

## Bilaga2B. Sammandrag av isproppssimuleringen och simuleringen av muddringarnas effekter i Kyro älvs mynningsområde

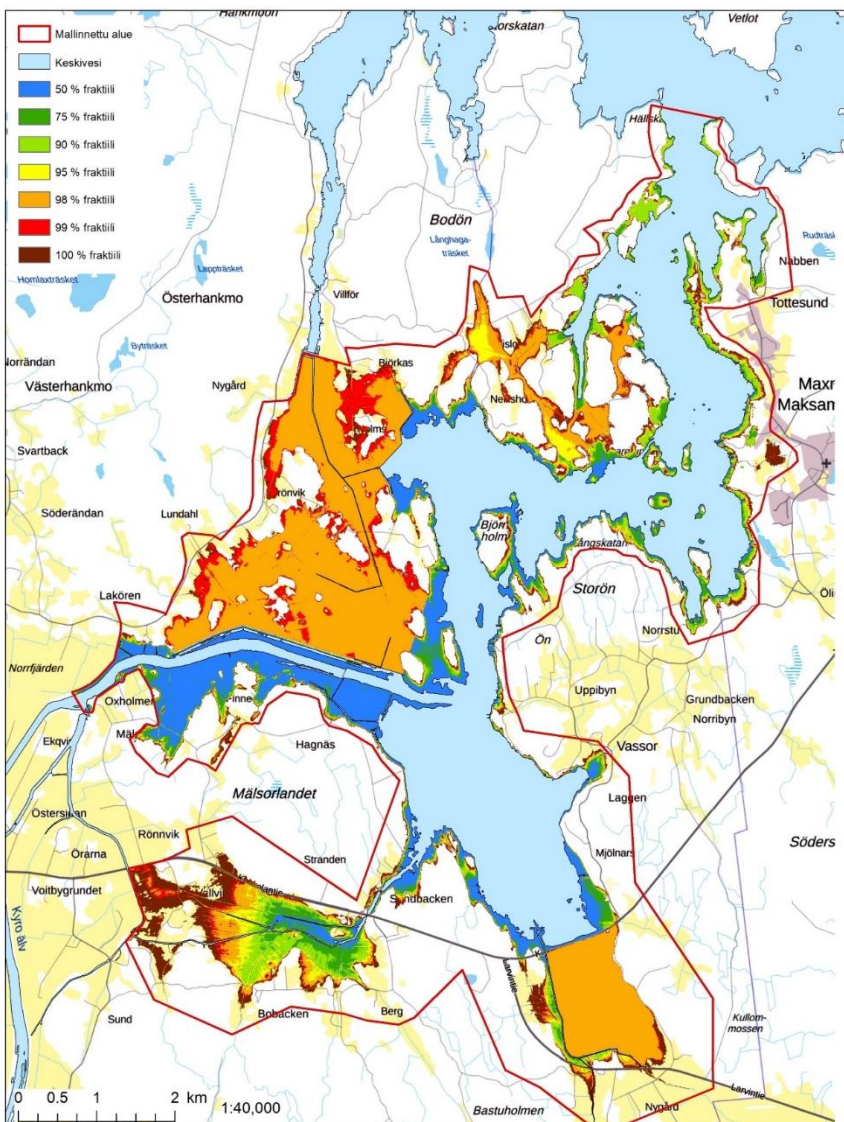
Källa: Aaltonen J., Suomen ympäristökeskus. Kyrönjoen suiston jääpatotulvien mallinnus – nykytilanne ja uomanmuokkausten mahdolliset vaikutukset, 2018.

### Bakgrund

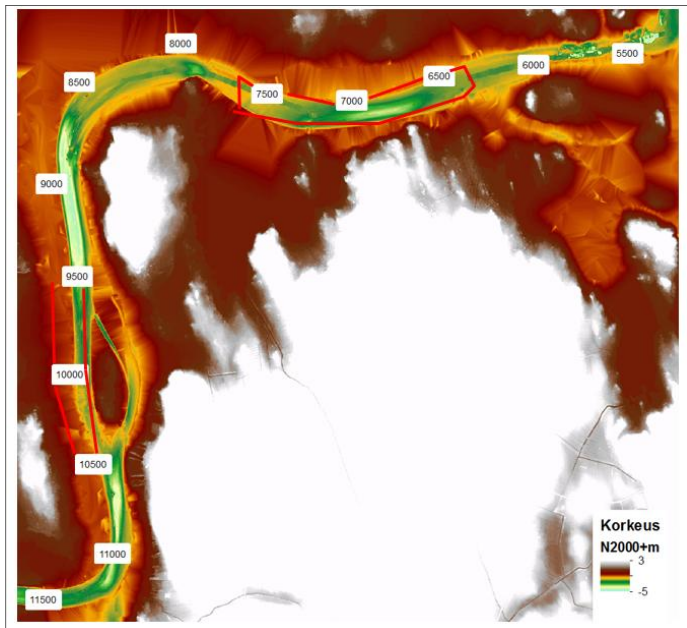
Finlands miljöcentral (SYKE) har år 2017 gjort upp en flödesmodell för Kyro älvs mynningsområde på avsnittet Stenå-Tottesund samt en simulering av nuläget vid isproppsflöden. Dessa simuleringar har utnyttjats i granskningen av åtgärdsalternativen för översvämningskydd i Kyro älvs mynningsområde bl.a. vid bedömning av muddringarnas effekter på högvattenstånden. En rapport har utarbetats för arbetet, utgående från vilken detta sammandrag har gjorts. I simuleringarna har bl.a. följande material utnyttjats: lantmäteriverkets KM2-höjdmodell, Oy Mapteam Ab:s side scan-bilder, miljöförvaltningens vattenförings-, vattenstånds- och isproppsobservationer, Meteorologiska institutets mareografiska observationer.

### Isproppssimulering

I simuleringen utnyttjades HEC-RAS-programmet (USACE 2010), i vilket simuleringen för nätverket av fåror sker i den tvärsnittsavbildade fåran. I modellen framskrider flödet vinkelrätt i förhållande till tvärsnitten. För isproppssimuleringen avbildades mynningsområdet i egenskap av en fåra. Isproppssimuleringen utfördes som stationär beräkning, i vilken vattenföringen och vattenståndet nedanför är konstanta. Ispropparna simulerades med hundratals modeller i stället för ett fåtal representativa scenarier, som är vanligare. Modellen bestod av sammanlagt 341 tvärsnitt, vilkas avstånd från varandra var ca 50 meter. Tvärsnittens höjdnivå interpolerades av höjdmodellen, som gjorts från den modell som grundar sig på lodningarna och laserpejlingen. I vissa vikar och vassbestånd tillfördes dessutom områden med s.k. långsamt flöde, dit vattnet når, men där det inte strömmar. Av resultaten från simuleringen utarbetades en ny typ av isproppskarta (figur 1), i vilken man har försökt avbilda sannolikheterna för spridning av isproppsflöde. På kartan har områdena som täcks av översvämningen färgats enligt hur många isproppssimuleringar som visar att området blir vått.



Figur 1. Översvämningskarta som utarbetats av isproppssimuleringarna och som beskriver fördelningen av högvattenstånden i de simulerade isproppssituationerna. I denna granskningsmetod berättar en viss procentpunkt, dvs. percentil, om den del av alla simuleringar som lämnar ovanför punkten. Exempelvis en 50 percentil karta visar översvämningsens omfattning i den punkt, dit de högsta 50 % av de simulerade scenarierna når. På samma sätt hör till 90 percentilen endast de mest hotande 10 % av scenarierna och till 98 percentilen endast 2 % av scenarierna. 100. percentilen visar översvämningsituationen i det allra högsta enskilda scenariot. Kartan visar inte vattendjupen, utan enbart översvämningsområdenas omfattning.



Figur 2. Potentiella isproppsplatser som identifierats med simuleringen är märkta med röd linje. I bakgrunden visas det simulerade områdets djupförhållanden grundat på ekolodningar.

en ränna med 30 m bred botten, vars slänter är 1:3 och bottenens nivå N2000 -3,0 m. 2) en ränna med 20 m bred botten, vars bottennivå är N2000 -3,5 m. Muddermassorna från båda alternativen uppgår enligt uppskattning till 20 000...30 000 m<sup>3</sup>fr. I området av Björkholmen planerades en ränna, vars bottenbredd är minst 10 meter och slänterna 1:3. Rännans bottennivå bör vara minst N2000 -1,5 m, för att den ska hållas öppen även under rekreativ användningsperioden. Från muddring av den smala båtfarleden uppstår enligt uppskattning 30 000...40 000 m<sup>3</sup>fr muddermassor. Muddringarna simulerades genom att redigera terrängmodellens höjduppgifter och överföra dem i HEC-RAS-flödesmodellens tvärsnitt för att göra nya beräkningar möjliga. I fråga om Lakagrynnan och Mittigrundet var processen rätlinjig, eftersom tvärsnitten redan existerade. I fråga om Rubens farled var man tvungen att göra en ränna, eftersom den inte fanns i den ursprungliga simuleringen av nuläget.

Enligt resultaten är förändringarna av åtgärdsalternativen som utretts med flödesmodellens isproppsberäkning även vid de största 396 variabelkombinationerna mycket små jämfört med den nuvarande situationen. I de flesta resultaten är förändringen mellan vattenståndet i den nuvarande situationen och i planeringsalternativet några centimeter. Exempelvis i Vassorfjärden ligger alla förändringar som alstras i rensningsalternativen i 324-337 fall (81-84 %) av 399 i klassen 0...-2 cm. Även i Rubens farled alstrade nästan hälften (194 st., 49%) av beräkningarna samma 0...-2 cm förändring jämfört med nuläget. Det måste dock observeras att beräkningen av nuläget, som utgör referens, inte beaktat att det även idag rinner vatten från farledsområdet. En ändring på 0...-5 cm är så liten att den faller under simuleringens allmänna osäkerheter, antaganden och förenklingar.

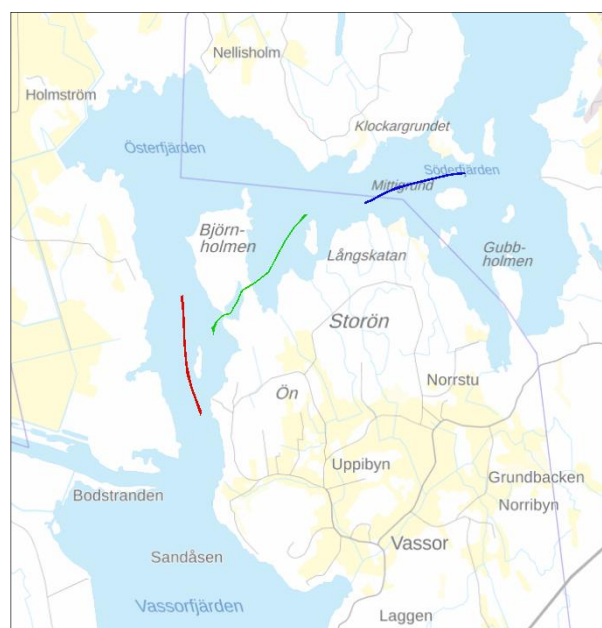
I figur 4 visas ett exempel på resultat från rapporten för ett av tvärsnitten i Vassorfjärden. Av figuren kan man se att de flesta förändringarna i varje alternativ faller inom 0...-2 cm i alla alternativ. Förändringar i denna storleksklass – såsom även 0...+2 cm som visar höjningen av vattenståndet kan antas höra till de allmänna osäkerheterna i simuleringen. Följande klass som beskriver vattenståndssänkningen i en isproppssituation är -2...-5 cm, inom vilken de näst flesta resultaten föll, har också obetydliga effekter. Sänkningar av vattenståndet med mer än 10 cm förekommer bara i enskilda fall.

Enligt simuleringsresultaten kan ispropparna höja vattenståndet i Kyro älvs mynningsområde med ca 1,2-1,4 meter beroende på var de bildas. I Tottesunds område kan skillnaden jämfört med vattenståndet vid öppet vatten vara t.o.m. 2 meter, eftersom vattenståndet i området vid öppet vatten beror nästan enbart på havsvattenståndet.

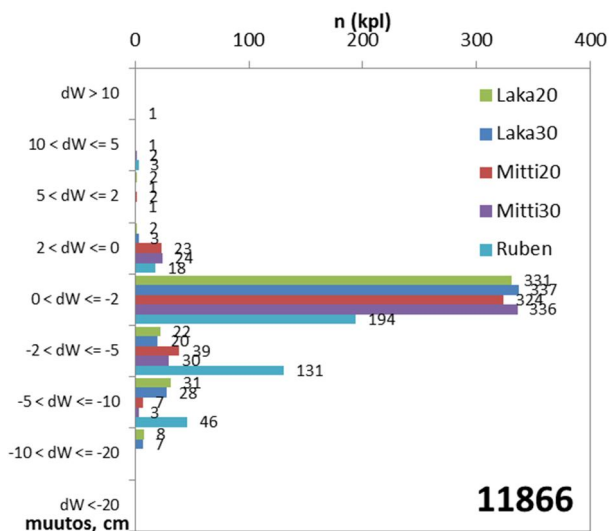
I isproppssimuleringen försökte man identifiera de platser, där isproppar sannolikt bildas. I figur 2 visas några kritiska platser som har identifierats i isproppsberäkningarna. I dessa höjer en eventuell ispropp vattenytan uppenbart högre än vid en situation i öppet vatten. Området omfattar utöver skarpa kurvor och förgreningar även grunda platser.

### Simulering av muddringar

I arbetets andra skede försökte man med hjälp av modellerna undersöka hur olika muddringsalternativ påverkar högvattenföringen vid isproppar. Effekterna av hur bearbetningar av fåran påverkar isproppsläget utreddes i tre områden: Lakagrynnan, Mittigrundet och Björkholmen (figur 3). Effekterna av rensningar vid Lakagrynnan och Mittigrundet undersöktes i två olika muddringsalternativ: 1)



Figur 3. Simulerade muddringar på kartan.: Lakagrynnan (röd), Mittigrundet (blå) och Björkholmen (grön).



Figur 4. Exempel på ändring av vattenstånden i olika åtgärdsalternativ och i vissa tvärsnitt.

Betydande, över 10 cm:s sänkningar av högvattenstånden förekommer i ett mycket obetydligt antal av de simulerade scenarierna. I tvärsnitten som presenteras i arbetsrapporten förekom de största förekomstgångerna med över 10 cm:s sänkning i Mittigrundets rensningsalternativ i Vassorfjärden, där endast 7 och 8 st. av 396 simuleringar (ca 2%) åstadkom en till storleksklassen -10...-20 cm vattenståndförändring jämfört med den nuvarande situationen. Beaktansvärt är också att en del av de mest betydande vattenståndssänkningarna inte heller orsakar översvämningar i nuläget. Eftersom de 396 högsta vattenstånden i nuläget sjönk så obetydligt av bearbetningarna och tilläggsfåran, förordade resultaten inte en beräkning av mindre scenarier i nuläget. Resultaten visar att bearbetningarnas och tilläggsfårans effekt i fråga om att minska isproppar är mycket små, och ytterligare med beaktande av ispropparnas slumpmässighet i fråga om var de uppstår och de hydrologiska variablerna (vattenföring, havsvattenstånd) o.dyl. aspekter, ger de framförda rensningsalternativen och en tilläggsfåra ingen säker nytta.

### Simuleringens osäkerhet

Trots att flödessimuleringen är en allmän och välundersökt metod, är den förknippad med flera osäkerheter. Kyro älvs vattenföring och dess effekter på vattenstånden vid isproppssituationer framhävs uppströms, medan havsvattenståndet i allt större grad påverkar vattenståndet nedströms. Vattenstånden vid ispropp är en kombination av flera parametrar, som påverkas utöver av vattenföringen och vattenståndet nedanför även av bl.a. mängden is som samlas i isproppen och platsen där isproppens nedre kant ligger. Fårans och isens grovhetsparametrar och isproppens andra egenskaper (bl.a. friktionsvinkel, porositet, högsta tillåtna flödeshastighet under isproppen) observerades inte ha någon uppenbar effekt. Eftersom dessa faktorer dock är svåra att mäta och beror på objektet och tidpunkten (bl.a. isens grovhet), är inkludering av dessa aspekters variationsbredd i beräkningarna att rekommendera i syfte att ta hänsyn till osäkerheter. I verkligheten uppstår ispropparna mera sannolikt på vissa platser (t.ex. kurvor, grunda platser), medan de i detta arbete placerades med samma sannolikhet i det utvalda avsnittet av fåran.