

PATTIJOEN UOMAN VETOKYVYN TARKASTELU

7.12.2022

Insinööritoimisto Pekka Leiviskä

www.leiviska.fi

Sisällysluettelo

1 ASETETTU TAVOITE	3
2 LASKENTA.....	4
3 HAVAITUT ONGELMAPAIKAT JA TOIMENPIDE-EHDOTUKSET.....	6
3.1 Todetut ongelmapaikat.....	6
3.2 Vesirakenteiden kunnostustoimet	8
3.2.1 Toronmäen pohjoispuolella sijaitseva silta 21	8
3.2.2 Jokelankyläntien silta	15
3.3 Kunnostustoimet kasvillisuuden osalta	18
3.3.1 Näkökohtia kasvillisuuden merkitykseen	18
3.3.2 Maanomistusolot.....	19
3.3.3 Toronmäen pohjois-itäpuolinen alue	19
3.3.4 Ojalan alue	31
3.4 Pohdintaa veden virtausvastuksesta	38
4 YHTEENVETO	44
KIRAJALLISUUS	45
LIITTEET	46

1 ASETETTU TAVOITE

Tässä työssä tarkastellaan Pattijoen uoman vetokykyä neljällä ELY-keskuksen määrittämällä virtaamalla. Tarkastelu perustuu Pattijoelle kalibroidun 1D virtausmallin laskentoihin. Kalibroitu malli on laadittu Insinööritoimisto Pekka Leiviskän toimesta (Leiviskä 2022). Mikäli mallinnuksen perusteella näyttäisi syntyvän haitallisia, liian suuria vedenkorkeuksia, tarkastellaan tässä Maveplan Oy:n kanssa yhteistyössä karttaesityksenä toimenpide-esityksiä, joilla vedenkorkeutta voitaisiin laskea haitattomalle tasolle.

Aineisto on käsitelty käyttäen ETRS-TM35FIN koordinaatistoa sekä N2000 korkeusjärjestelmää. Koska aiempi laskenta-aineisto ja osa havaintoaineistosta oli N60+ mukaista, muutettiin korkeudet N2000 korkeusjärjestelmään käyttäen muunnosta:

$$N60 + 0,42 \text{ m} = N2000$$

Kuva 1. Pattijoen valuma-alue jokihaaran yläpuoleiselta alueelta. Taustakartta SYKE Value. <https://paikka-tieto.ymparisto.fi/value/>

Pattijoen vetokyvyn tarkastelussa käytettiin seuraavassa taulukossa esitetyn mukaisia virtaamia. Tarkasteltavat virtaamat tähän työhön olivat Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen toimittamia Pattijoen limnin kohdalle arvioituina. Mallinnukseen virtaama jaettiin osa-alueisiin seuraavan taulukon mukaisesti.

Taulukko 1. Pattijoen uoman tarkasteluvirtaamat.

	PL	F			Kesä2020	HQ1/100
		[km ²]	VE1	VE2	VE3	VE4
Pattijoki, säännöstelypato	72	69	2.8	4.4	5.8	14.7
Jokelanperä, Huopakinojan alapuoli	39	99	4.0	6.3	8.4	21.1
Ojala, Kerosen ojan alapuoli *)	23	125	5.0	8.0	10.6	26.6
Jokihaaran yläpuoli	6.8	132	5.3	8.4	11.1	28.1

*) Pattijoen limnin yläpuolella

V1 ja V2 ELYn laatimat virtaamat

V3 kesän -20 suurin havaittu (23.7.2020)

V4 laskettu HQ1/100 Huopakinojan aikavälin 1958-2021 havaintojen avulla,

Hq1/100= 213 l/skm²

HQ1/100 tarkoittaa merkintänä keskimäärin kerran 100 vuodessa suuruisen kevättulvan toistuvuutta.

Virtaamista VE4: HQ1/100 tilanne tarkastellaan uomalle laaditulla kevättulvan mukaisella karkeuskertoimella, muut tilanteet kesäajan karkeuskertoimella. Pattijoen 1D virtausmallin kalibrointi perustuu Insinööritoimisto Pekka Leiviskän laatimaan 1D-virtausmalliin. Alun perin vuonna 2009 laadittu virtausmalli päivitettiin kalibroinnin osalta kesän 2020 kesätulvan ja vuoden 2022 tehtyjen mittausten avulla. (Leiviskä 2022).

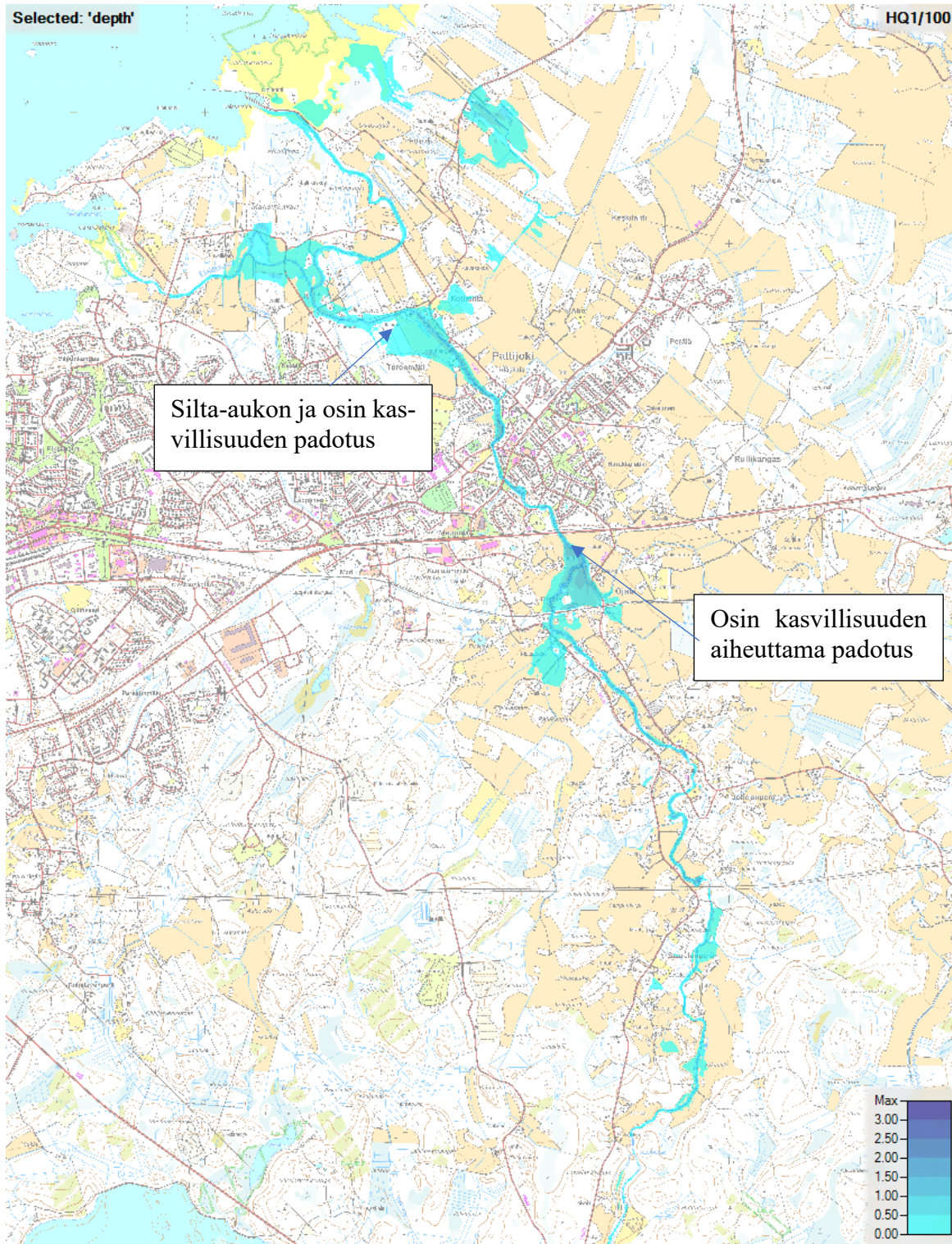
Mallinnuksessa kevytylivirtaaman HQ1/100 osalta oletettiin, että Haapajärven tekojärvi on noussut ylärajalleen eikä sinne voida leikata kevättulvaa. Täten kaikki alueen tulovirtaama joudutaan ohjaamaan Pattijoen alaosalle.

Karttoina veden leviäminen alueelle eri virtaamilla on esitetty liitteissä 1a-d ja pituusleikkauksena lasketut vedenpinnat on esitetty liitteessä 2.

3 HAVAITUT ONGELMAPAIKAT JA TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

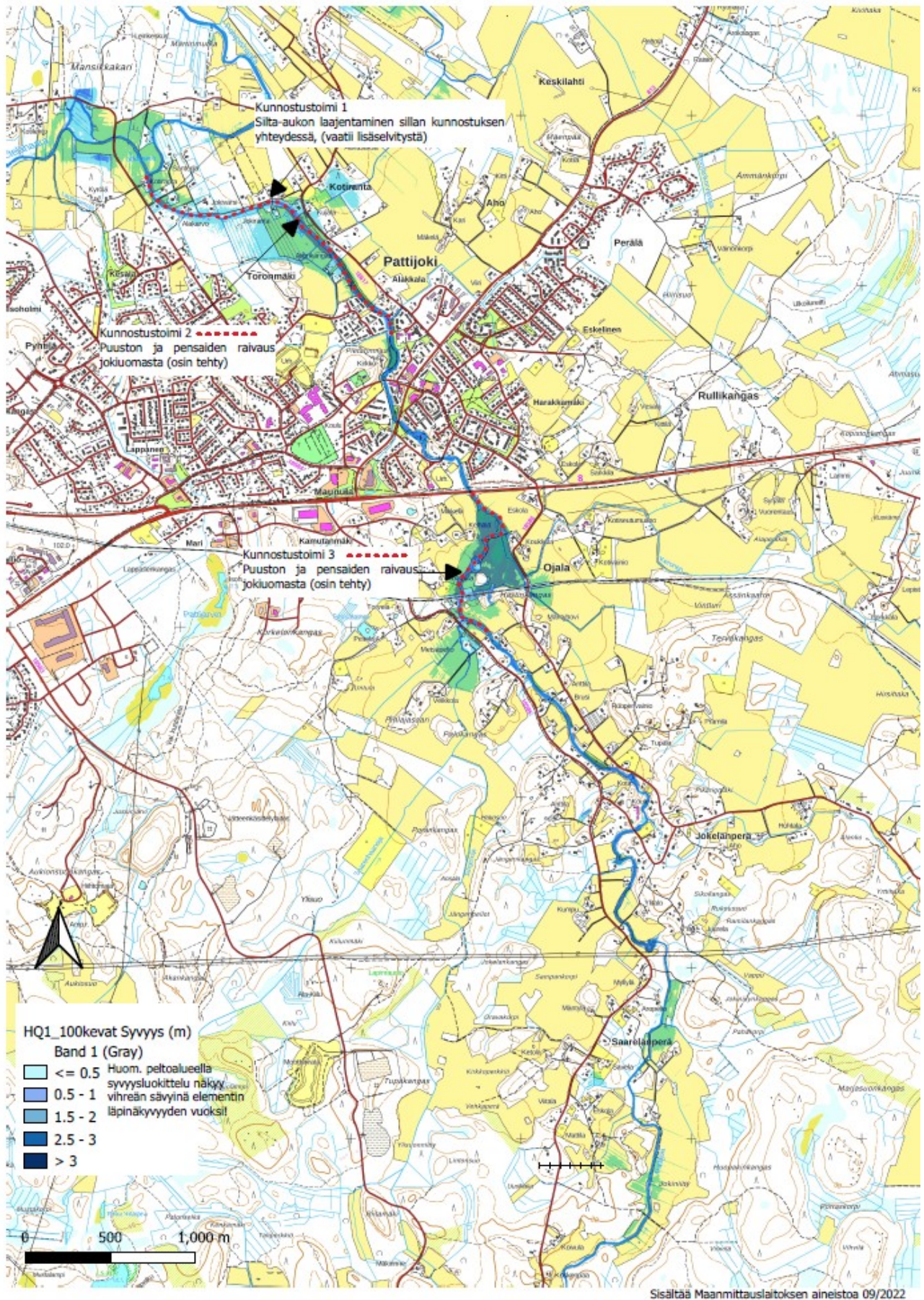
3.1 Todetut ongelmapaikat

Pattijoen mallinnustarkastelussa nousi esiin kaksi aluetta, joissa suuri kesä- tai kevättulva nostaa vettä lähelle asuinrakennuksia. Näiden alueiden sijainti on esitetty seuraavassa kartassa.



Kuva 2. Tulvatilanne HQ1/100 ja merkittävästi tuluvat alueet. Taustakartta Maanmittauslaitos 09/2022.

Kunnostustoimet eri osiin Pattijokea on esitetty oheisena kuvakoosteena ja tarkemmin liitteessä 3.



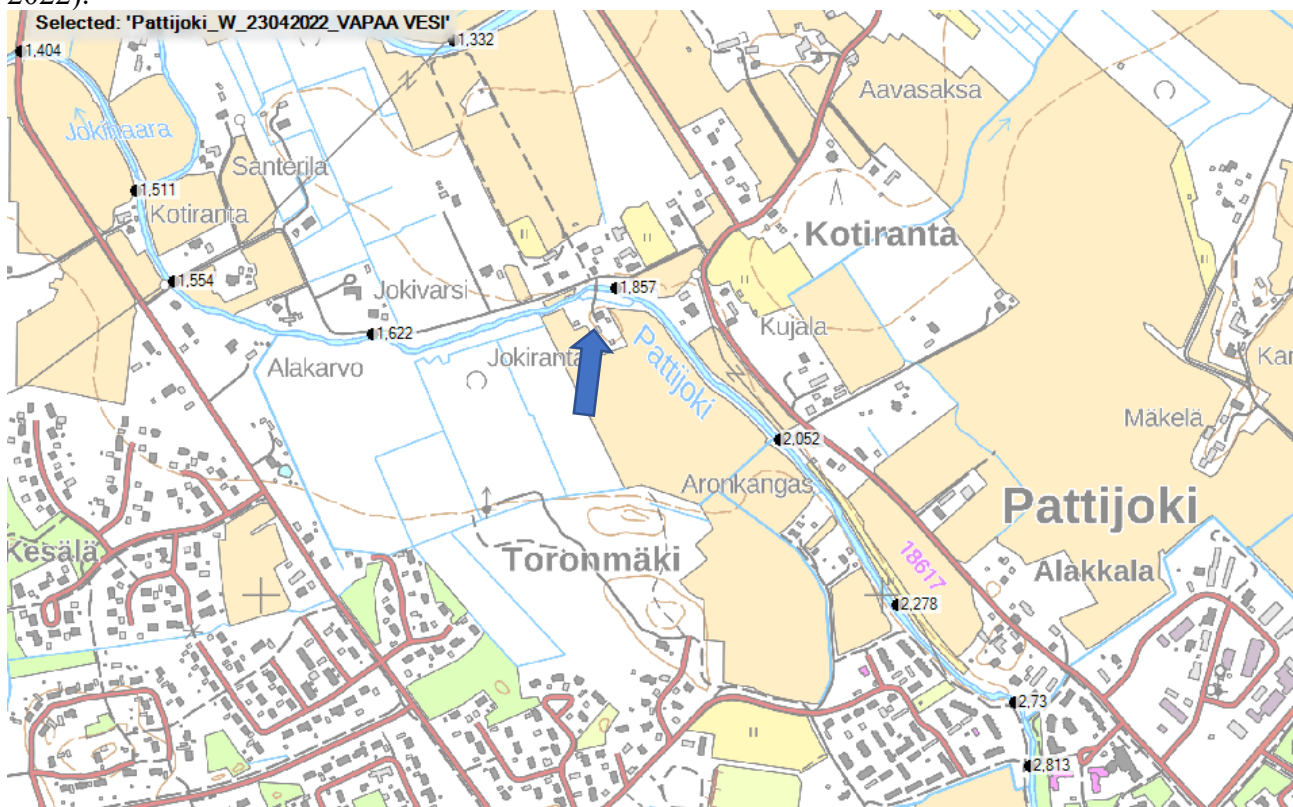
Kuva 3. Kunnostustoimet koostekarttana. Tarkemmin kartta on esitetty liitteessä 3.

3.2 Vesirakenteiden kunnostustoimet

3.2.1 Toronmäen pohjoispuolella sijaitseva silta 21

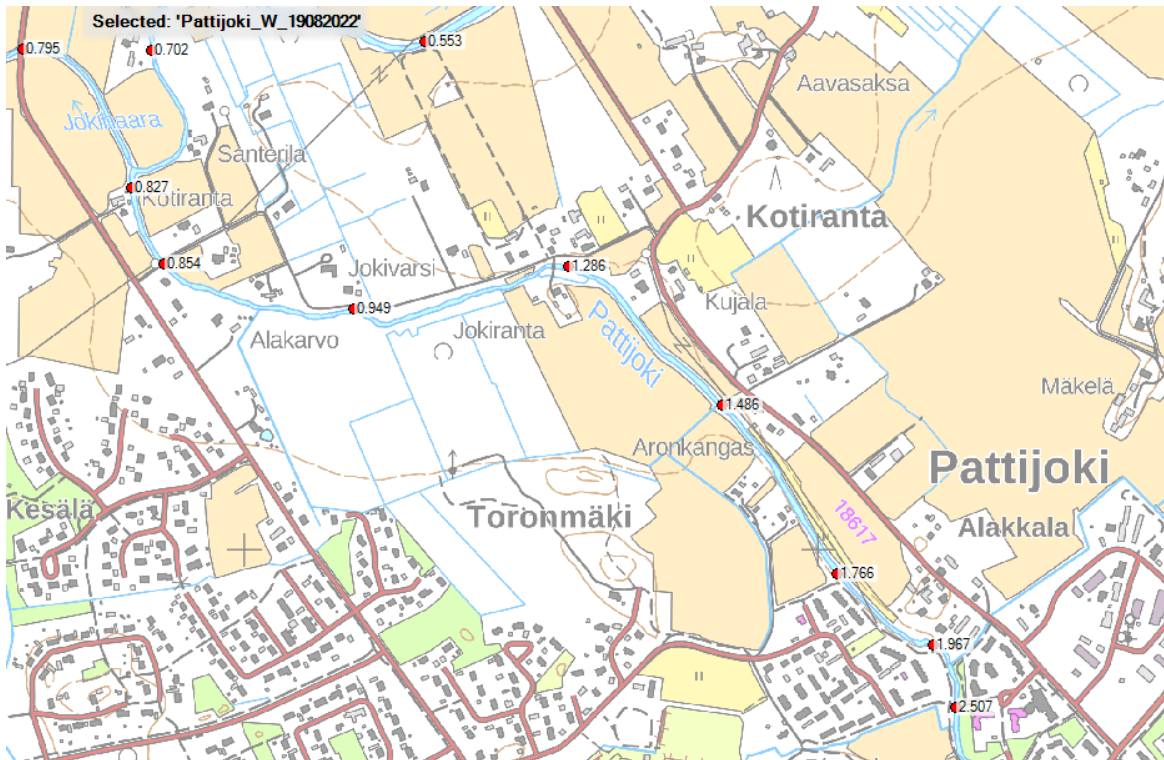
Pattijoen alaosalla sijaitseva yksityistien silta-aukko aukko aiheuttaa 1D mallilaskelman perusteella jossain määrin vedenkorkeuden padotusta. Silta-aukko on noin puolet kapeampi kuin sen ala- tai ylävirranpuolella sijaitsevat sillat. Suurella tulvalla vesi tosin alkaa virrata alueella eteläpuolitse pellon kautta, joka näyttäisi helpottavan tilannetta. Lisäksi asuinrakennuksen ja sillan välistä sen eteläpuolella sijaitsee tulva-uoma, jonka kapasiteetti ei ollut mukana laskennassa. Suurella tulvalla tarkoitetaan tässä yhteydessä kesäaikaista 23.7.2020 käytettyä $10,6 \text{ m}^3/\text{s}$ virtaamaa ja HQ1/100 kevätylvirtaamaa $26,6 \text{ m}^3/\text{s}$.

Seuraavassa kuvassa on mitattuja vedenkorkeuksia 23.4.2022 kevättulvalla. Mittaustiedoista havaitaan, että vedenkorkeudet nousevat suhteellisen tasaisesti ylävirtaan päin edettäessä. Mittaustiedoissa ei ole mittauspistettä sijoittunut välittömästi sillan alapuolelle, joten ei voida päätellä, paljonko sillan molemmiin puolin sijoittuneiden $0,23 \text{ m}$ vedenkorkeuserosta aiheutuu itse sillasta. Kalibroinnissa ei tällä virtaamalla ($4,85 \text{ m}^3/\text{s}$) havaittu vielä merkittävää padotusta aiheutuvaksi sillasta (Leiviskä 2022).



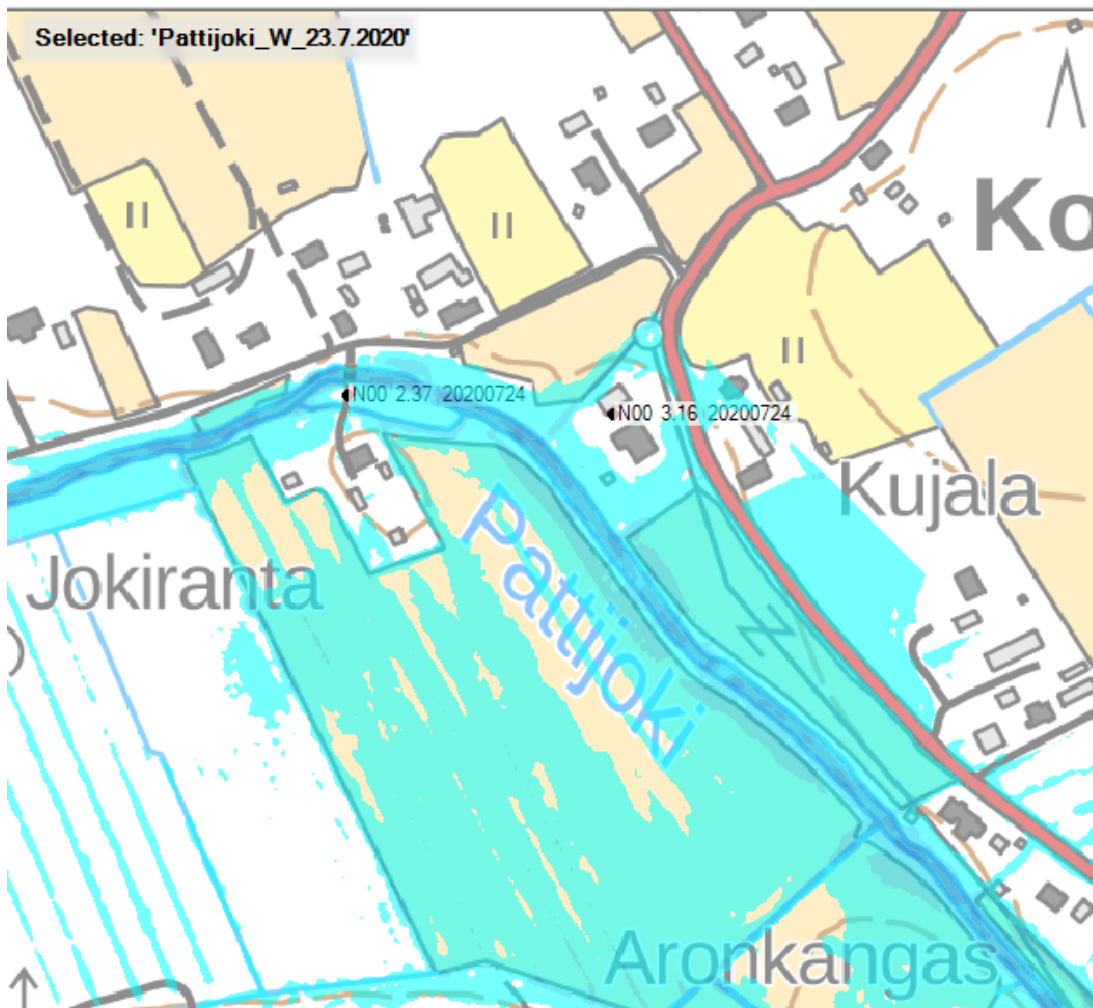
Kuva 4. Silta nro 21 sijainti on Pattijoen alaosalla hieman Pohjois- ja Etelähaaran yläpuolella. Kuvassa mitattuja vedenkorkeuksia (N2000+) 23.4.2022 kevättulvalla. Taustakartta MML 09/2022.

Kesäaikaiset mittaukset eivät myöskään tuoneet esille sillan vaikutusta padotukseen. Seuraavassa kuvassa 19.8.2022 mitattuja vedenkorkeuksia. Näissä ei oletettavasti silta padota lainkaan, koska virtaama ajankohtana oli pieni ($1,64 \text{ m}^3/\text{s}$). Kuva kertoo tasaisesti muuttuvasta pituuskaltevuudesta.



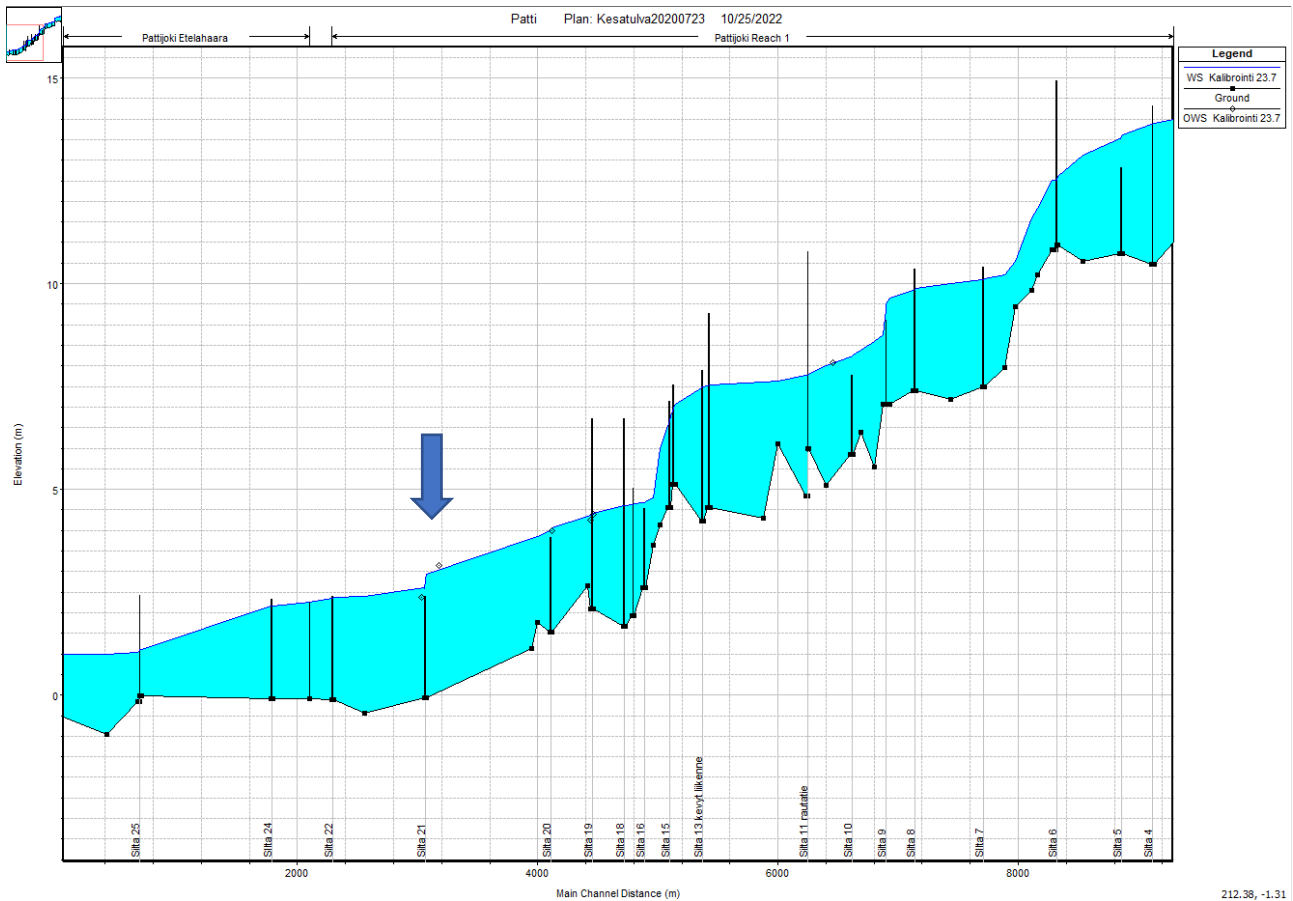
Kuva 5. 19.8.2022 mitattuja vedenkorkeuksia jokivarresta. Taustakartta sisältää Maanmittauslaitoksen aineistoa 09/2022.

Kesätulvalla 23.4.2020 (mitattu 24.7.2020 edustaen suurinta vedenkorkeutta) on merkittävä korkeusero kahden läheltä toisiaan olevissa Raahen kaupungin mittaamissa vedenkorkeuksissa. Korkeusero mittauspisteiden välillä on 0,79 m. Virtaama on ollut suurimmillaan 10,55 m³/s. Osa korkeuserosta selittyy pituuskaltevuudesta, mutta tilanne viittaisi myös siihen, että alueella voi olla merkittävästi virtausvastusta aiheuttavaa kasvillisuutta. Jos alavirran puoleinen piste on mitattu sillan alapuolelta vedenkorkeudesta, voisi sillalla olla merkittävä osuus padotukseen. Mittauspisteen sijoituessa tielle, näyttäisi että kasvillisuus ja pituuskaltevuus olisivat merkittävät selittäjät.



Kuva 6. Mitatut vedenkorkeudet 24.7.2020 (vastaten edellisen päivän korkeinta havaittua tulvakorkeutta) ja samalla tulvalla mallinnettu tulva-alue. Taustakartta MML 09/2022.

1D-laskennassa silta aiheuttaa padotusta HQ1/100 mukaisella kevättulvatilanteella. Padotus ilmenee osittain seuraavasta, kesätulvalla 23.7.2020 mallinnetusta pituusleikkauskuvasta. Kuvassa pienet ympyrät esittävät havaittuja, mitattuja vedenkorkeuksia



Kuva 7. Pituusleikkaus silta 21 läheisyydestä Pattijoen alaosaan (Etelähaara-Pattijoen alaosa).

Todennäköisesti silta aiheuttaa padotusta, joka lievästi ilmenee myös seuraavista kahdesta kevättulvalla 23.4.2022 otetusta valokuvasta. Lisäksi tierakenne asuinrakennukselle on toteutettu siten, että se muodostaa jossain määrin penkereen veden virtaukselle estäen osaltaan veden virtauksen pellon ylitse. Sillan kannen korkeus on N60+2,68 m, N2000+3,10 m. Uoman vasemmalla rannalla tien taseausviiva laskee maastomallin mukaan hieman alemmaksi. Sillan eteläpuolella menevä tulvakanava rumpuineen ei ollut mallissa mukana.



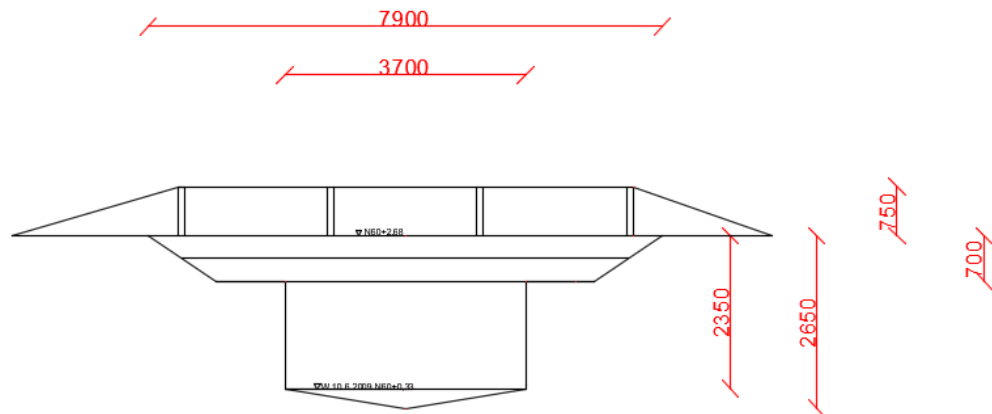
Kuva 8. Silta 21 ylävirran puolelta kuvattuna 23.4.2022. Kuva Markus Niemelä.



Kuva 9. Silta 21 lähikuvassa, virtaama noin $5,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Kuva Markus Niemelä 23.4.2022.

Seuraavassa kuvassa on esitetty silta-aukko 21 sen mittojen osalta. Se on vapaa-aukoltaan noin puolet kapeampi kuin lähialueen sillat. Tämä aiheuttaa padotusta tulvatilanteessa.

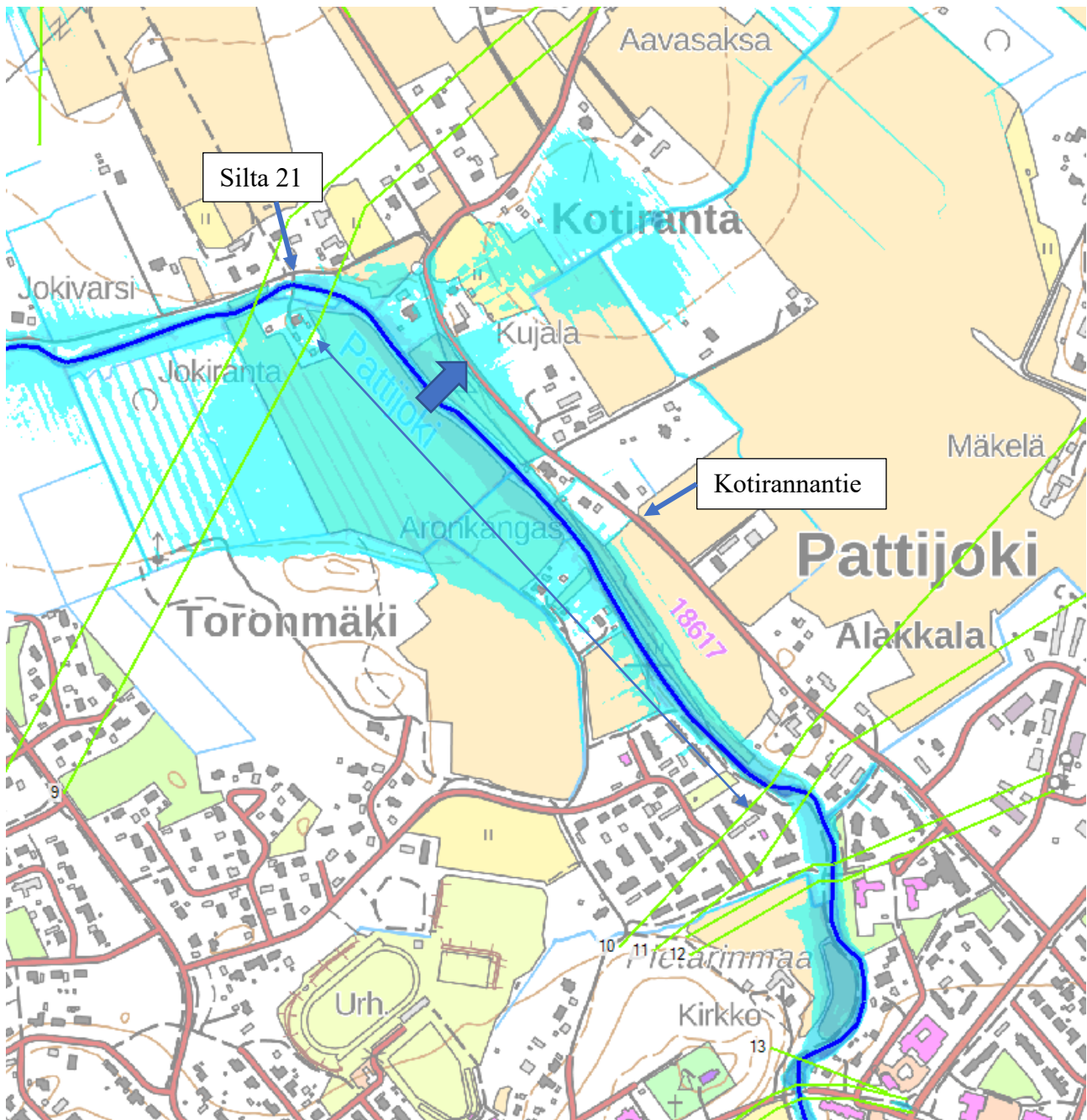
Silta 21 10.6.2009



Kuva 10. Silta 21 aukon mitat.

Alueen mallinnuksen kannalta haastetta aiheuttaa pitkä poikkileikkausväli, jolta peräkkäiset poikkileikkaukset on mitattu. Jokuoman pituutena poikkileikkausten etäisyys on noin 850 m. Mallintamisen kannalta haasteelliseksi tekee se, että osa tulvavirtaamasta suuntautuu Kotirannan suuntaan koilliseen Kotirannantien ylitse. Lisäksi pellolta eteläpuolitse virtaa suurella tulvalla jonkin verran vettä, joten sillan kautta ei mene kaikki vesi, kuten 1D virtausmallinnus osoittaa (tosin osa menee tiepenkereen ylitse myös 1D laskennassa). Näin ollen tarkan mallintamisen laatiminen kohteeseen on aika

haasteellista harvan poikkileikkausvälin osalta. Epätarkkuutta lisää se, että sillan alapuolinen poikkileikkaus on jouduttu kopioimaan yläpuolisen avulla, koska mittaustietoa ei ollut käytettävissä.



Kuva 11. Silta 21 yläpuoliset poikkileikkaukset 9 ja 10 sijaitsevat jokiuomaa mitaten noin 850 m etäisyydellä toisistaan. Osa tulvavedestä virtaa Kotirannantien ylitse koilliseen HQ1/100 tilanteessa. Taustakartta sisältää MML aineistoa 09/2022.

Sillan häviöitä vähentää silta-aukon betonirakenteiden muotoilu viistoamalla maatuen reunat sekä rakenteen ylä- että alavirran puolelta. Lisäksi vaikuttaisi, että pituuskaltevuus jokiuomassa on kohutuullisen viettävä, joka edesauttaa sillan selviytymistä tulvasta. Tältä osin ei työssä ollut vanhassa, vuoden 2009 mitatussa poikkileikkausaineistossa, riittävästi sillan lähialueelta poikkileikkauksia, jotta riittävän tarkka analyysi olisi voitu toteuttaa. Lisäksi on huomioitava, että poikkeuksellisen suurilla tulvilla vesi nousee virtaamaan pellolle, joka tasaa vedenkorkeuseroja sillan ylä- ja alapuolen välillä. Jonkin verran tulvavettä pääsee virtaamaan myös sillan ja asuinrakennuksen välistä

tulvareittiä rummun lävitse. Rumpu on kunnostettu kesällä 2022. Tätä osuutta ei ollut mukana mallinnusaineistossa.

Kunnostustoimi 1

Silta-aukon aukkokoon kasvattaminen. Poikkeuksellisella ylivirtaamatilanteella osa vedestä virtaa maastomallin tietojen perusteella sillalta etelään, taloon päin menevän tien ylitse. Koska ylivirtaamatilanteessa osa tulvavedestä pääsee virtaamaan lisäksi asuinrakennuksen eteläpuoleisen pellon sekä rummulla varustetun tulvakanavan kautta ja osin tien ylitse, ei siltaa katsota tarpeelliseksi välittömästi uusida. Tulevaisuudessa, sillan tullessa kunnostustarpeen alaiseksi, tulee tarvittava aukkokoko selvittää tarkemmin. Nykyiselle silta-aukolle ei löytynyt Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen rekisteristä silta-aukkolausuntoa, jolla sillan vapaa-aukkoa olisi aiemmin selvitetty. Sillan uusiminen vaatii AVIn luvan, koska yläpuolisen valuma-alueen koko on yli 100 km². Sillan kohdalla valuma-alue on noin 130 km².

Seuraavassa kuvassa on esitetty silta 21 kuvattuna 23.11.2022. Sillan maatuot on muotoiltu varsin onnistuneesti. Silta-aukko kaventaa jokiuomaa. Lisäksi vaikuttaisi kuvan perusteella, että tietä asuinrakennukselle on sorastettu likimain sillan kannen tasoon. Poikkeuksellisella tulvalla veden noustessa lähelle sillan kantta vesi ei pääse virtaamaan sillan molemmin puolin vaan tie toimii osin patona. Maastomallin mukaan vesi ohjautuu osin kiertämään talon eteläpuolisen pellon kautta. 2D virtausmallinnuksella alueelta voisi arvioida tarkemmin, mikä on peltoalueen, nykyisen tiekoron + rummun vaikutus ja sillan osuus aiheutuvaan padotukseen. Tämä vaatisi lisämittauksia poikkileikkausten osalta Pattijoen jokiuomasta, tulvauomasta sekä tien korkeudesta ja sen rummusta.



Kuva 12. Silta 21 kuvattuna 23.11.2022. Kuva Pekka Leiviskä.

Seuraavassa kuvassa on esitetty tulvauoman sijainti.

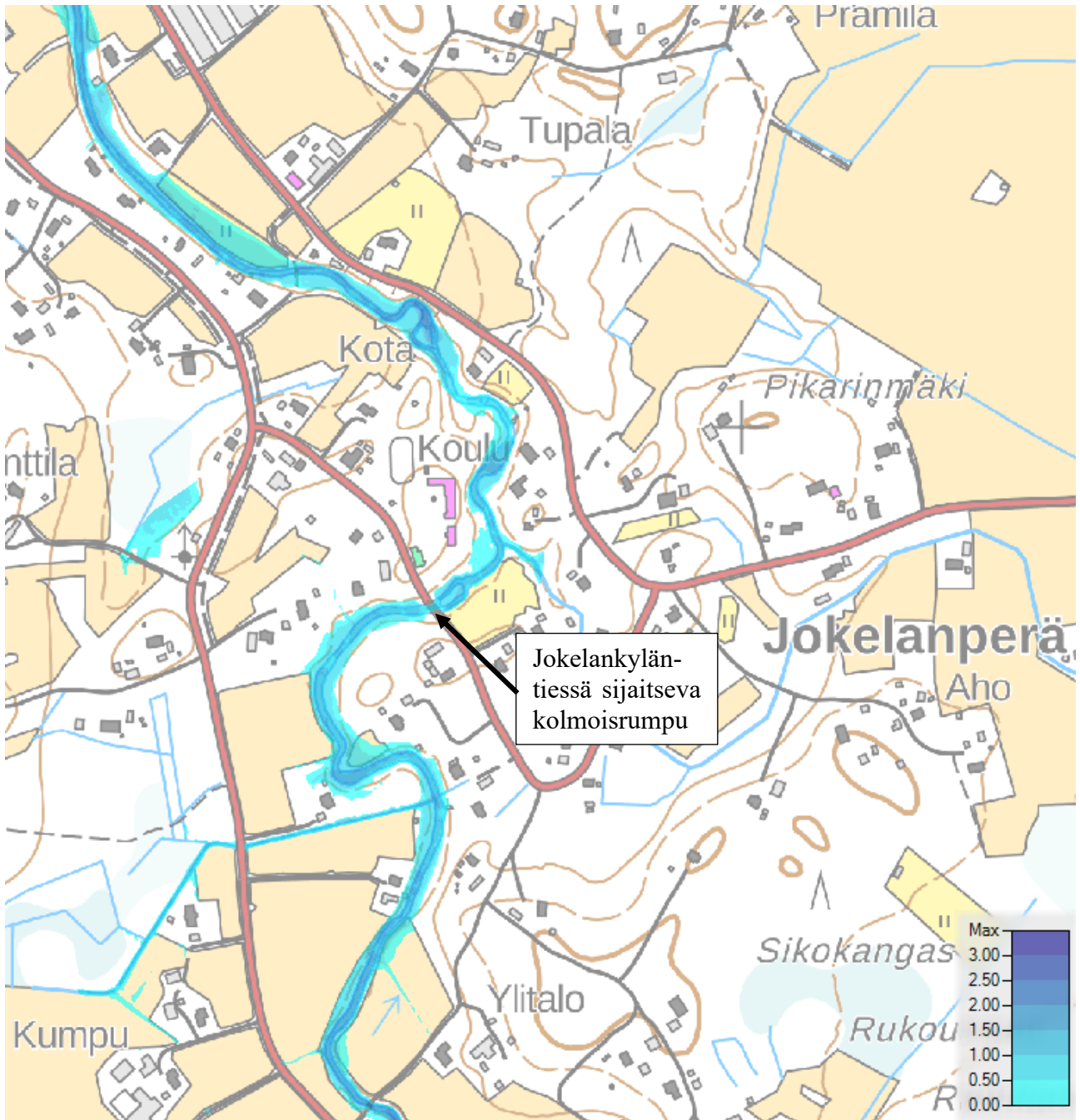


Kuva 13. Rakennuksen ja tien välissä pieni tulvauoma. Taustakartta Maanmittauslaitos 09/2022.

3.2.2 Jokelankyläntien silta

Jokelanperällä sijaitseva Jokelankyläntien siltarakenne on toteutettu kolmen rinnakkaisen rummun avulla. Rinnakkaisilla rummuilla on taipumus kerätä vedessä virtaavaa puunrunkoa juurakoita yms. pitkähäköä materiaalia, joka kertyy rumpujen eteen. Eteen kertynyt materiaali kerää edelleen pienempää materiaalia ja näin aiheuttaa padotusta rummun yläpuoleiselle jokiosuudelle.

Seuraavassa kuvassa on esitetty rumpujen sijaintipaikka kartalla.



Kuva 14. Jokelankyläntien kohdalla sijaitseva kolmoisrumpu Pattijoessa, tulvatilanne HQ1/100. Taustakartta sisältää Maanmittauslaitoksen aineistoa 09/2022.

Näiden kolmoisrumpujen kapasiteetti tulisi varmistaa poistamalla rumpujen eteen kertyvä materiaali säännöllisesti. Jo yhden rummun tukkeutuminen poistaa kolmasosan suunnitellusta kapasiteetista ja nostaa vedenpintaa merkittävästi yläpuolisella jokiosuudella. Kolmoisrumpurakenne sen ylävirranpuoleisesta päästä on esitetty seuraavassa kahdessa vuonna 2022 kuvatuissa valokuvissa.



Kuva 15. Jokelankyläntiellä sijaitsevan kolmoisrummun tukkeutuminen on riski tulvatilanteessa. Kuva Markus Niemelä 23.4.2022.



Kuva 16. Syksyllä 23.11.2022 sama kohde kuvattuna, pääosin samat rungot kuin keväällä näyttävät edelleen tukkivan rumpuja. Kuva Pekka Leiviskä.

Rummun/rumpujen tukkeutuminen nostaisi veden virtaamaan Jokelankyläntien ylitse. Tällöin vedenkorkeus sillan yläpuolisella alueella nousisi uhkaamaan talojen kastumista lähialueella. Kts. seuraava kuva.



Kuva 17. Jokelankyläntien kolmoisrummun tukkeutuminen nostaisi veden ja uhkasi mustalla katkoviivalla merkittyjä rakennuksia. Kuvassa tiekorkeus maastomallista N2000+. Taustakartta sisältää Maanmittauslaitoksen aineistoa 09/2022.

Jokelankyläntie on ELY-keskuksen ylläpitämä tie ja hoitovastuu kuuluu Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskukselle.

3.3 Kunnostustoimet kasvillisuuden osalta

3.3.1 Näkökohtia kasvillisuuden merkitykseen

Kasvillisuus jokiuomassa, käsittäen esim. jokiuoman puut ja tiheät pensasmaiset kasvustot aiheuttavat vedelle virtausvastusta. Niiden vähentämisellä vähennetään samalla vedelle aiheutuvaa virtausvastusta ja mahdollistetaan jokiuoman parempi vedenjohtokyky.

Toisaalta on huomattava, että rantapuustolla ja -kasvillisuudella on myös monia hyötyjä ja sitä suositellaan säästettäväksi niillä uomajaksoilla, missä kasvillisuudesta ei ole haittaa uoman vetokykyille.

Rantakasvillisuus tukee rantatörmää, varjostaa uomaa ja antaa kaloille, linnuille ja riistalle ravintoa ja suojapaikkoja. Lisäksi kasvillisuuden luoma varjostus hidastaa veden lämpötilan nousua helteellä

ja vähentää levien kasvua. Osa rannoista on hyvä jättää luonnontilaan, eikä kaikkia ranta-alueita saa raivata paljaaksi. Vesakoitumisen vähentämiseksi raivaus kannattaa tehdä loppukesällä puiden ja pensaiden ollessa täydessä lehdessä. Myös vähälumisena talvena voi raivata. Raivausta ei tule tehdä keväällä-alkukesällä lintujen pesimäkauden aikana.

Kasvillisuuden poisto kohdennetaan tämän työn arvion mukaisesti jokiuomassa olevaan kasvillisuuteen. Joen rantaluiskista poistetaan pääasiassa puustoa vain silta osin, kuin ne ovat kallistumassa jokiuomaan päin. Ranta-alueen puustoon ja pensaisiin ei tässä työssä kohdenneta toimenpiteitä.

3.3.2 Maanomistusolot

Tässä työssä ei ole ennalta selvitetty kohteiden maanomistusta, eikä oltu yhteydessä maanomistajiin eikä neuvoteltu mahdollisesta toteutuksesta tai sen vastuutahosta. Toimenpiteiden toteutus edellyttää maanomistajan luvan ja maanomistajan kiinteistön alueelta poistettava puusto kuuluu maanomistajalle.

3.3.3 Toronmäen pohjois-itäpuolinen alue

Tällä alueella on vielä jonkin verran kasvillisuutta, joka tulee poistaa. Osa alueen puustosta ja pensaista on poistettu jo aiemmin. Siten jäljellä oleva puusto ja pensaat eivät ole alueella kovin runsaat ja niitä osin jo aiemmin raivattu erityisesti sillan 21 ylävirran puoleisella alueella. Oheisessa kuvassa hieman jokiuomassa esiintyvää puustoa. Seuraavassa kuvia alavirrasta ylävirtaan edeten.



Kuva 18. Puustoa joen rannoilla. Kuva Markus Niemelä 23.4.2022.



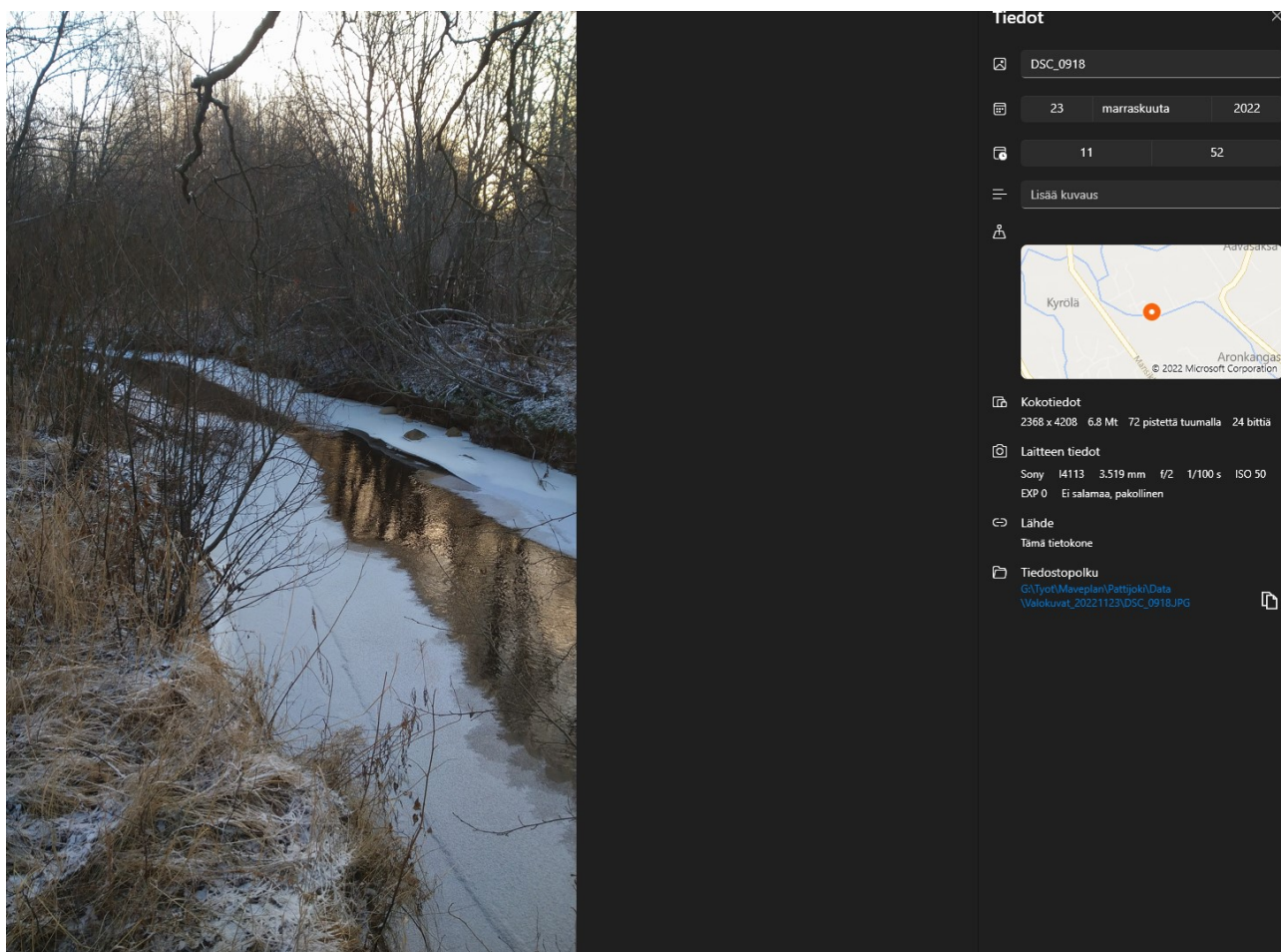
Kuva 19. Pajukkoa osin uomassa, osin rannoilla. Kuva Markus Niemelä 23.4.2022.



Kuva 20. Osin pensaiden raivausta oli ranta-alueella jo tehty myös alaosilla. Kuva Pekka Leiviskä 23.11.2022.



Kuva 21. Puustoa ranta-alueella, osin kallistumassa jokiin. Kuva Markus Niemelä 23.4.2022.



Kuva 22. Pattijoki hieman Etelä-/Pohjoishaarasta ylävirtaan. Kuva Pekka Leiviskä 23.11.2022.



Kuva 23. Joitain puita jokiuomassa ja tiheää kasvillisuutta jokiuomassa. Kuva Markus Niemelä 23.4.2022.



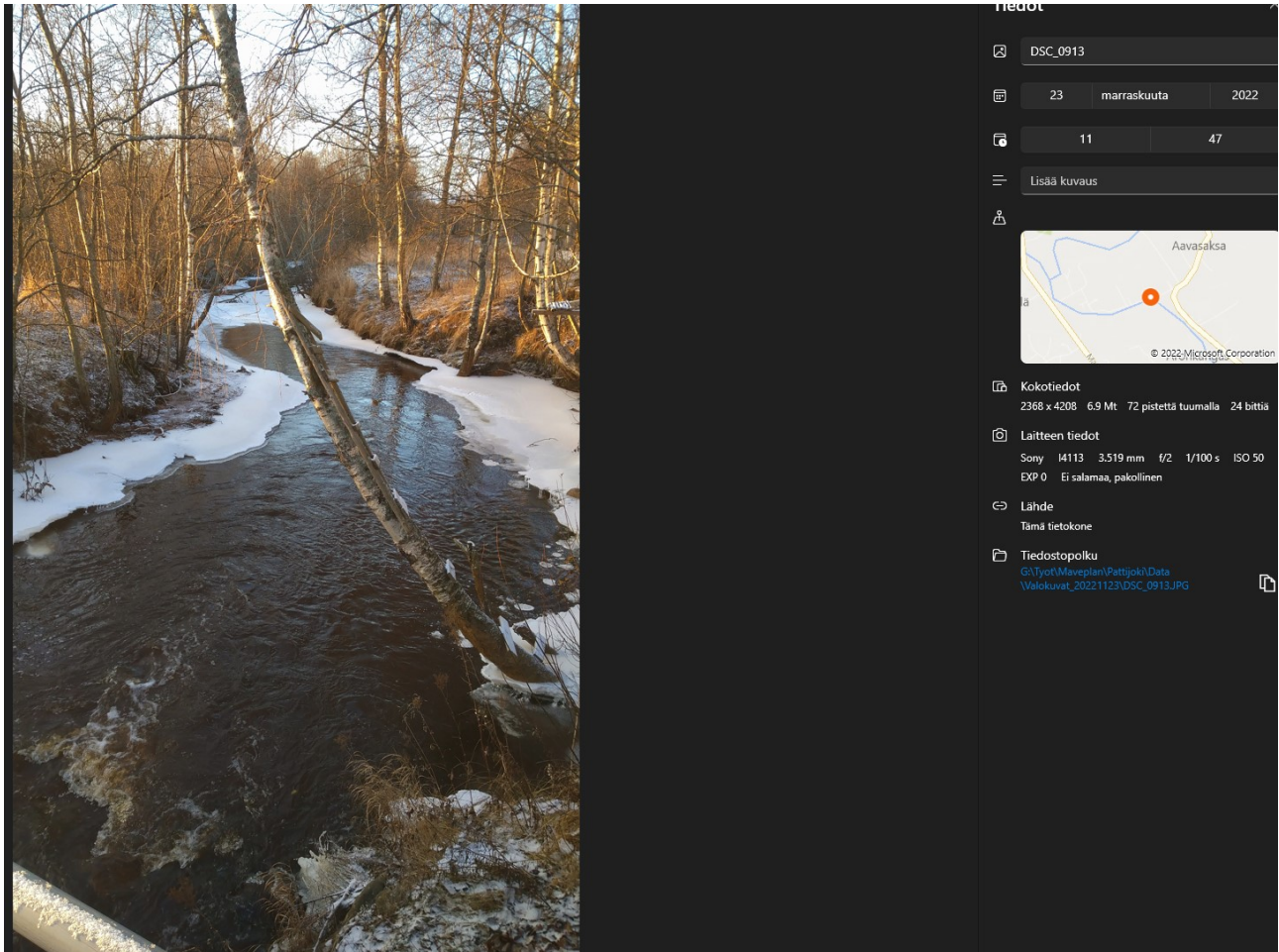
Kuva 24. Puustoa osin jokiuomassa, pääosin rannalla. Kuva Markus Niemelä 23.4.2022.

Osin kasvillisuutta on alueelta poistettu jo viime aikoina. Oheisena kuva kohdasta, jossa kasvillisuutta on poistettu jokiuoman reuna-alueelta.



Kuva 25. Paikoin jokiuomaa on raivattu joen ranta-alueilta. Kuva Markus Niemelä 23.4.2022.

Sillan nro 21 alapuolinen osuus sisältää enemmän puustoa, joista osa ulottuu raivattavaan jokiuomaan.

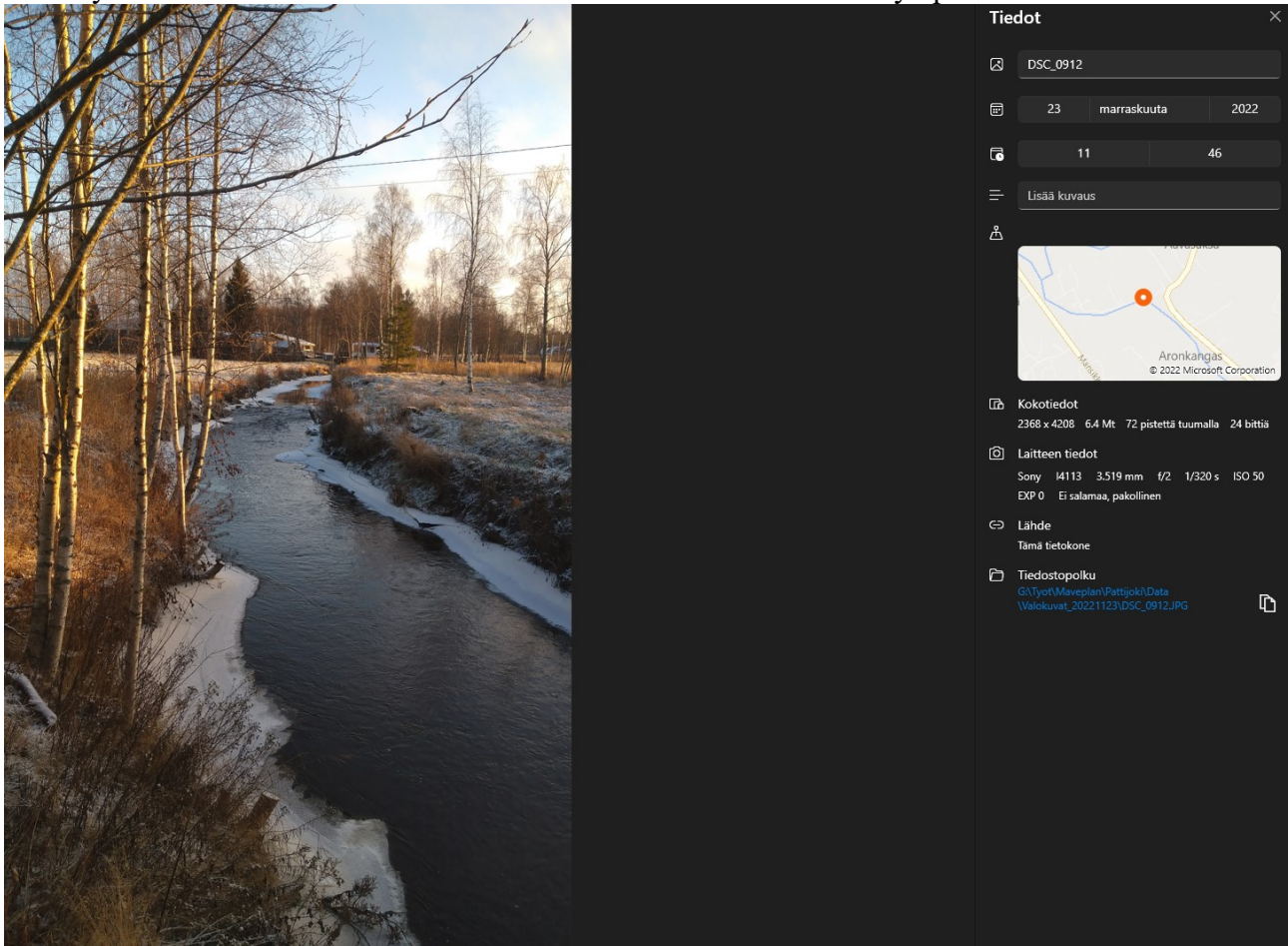


Kuva 26. Pattijoki sillan 21 alapuolelta. Kuva Pekka Leiviskä 23.11.2022.



Kuva 27. Muutamia koivuja jokiuoman puolella sillan 21 ylävirranpuolella. Kuva Markus Niemelä 23.4.2022.

Sillan 21 yläpuolisella osuudessa jokiuomassa on toteutettu raivauksia. Tämä todettiin vielä maastokäynnin yhteydessä 23.11.2022. Sillan 21 yläpuolista aluetta on raivattu merkittävimmit osin ulotuen myös ranta-alueiden raivaukseen. Seuraavassa kuvassa sillan 21 yläpuolista aluetta.



Kuva 28. Pattijoki sillan 21 yläpuolelle kuvattuna 23.11.2022. Aluetta on raivattu sekä jokiuomasta että sen rannoilta. Kuva Pekka Leiviskä.



Kuva 29. Osin raivattua, oikea puoli uomasta tarvitsisi vielä raivausta. Kuva Markus Niemelä 23.4.2022.



Kuva 30. Siivottua rantaa. Kuva Markus Niemelä 23.4.2022.



Kuva 31. Risusavottaa jo toteutettuna, oikeanpuoleinen ranta kaipaisi vielä hieman siistimistä. Kuva Markus Niemelä 23.4.2022.



Kuva 32. Toisella puolen on puustoa jo raivattu. Kuva Markus Niemelä 23.4.2022.



Kuva 33. Tässä vain pajukkoa ja pari puuta jokiuoman puolella. Kuva Markus Niemeä 23.4.2022.



Kuva 34. Koskipaikassa puusto pääosin rannan puolella. Kuva Markus Niemelä 23.4.2022.



Kuva 35. Jokiuomassa ei raivattavaa. Kuva Markus Niemelä 23.4.2022.



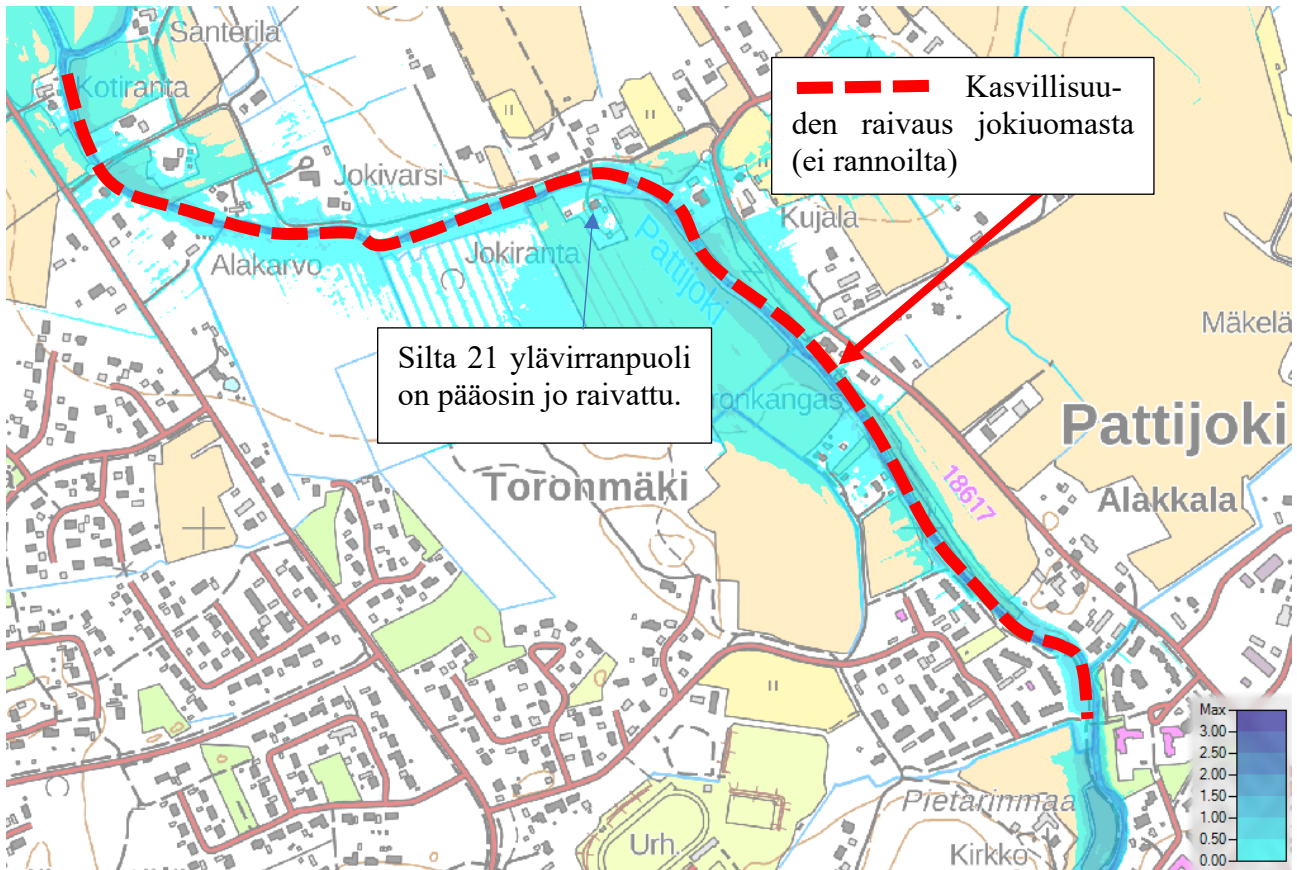
Kuva 36. Tässä puusto sijaitsee pääosin rannalla ei vaadi toimenpiteitä. Kuva Markus Niemelä 23.4.2022.



Kuva 37. Ei raivaustarvetta. Kuva Markus Niemelä 23.4.2022.

Kunnostustoimi 2

Kasvillisuuden raivaus jokiuomassa jättäen ranta-alueiden kasvillisuus toteutetaan seuraavan kuvan mukaisella alueella. Alueella on osin toteutettu raivauksia ulottuen jokiomaan ja ranta-alueille. Eri-tyisesti 21 sillan yläpuoli on pääosin jo raivattu. Puuston ja pensaiden raivauksella pienennetään joen tulvimisriskiä ja tulvaveden mukanaan kuljettaman materiaalin tarttumisriskiä jokiuoman kasvillisuuteen ja puihin.

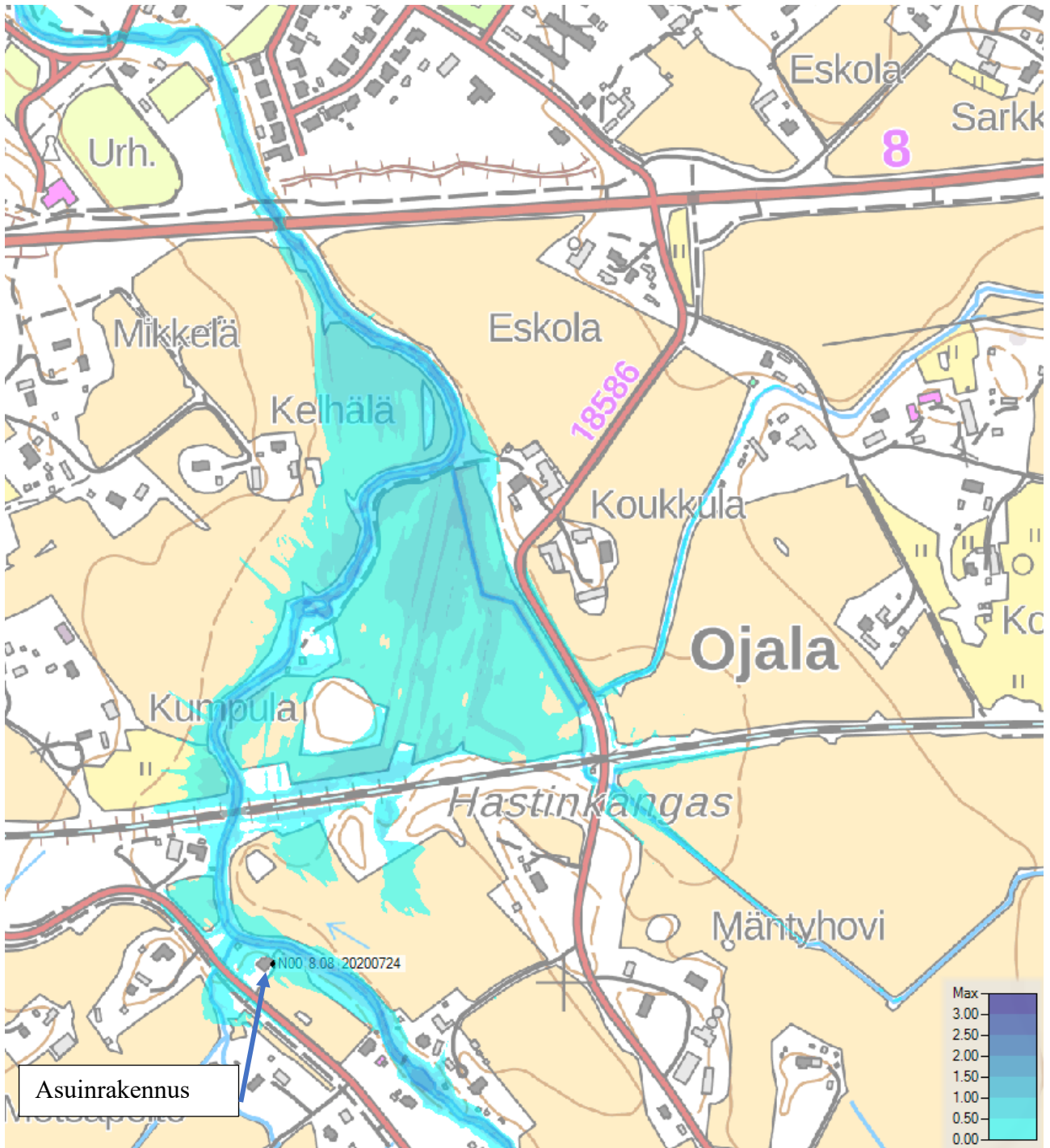


Kuva 38. Raivaus jokiuomassa ranta-alueet säästäten. Taustakartta Maanmittauslaitos 09/2022.

3.3.4 Ojalan alue

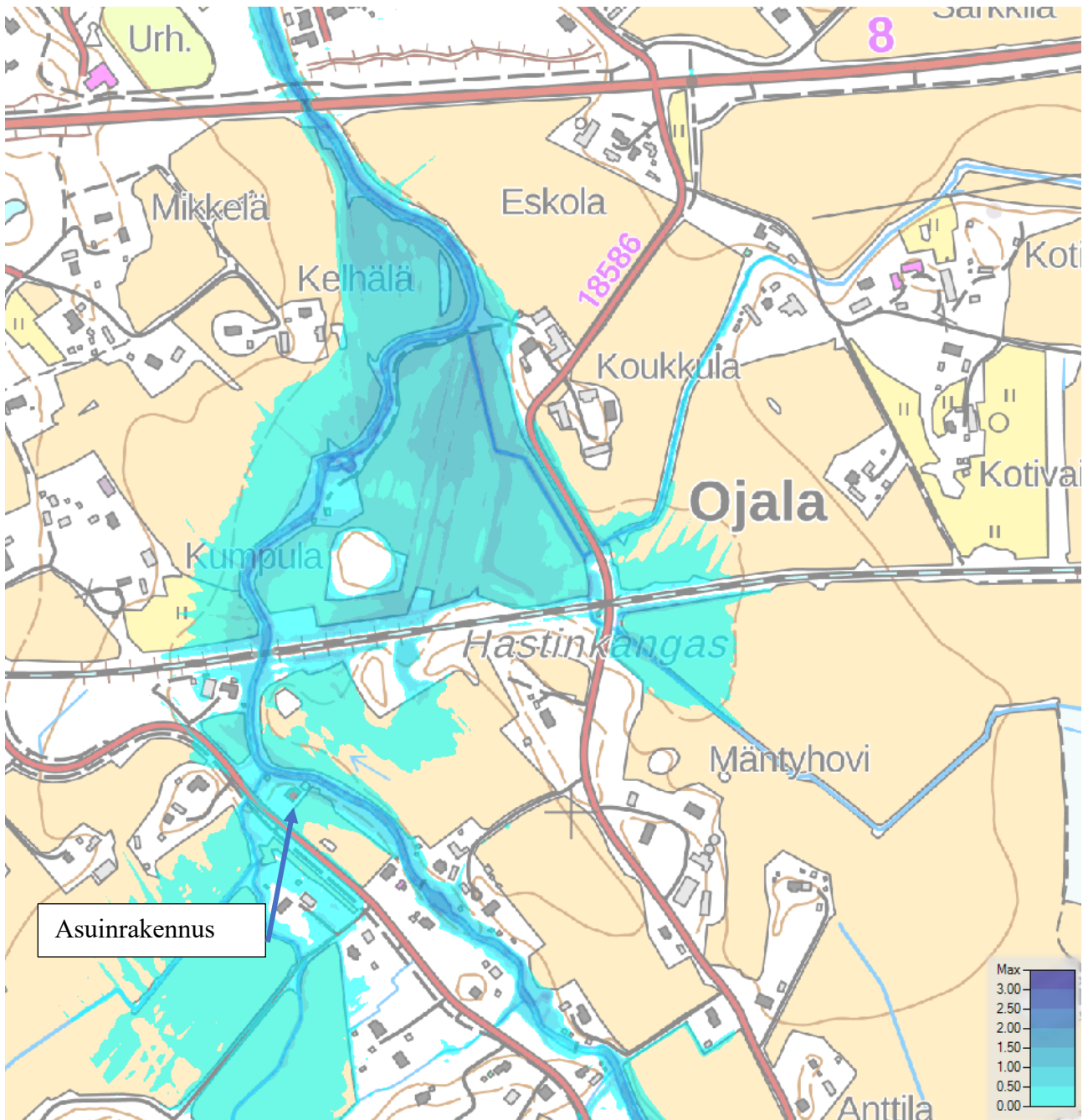
Valtatien (8-tien) yläpuolisella alueella aina rautatien yläpuoleiselle alueelle vesi muodostaa alueelle pienen järivialtaan. Tarkastelluilla virtaamilla alkaen jo $5,0 \text{ m}^3/\text{s}$ virtaamasta vettä alkaa pelloille hie-
man kertyä (kts. liitteet 1a-d).

Pelloille tulvimisen hyvänä puolena voidaan nähdä se, että osaltaan se leikkaa alapuoleista tulvaa toimien tulvahuippua vaimentavana varastona. Vedenkorkeus ulottuu osin vielä rautatien yläpuolel-
selle alueelle, jossa on asuinrakennus tulva-alueen ympäröimänä. Seuraavassa kuvassa on esitetty 8-
tien ja rautatien lähialue.



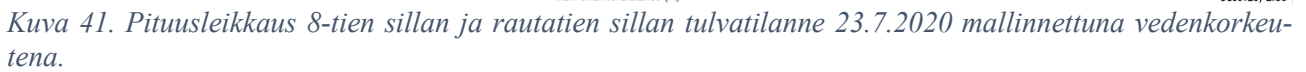
Kuva 39. 8-tien yläpuolella on alue, jolle vesi nousee tulvimaan pelloille. Asuinrakennus lähellä tulva-aluetta mallinnetulla kesätulvalla 23.7.2020. Taustakartta MML 09/2022.

Kevättulvalla HQ1/100 arvioidaan mallin perusteella veden leviävän alueella seuraavan kuvan mukaiselle alueelle. Asuinrakennuksen kohdalla sen vieressä maanpinnalla on suurimmillaan noin 0,2 – 0,3 m vesisyvyys. Tilanne ilmenee seuraavasta kuvasta.



Kuva 40. Tulviva alue 8-tien ja rautatien yläpuolella. Mallinnettu tulvatilanne HQ1/100. Taustakartta MML 09/2022.

Tämän alueen tulvatilanteeseen riskiä pienennetään varmistamalla uoman vetokykyä sekä 8- tien että rautatien läheisyydessä raivaamalla jokiuomassa paikoin runsaana rehottavaa uoman kasvillisuutta. 8-tien ja rautatien silta-aukot ovat riittävän kokoisia, eikä niillä ole merkittävää vaikutusta padotukseen.



Kuva 42. 8-tien alapuoli on osin vastaraivattua aluetta. Kuva Markus Niemelä 23.4.2022.



Kuva 43. 8-tien silta-aukon lähellä on rannalla pajukkoa, joka tulee siivota pois. Kuva Markus Niemelä 23.4.2022.

8-tiesillan yläpuolella uomassa on runsaasti kasvillisuutta osin uomassa, osin ranta-alueilla.



Kuva 44. 8-tien yläpuolen kasvillisuutta. Kuva Markus Niemelä 23.4.2022.



Kuva 45. Pattijoki 8-tien sillan yläpuolella kasvillisuutta on paikoin runsaasi. Kuva Markus Niemelä 23.4.2022.



Kuva 46. Kasvillisuus paikoin kaatuu jokiuomaan päin rannoilta. Kuva Markus Niemelä 23.4.2022.



Kuva 47. Pattijoki rautatiesillan yläpuolella. Kuva Markus Niemelä 23.4.2022.

Seuraavassa kuvassa on ei jokiuomassa esiinny juurikaan raivattavaa kasvillisuutta.

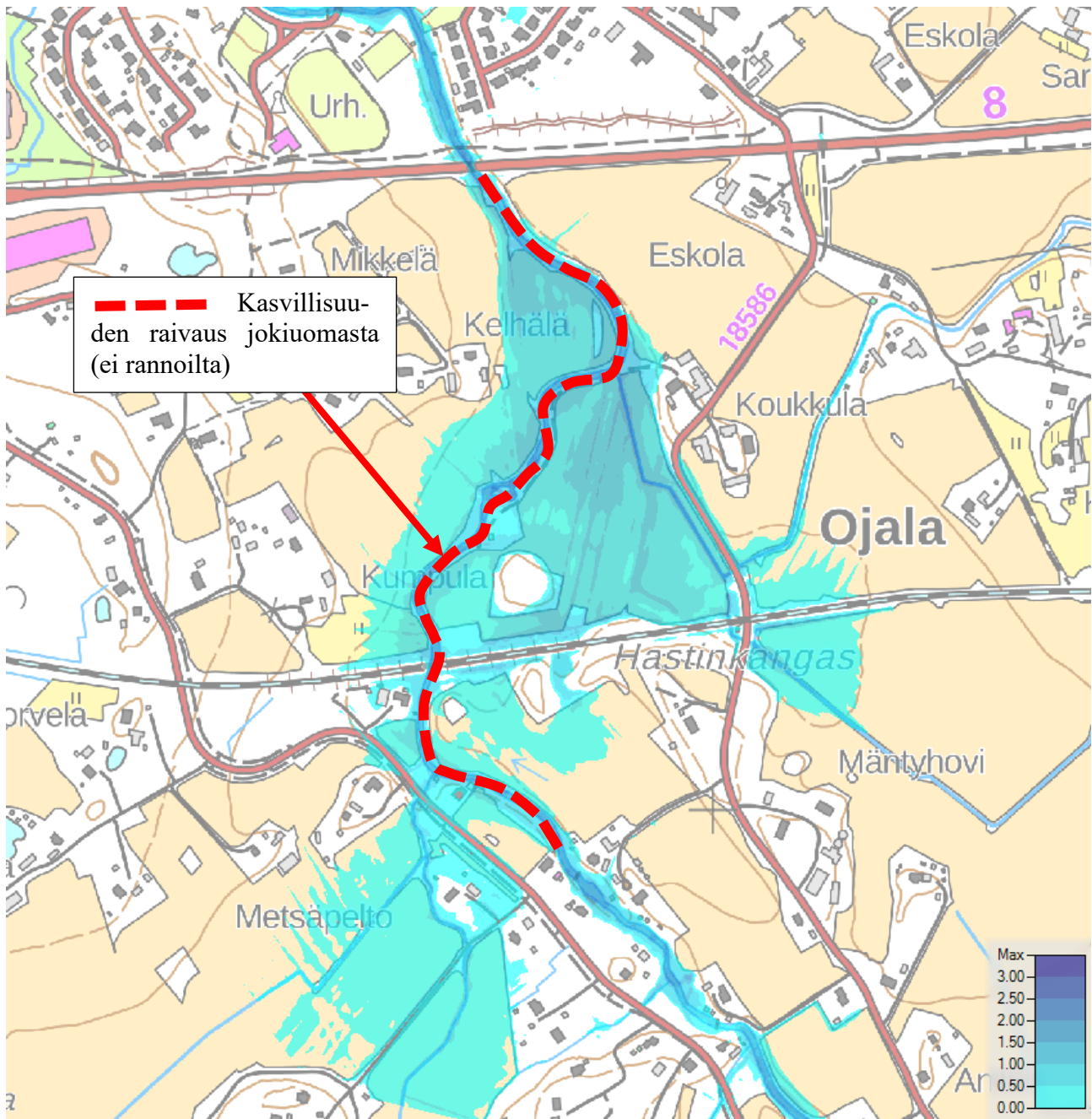


Kuva 48. Pattijoen uoma 23.11.2022, jokiuomassa ei merkittävä kasvillisuutta, jonkin verran kasvillisuutta rantaluiskissa ja tiheimmin rannoilla. Kuva Pekka Leiviskä.

Kunnostustoimi 3

Kasvillisuuden raivaus 8-tiesillasta rautatiesillan yläpuoliselle alueelle. Raivaus 8-tiesillan aukon välittömässä läheisyydessä myös ranta-alueilla, muualla raivaus jokiuomassa ranta-alueiden

kasvillisuus säästään. Puuston ja pensaiden raivauksella pienennetään joen tulvimisriskiä ja tulvaveden mukanaan kuljettaman materiaalin tarttumisriskiä jokiuoman kasvillisuuteen ja puihin.



Kuva 49. Kasvillisuuden raivaus jokiuomasta. Taustakartta sisältää Maanmittauslaitoksen aineistoa 09/2022.

3.4 Pohdintaa veden virtausvastuksesta

Kasvillisuus vaikuttaa olevan merkittävässä roolissa alueella, erityisesti tarkasteltaessa tulvatilanteita. Kuten raportin aiemmista valokuvista selvisi, uoma on paikoin kasvillisuuden valtaama. Toisin paikoin uomassa on jo tehty raivauksia ja uoman siivousta. Mikä sitten on kasvillisuuden vaikutus vedenkorkeuteen? Vaikuttaako kasvillisuuden poisto enemmän uoman keskeltä vai reunoilta? Seuraavassa valotetaan tilannetta yleisellä tasolla.

Virtauslaskennassa kasvillisuus on yksi osatekijä, kun tarkastellaan veden virtaukselle muodostuvia häviöitä. Karkeuskerroin on tässä yhteydessä tekijä, joka kuvaa materiaalin karkeutta ja kykyä vastustaa veden virtausta. Häviötä laskettaessa käytetään eri osatekijöille seuraavan suuruisia karkeuskertoimia.

Taulukko 2. Karkeuskertoimen suuruusluokkia eri osatekijöille.

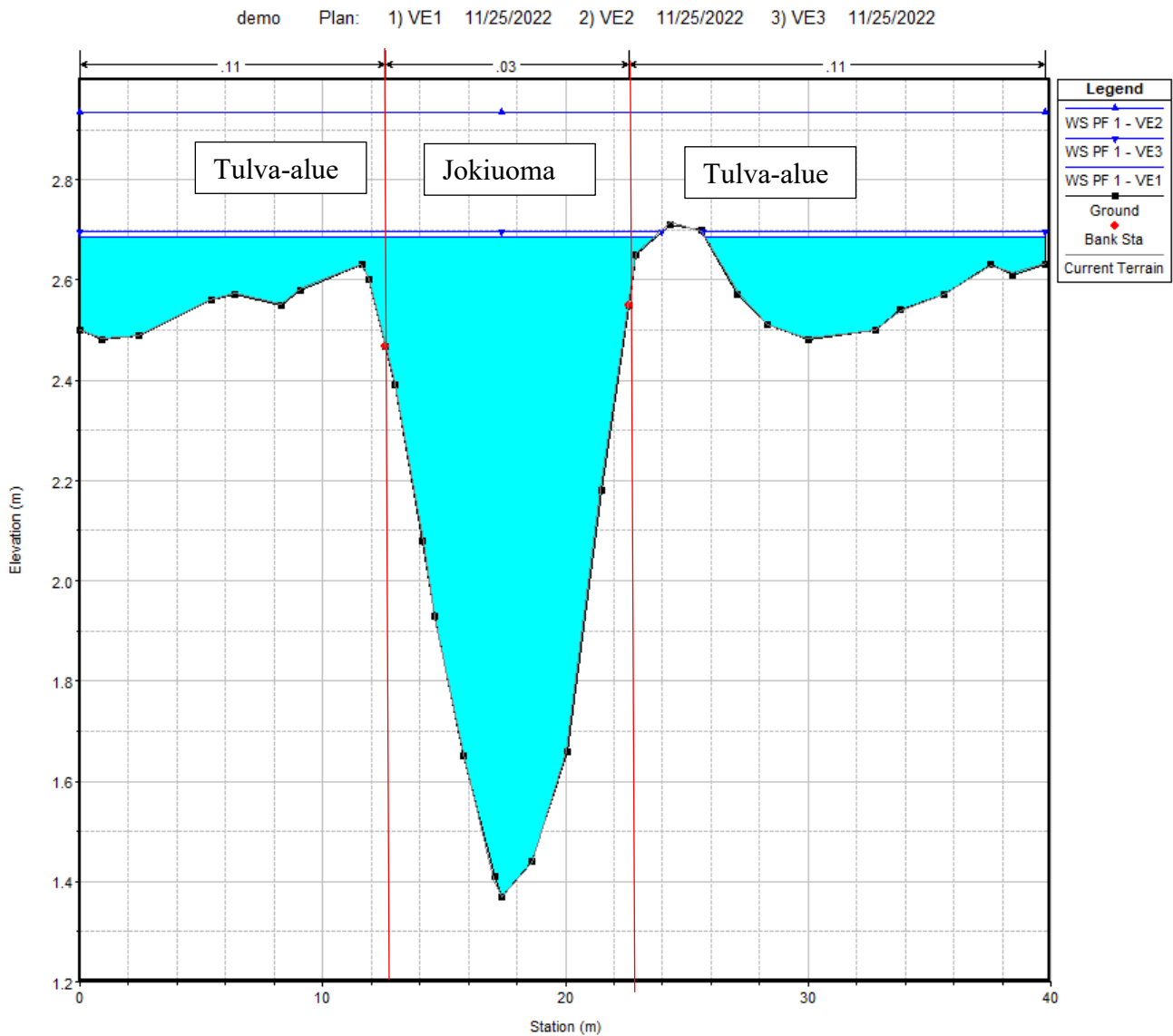
Taulukko 5-2. Manningin karkeuskertoimen arvot Cowanin menetelmällä

Uoman ominaisuudet			Arvot
Uomamateriaali	Maa		0,020
	Kalliioleikkaus	n_0	0,025
	Hieno sora		0,024
	Karkea sora		0,028
Epätasaisuus	Sileä		0,000
	Vähäinen	n_1	0,005
	Kohtuullinen		0,010
	Suuri		0,020
Uoman poikkileikkauksen vaihtelut	Hidasta muutosta		0,000
	Vähän vaihteluja	n_2	0,005
	Tiheitä vaihteluja		0,010...0,015
Uomassa olevien esteiden (pilarit, puomit ym.) vaikutus	Mitätön		0,000
Kasvillisuus	Vähäinen	n_3	0,010...0,015
	Huomattava		0,020...0,030
	Suuri		0,040...0,060
	Alhainen		0,005...0,010
Mutkaisuus	Keskinkertainen	n_4	0,010...0,025
	Suuri		0,025...0,050
	Hyvin suuri		0,050...0,100
Mutkaisuus	Vähäinen		1,000
	Huomattava	m_5	1,150
	Suuri		1,300

Cowanin menetelmässä summataan eri osatekijät ja huomioidaan laskettaessa lisäksi uoman mutkaisuus:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)m_5$$

Tässä kasvillisuuden tarkastelulle laadittiin pikainen demomallinnus erilaisen kasvillisuusmäärän vaikutuksesta veden virtausvastukseen. Demoalue valittiin silta 21 yläpuolelta. Laskennassa uoma jaettiin kolmeen osaan, rannoilla ns. tulva-alueet ja keskellä itse jokiuoma. Näille käytettiin eri karkeutta sen mukaan, miten siellä esiintyy virtausvastukseen vaikuttavia tekijöitä.



Kuva 50. Laskentapoikkileikkauksessa joen eri osa-alueet.

Tässä demossa tarkasteltiin jokiuoman ja tulva-alueiden vaikutusta veden virtausvastukseen ja sitä myöten vedenkorkeuksiin, joita tietyn suuruisella tulvalla voi esiintyä. Tässä demonstraatiossa poikkileikkaukset on luotu suoraan MML maastomallista ja siten ne eivät joen pohjan osalta edusta täysin oikeaa korkeustasoa. Tällä demolla pyritään kuitenkin hahmottamaan eri tekijöiden vaikutusta tulvaan.

Laskentaan valitun $10,0 \text{ m}^3/\text{s}$ virtaaman ohella toteutettiin variointia vain kasvillisuuden karkeuskerroimen osalta. Laskennassa tarkasteltiin eri vaihtoehtojen vaikutusta vedenkorkeuteen mallin ylimmässä poikkileikkauksessa. Laskentavaihtoehtoja oli kolme:

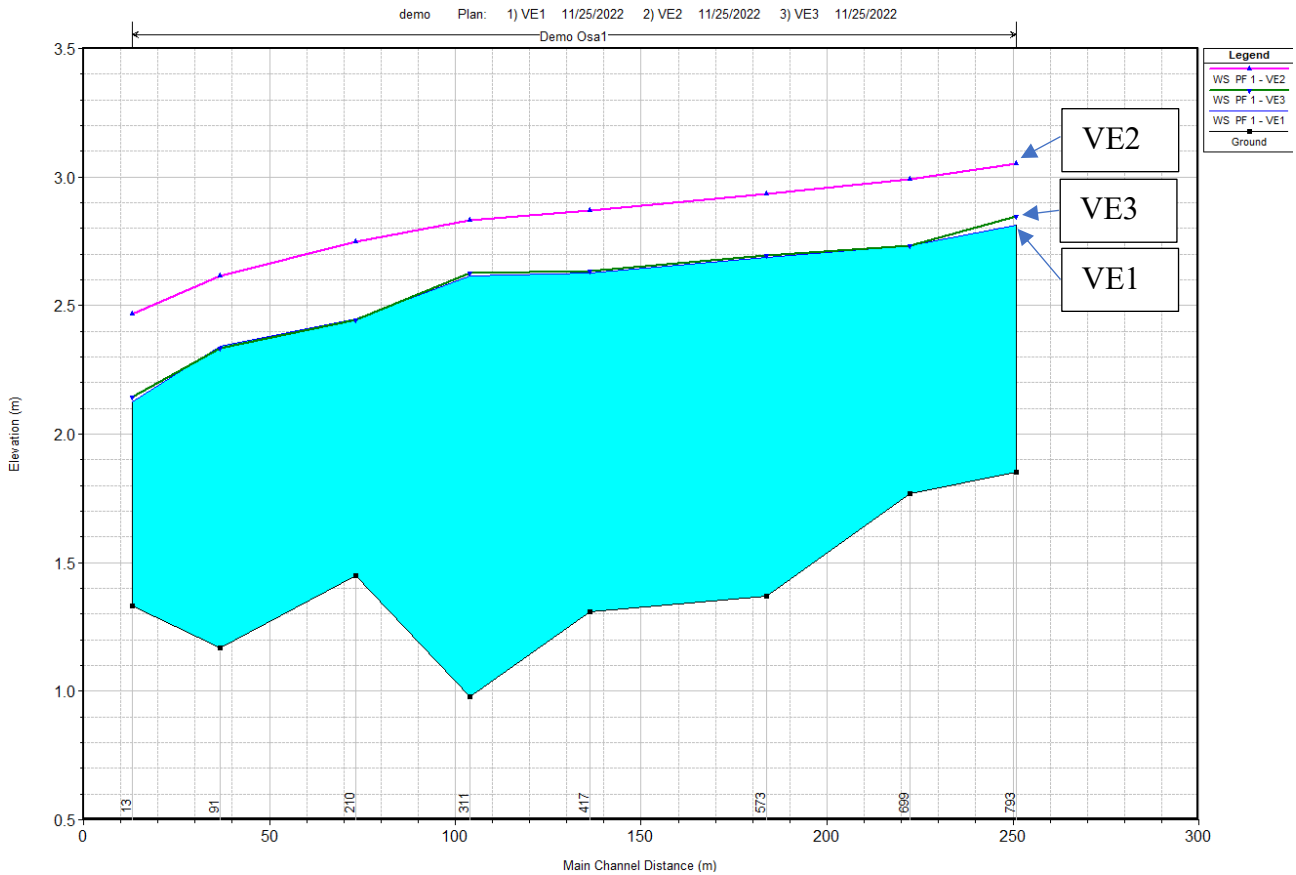
- VE1 täysin siivottu uoma ja rannat, ei kasvillisuutta, karkeus keskellä ja laidoilla sama 0,030
- VE2 uomassa ja rannoilla keskikertainen tai suuri määrä kasvillisuutta
- VE3 uomassa kasvillisuus siivottu, rannoilla erittäin tiheä kasvillisuus

Seuraavassa kuvassa on esitetty Maanmittauslaitoksen korkeusmallista luodut poikkileikkaukset demotarkastelua varten.



Kuva 51. MML maastomallista silta 21 yläpuolelta laadittu demo, jossa poikkileikkaukset on merkitty kartalle. Taustakartta Maanmittauslaitos 09/2022.

Laskennan reunaehtoina olivat yläpuolinen virtaama $10 \text{ m}^3/\text{s}$ ja alapuoleinen normaalikaltevuus 0,008. Laskenta toteutettiin 1D poikkileikkauksin ja tasaisen virtaaman laskennalla HEC-RAS ohjelmiston versiolla 5.0.7. Pituusleikkauksena lasketut vedenkorkeudet poikkileikkauksissa eri vaihtoehdoilla on esitetty seuraavassa kuvassa.



Seuraavaan taulukkoon on koostettu eri vaihtoehtoissa käytetyt karkeuskertoimet, lasketut vedenkorkeudet ja vaikutus.

Taulukko 3. Karkeudet ja lasketut vedenkorkeudet eri kasvillisuuden omaavilla uomatiedoilla.

Vaihtoehto	n vasen	n uoma	n oikea	Vedenkork. N2000+[m]	ero VE1:een [m]
VE1	0,030	0,030	0,030	2,81	±0,00
VE2	0,060	0,060	0,060	3,05	+0,24
VE3	0,110	0,030	0,110	2,85	+0,04

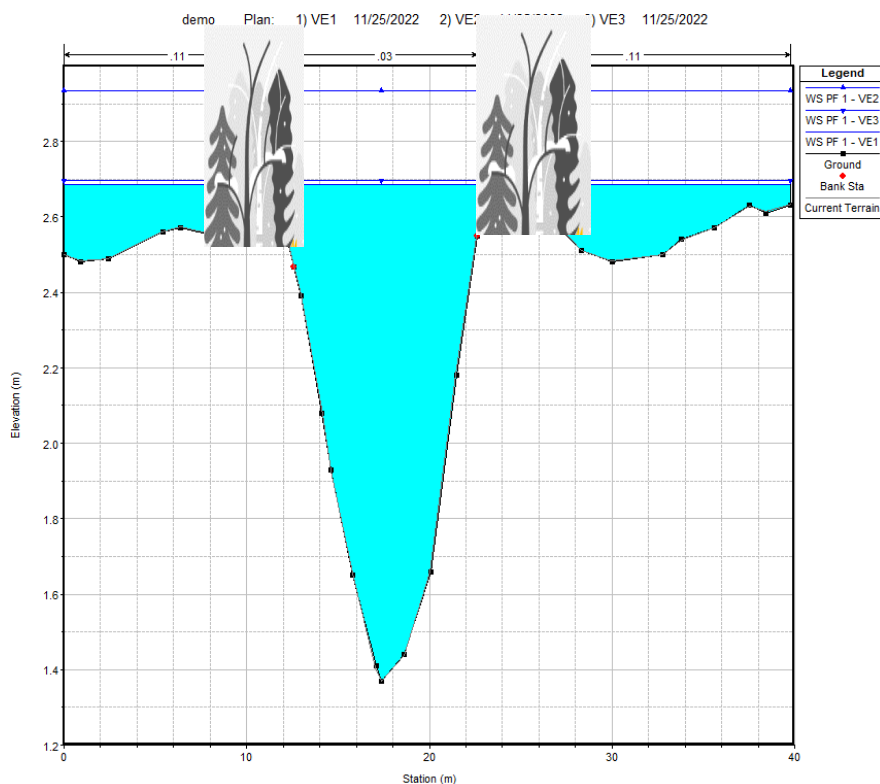
Tämä demo hahmottaa osaltaan sitä tietoa, että jokiuoman merkitys ja puhtaus kasvillisuudesta on merkittävässä roolissa. Jokiuoman osalta tarkasteltiin tilannetta, jossa uomassa on merkittävä määrä kasvillisuutta. Tässä ei tarkasteltu erittäin tukkoista uomanosuutta, jossa kasvillisuus on vallannut jokiuoman. Veden virtauksen kannalta haasteellinen on myös tilanne, jossa puustoa on kaatunut uomaan ja siihen kertyy erinäistä materiaalia padottaen vedenpintaa.

Laskennasta ilmeni, että ranta-alueiden kasvillisuudella on suhteessa aika vähäinen vaikutus tulvan nousuun. Tämä siis tilanteessa, jossa rannalla on kapeahkolla alueella kasvillisuutta. Ensinnäkin tulva-alueella veden virtausnopeus pienenee merkittävästi alhaisemmaksi kuin jokiuomassa. Kun tiedetään, että häviöiden suuruus kasvaa virtausnopeuden neliössä, jää alhaisemman virtausnopeuden tulva-alueella häviöt merkittävästi pienemmäksi. Lisäksi kasvillisuuden tausta-alueella, jos oletetaan että siellä on peltoa, niin kasvillisuus peittää vain pienen osan virtaus-alueesta.

Edellä olevan perusteella ehdottomasti suurin hyöty kasvillisuuden poistosta saavutetaan, kun se kohdennetaan jokiuomaan tai sen luiskissa uoman suuntaan sojottaviin puihin tai pensaisiin.

Kesäaikaisia sadetulia ajatellen jokiuomaan tosin voi kasvaa kesän aikana myös puita ja pensaita hennompaa kasvillisuutta. Tämä kasvillisuus aiheuttaa kesäaikana virtausvastuksen kasvua ja riippuen kasvillisuuden määrästä, tällä on vaikutusta jokiuoman selviytymiseen kesäaikaisten rankkasateiden tulvahuipuista. Syksyllä lakastuessaan kasvillisuus pääosin poistuu. Sen vuoksi kesätulvalla on taipumus nousta korkeammalle, kuin keväällä vastaavalla virtaamalla. Se miten merkittävästi tässä on eroa, riippuu siitä miten paljon kasvillisuutta kesäaikana uomaan kasvaa.

Koska kasvillisuudella on merkittävä rooli koko uoman veden virtausvastuksessa, on hyödyllistä pitää jokiuoma puhtaana järeämmästä kasvillisuudesta, erityisesti puista ja pensaista. Niiden poistamisella voidaan kohtu kustannuksin saavuttaa merkittävää vaikutusta tulvavedenkorkeuksien alentamiseen.



4 YHTEENVETO

Pattijoen tulvaveden vetokyvyn selvittämisen kannalta nousi tällä mallinnustyöllä esille kaksi joki-jakso-osuutta, joilla kasvillisuuden raivauksella voidaan tehokkaimmin vaikuttaa veden padotukseen jokiuomassa ja sen tulva-alueella. Esitetyt toimet kohdennettiin itse jokiuomaan, jossa merkittävin virtaama tapahtuu ja ranta-alueiden puusto säästettiin pääosin toimenpiteiltä. Osin puustoa oli alueella juuri raivattu ja sillä on jo saatu parannettua joen tulvavirtauskapasiteettia sekä siistittyä ympäristöä.

Joen kalibroinnissa (Leiviskä 2022) käytettiin kesäaikana merkittävästi suurempaa karkeuskerrointa kuin kevättulvalla. Vaikuttaisi siltä, että joen kasvillisuus vaikuttaa tulvakorkeuksia nostavasti ja erityisesti jokiuoman alueella tehtävillä kasvillisuuden raivauksilla ja poistoilla saadaan merkittävää virtauskapasiteettia varmistettua tulvatilanteessa.

Osa raivattaviksi merkityistä alueista oli jo työn osalta toteutettu. Tässä kuitenkin kunnostustoimiin merkittiin alueet, joilla tilanne on jatkossakin hyvä varmistaa ja siten suunnitelma toimii vuosien mittaan apuvälineenä muistuttamaan keskeisimmistä alueista, joista kasvillisuuden pitäminen kurissa on tulvien vedenkorkeuksien hallitsemiseksi hyvin keskeistä.

Merkittäväksi yksittäiseksi kohteeksi tässä työssä nousi alueen silta nro 21. Tämä asuinrakennukselle johtava silta on siinä määrin kapea, että se voi aiheuttaa padotusta tulvavirtaamilla. Tarkan padotuksen suuruuden arvoimiseksi tulisi tulva-aikana mitata vedenkorkeuksia sillan ylä- ja alavirranpuolelta varsinaisen sillan padotuksen selvittämiseksi. Sillalta asuinrakennukselle johtava tie vaikuttaisi myös muodostavan tulvalla virtausesteen nostaen vedenpintaa ylävirran puolella. Maastomallin mukaan talolle menevän tie ylittää lisäksi tulvareitin, jonka kapasiteetti ja toimivuus olisi hyvä selvittää tarkemmin. Tulvareitti on varustettu rummulla, joka on kunnostettu kesällä 2022. Suurilla ylivirtaamilla osa tulvavedestä kiertää asuinrakennusta peltojen kautta eteläpuolitse. Silta-aukko 21, Pattijoen uoma sillan molemmin puolin sekä asunnolle menevän tien toimivuus tulvatilanteessa rumpuineen vaatii jatkossa vielä yksityiskohtaisempaa tarkastelua/mallinnusta.

Työssä myös suunniteltiin alustavasti Saarelanperän peltoalueille kaksitasouomaa leikkaamaan tulvaa. Osalla suunnitelluista paikoista oli suurta vanhaa puustoa, joka olisi pitänyt alueelta poistaa. Pieniä, luontevan näköisiä paikkoja oli alueella, mutta niiden pituus jäi kohtuullisen rajatuksi. Hetkellisellä kesäisellä rankkasateella niillä voitaisiin hieman leikata tulvahuippua. Tarkastellut alueet olivat kuitenkin vahinkojen pienentämiseksi sen verran pieniä, ettei niillä voida juurikaan vaikuttaa suureen kevättulvaan. Toisaalta poistaessaan tulva-aluetta pelloilta, ne toisaalta siirtävät leikkauskapasiteetin toteutettavaan kaksitasouomaan, joten kokonaisuhyötyä ei arvioitu riittäväksi tässä alustavassa arviossa. Jos tilannetta aletaan pohtia mahdollisten satovahinkojen osalta, voi jatkossa kaksitasouoman toteutusta pohtia tarkemmin. Tässä työssä keskityttiin pääasiassa asuinrakennusten vahinkojen ennaltaehkäisyyn.

Tyrnävällä 7.12.2022

Tarkastanut

Pekka Leiviskä
Insinööritoimisto Pekka Leiviskä
Vauhtipyörä 4, 91800 Tyrnävä
+358 40 8466 533
www.leiviska.fi

DI Olli Utriainen, Maveplan Oy

KIRAJALLISUUS

Kupiainen V., Hellsten S. ja Myllyniemi H. 2021. Patti-, Piehingin- ja Haapajoen vesistöalueiden säännöstelyn kehittämisselvitys. Ramboll Finland Oy ja Suomen ympäristökeskus. 3.3.2021.

Leiviskä P., 2022. Pattijoen 1D virtausmallin kalibrointi. Insinööritoimisto Pekka Leiviskä. Tyrnävä. 3.10.2022.

LIITTEET

1. Tulvakartat 5,0, 8,0, ja 10,5 m³/s sekä kevättulva HQ1/100
2. Pituusleikkaus eri tulvavirtaamilla
3. Kunnostustoimet