisiin miljooniin euroihin, jopa selvästi korkeammalle.

Siniluodonlahden rannat ovat loivia ja alttiita umpeenkasvulle. Siniluodonlahden, Isolahden ja Kuljunlahden veden vaihtuvuuden takaamiseksi virtausjärjestelyiden käyttö tulisi rajoittua tulva-aikaan.

Hyödyt	Haasteet
Ylivuotorakenne voidaan sijoittaa aallokolta hyvin suojaisaan paikkaan	Painovoimaisessa ylivuodossa on niin merkittävä riski meriveden pääsystä Siniluodonlahteen, että se ei käytännössä ole realistinen vaihtoehto.
Pumppaamo on ainoa "varma" ratkaisu tulvaveden poistamiseksi makeanvedenlahdilta, koska meriveden tai muun alapuolisen vesistön korkeusasema ei vaikuta pumppaamon purkuvirtaamaan.	Toimintahäiriöt ja laiterikot ovat mahdollisia, tosin se on mahdollista myös patojen kohdalla. Pumppaamoratkaisu olisi myös äärimmäisen kallis, varsinkin jos sillä tähdätään Haapajoenkin virtaaman pumppaamiseen.
Järjestely suojaa myös Siniluodonlahden rannan rakennuksia	

2.3 Mutalan padon muutokset

Tavoite: terästehtaan tulvasuojelu estämällä Kuljunlahden pinnan nousua

Mutalan padon luukkuaukko on leveydeltään noin 3,0 m ja luukun korkeus on noin 3,6 m. Luukun aukeama tai aukon pohjan taso ei käy padon piirustuksista selville, mutta padon dimensioiden ja maaston topografian perusteella arvioiden pohja lieenee tasossa noin -1,0. Virtaus kokonaan avonaisen luukun kautta voi siten olla maksimissaan karkeasti suuruusluokkaa 10...20 m³/s, kun vedenpinta on tasossa +1,5.

Luukkuaukon alapuolella on kaksi Ø900 mm läpivirtausputkea, jotka on varustettu Kuljunlahden suuntaan avautuvilla yksisuuntaläpillä. Padon kautta käy siten lähes jatkuvasti virtaus Kuljunlahdelle, mutta veden johtaminen/johtuminen Kuljunlahdelta etelään vaatii patoluukun avaamista ja sopivia virtausoloja (ts. Kuljunlahden vedenpinta korkeammalla kuin Siniluodonlahden vesi). Padossa ei ole omaa luukun nostolaitetta, vaan luukun avaaminen vaatii erillisen nosturin tms. käyttöä.

Tulvatilanteessa Haapajoen ja Piehinkijoen kautta tuleva tulvavirtaama purkautuu Siniluodonlahdelta etelään ja lopulta mereen Piehingin padon kautta, mutta riittävän virtauksen muodostuminen edellyttää riittävää korkeuseroa Siniluodonlahdelta merelle saakka. Ennen kuin tulvavirtaus lähtee täydellä voimalla purkautumaan, nousee siis Siniluodonlahden vedenpinta – ja läpivirtausputkien vuoksi samalla myös Kuljunlahden vedenpinta.

Tällaisen tilanteen estäminen edellyttää Mutalan padon läpivirtausputkien poistamista käytöstä. Padon läpivirtaus ja makeanvedenlahtien pinnan säätö tulisi järjestää pitämällä luukku normaalioloissa osittain avoimena, jolloin luukun sulkeminen pysäyttäisi virtaaman kokonaan. Luukun varustaminen nostolaitteella ja automaattisäädöllä mahdollistaisi vastaavan käytön kuin nykyisten takaisinvirtausten estoläppien mekaniikka.

Hyödyt	Haasteet
Terästehdas ja Kuljunlahden rantakiinteistöt saadaan suojattua Haapajoen ja Piehinkijoen tulvalta	Padon peruskorjaustarve selvitettävä, mahdollisuutena myös rakentaa uusi pato
Olemassaolevan rakenteen muokkausta, ei aiheuta suuria kustannuksia	Mahdollisesti edellyttää uutta vesilupaa
	Vedenlaadusta riippuen veden johtaminen Kuljunlahdelta Siniluodonlahteen ei ole suositeltavaa.

2.4 Piehingin padon lisäkapasiteetti sekä uusi kalatie

Tavoite: tehtaan ja lahtien rantojen alavien kiinteistöjen tulvasuojelu poistamalla tulvavesiä Piehinkijoen kautta

Piehingin padossa on yksi automatisoitu luukkuaukko, ja padon toiseen luukkuaukkoon on vuonna 1989 asennettu tekninen kalatie (Kuva 2-1). Aukeaman säätö tapahtuu Siniluodonlahden pinnan korkeuden mukaan; padon automaatiojärjestelmä ohjaa Siniluodonlahden pinnankorkeutta avaten tai sulkien luukkuaukkoa sekä kalatien luukkuaukkuja. Piehingin padon alkuperäisen mitoituksen tietoja tai purkautumiskäyriä ei ole säilynyt. ELYn raportin mukaan (2019) padon kautta olisi mahdollista johtaa ylivirtaamia $60 \text{ m}^3/\text{s}$ saakka.



Kuva 2-1: Piehingin pato, näkymä alavirran puolelta. Vasemmanpuoleisessa aukossa näkyy tekninen kalatie, oikeanpuoleisessa aukossa tulvaluukku.

SSAB:lta saadun patoluukun kokoonpanopiirustuksen perusteella yhden luukun leveys on 5,1 metriä ja luukun pohja on tasossa $N43-1,80 = N2000 -1,24$. Luukku avautuu maksimissaan 2,80 metriä ylöspäin eli tasoon noin $+1,56$ saakka, mutta kapasiteettia rajoittaa käytännössä sekä padon alapuolinen merivedenkorkeus että yläpuoliset

tulvasuojelutarpeet. Alapuolella merivesi voi nousta tasoon jopa $>+1,0$ (meriveden MHW Raahessa 1991-2020 $+1,27$).

Jos Piehingin kanavaa pitkin toivotaan johdettavan tulvavirtausta kohti Piehingin patoa, niin padon yläpuolella Piehinkijoen pinta tulisi puolestaan säilyä tason $+0,9$ tuntumassa, jotta makeanvedenlahtien vedenkorkeus säilyisi säännöstelyrajan alapuolella (ks. tarkemmin kohta 2.1, 2.2 ja 2.5). Makeanvedenlahtien säännöstelyraja ylittämällä vedenkorkeutta Piehingin padon edustalla olisi tulvatilanteessa mahdollista sallia tasoon $+1,2$ saakka; tällöin kuitenkin saattaisi aiheutua jo vahinkoa Siniluodonlahden rannan rakennuksille. Alla on esitetty yhden patoluukun kapasiteettilaskelma eri merivedenpinnan ja Piehinkijoen pinnan yhdistelmille.

	Piehinkijoen pinta $+0,9$	Piehinkijoen pinta $+1,2$
Merivesi $+0,0$	noin $29 \text{ m}^3/\text{s}$	noin $35 \text{ m}^3/\text{s}$
Merivesi $+0,5$	noin $29 \text{ m}^3/\text{s}$	noin $35 \text{ m}^3/\text{s}$
Merivesi $+0,8$	noin $26 \text{ m}^3/\text{s}$	noin $34 \text{ m}^3/\text{s}$
Merivesi $+1,0$	ei mahdollinen	noin $33 \text{ m}^3/\text{s}$

Padon kapasiteettia on siten aiemmissa selvityksissä yliarvioitu. Vaikka merivesi olisikin nollatasossa, jää padon ainoan tulvaluukun kapasiteetiksi laskennallisesti noin $30 \text{ m}^3/\text{s}$. Korkea meriveden pinnantaso heikentää padon kapasiteettia vielä tästäkin.

Vuonna 2023 tulvatilanteessa vesitasetarkastelun mukaan Siniluodonlahteen, Kuljunlahteen ja Piehingin padolle kohdistui yhteensä noin $47\text{...}52 \text{ m}^3/\text{s}$ tulvavirtaama, joka olisi pitänyt pystyä ongelmitta johtumaan padon läpi, jos kirjallisuustiedot kapasiteetista pitävät paikkansa. Lahdilla vedenpinta kuitenkin nousi tulvalukemiin. Lahtien vesipinta-ala on yhteensä noin 200 ha ; jos Piehingin padon läpi johtui noin $30 \text{ m}^3/\text{s}$ ja lahtiin varastoitui siten noin $20 \text{ m}^3/\text{s}$, niin tämä olisi johtanut pinnannousuun noin $3,6 \text{ cm}$ tunnissa tai noin $0,9 \text{ m}$ vuorokaudessa, mikä suuruusluokaltaan vastaa tapahtunutta tulvaa.

Piehingin padon kalatien korvaaminen luonnonmukaisella nousu-uomalla (piirustus P1) mahdollistaisi toisen luokkuaukon palauttamisen käyttöön ja padon tulvakapasiteetin kaksinkertaistamisen. Pato on silmämääräisesti arvioiden peruskorjauksen tarpeessa (Kuva 2-2 ja Kuva 2-3) ja luokkuaukon voisi palauttaa käyttöön samassa yhteydessä. Luonnonmukainen nousu-uoma (Kuva 2-4) saattaisi helpottaa kalan nousua Piehinkijokeen; kalatien kautta kulkee nykyisin lähes pelkästään särkikaloja. Toisaalta, kun pato on täysin auki, ovat vaikutukset Piehinkijoen jokisuulla tiettävästi jo nykyisin melko suuret. Lisävesien johtaminen voisi johtaa esim. rantasortumiin.

- Raahen vesistöjen tulvasuojelun kehittäminen



Kuva 2-2: Piehingin padon betonirungon vaurioita



Kuva 2-3: Piehingin padon betonirungon vaurioita



Kuva 2-4: Mahdollisen luonnonmukaisen kalatien päätepiste Piehingin padon alapuolella.

Meriveden nousu Piehinkijokeen uuden nousu-uoman kautta on estettävissä tarvittaessa sulkemalla uomaan tien alle tarvittava rumpu. Tosin meriveden nousu rummun kautta Piehinkijokeen on yhtä todennäköistä kuin meriveden nousu padon avoimien luukkuaukkojenkin tai nykyisen kalatien kautta.

Jos Haapajoen virtaamaa ja siten Piehingin padolle kohdistuvaa virtaamaa kasvatetaan voimakkaasti (kohta 1.6), saattaa padon kapasiteetti jäädä liian pieneksi, vaikka molemmat luukkuaukot olisivatkin käytössä. Tällöin on tarpeen toteuttaa lahdilla ja Piehingin kanavassa lisätoimenpiteitä, jotka mahdollistavat vedenpinnan nostamisen tulvatilanteessa padon edustalla tasoon +1,2 saakka.

Edellä esitetyt padon ja kanavan kapasiteetin sekä makeanvedenlahtien vedenkorkeuden tarkastelut ovat suuntaa antavia. Vedenkorkeudet ja virtaamat järjestelmässä riippuvat voimakkaasti toisistaan, ja ne on syytä jatkosuunnittelussa tarkentaa virtausmallinnuksella.

Hyödyt	Haasteet
Lisäisi selvästi padon kapasiteettia ja vähentäisi makeanvedenlahtien tulvariskiä	Meriveden pääsyn estäminen Piehinkijoen kanavaan huomioitava

Hyödyt	Haasteet
Saattaisi parantaa vesieliöstön kulkuyhteyksiä Piehinkijoen ja meren välillä	Poikkeuksellisen korkeilla meriveden tasoilla pato on joka tapauksessa suljettava kokonaan takaisinvirtauksen estämiseksi, eikä siitä siten ole hyötyä tulvasuojelussa.

2.5 Piehingin kanavan perkaus

Tavoite: tehtaan ja lahtien rantojen alavien kiinteistöjen tulvasuojelu poistamalla tulvavesiä Piehinkijoen kautta

Piehingin kanava yhdistää Piehinkijoen Siniluodonlahteen. Kanavan pituus on lähes 2 km ja sen pituuskaltevuus mahdollistaa virtauksen johtamisen kumpaan suuntaan hyvänsä.

Normaalioloissa virtaussuunta on Piehingin kanavassa aina etelästä pohjoiseen ja virtaus on hyvin pientä; käytännössä jo Kuljunlahden oman lähivaluma-alueen keskivirtaama noin 0,25 m³/s riittää tehtaan nettovedenoton tarpeisiin. Mutalan padon takaisinvirtauksen estävien läppien vuoksi vettä poistuu Kuljunlahdesta tehtaan vedenoton lisäksi ainoastaan haihtumalla. Siniluodonlahden pinnankorkeuden perusteella automaattinen säätö avaa Piehingin padon luokkuaukkoa sen verran, että lahdella säilyy sopiva vedenkorkeuden taso, käytännössä yleensä Kuljunlahden tasossa tai hieman sitä ylempänä, jotta virtaussuunta säilyy kohti terästedasta. Korkeammilla virtaamilla automatiikka avaa Piehingin patoa Siniluodonlahden pinnan laskemiseksi, ja virtaussuunta kanavassa saattaa kääntyä Siniluodonlahdesta kohti etelää.

Tulvatilanteissa virtaussuunnan pitäisi siis kanavassa muuttua ja veden virrata voimakkaasti Siniluodonlahdesta Piehingin padolle päin. Virtausta rajoittaa kuitenkin sekä padon että kanavan virtauskapasiteetti. Kun esimerkiksi Kuljunlahdella vedenkorkeus on +1,5 (säännöstelyn yläraja +1,56), Siniluodonlahdella +1,4 (oletetaan 10 cm korkeusero Kuljunlahteen, jotta Kuljunlahden vesipinta ei lähde nousuun) ja Piehingin padolla vedenkorkeus +0,9, niin käytettävissä oleva korkeusero kanavan matkalla olisi 50 cm. Tällöin riittäisi kanavan kapasiteetti nykyisellä geometrialla johtamaan maksimissaan virtaamia arviolta noin 15...20 m³/s. Tämä ei aivan riittäisi Siniluodonlahdelta tulevalle tulvavirtaukselle alimmassakaan tarkastellussa tilanteessa (ks. vesitasepiirustus länsi – A). Yli 20 m³/s virtaamien johtaminen säännöstelyrajojen puitteissa edellyttäisi kanavan virtausalan kasvattamista sen eteläpäässä ja yli 25 m³/s virtaamien johtaminen käytännössä koko kanavan merkittävää leventämistä.

Siniluodonlahdella tulvavahinkoja alkaa tapahtua talousrakennuksille vedenkorkeuksilla > +1,5 ja kesämökeille > +1,8; Kuljunlahdella vahinkoraja on tätä ylempänä. Jos Siniluodonlahti-Isolahdella sallittaisiin vedenkorkeuden nousu esimerkiksi tasoon +1,7 ja Kuljunlahdella +1,8, olisi mahdollista nostaa vedenkorkeutta Piehingin padolla tasoon +1,2 (jolloin virtaama yhden patoluukun läpi yli 30 m³/s). Tällöin vesiala kanavassa ja sen välittämä virtaama kasvaisi, eikä tarvittava perkausala olisi niin suuri kuin edellisessä laskelmassa.

Edellä esitetyt padon ja kanavan kapasiteetin sekä makeanvedenlahtien vedenkorkeuden tarkastelut ovat suuntaa antavia. Vedenkorkeudet ja virtaamat järjestelmässä riippuvat voimakkaasti toisistaan, ja ne on syytä jatkosuunnittelussa tarkentaa virtausmallinnuksella.

Hyödyt	Haasteet
Mahdollistaa Haapajoen veden johtamisen etelään Piehingin padolle, vähentää makeanvedenlahtien tulvariskiä	Virtausalan kasvattaminen vaatii kanavan levenyttämistä; kanava on jo nykyisellään kasvillisuudesta puhdas, joten kasvillisuuden poistolla ei saavuteta merkittävää parannusta.

2.6 Haapajoen alaosan siirto ja virtauksen estäminen Siniluodonlahteen (sulkumahdollisuus Piehinginjoen kanavaan)

Tavoite: tehtaan ja lahtien rantojen alavien kiinteistöjen tulvasuojelu estämällä tulvaveden pääsyä makeanvedenlahtiin

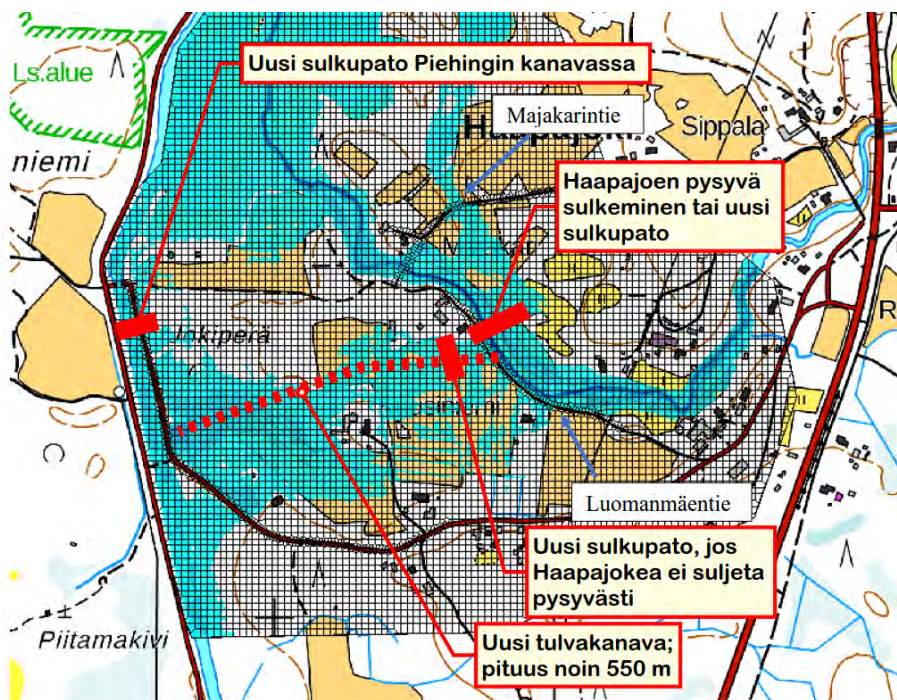
Jos makeanveden lahdet haluttaisiin kokonaan eristää jokitulvan vaikutuksilta, tulisi Haapajoki ohjata tulvatilanteissa Piehingin kanavaan ja sulkea yhteys Siniluodonlahteen. Järjestely edellyttäisi kokonaan uuden kanavan sekä vähintään yhden uuden padon rakentamista.

Yksinkertaisimmillaan järjestelyn voisi toteuttaa rakentamalla kokonaan uusi kanava Haapajoen alaosalta Piehingin kanavaan, patoamalla Haapajoen vanha alajuoksu täysin ja rakentamalla Piehingin kanavaan sulkurakenne, jolla virtaus Siniluodonlahteen voidaan tulvatilanteessa estää. Tämä aiheuttaisi isoja muutoksia Siniluodonlahdella Haapajokisuussa, joka kuivuisi täysin; myös virtaussuunnat Siniluodonlahdella muuttuisivat jonkin verran. Jos näitä muutoksia haluttaisiin estää, olisi lisäksi rakennettava erilliset sulut Haapajokeen ja uuteen kanavaan, jotta vesi voitaisiin ohjata pois Siniluodonlahdelta vain poikkeusoloissa.

Kanavalle topografialtaan suotuisin sijaintipaikka olisi Kuusiniemen tuntumassa, jossa jo nykyisin Haapajoen tulvilla virtaus ilmeisesti kulkeutuu Luomanmäentien ylitse maanpintaa pitkin Piehingin kanavalle päin. Kanavan pituus olisi noin 550 metriä. (Kuva 2-5)

Koska makeanvedenlahdilta ei olisi tulvatilanteessa yhteyttä Piehingin kanavaan, tulisi lahtiin niiden lähivaluma-alueelta tuleva (huomattavasti vähäisempi) tulvavirtaama johtaa pois lahdilta muuta kautta ja/tai varautua tulvavesien varastoimiseen joko valuma-alueella tai lahdissa. Näitä toimenpiteitä on käsitelty kohdissa 2.1, 2.2, 2.7 ja 3.2.

Ratkaisu mahdollistaisi selvästi nykyistä korkeamman vedenpinnan tason käyttämistä Piehingin padon edustalla tulvatilanteessa, ehkä jopa tasoon +1,6 saakka, jolloin padon nykyisen yhden luokkuaukon välityskyky saataisiin käyttöön kokonaisuudessaan (aukko nousee tasoon max noin +1,56) ja padolla pystyttäisiin ilman muutostöitä välittämään jopa 40 m³/s suuruusluokkaa olevat tulvavirtaamat. Lienee kuitenkin selvästi järkevämpää peruskorjata Piehingin nykyinen pato ja samalla lisätä sen nykyistä kapasiteettia, kuin rakentaa uusia kunnossapidettäviä pato- ja kanavarakenteita.



Kuva 2-5: Haapajoen uusi tulvakanava ja siihen liittyvät mahdolliset sulkurakenteet. Tulvakanava esitetty Haapajoen alaosan tulvamallinnuksen päällä (Leiviskä 2022); editoinnit punaisella Ramboll.

Hyödyt	Haasteet
Mahdollistaa Haapajoen veden johtamisen etelään Piehingin padolle	Ratkaisun järkevyys verrattuna Piehingin padon kapasiteetin lisäämiseen
Mahdollistaa korkeamman vedenpinnan Piehingin padon edustalla aiheuttamatta ongelmia makeanveden lahdilla (eli selvästi suuremman virtaaman padon kautta)	Hyvin kallis ratkaisu - vaatii vähintään yhden uuden padon Piehingin kanavaan. Lisäksi jos halutaan normaalioloissa johtaa vesiä vanhaa reittiä Siniluodonlahteen ja ohjata vedet kohti Piehingin patoa vain poikkeustilanteissa, tarvitaan padot myös uuteen kanavaan ja Haapajokeen.
	Voi heikentää Siniluodonlahden veden vaihtumista varsinkin, jos Haapajoen vesi ohjataan kaikissa oloissa Piehingin kanavaan
	Tilantarve, sijoittuminen nykyisen asutuksen tuntumaan ja peltoalueille

2.7 Tehtaan tulvasuojaus

Tavoite: tehtaan tulvasuojelu ja Kuljunlahden sallittavan HW-tason nosto

Tehtaan tulvasuojausta voidaan merkittävästi parantaa ja tehtaan kannalta kriittistä vedenkorkeuden tasoa Kuljunlahdella nostaa selvästi vain noin 150...200 m pituisella tulvapenkereellä, jolla suojataan tehtaan tulopumppaamo. Tulvapenger sijoittuisi osittain pumppaamon edustan vesialueelle, jossa pohjan taso on pääosin noin -1, pienellä alueella kuitenkin jopa -3. Penkereen lisäksi tarvitaan penkereen läpäisevät virtausputket veden johtamiseksi pumppaamolle, sekä säätöjärjestelmä, jolla rajoitetaan penkereen sisäpuolelle jäävän vesialueen pinnankorkeutta tulvan noustessa penkereen takana.

Säätöjärjestelmä olisi mahdollista toteuttaa esimerkiksi penkereen sisäpuoliseen vedenkorkeuden mittaukseen sidotulla säätöventtiilillä, joka sulkee virtauksen automaattisesti, kun vedenkorkeus penkereen sisäpuolella nousee ennalta määritellyyn riskitasoon, ja avautuu kun vedenkorkeus putoaa riittävästi. Venttiili vaatii toimilaitteen sähkönsyöttöineen, kaukovalvonnan sekä manuaalisen varajärjestelmän.

Pumppujen tuotolle (huomattavasti suurempi kuin tehtaan nettovedenotto) mitoitettuna riittävä putkikoko tulvapenkereen läpi olisi vähintään 3 x 800 mm putket. Mitoitus mahdollistaisi huoltotilanteissa yhden putken poistamisen käytöstä kahden toimiessa varalla. Venttiilien toimilaite- ja automatiikkakaivo tulisi sijoitettavaksi tulvapenkereeseen, jonka harjalle pitäisi varata myös huoltotie esim. laitteistojen nostoja ja siirtoja varten. Periaatepiirros on esitetty liitekartalla P4.

Rakenne on kallis, mutta se mahdollistaisi Kuljunlahden HW-tason huomattavan noston siten, että tulvatilanteen ylivuoto olisi toteutettavissa suoraan Kuljunlahdelta painovoimaisena.

Hyödyt	Haasteet
Mahdollistaa Kuljunlahden pinnankorkeuden nostamisen ja siten pienentää riskiä meriveden pääsystä ylivuotorakenteen kautta Kuljunlahteen	Pelkkä pengeri ei riitä, kyettävä säätämään myös penkereen sisäpuolelle jäävän vesialueen pintaa
	Tekniset haasteet rakentamisessa merkittävät, erityisesti työnaikaisten järjestelyjen suhteen

2.8 Haksluodonojan kääntäminen Haapajokeen

Tavoite: tehtaan tulvasuojelu pienentämällä Kuljunlahden tulovirtaamaa

Toimenpiteellä olisi tarkoitus siirtää Haksluodonojan kuormitus Kuljunlahden sijaan Siniluodonlahdelle. Tällöin Haksluodonojan vedet olisi mahdollista johtaa mereen Piehingin padon (tai Siniluodonlahden ylivuodon tai pumppaamon) kautta, mikäli Mutalan pato olisi suljettuna. Ilman Mutalan padon sulkemista vesien johtaminen etelään edellyttäisi riittävää korkeuseroa Kuljunlahden-Siniluodonlahden-Piehinkijoen välillä, jolloin ei oikeastaan ole kovin suurta merkitystä, purkautuuko Haksluodonojan kuormitus Siniluodonlahteen (nostaa Siniluodonlahden ja sitä kautta myös Kuljunlahden pintaa) vai suoraan Kuljunlahteen.

Tilanteessa, jossa Kuljunlahden vedenpinnan nousu aiheutuisi Mutalan padon ja Kuljunlahtea ja Isolahtea yhdistävän kanavan riittämättömästä virtauskapasiteetista padon ollessa auki, olisi Haksluodonojan kääntämisestä varmuudella etua. Kanavan ja Mutalan padon mitat huomioiden tämä on kuitenkin epätodennäköistä. Jotta

Haksluodonojan siirtämisestä olisi siten mitään vaikutusta Kuljunlahden virtausoloihin, pitäisi Mutalan pato tulvatilanteessa sulkea. Tällöin Kuljunlahtea kuormittava lähivaluma-alue pienenisikin karkeasti noin 75 %:iin nykyisestä.

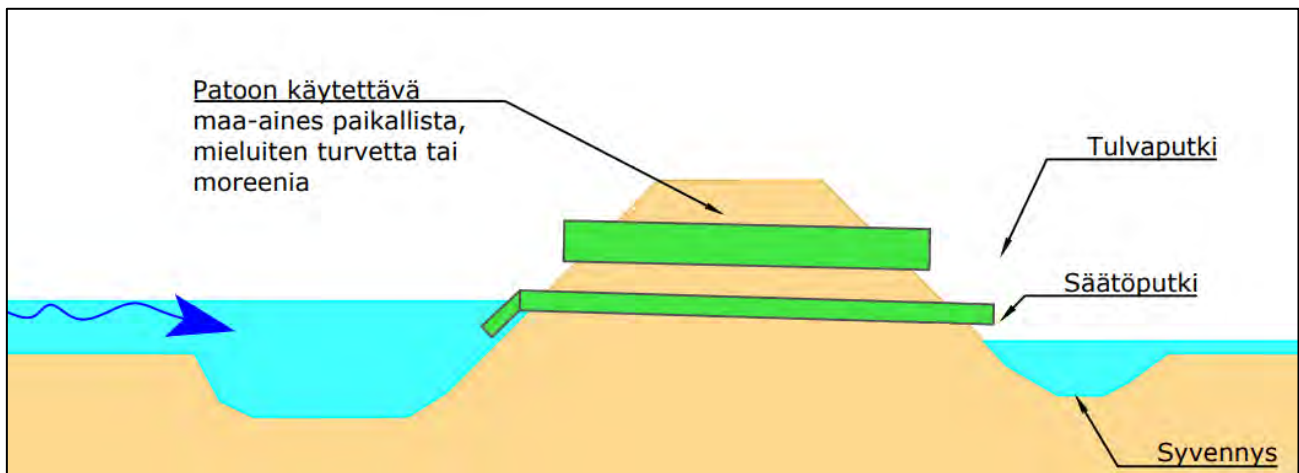
Vaikka Haksluodonojan kääntämisellä olisikin mahdollista pienentää Kuljunlahdelle tarvittavan ylivuodon tai pumppaamon mitoitus, tulisi vesimäärä silti huomioitavaksi lisäyksenä Siniluodonlahdelle tehtävään ylivuoto/pumppaamoratkaisuun. Ojan kääntämisellä olisi aidosti merkitystä vain sellaisessa ratkaisussa, jossa Kuljunlahti erotettaisiin pumppaamon tai ylivuodon taakse, mutta Siniluodonlahden ja Haapajoen virtaus johdettaisiin painovoimaisesti Piehingin padon kautta. Tässä ei kuitenkaan olisi järkeä, koska ratkaisu vaatisi Piehingin padon kapasiteetin lisäämistä, minkä myötä Kuljunlahtea ei olisi enää tarpeen erottaa muusta vesistöstä.

Haksluodonojan kääntäminen Haapajokeen ei olisi teknisesti helppoa, sillä toimenpide vaatisi noin 4 km mittaisen ja syvimmillään pitkällä osuuksilla yli 5 m syvyisen uoman/kanavan rakentamista ja kaivut sijoittuisivat mahdollisesti happamille sulfaattimaille. Saavutettavan kanavan pituuskaltevuus jäisi hyvin lähelle nollaa.

Hyödyt	Haasteet
Yksittäisissä tilanteissa vähentäisi Kuljunlahdelle tarvittavien ylivuoto- tai pumppausrakenteiden mitoitus	Käytännössä ojan käännöstä ei ole juuri missään toimenpiteiden realistisessa yhdistelmässä kokonaishyötyä
	Teknisesti hyvin hankala ratkaisu

3 Vedenpidätysratkaisut valuma-alueilla

Varastotilavuus, joka tarvittaisiin Pattijoen valuma-alueella tulvien leikkaamiseksi (esim. 6 m³/s leikattaisiin vuorokauden ajan), olisi vähintään luokkaa 520 000 m³. Mikäli vesimäärä pidätettäisiin pienimuotoisten, samalla vesiensuojelutavoitteita tukevien rakenteiden, kuten putkipatojen (Kuva 3-1) taakse, tulisi 0,5 m syvyyistä vesipatsasta 100...200 ha alueelle. Kosteikot ovat tyypillisesti kooltaan noin 1...2 ha suuruisia, joten vedenpidätykseen/vesiensuojeluun käytettäviä alueita tarvittaisiin paljon.



Kuva 3-1: Periaatekuva putkipadon rakenteesta

Pattijoen ja Haapajoen valuma-alueille on esim. putkipadoille potentiaalisesti soveltuvia kohteita useita kymmeniä. Nämä eivät kuitenkaan yksistään riitä hillitsemään alueen tulvia, vaan vesitysalueiksi tarvitaan lisäksi suuria alueita, joiden takana on riittävä oma valuma-alue. Tällöin alueiden tilapäisestä vesittämisestä kärsii haittaa nykyinen maankäyttö (metsätalous ja maatalous). Tässä työssä on tarkasteltu tarkemmin ainoastaan yksittäisiä isompia viivytyalueita, mutta pienempiä viivytykohteita tai paikkoja vesiensuojelukosteikoille, joilla voisi toteuttaa myös viivytyä, löytyisi huomattavasti enemmän. Näitä ei ole koko alueelta tässä selvityksessä kuvattu.

Laaja-alaisempia veden varastointialueita, joilla ei ole vastaavaa vesiensuojeluhyötyä kuin putkipadolla, on mahdollista toteuttaa hieman putkipadon tapaisella maapenkereellä. Penkereen läpäisevä rumpu/rummut johtavat virtauksen putkipadosta poiketen normaalioloissa (mukaan lukien tavanomaiset tulvatilanteet) padottamatta tai vain vähäisesti padottaen. Sen sijaan äärimmäisissä tulvatilanteissa penkereen rummut joko jäävät mitoitukseltaan vajaiksi tai suljettaisiin manuaalisesti kokonaan, jolloin yläpuolelle kertyy laaja vesialue. Tulvatilanteen jälkeen vesialue tyhjenee tai se lasketaan hitaasti tyhjäksi avaamalla rumpuja.

Potentiaalisimpia tällaisia varastointialueita ovat suoalueet tai heikosti kasvavat ojitetut metsät, joilla lyhytaikaisen (< 5 vrk) veden varastoinnin voidaan katsoa aiheuttavan vain vähän vahinkoa maankäytölle. Usein topografialtaan edullisilla alavilla alueilla on kuitenkin peltomaita ja myös talousmetsää, joille nouseva vesi aiheuttaa sato- ja kasvatappioita ja mahdollisesti korvausvelvoitteita. Toisaalta pelloilla ja talousmetsissä ei yleensä ole sellaisia luontoarvoja, jotka kärsisivät alueen ajoittaisesta jäämisestä veden alle.

Jos tulvapenkereenä käytetään olemassa olevaa tie-, katu- tai muuta vastaavaa pengertä esim. sulkemalla nykyinen rumpu, tulee penkereen kestävyydestä ja tarvittavista toimenpiteistä varmistua geoteknisellä selvityksellä.

Toimenpiteiden suunnittelussa tulee huomioida mahdollinen vesilain mukaisen luvan tarve sekä maanomistajien kanssa sopiminen.

Hyödyt	Haasteet
Veden pidättäminen esim. kosteikkojen avulla auttaa pienimuotoisesti ja paikallisesti	Pienet pidätysrakenteet eivät yksistään riitä suurten tulvien hallintaan
Pienimuotoiset viivytyalueet voivat parantaa myös vedenlaatua ja ylläpitää luonnon monimuotoisuutta	Suurten pidätysalueiden luominen aiheuttaa haittaa maa- ja metsätalouskäytölle
Hillitsee virtaamien äärevöitymistä	
Maa- ja metsätalousalueille sijoittuvat pidätysalueet eivät aiheuta haittaa luontoarvoille	

3.1 Pattijärvet

Lappasenojaan johdettavia vesiä olisi mahdollista viivyttää Pattijärvissä. Toimenpiteen suunnittelussa tulee huomioida ojitussyhteisöt (Lappasenojan perkaus 2661aOu1, Lappasenojan yläosan perkaus 4578Ou1, Ruonanojan yläosan perkaus 4360Ou1).

Viivyttäminen Pattijärvissä ei ole mielekästä, ellei järvien suuntaan johdettaisi lisävesiä yhdyskanavalla Haapajärven täyttökanavasta Similänojaan ja edelleen Lappasenojaan. Tarvittava uusi kanavaosuus on varsin pitkä ja syvä, ja sen toteutettavuus on siten epävarmalla pohjalla.

Virtaaman viivyttäminen Pattijärvissä tarkoittaisi veden ajoittaista nostamista järvien alueella korkeallekin. Järvet ovat kosteikkotyyppisiä ja osin pohjavesivaikuttisia, joten ennen tarkempaa suunnittelua tulisi selvittää, voisiko lyhytaikainen voimakas pinnannousu aiheuttaa haittaa järvien mahdollisille luontoarvoille.

Hyödyt	Haasteet
Topografialtaan edullinen kohde, jossa ei haittaa kärsivää maankäyttöä	Mahdolliset luontoarvot voivat kärsiä ajoittaisesta veden alle jäämisestä
	Vaatii pitkän kanavayhteyden rakentamista

3.2 Kuljunlahden valuma-alue

Kuljunlahden valuma-alueella Lipinkarinojan varressa viivytystilavuutta olisi mahdollista muodostaa suoraan sulkemalla tiepenkereiden rumpuja. Pelkästään Tarpiontien rummun sulkemisella olisi mahdollista varastoida tiepenkerein yläpuoliselle alavalle alueelle maksimissaan peräti 167 000 m³ vesimäärä ennen veden virtaamista tiepenkerein ylitse (Kuva 3-2); vesisyvyydeksi tulisi noin 1 m tiepenkerein vierellä (noin 2 m ojan kohdalla). Ketunperäntien rummut sulkemalla puolestaan saavutettaisiin Ketunperäntien ja Tarpiontien välisellä alueella maksimissaan noin 104 000 m³ suuruinen varastotilavuus (Kuva 3-3). Lipinkarinojan valuma-alueelta löytyy myös pienempiä potentiaalisia viivytysalueita (Kuva 3-4).

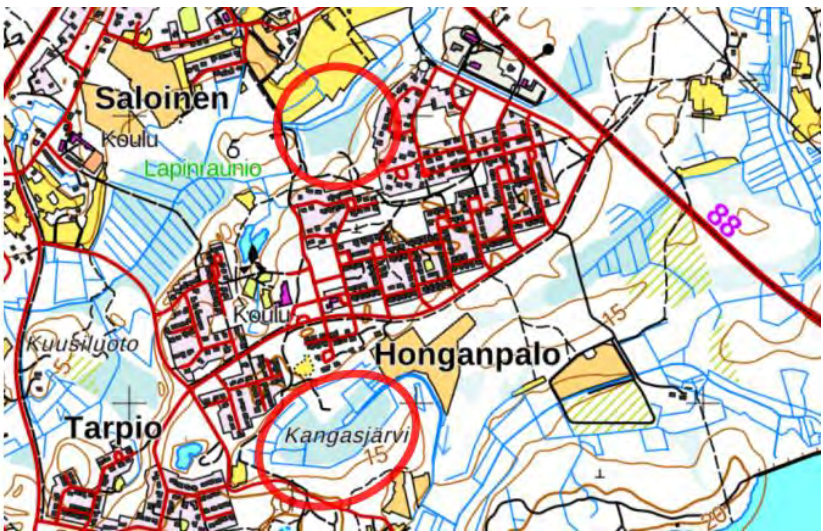
Kaikilla näillä alueilla viivytysalueen perustamista saattaa kuitenkin rajoittaa lähiympäristön kunnallistekniikka, esimerkiksi jätevesilinjat ja -pumppaamot tai sähkömuuntamot, sekä asuin- ja muut rakennukset.



Kuva 3-2: Tarpiontien yläpuolinen mahdollinen viivytysalue



Kuva 3-3: Ketunperäntien yläpuoliset mahdolliset viivytysalueet



Kuva 3-4: Muita mahdollisia viivytysalueita Lipinkarinojan valuma-alueella

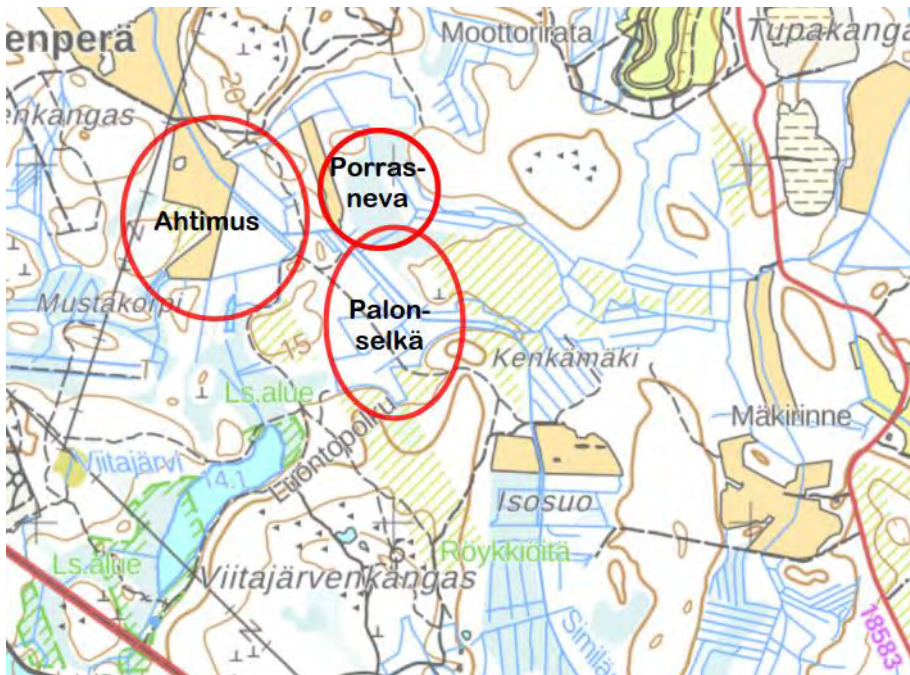
Hyödyt	Haasteet
Topografialtaan erittäin edullisia kohteita, joilla voidaan saavuttaa parhaimmillaan huomattava viivytystilavuus	Varmistuttava, että veden viivyttämisestä ei ole haittaa kunnallistekniikalle tai ympäröiville kiinteistöille

Hyödyt	Haasteet
Viivytyksaluetta rajaava maapenger sulkulaitteineen on jo olemassa (katupenger ja sen lävistävä rumpu)	Varmistuttava, että veden patoamisesta (yksipuolisesta vesipaineesta) ei ole haittaa katupenkereelle; tarvittaessa penger suojattava vesitiiviiksi ja vahvistettava
	Taajama-alueelle sijoittuva laaja viivytyksalue voidaan kokea vaaranpaikkana, vaikka vettä olisikin alueella ainoastaan poikkeusoloissa ja syvyys melko matala

3.3 Ruonanojan valuma-alue

Ruonanojan valuma-alueella on useita erittäin potentiaalisia paikkoja laajamittaisten viivytyksalueiden toteuttamiseen, ja teoriassa alueella olisi mahdollista saavuttaa alla esitettyjä alueita yhdistelemällä ja maksimitilavuuteensa toteuttamalla yhteensä jopa noin 300 000 m³ viivytyksalavuus. Veden alle jäävät alueet ovat kuitenkin maa- ja metsätalouskäytössä, ja käytännössä jo patoturvallisuusriskien vuoksi näin suurien viivytyksalueiden perustaminen ei ole realistista. Mahdollinen ratkaisu voisi olla 1–3 alla esitellyn viivytyksalueen toteuttaminen, mahdollisesti myös esitettyä pienemmillä vesisyvyyksillä ja vesitilavuuksilla.

Ylempänä Similänojaissa potentiaalisia alavia viivytyksalueita voisivat olla Ahtimuksen sekä Palonselän-Porrasnevan maa- ja metsätalousalueet (Kuva 3-5). Esimerkiksi jos Ahtimuksessa nostettaisiin tulvalla vettä tasoon noin +13,9, muodostuva vesialue olisi tilavuudeltaan jopa lähes 60 000 m³ ja vettä olisi syvimmillään Ahtimuksen pelloilla uoman ulkopuolella noin 1 m. Tämä edellyttäisi noin 80 m mittaisen tulvapenkereen ja suljettavan rummun rakentamista peltoalueen pohjoisosaan metsäautotien tuntumaan. Palonselän-Porrasnevan alueella veden saisi noin 40 m mittaisen tulvapenkereen ja suljettavan rummun avulla nostettua tasoon noin +14,25 jolloin muodostuvan vesialueen tilavuus olisi noin 33 000 m³ ja vettä olisi syvimmillään pienialaisella pellonosalla uoman ulkopuolella noin 0,6 m.

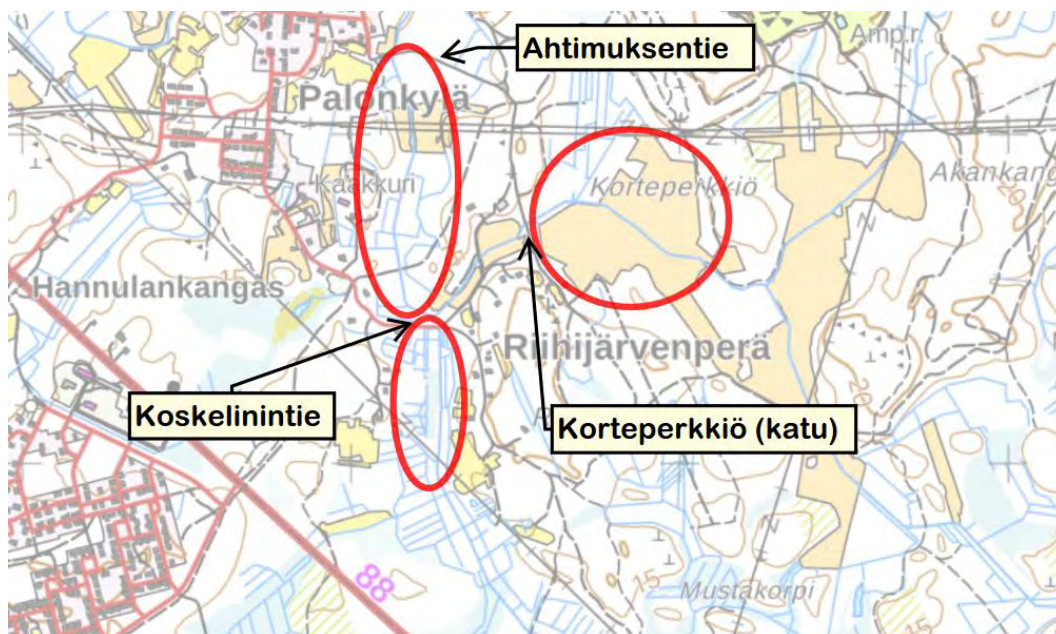


Kuva 3-5: Mahdollisia viivytyalueita Ruonanojan yläjuoksulla eli Similänojaassa

Alempana Ruonanojassa viivytyksiä olisi mahdollista toteuttaa esim. Mettalanmäki-Pereenmäki-Palonkylä suunnalla olevilla alavilla maa- ja metsätalousalueilla. Näillä alueilla veden alle jäisi enemmän viljelysmaita ja tulva-alueiden ympärillä on asuin-kiinteistöjä ja liikenneväyliä, mutta toisaalta saavutettavat varastotilavuudet ovat pienin toimenpitein huomattavia.

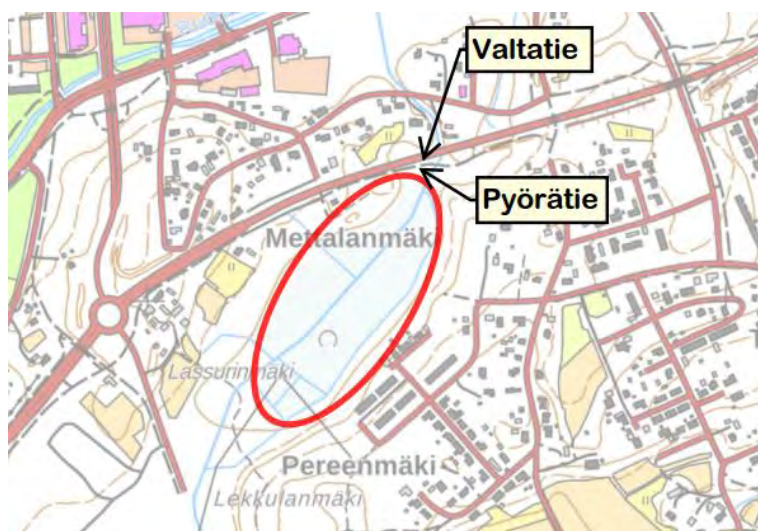
Esimerkiksi Ahtimuksentien rumpu sulkemalla ja sallimalla veden nousu tasoon +11,0 (tätä ylemmät vedenpinnan tasot katkaisisivat sekä Ahtimuksentien että Koskelinintien) saavutettaisiin erittäin laaja, pääosin metsämaalle sijoittuva viivytyalue, jolla olisi jopa 51 000 m³ varastotilavuus. Vesisyvyys olisi alueella uoman ulkopuolella syvimmillään noin 1 m (Kuva 3-6).

Nostamalla vettä Korteperkkiön pelloilla tasoon noin +12,2 saavutettaisiin jopa yli 90 000 m³ varastotilavuus, joka sijoittuisi kuitenkin lähes kokonaan peltomaalle (Kuva 3-6). Tämä edellyttäisi Korteperkkiö -kadun tasauksen nostoa ja tulvapenkereen rakentamista Ruonanojan kohdalla yhteensä noin 150 m matkalla siten, että Korteperkkiö 28 rakennukset jäisivät tulvapengerryksen kuivalle puolelle.



Kuva 3-6: Mahdollisia viivytysalueita Ruonanojan keskivaiheilla.

Mettalanmäessä alueen pinnanmuodostus on viivytysalueen muodostamiseksi erittäin suotuisa. Veden nostaminen tasoon +5,7 tuottaisi jopa noin 100 000 m³ varastotilavuuden Mettalanväylän ja Valtatien eteläpuolisen pyörätien välisellä alueella (Kuva 3-7). Toimenpide onnistuisi yksinkertaisimmillaan sulkemalla pyörätien alittava Ruonanojan putkisilta/rumpu joko kokonaan tai osittain (vaatii geotekniset tarkastelut, saattaa vaatia pyörätien vettä vasten jäävän luiskan vahvistamista). Veden alle jäävä alue on nykyisin osayleiskaavassa viheraluetta, mutta vesisyvyys nousisi uoman ulkopuolella laajalti jopa yli 1,5 metriin, mikä voi olla jo patoturvallisuuskulmasta ongelmallisen syvä.



Kuva 3-7: Mahdollisen viivytysalueen sijoittuminen Mettalanmäessä.

Hyödyt	Haasteet
Useita topografialtaan edullisia kohteita, joissa ei todennäköisesti ole merkittäviä luontoarvoja	Metsätalous ja pellot kärsivät ajoittaisesta veden alle jäämisestä
	Laajojen ja/tai syvien viivytyalueiden kohdalla huomioitava patoturvallisuusnäkökulma

3.4 Jouttiojaa ympäröivä suoalue

Jouttiojaa ympäröivillä suoalueilla virtaamaa olisi mahdollista viivyttää joko yksittäisellä padottavalla maapengerrakenteella (Jouttiojan pääuoman virtauksen viivytytys) tai useiden putkipatojen yhdistelmällä (sivuhaarojen virtauksen viivytytys). Pääuomaan sijoitettuna topografisesti edullinen paikka löytyisi esimerkiksi Parakkisaaren länsipuolelta, jossa noin 160 metrin mittaisella, vain noin metrin korkuisella maapenkereellä olisi mahdollista rajata tilavuudeltaan noin 51 000 m³ laajuinen tulva-alue. Jouttiojan ympäristö on alueella kauttaaltaan hyvin alavaa, ja vastaavia alueita löytyy muualtakin ojan varresta. Turpeikkoalueelle matalaakin maapengertä rakennettaessa haastetta aiheuttaa kuitenkin maapohjan pehmeys.

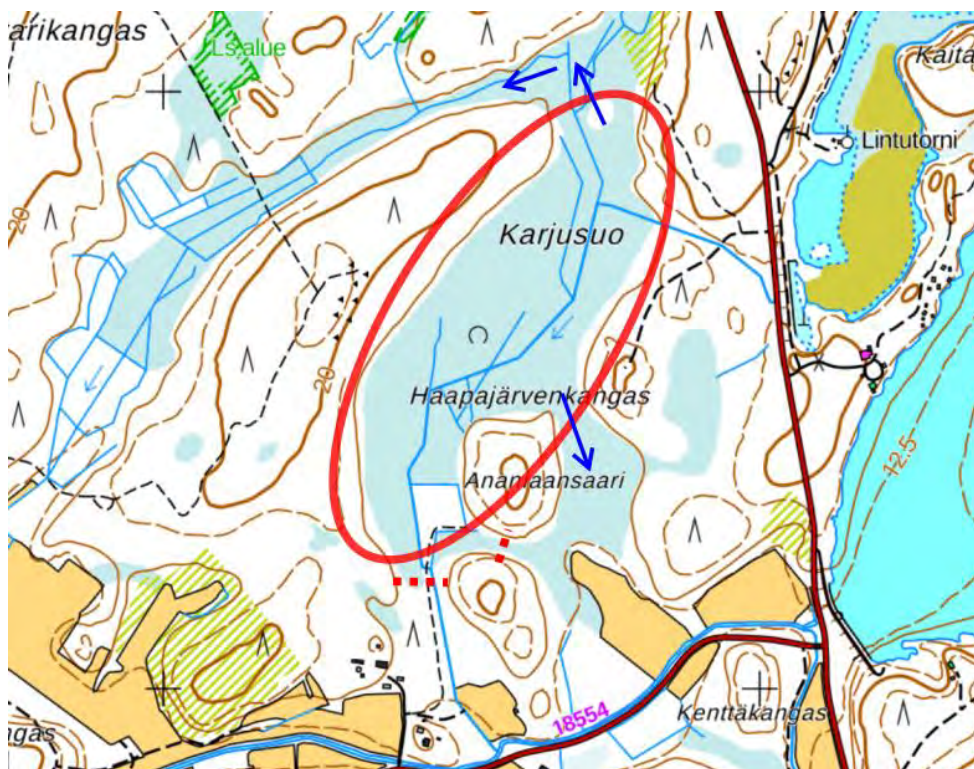


Kuva 3-8: Mahdollinen viivytytysalue Jouttiojan varrella.

Hyödyt	Haasteet
Useita topografialtaan edullisia kohteita	Painumattomien maapenkereiden ja rumpujen rakentaminen pehmeikölle on hankalaa
Soistuvilla alueilla metsätaloushaitta ajoittaisesta kastumisesta on vähäinen	

3.5 Karjusuo

Karjusuon alueella olisi mahdollista muodostaa noin 25 000 m³ laajuinen varastotilavuus rakentamalla noin 70 metrin pituinen, pääosin alle 1 m korkuinen maapenger, sekä noin 30 metrin pituinen, alle 0,5 m korkuinen maapenger (Kuva 3-9). Laajemman tilavuuden rajaaminen ei käytännössä ole mahdollista alueen pinnanmuodostuksen vuoksi ilman useita maapenkereitä, vaan korkeampi vedenpinta nousee ylivuotoreiteille.



Kuva 3-9: Mahdollinen Karjusuon viivytysalue. Maapenkereet punaisella katkoviivalla, ylivuotoreitit sinisillä nuolella.

Hyödyt	Haasteet
Topografialtaan edullinen kohde virtaaman viivytykseen	Painumattomien maapenkereiden ja rumpujen rakentaminen pehmeikölle on hankalaa
Suoalueilla metsätaloushaitta ajoittaisesta kastumisesta on vähäinen	

4 Muut tulvasuojaukset

4.1 Kiinteistökohtaiset suojaukset

Kiinteistökohtaiset tulvasuojaukset voidaan toteuttaa pysyvinä rakenteina, kuten penkereillä ja tukimuureilla, tai tilapäisillä suojauksilla (Kuva 4-1). Tilapäisten suojausten haasteena on kuitenkin materiaalien ja asennusresurssien saatavuus yllättävässä tulvatilanteessa.

Tulvavallin rakentaminen

1. Lado hiekkasäkit limittäin pitkäksi valiksi
2. Peltä valii kokonaan rakennusmuovilla
3. Laita muovin helmojen päälle painot
4. Lisää painoja myös valin päälle



Sokkelin suojaus rakennusmuovilla

1. Kiinnitä rakennusmuovi seinään
2. Teippaa saumat
3. Laitoi muovin helmojen päälle hiekkää tai lado painoksi hiekkasäkkejä



Kuva 4-1. Tilapäisen tulvavallin rakentaminen ja rakennuksen suojaaminen muovin sekä hiekkasäkkien avulla (kuvat Vesi.fi).

Tässä selvityksessä on tarkasteltu lähtökohtaisesti pysyviä kiinteistökohtaisia tulvasuojauksia, kuten maapenkereitä tai tulvamuureja. Pysyvien suojapengerten sisäpuolinen alue kuivatetaan normaalioloissa tavallisimmin tulvapenkereen/muurin läpi kulkevalla rummulla, mutta tulvatilanteessa rummun sulkeminen estää tulvan pääsyn sitä pitkin suojapenkereen sisäpuolelle. Rumpu pitää siis olla suljettavissa hätätilanteessa, mikä on toteutettavissa esimerkiksi yksisuuntaläpällä.

Tulvasuojauksen tarvetta on arvioitu SYKE virtausmallinnuksen tulvan leviämisaineistojen sekä Pekka Leiviskän 2022 laatimia Pattijoen ja Haapajoen vetokyvyn tarkasteluissa esitettyjen tulvan leviämisaineistojen perusteella. Pattijokivarren kiinteistöt, joille tulvasuojaus on tarpeen (jos vesien johtaminen säilytetään nykyisellään), on esitetty piirustuksissa K1-K2. Haapajokivarresta ei ollut saatavilla SYKE virtausmallinnusaineistoja, ja Leiviskän aineistossa Haapajokivarresta ei todettu rakennuksille aiheutuvaa tulvariskiä.

Kiinteistökohtaisia pysyviä tulvasuojauksia esitetään tarkastelun perusteella seuraaville alueille:

- Yksittäisiä kiinteistöjä voi olla kastumisvaarassa mm. Jokelantien läheisyydessä rautatien yläpuolisella uomaosuudella.
- Jokirannassa Pattijoen eteläpuolella on suojaustarvetta useammalla kiinteistöllä.
- Suojaustarvetta voi olla myös Pattijoen alaosalla etelä- ja pohjoishaaran risteyskohdan kiinteistöjen osalta.
- Ylempänä Pattijokivarresta suojaustarvetta voi olla mm. Koskenkorvanperän seuduilla.

Kiinteistökohtaisten suojausten suunnittelussa on huomioitava, että vesi voi nousta tonteille myös esim. taustalle jäävien peltojen suunnalta, kun laskuojat eivät vedä tulvatilanteessa.

Hyödyt	Haasteet
Voi olla helpompi ja halvempi toteuttaa, kuin ehkäistä tulvavahingot kokonaan	Kaikkia suojattavia kohteita ei ole välttämättä vielä luotettavasti tunnistettu
	Ei vähennä maankäytölle (maa- ja metsätalous) aiheutuvia tappioita

4.2 Silta-aukkojen kasvattaminen

Sillat, joita olisi tarpeen muokata, on esitetty piirustuksissa S1-S3. Silta-aukkojen avartamisen / siltakannen nostamisen tarvetta ja priorisointia on arvioitu seuraavin perustein:

- silta-aukko aiheuttaa merkittävää padotusta
- silta-aukko aiheuttaa kohtalaista padotusta ja tulvaa yläpuolisilla maa-alueilla

- sillan kansi jää veden alle ja katkeava liikenneyhteys on välttämätön tai merkittävä

Padotuslaskelmissa on hyödynnetty 13.10.2023 mitattuja vesikorkoja, Tolkmittin menetelmää, tulvakarttapalvelua, vesistömallijärjestelmän simuloitua dataa, pieniä järveltömiä vertailuvesistöjä sekä Pekka Leiviskän 2022 laatimia Pattijoen ja Haapajoen vetokyvyn tarkasteluja.

Siltarakenteet voivat kärsiä, mikäli esim. laakeritasot kastuvat toistuvasti. Näin ollen tulvaherkissä vesistöissä silta-aukkojen riittävä mitoitus on erityisen tärkeää.

Siltoja ei kannata uusia, mikäli niiden ikä ja kunto ei tue uusimistarvetta. Liikenteellisesti tarpeettomien siltojen (kiertotie lähellä tai tarve vesistön ylitykselle päättynyt esim. uuden sillan rakentamisen tai pellon viljelystä poistumisen myötä) purkaminen on suositeltavaa.

Pattijoen yläjuoksulla on useita siltoja, jotka padottavat voimakkaasti. Noin 10 siltaa padottaa huomattavasti suosituksia enemmän (yli 10 cm padotus ja vesipinnan ja silta-aukon alareunan välinen varoetäisyys vähemmän kuin 0,5 m). Haapajoessa on arviolta kahdeksan siltaa, jotka padottavat suosituksia enemmän. Siltojen aiheuttaman padotuksen vuoksi ei olisi kuitenkaan vaarassa asuinrakennuksia, vaan kastuvat kohteet ovat mm. peltoja, puuvajoja ja saunarakennuksia. Padottavien siltojen sijainnit on esitetty tarkemmin liitepiirustuksessa.

Haapajoella varsinkin tekojärven alapuolisella osuudella on rumpuja, jotka aiheuttavat tekojärven juoksutustilanteissa paikallisia tulvia.

Siltapaikoilla tulvimista voi aiheutua myös tulvan mukanaan tuoman aineksen aiheuttamasta padotuksesta, vaikka itse silta-aukko olisikin mitoitukseltaan riittävä. Tässä mielessä uomaan kaatuvien puiden poistaminen olisi tärkeää, vaikka puuaines uomassa toisaalta parantaa uoman ekologista tilaa.



Kuva 4-2. Jokelankyläntiellä sijaitse kolmoisrumpu kuvattuna 23.4.2022 (Kuva Markus Niemelä).

Hyödyt	Haasteet
Mikäli padottavan sillan yläpuolella kastuvia kohteita, auttaa paikallinen vedenpinnan lasku vähentämään vahinkoja	Lukuisia siltoja ei taloudellisesti kannattavaa uusia, sillan pitäisi olla muutenkin uusimistarpeessa
Riittämätön turvavara (tulvatilanteessa siltakannen alle jäävä kuiva tila) voi edistää sillan kunnon heikkenemistä	Tuleeko alapuolisille asukkaille pelkoa heidän tulvakorkeuksien noususta, jos ylävirran puolelta poistuu tulva-aluetta?

4.3 Teiden tasauksen nostotarve

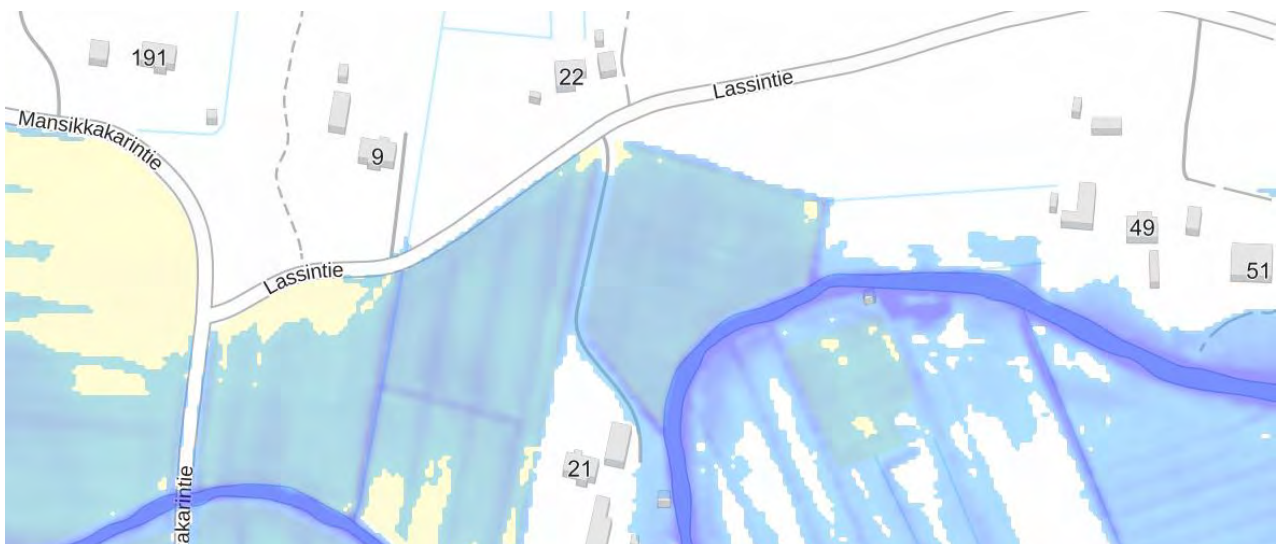
Raahessa jäi tulvalla 2023 useita kulkuväyliä tilapäisesti veden alle, jolloin niiden liikennöitävyys katkesi. Tässä selvityksessä tarkasteltiin liikennöitävyyden katkeamisriskiä Pattijoen osalta SYKEN tulvavaarakarttojen (HW1/100 ja HW1/250) sekä Pattijoen vetokyvyn tarkastelun (Leiviskä) avulla ja Haapajoen osalta Haapajoen

vetokyvyn tarkastelun (Leiviskä) avulla. Lisäksi tilapäisesti suojatuista kohteista on saatu paikkatietoa pelastuslaitokselta.

Tarkastelun perusteella tulvalla Jokiranta -katu voi jäädä tulvaveden alle molemmista päistään, jolloin asutusta jää saarroksiin (Kuva 4-3). Myös Lassintie 21 tonttiliittymä saattaa jäädä tulvan alle (Kuva 4-4).



Kuva 4-3. Katkeavat tieosuudet, kun tulva alueella korkeudella +2,4...3 m. Alueella suojattiin lukuisia rakennuksia 13.10.2023 tulvalla.

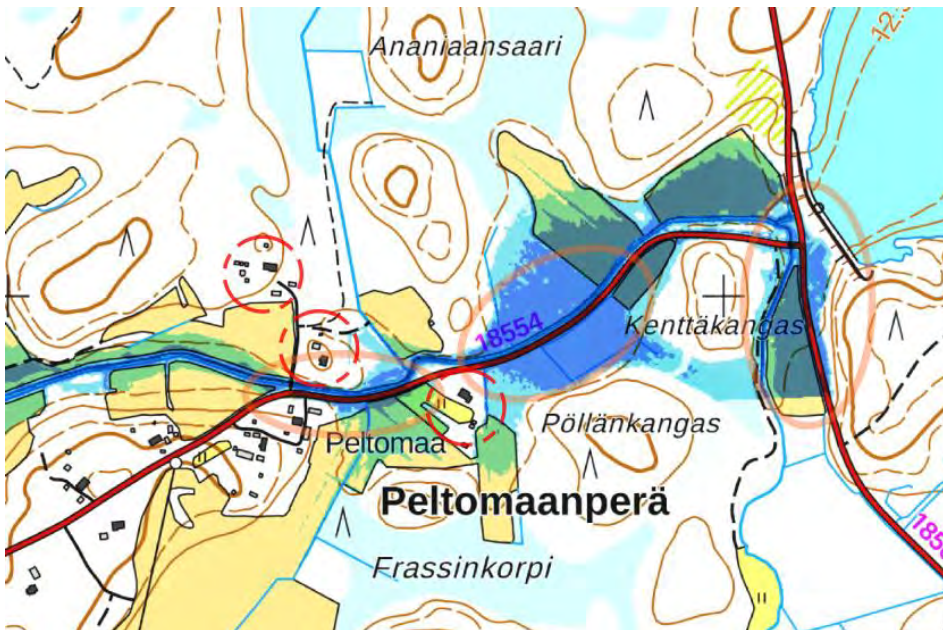


Kuva 4-4: Katkeava tonttiliittymä (Lassintie 21), kun tulva alueella korkeudella +2,2...2,4 m. Alueella suojattiin rakennuksia 13.10.2024 tulvalla.

Haapajärven eteläkärjessä oleva Ketunperäntien ja Peltomaantien risteys katkesi tulvassa 2023 (Kuva 4-5) ja olisi tarpeen korottaa. Korotustarve ulottuu melko pitkälle länteen Peltomaanperäntielle (Kuva 4-6). Teiden jääminen veden alle jättää mahdollisesti 1-3 vakituista asuinrakennusta saarroksiin, minkä lisäksi kiertotie on varsin pitkä ja hidastaa siten esim. hälytysajoneuvojen kulkua. Mikäli tekojärvestä tulvatilanteessa Haapajokeen purettavaa virtausta lisätään entisestään, tulee vedenpinnan nousu huomioida teiden korotustarpeessa.

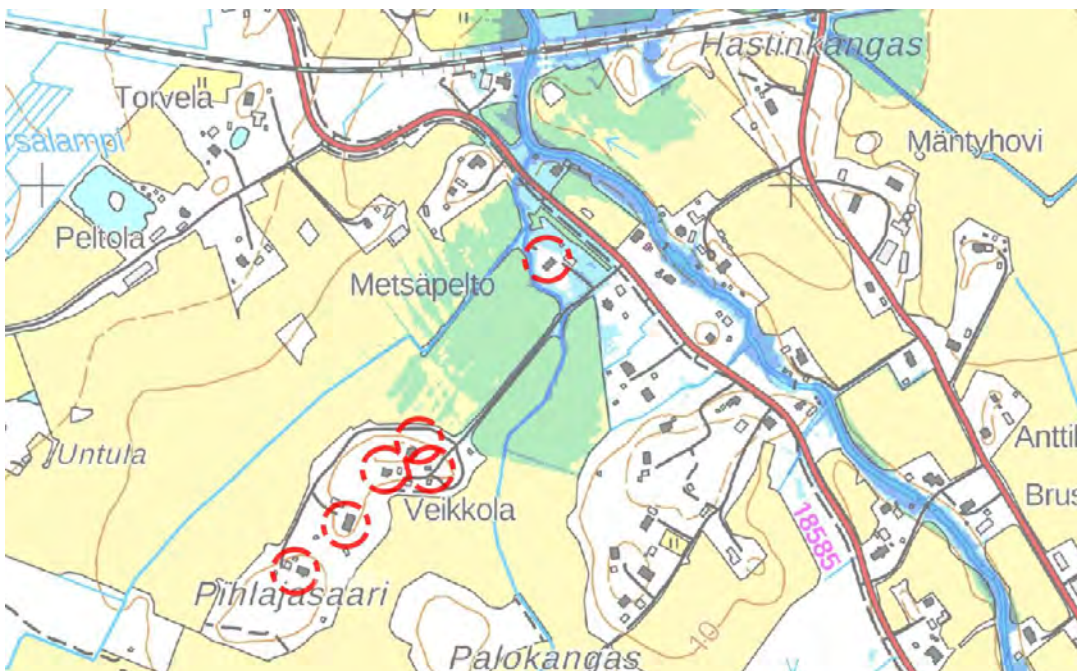


Kuva 4-5: Drone-kuva (ELY-keskus) Haapajärven eteläpäästä 13.10.2023



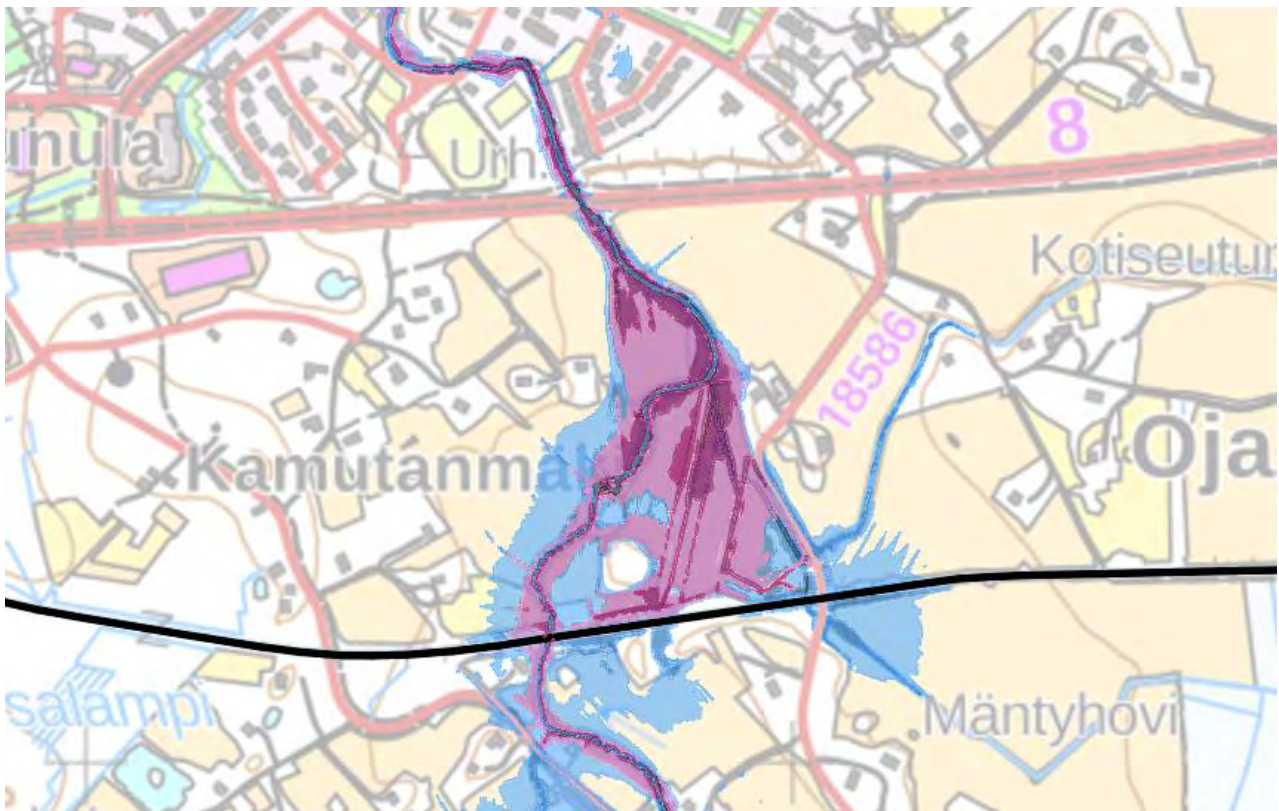
Kuva 4-6. Veden alle jäävä Ketunperäntien risteysalue sekä kaksi muuta paikkaa, joissa Peltomaanperäntie katkeaa (Leiviskä 2022). Mahdollisesti saarroksiin jäävät kiinteistöt ympäröity punaisella.

Leiviskän 2022 tulvatarkastelun perusteella Veijolantie jäisi veden alle, jolloin sen päässä ja varrella olevat kuusi asuinkiinteistöä jäisivät veden saartamiksi (Kuva 4-7).



Kuva 4-7: Veijolantie jää Leiviskän 2022 tulvatarkastelussa veden alle, ja kuusi kiinteistöä jää veden saartamiksi.

Valtatie 8 ja Raahen rata eivät jääneet 2023 tulvassa veden alle, eikä Leiviskän tulvatarkastelun virtausmallinnuksessa todettu näiden väylien silloissa merkittävää padotusta. Merkilläpantavaa kuitenkin on, että erityisesti radan varressa tulva leviää hyvin laajalle alueelle, jopa yli 500 metrin matkalle (Kuva 4-8). Myös VT8 edustalla vesi on syvää. Jatkosuunnittelussa olisi syytä tarkistaa kohteiden geotekniikka ja selvittää, voiko esimerkiksi ratapenkereen tai sen alla olevien maakerrosten vettyminen heikentää penkereiden kantavuutta pitempään jatkuvassa tulvatilanteessa.

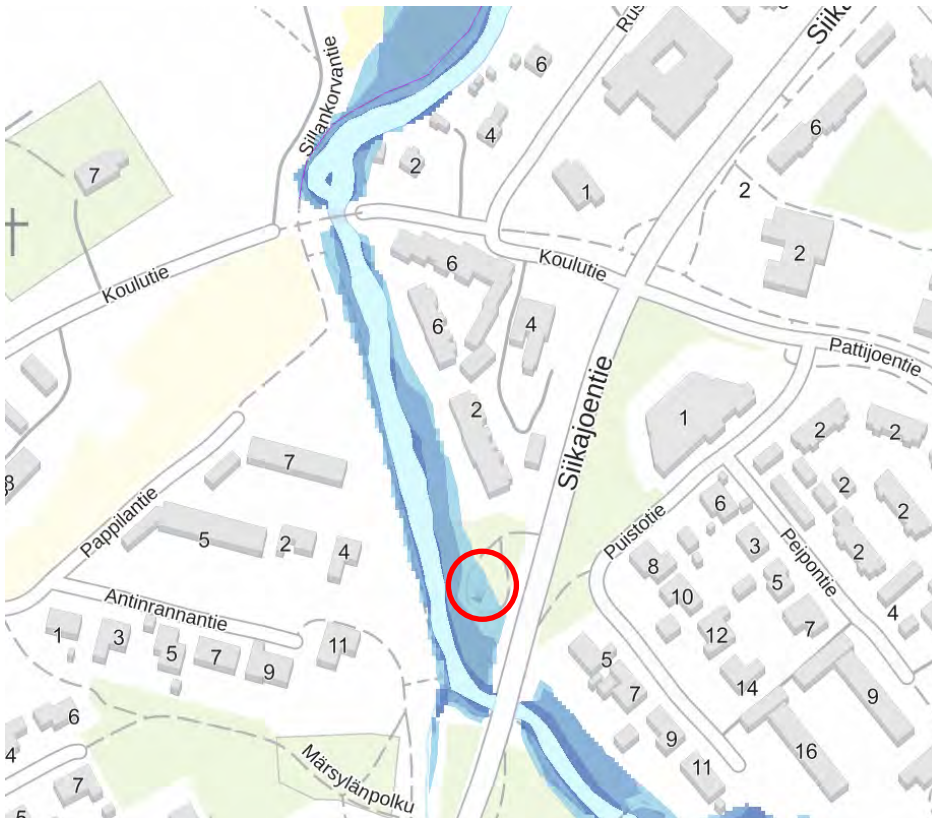


Kuva 4-8: Laaja tulva-alue VT8 ja radan välisellä alueella. Leiviskän (2022) tulvamallinnus sinisen sävyillä, SYKEN punaisella.

Hyödyt	Haasteet
Tasauksen nostolla voidaan helpottaa mm. hälytysajoneuvojen kulkua tulvatilanteessa	Tasauksen noston vaatima tila (luiskat leviävät tien ympäristöön).

4.4 Erityiskohteiden tilanne

Pattijoen keskustassa Siikajoentien länsipuolella sijaitsee jätevesipumppaamo, joka on kovimmilla tulvilla riskikohde. Pumppaamo on alettu suojaamaan kiinteistökohtaisen penkereen avulla. Pumppaamo suojattiin tilapäisesti 23.10.2023 tulvalla.



Kuva 4-9. Pattijoen keskustassa sijaitsee pumppaamo, joka on tulvavaarassa.

Sairaaloista, kouluista ja päiväkodeista saadun paikkatietoaineiston perusteella näistä vain kaksi rakennusta sijaitsee tulva-alueen läheisyydessä. Molempiin rakennuksiin jää harvinaisella tulvalla noin 40...60 cm turvavara.



1. Patti- ja Haapajoen ja Haapajärven suunta
- 1.1. Pattiosta Haapajärveen kohdistuvan virtaaman rajoittaminen
- 1.2. Pattiioen perkaus
- 1.3. Pattiioen tulvavesien ohjaaminen Haapajärveen
- 1.4. Haapajärven hyödyntäminen tulvakapasiteettina (MW-pudotus)
- 1.5. Haapajärven säännöstely ja purkukapasiteetin lisäys
- 1.6. Haapajärven käyttäminen läpijuoksutukseen ja purkukapasiteetin huomattava lisäys
- 1.7. Haapajärven uusi juoksutusrakenne
- 1.8. Haapajoen perkaus
- 1.9. Yhteys Haapajärven täyttökanavasta Ruonanojaan ja Lappasenojaan
- 1.10. Apsanojan kääntäminen Joutiojaan
- 1.11. Haapajoen yläjuoksun / Joutiojan vesien osittainen kääntäminen Poikajokeen
- 1.12. Pattiioen tulvavirtauksen johtaminen Säikanojaan
- 1.13. Ruottalonlahden kanavan avaaminen

2. Makeanvedenlahtien ja terästehtaan suunta
- 2.1. Pumppaamo tai juoksutus Kuljunlahdelta tai tehtaan kautta
- 2.2. Pumppaamo tai juoksutus Siniluodonlahdelta
- 2.3. Mutalan padon muutokset
- 2.4. Piehingin padon lisäkapasiteetti sekä uusi kalatie
- 2.5. Piehingin kanavan perkaus
- 2.6. Haapajoen alaosan siirto ja virtauksen estäminen Siniluodonlahteen
- 2.7. Tehtaan tulvasuojaus
- 2.8. Haksiluodononjan kääntäminen Haapajokeen

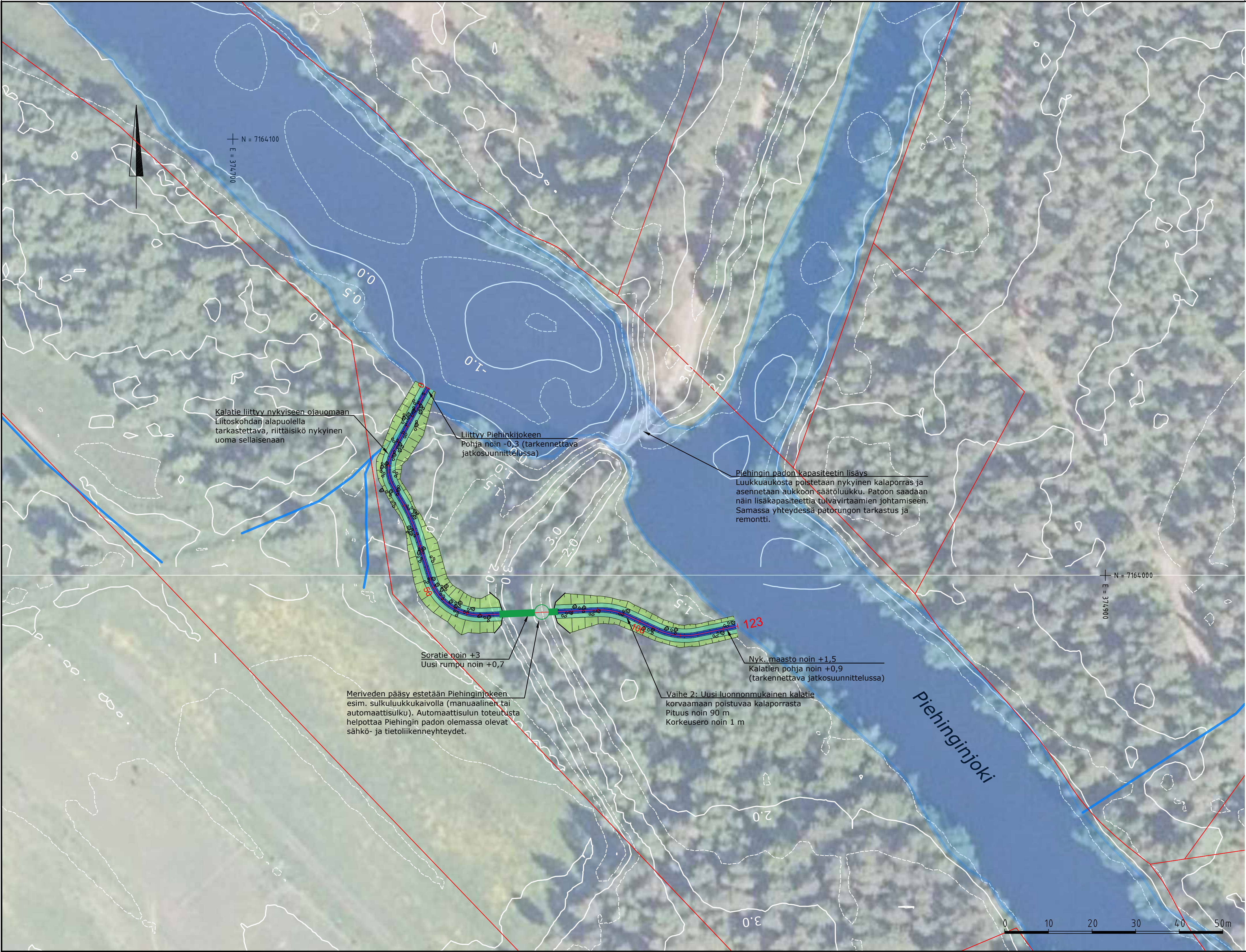
3. Vedenpidätysratkaisut valuma-alueilla
- 3.1. Pattijärvet
- 3.2. Kuljunlahden valuma-alue
- 3.3. Ruonanojan valuma-alue
- 3.4. Joutiojao
- 3.5. Karjusuo

4. Muut tulvasuojaukset (ks. erilliset kartat)
- 4.1. Kiinteistökohtaiset suojaukset
- 4.2. Silta-aukkojen kasvattaminen
- 4.3. Teiden tasauksen nostotarve
- 4.4. Erityiskohteiden tilanne

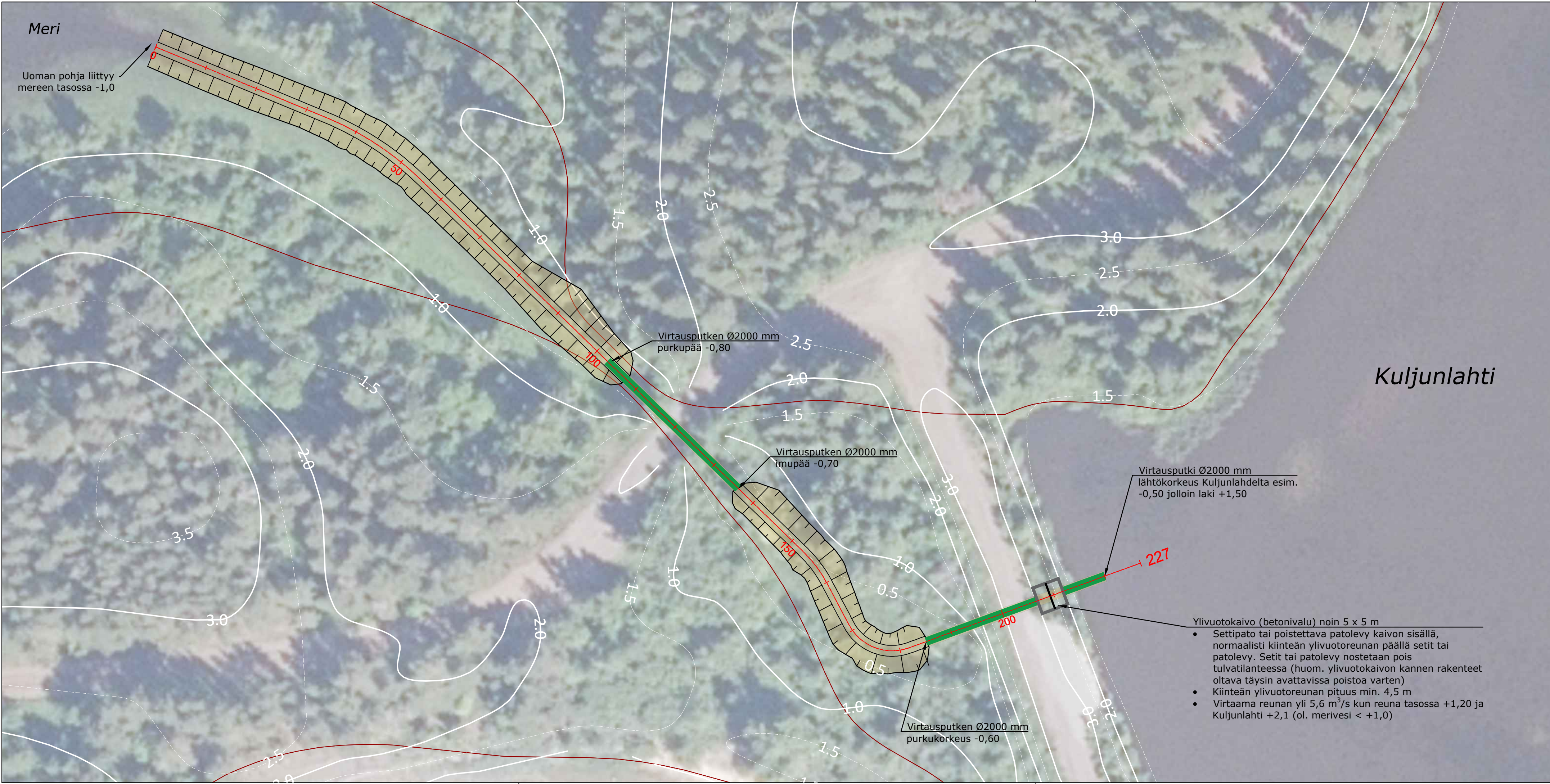
- Mahdollinen uusi uoma
- Rautatie
- Maantiet

- Valuma-alueen raja
- Tulva-alue
- Suojelualueet

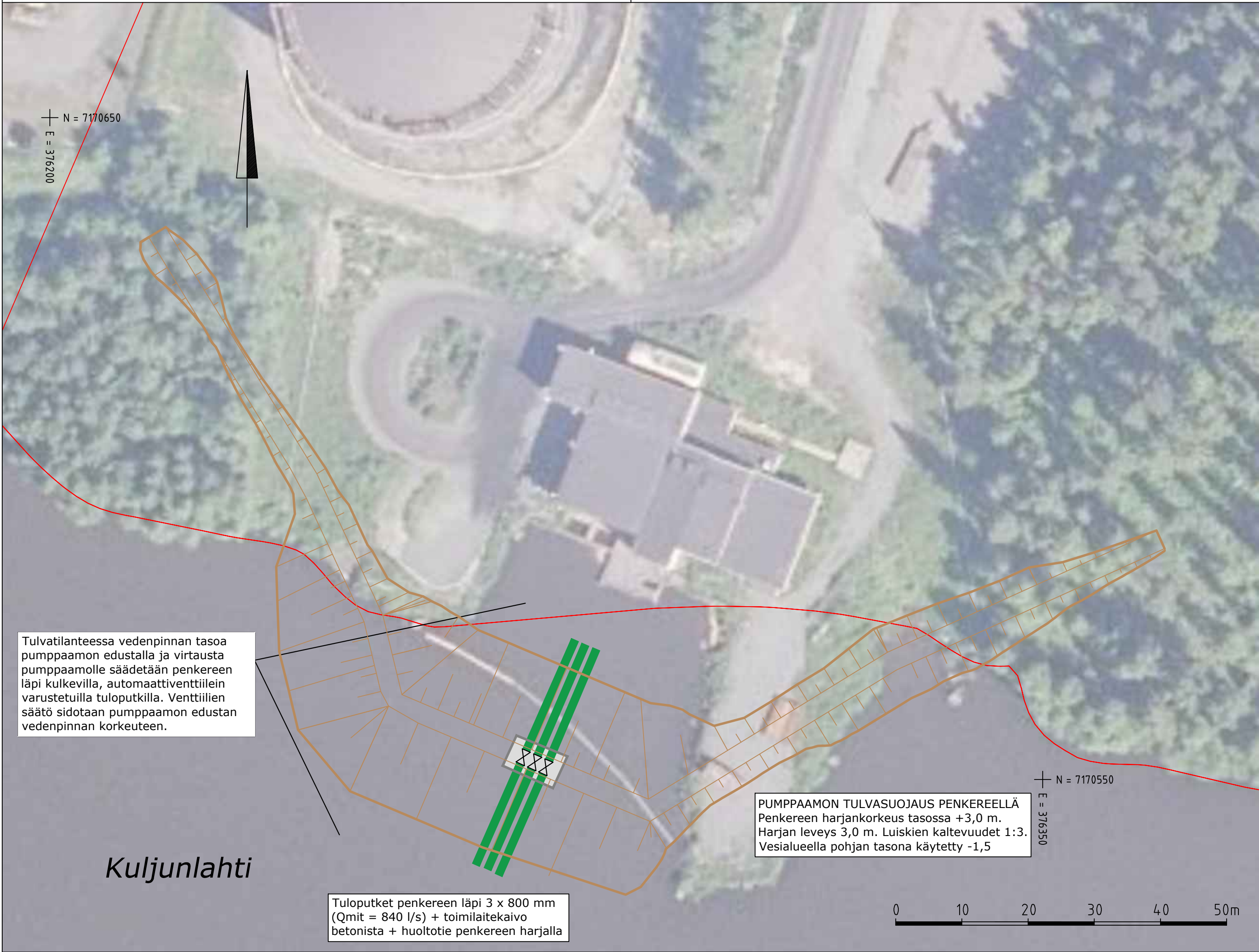
Tunn.	Lukum.	Muutos	Nimim.	Päiväys
Rakennuskohteen nimi ja osoite			Mittakaava	
Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus			1:50000	
Raahen vesistön tulvasuojelun kehittäminen			Suunnitelmakartta	
			Toimenpide-ehdotukset	
Suunn.ala		Työnro	Tiedosto	
		1510084242		
Piirustusno		Y1	Muutos	
hyv.	piir.	suunn.	pvm	
J.Jalonen	TARUM	P. Paavilainen	4.4.2025	



Tunn.	Lukum.	Muutos	Nimim.		Päiväys
Rakennuskohteen nimi ja osoite			Päätöksen sisältö		Mittakaava
Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus Raahen vesistön tulvasuojelun kehittäminen			Periaatepiirustus Piehingin pato		1:1000
Suunn.ala			Työno	Tiedosto	
Ramboll Finland Oy Kiviharjunenkatu 1 A 90220 OULU puh. 020 755 611 www.ramboll.fi			1510084242	Muutos	
P1			P1		
piir.			suunn.	pvm	
J. Jalonen			TARUM	P. Paavilainen	
					4.4.2025



Tunn.	Lukum.	Muutos	Nimim.		Päiväys
Rakennuskohteen nimi ja osate			Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus Raahen vesistön tulvasuojelun kehittäminen		Mittakaava 1:500
Piiirustuksen sisältö			Periaatepiirustus Kuljunlahden ylivuoto		
Suunn.ala			Työnro	Tiedosto	
Piiirustusno			Muutos		
hyv.			piir.	suunn.	pvm
J. Jalonen			TARUM	P. Paavilainen	4.4.2025



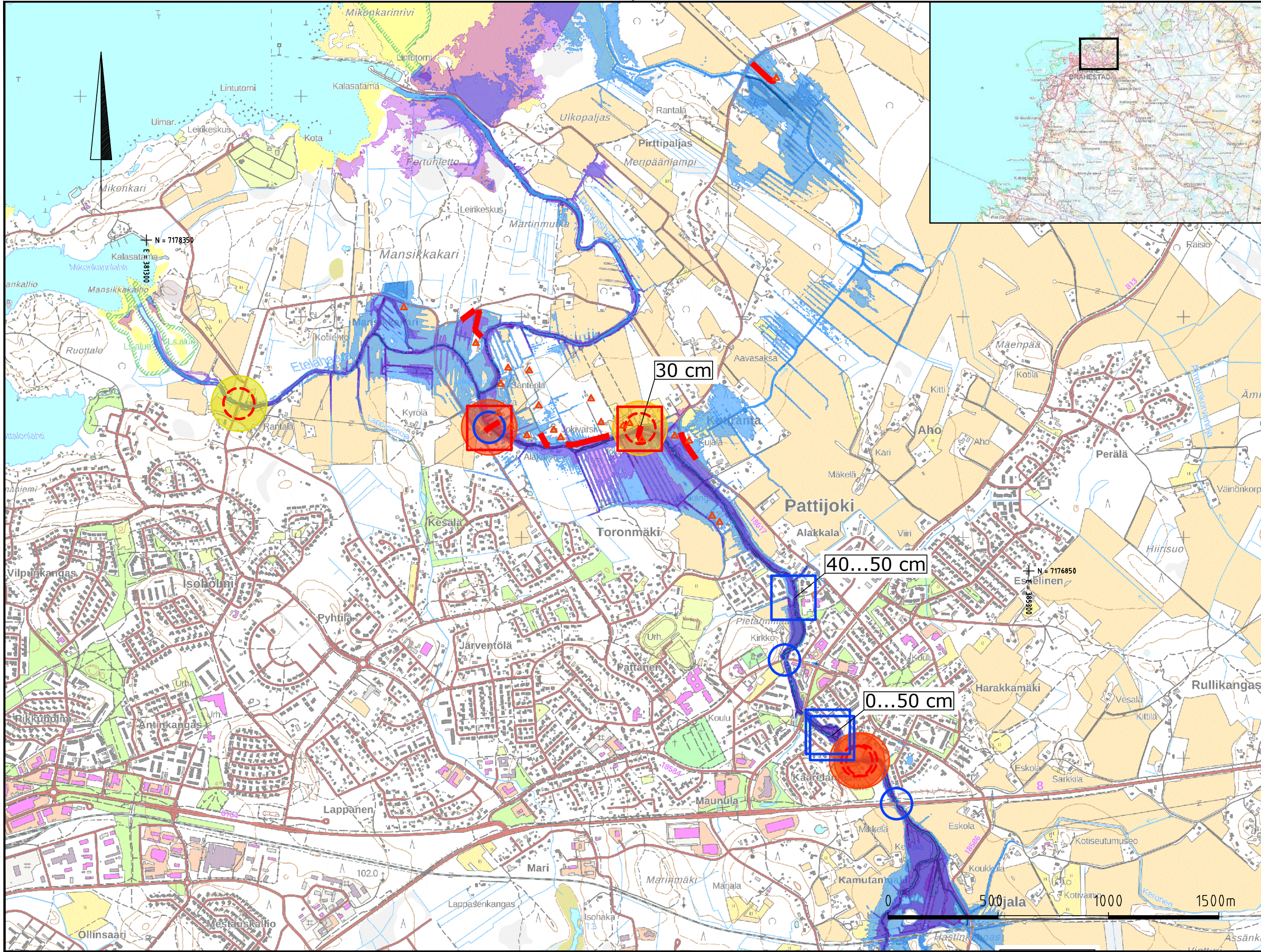
MERKINTÖJEN SELITYKSET

- Tulvapenger
- Kiinteistön raja

Tunn.	Lukum.	Muutos	Nimim.		Päiväys
Rakennuskohteen nimi ja osoite			Piiirustuksen sisältö		Mittakaava
Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus Raahen vesistön tulvasuojelun kehittäminen			SSAB pumppaamon tulvasuojaus Kuljunlahti pohjoispuoli		1:500
Ramboll			Suunn.al	Työnro	Tiedosto
Ramboll Finland Oy Kiviharjunenki 1 A 90220 OULU puh. 020 755 611 www.ramboll.fi			1510084242		
Piiirustusno			Muutos		
P3					
hyv.			piir.	suunn.	pvm
			TARUM	J. Tiainen	4.4.2025



Tunn.	Lukum.	Muutos	Nimim.	Päiväys
Rakennuskohteen nimi ja osoite			Mittakaava	
Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus			1:1000	
Raahen vesistön tulvasuojelun			Periaatepiirustus	
kehittäminen			Tammanlahden	
			tulvapumppaamo	
Suunn.ala			Työnro	Tiedosto
Ramboll Finland Oy			1510084242	
Kiviharjunenki 1 A			Muutos	
90220 OULU			P4	
puh. 020 755 611			piir.	
www.ramboll.fi			suunn.	
			pvm	
hyv.			TARUM	
			P. Paavilainen	
			4.4.2025	



MERKINTÖJEN SELITYKSET

Silta-aukkojen arvioitu/mitattu padotus:

- 10-20 cm, laskennallinen padotusarvio
- >20 cm, laskennallinen padotusarvio

- Pattijoen uoman vetokyvyn tarkastelun (Leiviskä 2022) mukainen tulvanleviäminen
- Syken virtausmallinnuksen mukainen tulvanleviäminen

Kastuvat rakenteet* (voi johtua joko silta-aukkojen tai itse jokiuoman padotuksesta)

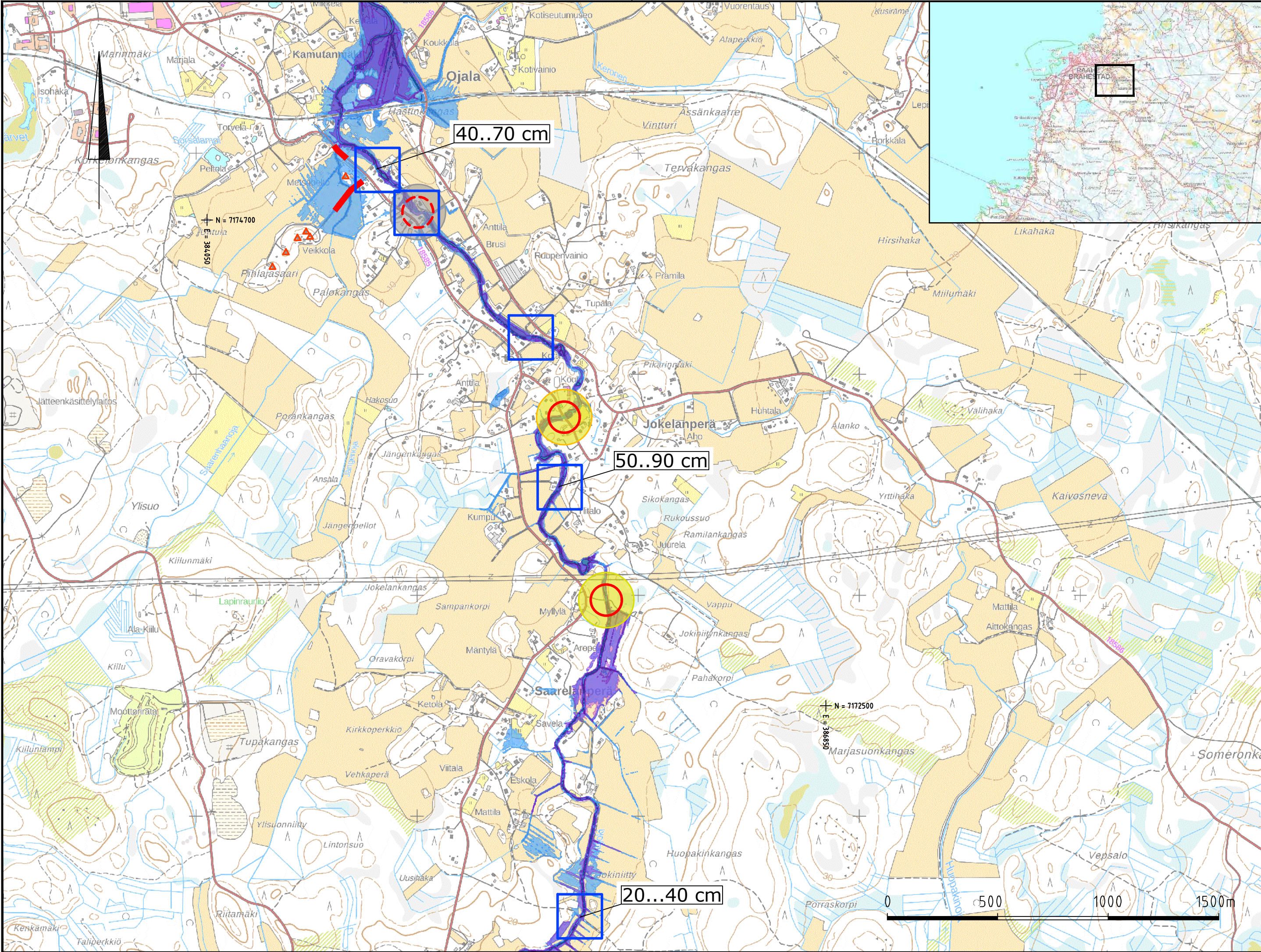
- Veden alle jäävä silta, liikenteellinen merkitys suuri tai kohtalainen (esim. sillan taakse jää vakituisia asuntoja veden saartamaksi)
- Veden alle jäävä silta, liikenteellinen merkitys vähäinen
- 40 cm Tien päällä vettä tulvatilanteessa
- Veden alle jäävä tie- tai katuosuus, jolla liikenteellistä merkitystä
- Mahdollisesti liikenteellisesti saarroksiin jäävä asuinrakennus

*Huom. tulvan leviämisarviot pohjautuvat Maanmittauslaitoksen melko karkeaan 2 x 2 m ruudun maastomalliin, jossa esim. kapeiden teiden ja katujen korkeusasema voi "sekoittua" ympäröivän maaston, ojien ym. kanssa. Ainoastaan siltojen osalta käytössä on ollut mitattu korkeusasema eli siltakannen taso.

Sillan toimenpidetarve (aukon kasvattaminen ja/tai kannen nostaminen)

- Prioriteetti 1
- Prioriteetti 2
- Prioriteetti 3

Tunn.	Lukum.	Muutos	Nimim.	Päiväys	
Rakennuskohteen nimi ja osoite			Piirustuksen sisältö	Mittakaava	
Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus			Pattijoen alajuoksun padottavat	1:1500	
Raahen vesistön tulvasuojelun kehittäminen			ja kastuvat sillat		
			Asemapiirustus		
RAMBOLL Ramboll Finland Oy Kiviharjunlenkki 1 A 90220 OULU puh. 020 755 611 www.ramboll.fi			Suunn.ala	Työnrö	Tiedosto
			1510084242		
			Piirustusno	Muutos	
			S1		
hyv.			piir.	suunn.	pvm
J. Jalonen			TARUM	J. Tiainen	4.4.2025



MERKINTÖJEN SELITYKSET

Silta-aukkojen arvioitu/mitattu padotus:

- 10-20 cm, laskennallinen padotusarvio
- >20 cm, laskennallinen padotusarvio

- Pattijoen uoman vetokyvyn tarkastelun (Leiviskä 2022) mukainen tulvanleviäminen
- Syken virtausmallinnuksen mukainen tulvanleviäminen

Kastuvat rakenteet* (voi johtua joko silta-aukkojen tai itse jokiuoman padotuksesta)

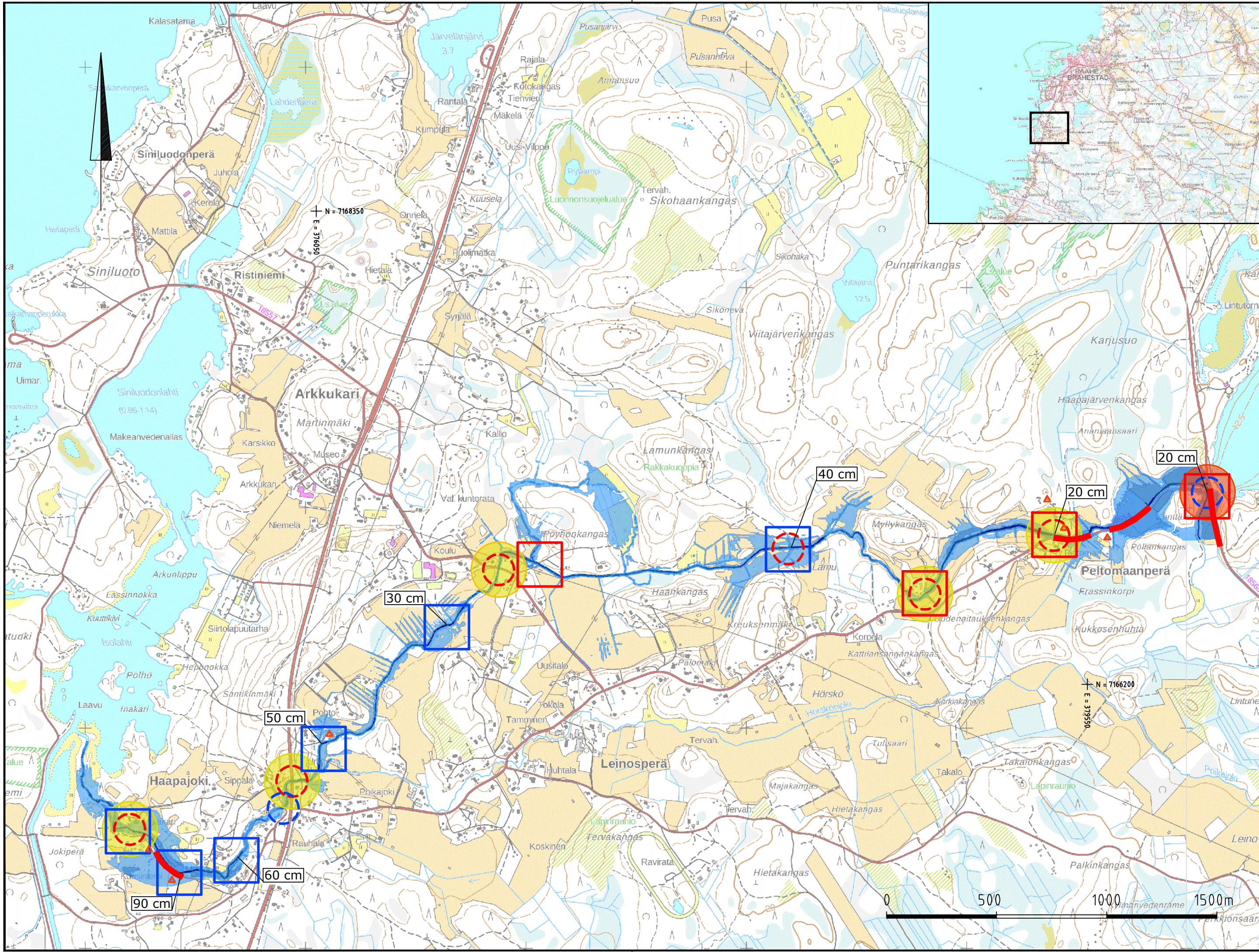
- Veden alle jäävä silta, liikenteellinen merkitys suuri tai kohtalainen (esim. sillan taakse jää vakituksia asuntoja veden saartamaksi)
- Veden alle jäävä silta, liikenteellinen merkitys vähäinen
- 40 cm Tien päällä vettä tulvatilanteessa
- Veden alle jäävä tie- tai katuosuus, jolla liikenteellistä merkitystä
- Mahdollisesti liikenteellisesti saarroksiin jäävä asuinrakennus

*Huom. tulvan leviämisarviot pohjautuvat Maanmittauslaitoksen melko karkeaan 2 x 2 m ruudun maastomalliin, jossa esim. kapeiden teiden ja katujen korkeusasema voi "sekoittua" ympäröivän maaston, ojien ym. kanssa. Ainoastaan siltojen osalta käytössä on ollut mitattu korkeusasema eli siltakannen taso.

Sillan toimenpidetarve (aukon kasvattaminen ja/tai kannen nostaminen)

- Prioriteetti 1
- Prioriteetti 2
- Prioriteetti 3
- Prioriteetti 3 tai purku

Tunn.	Lukum.	Muutos	Nimim.	Päiväys	
Rakennuskohteen nimi ja osoite			Mittakaava		
Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus Raahen vesistön tulvasuojelun kehittäminen			1:15000		
Ramboll Finland Oy Kiviharjunlenkki 1 A 90220 OULU puh. 020 755 611 www.ramboll.fi			Piirustuksen sisältö		
			Pattijoen yläjuoksun padottavat ja kastuvat sillat Asemapiirustus		
			Suunn.ala	Työnrö	Tiedosto
			1510084242		
			Piirustusnr		Muutos
			S2		
hyv.	piir.	suunn.	pvm		
J. Jalonen	TARUM	J. Tiainen	4.4.2025		



MERKINTÖJEN SELITYKSET

- Silta-aukkojen arvioitu/mitattu padotus:
- 10-20 cm, laskennallinen padotusarvio
 - >20 cm, laskennallinen padotusarvio

Haapajoen uoman vetokyvyn tarkastelun (Leiviskä 2022) mukainen tulvanleviäminen

Kastuvat rakenteet* (voi johtua joko silta-aukkojen tai itse jokiuoman padotuksesta)

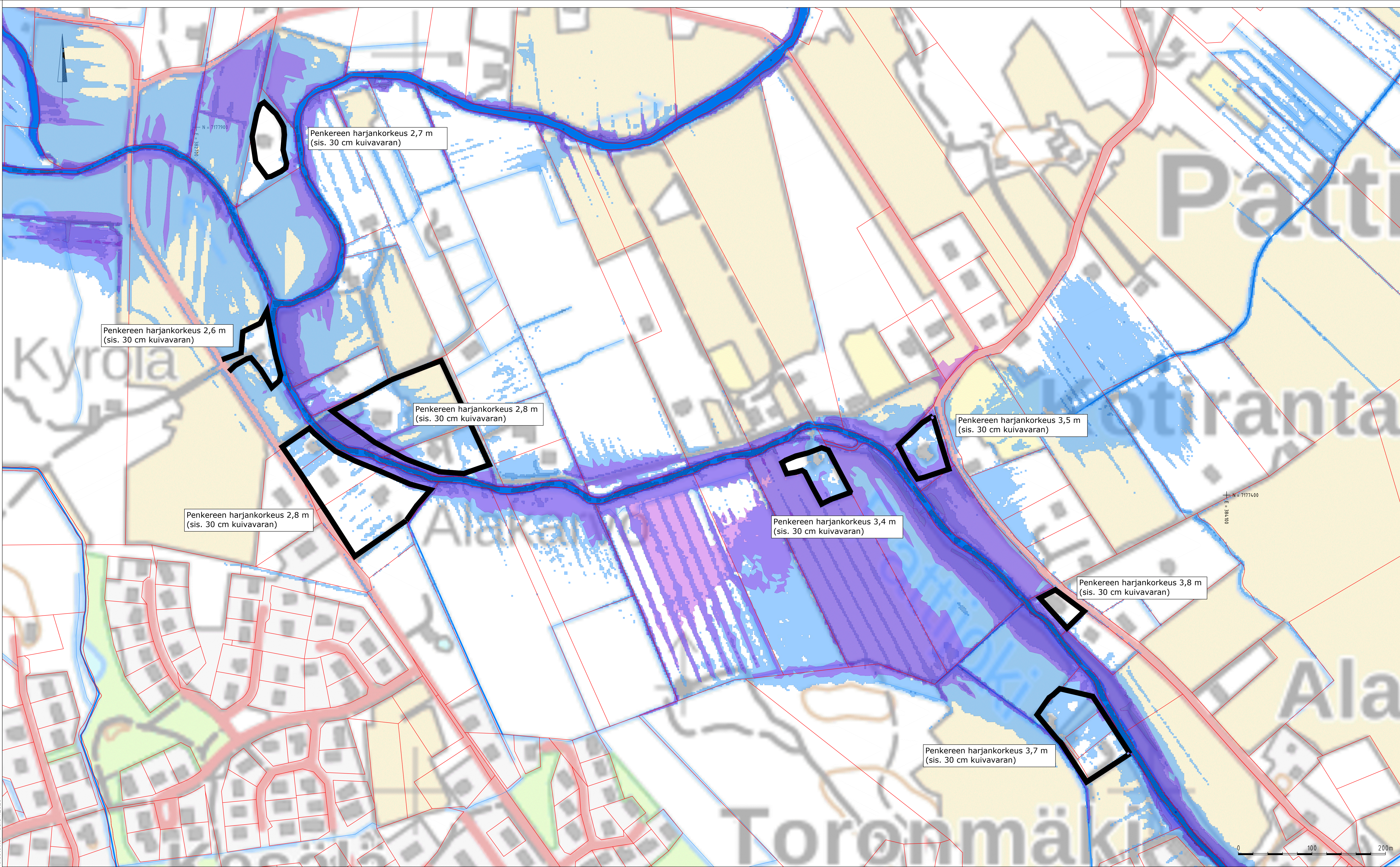
- Veden alle jäävä silta, liikenteellinen merkitys suuri tai kohtalainen (esim. sillan taakse jää vakituisia asuntoja veden saartamaksi)
- Veden alle jäävä silta, liikenteellinen merkitys vähäinen
- 40 cm Tien päällä vettä tulvatilanteessa
- Veden alle jäävä tie- tai katuosuus, jolla liikenteellistä merkitystä
- Mahdollisesti liikenteellisesti saarroksiin jäävä asuinrakennus

*Huom. tulvan leviämisarviot pohjautuvat Maanmittauslaitoksen melko karkeaan 2 x 2 m ruudun maastomalliin, jossa esim. kapeiden teiden ja katujen korkeusasema voi "sekoittua" ympäröivän maaston, ojen ym. kanssa. Ainoastaan siltojen osalta käytössä on ollut mitattu korkeusasema eli siltakannen taso.

Sillan toimenpidetarve (aukon kasvattaminen ja/tai kannen nostaminen)

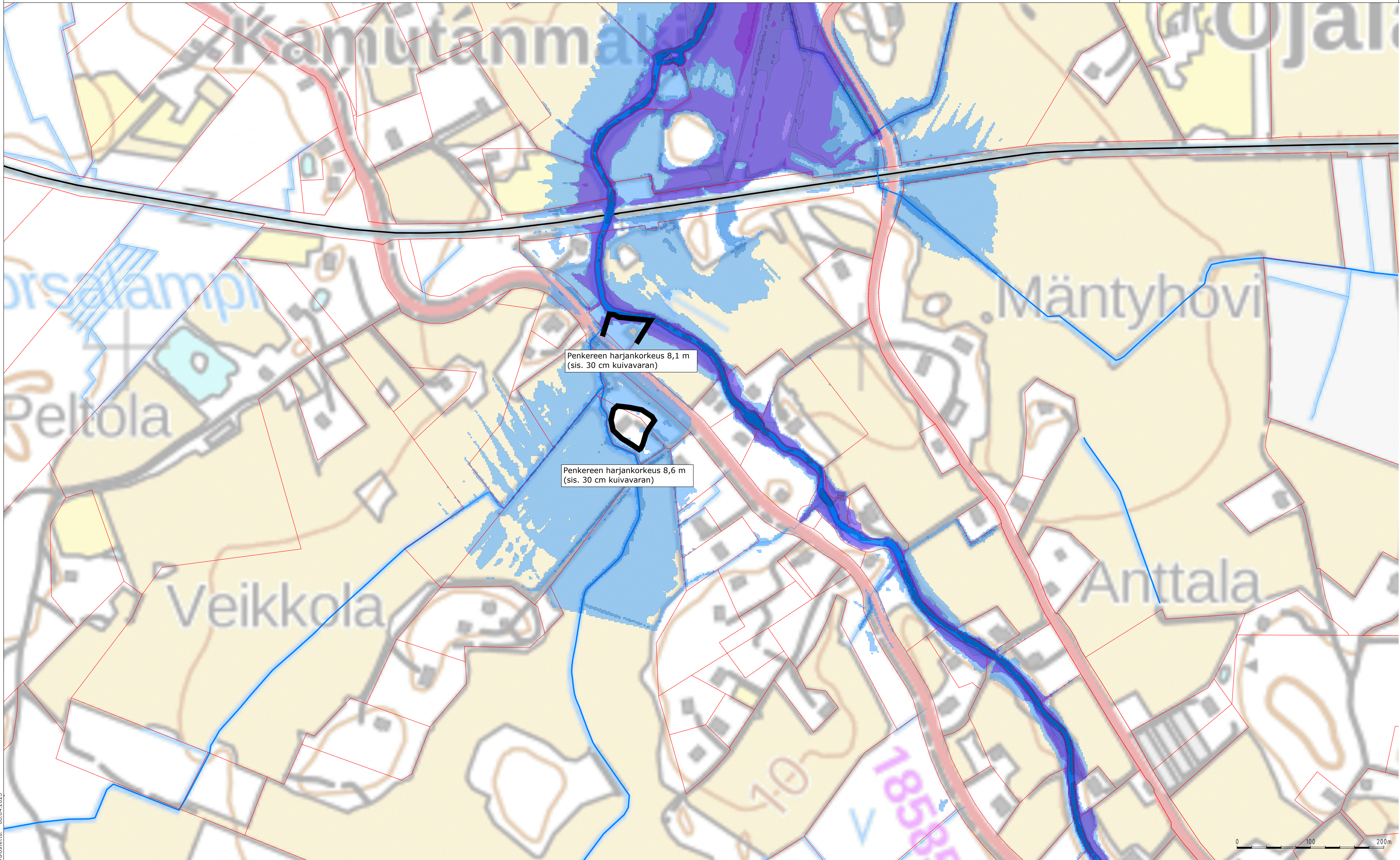
- Prioriteetti 1
- Prioriteetti 2
- Prioriteetti 3

Tunn.	Lukum.	Muutos	Nimim.	Päiväys	
Rakennuskohteen nimi ja osoite			Mittakaava		
Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus Raahen vesistön tulvasuojelun kehittäminen			Haapajoen padottavat ja kastuvat sillat 1:15000 Asemapiirustus		
 Ramboll Finland Oy Kiviharjunlenkki 1 A 90220 OULU puh. 020 755 611 www.ramboll.fi			Suunn.ala	Työnro	Tiedosto
			1510084242		
			Piirustusno		Muutos
hyv.			piir.	suunn.	pvm
J. Jalonen			TARUM	J. Tiainen	4.4.2025



- MERKINTÖJEN SELITYKSET**
- Tulvapenger
 - Syken virtausmallinnuksen mukainen tulvanleviäminen
 - Kiinteistön raja
 - Pattiojen uoman vetokyvyn tarkastelun (Leiviskä 2022) mukainen tulvanleviäminen
- Tulvapenkereiden yhteenlaskettu pituus 3000 m

Tuotteen nimi	Lukumäärä	Muutos	Projektin nimi	Nimi	Päiväys
Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus Raahen vesistön tulvasuojelun kehittäminen			Kiinteistökohtaiset tulvasuojaukset		
Ramboll Finland Oy Kiviharjankorkeus 1 A 00020 OULU puh. 020 755 611 www.ramboll.fi			Suunnitelma Tyyppi 1510084242 Tiedosto Muutos		
J.Jalonen			K1 Suunnitelma TARJUT J. Tainen		
			pvm 4.4.2025		



- MERKINTÖJEN SELITYKSET**
- Tulvapenger
 - Syken virtausmallinnuksen mukainen tulvanleviäminen
 - Kiinteistön raja
 - Pattijoen uoman vetokyvyn tarkastelun (Leiviskä 2022) mukainen tulvanleviäminen

Tulvapenkereiden
yhteensä yhteinen pituus
3000 m

Tuotteen nimi	Luokitus	Muut	Projektin nimi	Projektin numero	Projektin kuvaus
Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus Raahen vesistön tulvasuojelun kehittäminen			Kiinteistökohtaiset tulvasuojaukset	1510084242	1:2000
Ramboll Finland Oy Kävelysuojelu 1.4 00220 HELSINKI puh. 020 755 011 www.ramboll.fi	Suunnittelija	Tarkastaja	K2	TARUM J. Tiainen	4.4.2025