

Liite 2B. Tiivistelmä Kyrönjoen suiston jääpatomallinnuksesta sekä ruoppausten vaikutusten mallinnuksesta

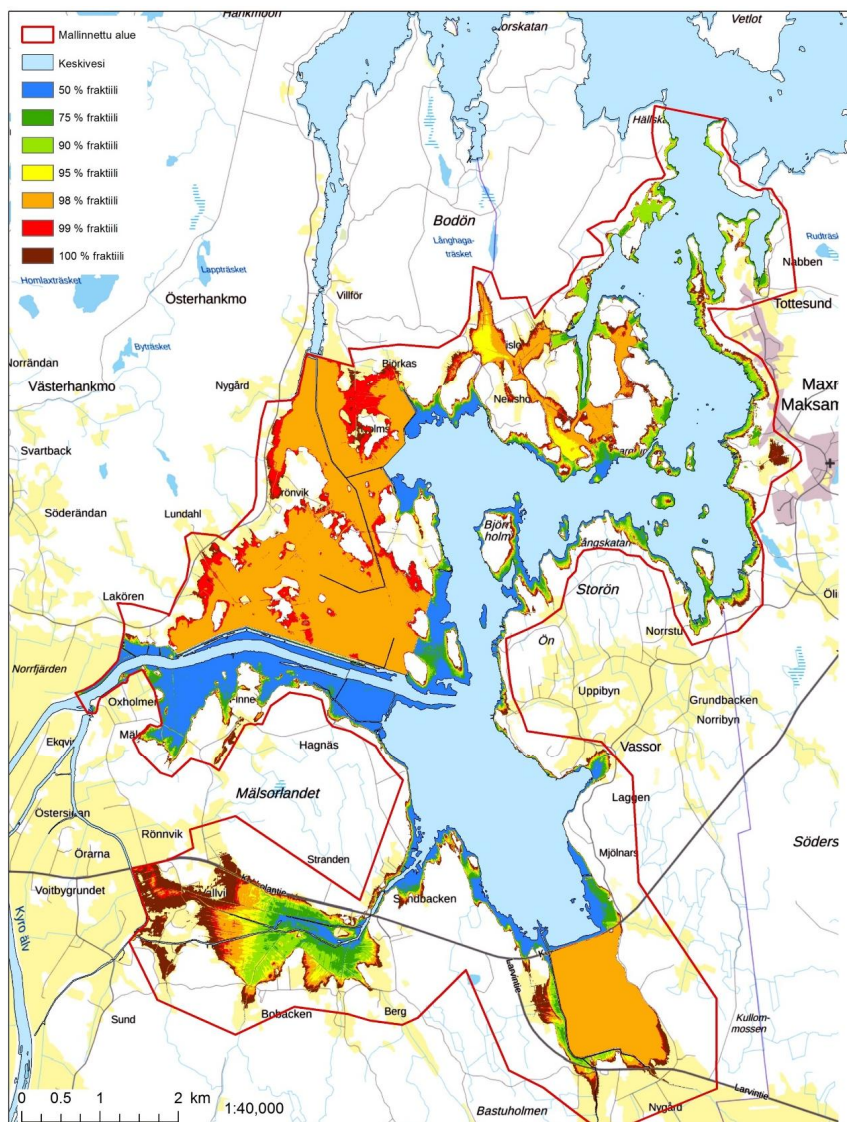
Lähde: Aaltonen J., Suomen ympäristökeskus. Kyrönjoen suiston jääpatotulvien mallinnus – nykytilanne ja uomanmuokkausten mahdolliset vaikutukset, 2018.

Taustaa

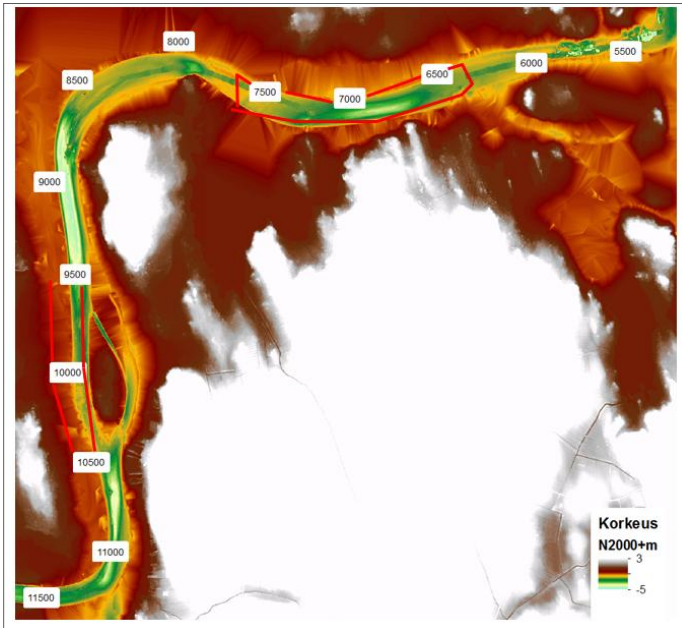
Suomen ympäristökeskus (SYKE) on laatinut vuonna 2017 Kyrönjoen suistoalueelle välille Stenå-Tottesund virtausmallin sekä jääpatotulvien nykytilamallinnuksen. Näitä mallinnuksia on hyödynnetty Kyrönjoen suistoalueen tulvasuojelun toimenpidevaihtoehtojen tarkastelussa mm. ruoppausten vaikutusten arvioimisessa tulvavedenkorkeuksiin. Työstä on laadittu oma raportti, jonka pohjalta tämä tiivistelmä on laadittu. Mallinnuksissa on hyödynnetty muun muassa seuraavia aineistoja: maanmittauslaitoksen KM2-korkeusmallia, Mapteam Oy:n viistokaikuluotauksuvia, ympäristöhallinnon virtaama-, vedenkorkeus- ja jääpatohavaintoja, Ilmatieteenlaitoksen Vaasan mareografin havaintoja.

Jääpatomallinnus

Mallinnukseen käytettiin HEC-RAS-ohjelmaa (USACE 2010), jossa uomaverkoston mallinnus tapahtuu poikkileikkauksin kuvatussa uomassa. Mallissa virtaus etenee kohtisuorasti poikkileikkauksiin nähden. Jääpatomallinnusta varten suistoalue kuvattiin yksiuomaisena. Jääpatomallinnus suoritettiin stationäärisenä laskentana, jossa virtaama ja alapuolinen vedenkorkeus ovat vakioita. Jääpatoja mallinnettiin tavallisesti käytettyjen, muutamien edustavien skenaarioiden sijaan sadoilla mallinnoilla. Malli koostui yhteensä 341 poikkileikkauksesta, joiden etäisyys toisistaan oli noin 50 metriä. Poikkileikkausten korkeusasemat interpoloitiin luotauksista ja laserkeilaukseen perustuvasta korkeusmallista koostuvasta korkeusmallista. Lisäksi tiettyihin lahtiin ja kaislikoihin lisättiin ns. passiivisen virtauksen alueita, jonne vesi pääsee, mutta jossa se ei virtaa. Mallinnuksen tuloksista laadittiin uudentyyppinen jääpatotulvakartta (kuva 1), jossa on pyritty kuvaamaan jääpatotulvan leviämistodennäköisyyksiä. Tulvan peittämät alueet on kartassa värjätty sen mukaan, miten useassa jääpatomallinnuksessa kukin alue kastui.



Kuva 1. Jääpatomallinnuksista laadittu tulvakartta, joka kuvaa tulvavedenkorkeuksien jakaumaa mallinnetuilla jääpatotilanteilla. Tässä tarkastelutavassa tietty prosenttipiste eli persenttiili kertoo sen yläpuolelle jäävän osuuden kaikista mallinnoista, esimerkiksi 50. persenttiiliin kartta osoittaa tulvan laajuuden sillä kohdalla, johon korkeimmat 50% mallinnetuista skenaarioista yltyvät. Samoin 90. persenttiiliin kuuluvat vain uhkaavimmat 10% skenaarioista, ja 98. persenttiiliin vain 2% skenaarioista. 100. persenttiili esittää kaikista korkeimman yksittäisen skenaarion tulvatilanteen. Kartta ei esitä veden syvyyksiä, vaan pelkästään tulva-alueiden laajuuden.



Kuva 2. Mallinnuksella tunnistetut potentiaaliset jääpatopaikat punaisella rajauksella. Taustalla esitetty mallinnetun alueen syvyyssolosuhteet, jotka pohjautuvat kaiku- ja laserlaskentoihin.

tutkittiin kahdella erilaisella ruoppausvaihtoehdolla: 1) pohjaltaan 30 m leveä väylä, jonka luiskat 1:3 ja pohjan taso N2000 - 3,0 m. 2) pohjaltaan 20 m leveä väylä, jonka pohjan taso N2000 -3,5 m. Molempien vaihtoehtojen ruoppausmassat ovat arviolta 20 000...30 000 m³ ktr. Björnholmenin alueelle suunniteltiin väylä, jonka pohjan leveys on vähintään 10 m ja luiskat 1:3. Väylän pohjan taso tulee olla vähintään N2000 -1,5 m, jotta väylä pysyy auki myös virkistyskäyttökaudella. Kapean veneväylän ruoppaamisesta syntyisi massoja arviolta 30 000...40 000 m³ ktr. Ruoppaukset mallinnettiin muokkaamalla maastomallin korkeustietoja ja siirtämällä ne edelleen HEC-RAS-virtausmallin poikkileikkauksiin uusien laskentojen mahdollistamiseksi. Lakagrynnanin ja Mittigrundetin osalta prosessi oli suoraviivainen, koska poikkileikkaukset olivat jo olemassa. Rubenin väylän osalta uoma jouduttiin tekemään, koska sitä ei alkuperäisessä nykytilan mallinnuksessa ollut.

Tulosten mukaan virtausmallin jääpatolaskennalla selvitettyjen toimenpidevaihtoehtojen muutokset suurimmilla 396 muuttujajyhdistelmälläkin ovat hyvin pieniä nykytilaan verrattuna. Valtaosassa tuloksia muutos nykytilan ja suunnitelmavaihtoehdon vedenkorkeuden välillä on muutamia senttimetrejä. Esimerkiksi Vassorinlahdella kaikkien perkausvaihtoehtojen tuottamat muutokset sijoittuvat 324-337 tapauksessa (81-84 %) 399:stä 0...-2 cm luokkaan. Rubenin väylässäkin liki puolet (194 kpl, 49%) laskennoista tuotti saman 0...-2 cm muutoksen nykytilaan verrattuna. On kuitenkin huomioitava, että tässä vertailukohtana toimiva nykytilan laskenta ei huomionnut sitä, että väylän alueelta kulkee vettä jo nykyiselläänkin. 0...-5 cm muutos on niin pieni, että tämä menee selvästi mallinnuksen yleisten epävarmuuksien ja tehtyjen oletusten ja yksinkertaistusten piiriin.

Kuvassa 4 on esitetty esimerkki raportissa esitetyistä tuloksista Vassorinlahden yhdeltä poikkileikkaukselta. Tästä kuvasta voidaan nähdä, miten jokaisessa vaihtoehdossa suurin osa muutoksista osuu kaikissa vaihtoehdoissa 0...-2 cm. Tämän suuruusluokan mukaisten muutosten – kuten myös vedenkorkeuden nousua osoittava 0...+2 cm - voidaan olettaa menevän mallinnuksen yleisten epävarmuuksien lukuun. Seuraava jääpatotilanteen vedenkorkeuden laskua kuvaava luokka on -2...-5 cm, johon osui seuraavaksi eniten tuloksia, on myös vaikutuksiltaan vähäinen. Yli 10 cm vedenkorkeuden laskuja esiintyy enää yksittäisissä tapauksissa.

Mallinnustulosten mukaan jääpadot voivat syntyä paikasta riippuen nostaa vedenkorkeuksia n. 1,2-1,4 metriä Kyrönjoen suistoalueella. Tottesundin alueella ero avovesikorkeuksiin voi olla jopa 2 metriä, koska alueen vedenkorkeudet riippuvat avovesitilanteesta lähes pelkästään meriveden korkeudesta.

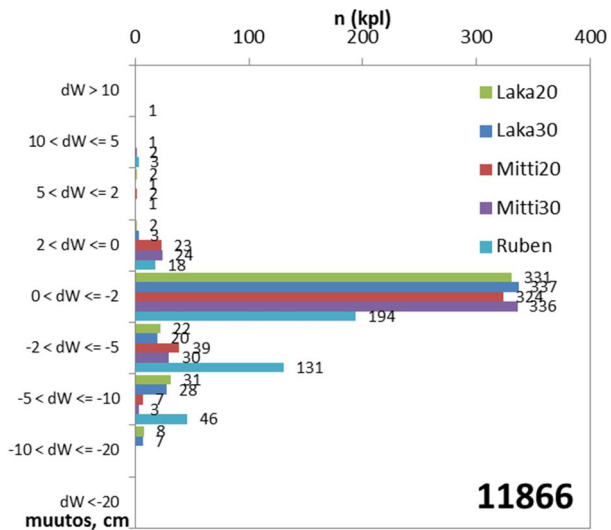
Jääpatomallinnuksessa pyrittiin tunnistamaan paikat, joihin jääpadot todennäköisesti muodostuvat. Kuvassa 2 on esitetty jääpatolaskennoissa tunnistetut muutamat kriittiset paikat, joihin syntyessään jääpato nostaa vedenpintaa selvästi vastaavaa avovesitilannetta korkeammalle. Kyseinen alue sisältää jyrkkin mutkien ja haarautumien lisäksi matalia kohtia.

Ruoppausten mallintaminen

Työn toisessa vaiheessa pyrittiin laadittujen mallien avulla tutkimaan erilaisten ruoppausvaihtoehtojen vaikutusta jääpatojen tulvavedenkorkeuksiin. Uomamuokkausten vaikutuksia jääpatotilanteisiin selvitettiin kolmella alueella: Lakagrynnan, Mittigrundet ja Björnholmen (kuva 3). Lakagrynnanin ja Mittigrundetin perkausten vaikutukset



Kuva 3. Mallinnetut ruoppaukset kartalla esitettynä: Lakagrynnan (punainen), Mittigrundet (sininen) ja Björnholmen (vihreä).



Kuva 4. Esimerkki toimenpidevaihtoehtojen vedenkorkeuksien muutoksista tiettyssä poikkileikkauksessa.

Merkittäviä, yli 10 cm tulvavedenkorkeuksien laskuja on hyvin vähäisessä määrässä mallinnettuja skenaarioita. Työraportissa esitetyissä poikkileikkauksissa suurimmat esiintymiskerrat yli 10 cm laskuissa olivat Mittigrundetin perkausvaihtoehdoissa Vassorinlahdella, joissa vain 7 ja 8 kpl 396:sta mallinnuksesta (n. 2%) tuottivat suuruusluokaltaan -10...-20 cm vedenkorkeuden muutoksen nykytilanteeseen verrattuna. On myös huomioitava, että osa merkittävimmistä vedenkorkeuksien laskuista eivät olleet edes nykytilanteessa tulvia aiheuttavia. Koska nykytilanteen 396 suurinta vedenkorkeutta laskivat uoman muokkauksista ja lisäuomasta näin vähän, eivät tulokset puoltaneet pienempien nykytilanteen skenaarioiden laskentaa. Saatujen tulosten perusteella uomamuokkauksen ja lisäuoman jääpatoja alentavat vaikutukset ovat sen verran pieniä ja huomioiden jääpatojen sattumanvaraisuus niiden syntypaikan ja hydrologisten muuttujien (virtaama, merivedenkorkeus) yms. tekijöiden suhteen, eivät esitetyt perkaus- ja lisäuomavaihtoehdot tuota varmaa hyötyä.

Mallintamisen epävarmuudet

Vaikka virtausmallinnus on yleisesti käytetty ja paljon tutkittu menetelmä, liittyy siihen useita epävarmuuksia. Kyrönjoen virtaaman vaikutus jääpatotilanteiden vedenkorkeuksiin korostuu ylävirran puolella, kun taas merivedenkorkeus vaikuttaa korkeuksiin enenevässä määrin alajuoksulle päin mentäessä. Jääpatojen aiheuttamat vedenkorkeudet ovat monen muuttujan yhdistelmä, johon vaikuttavat virtaaman ja alapuolisen vedenkorkeuden lisäksi mm. jääpatoon kertyvän jään määrä sekä jääpadon alareunan paikka. Uoman ja jään karkeuskertoimilla sekä muilla jääpadon ominaisuuksilla (mm. kitkakulma, huokoisuus, suurin sallittu virtausnopeus jääpadon ali) ei havaittu olevan selvää vaikutusta. Koska nämä tekijät ovat kuitenkin vaikeasti mitattavia sekä kohteesta ja ajankohdasta (mm. jään karkeus) riippuvia, on näiden tekijöiden vaihteluvälin sisällyttäminen laskentoihin epävarmuuksien huomioinnin näkökulmasta suotavaa. Todellisuudessa jääpadot syntyvät tiettyihin paikkoihin todennäköisemmin (esim. mutkat, matalikot), kun ne tässä työssä sijoitettiin samalla todennäköisyydellä valitulle uomajaksolle.