

Ljusnefors

Vägval vid flödesanpassning

Stina Åstrand, Dam Safety Engineer, Fortum
Swedcold 2022-04-05

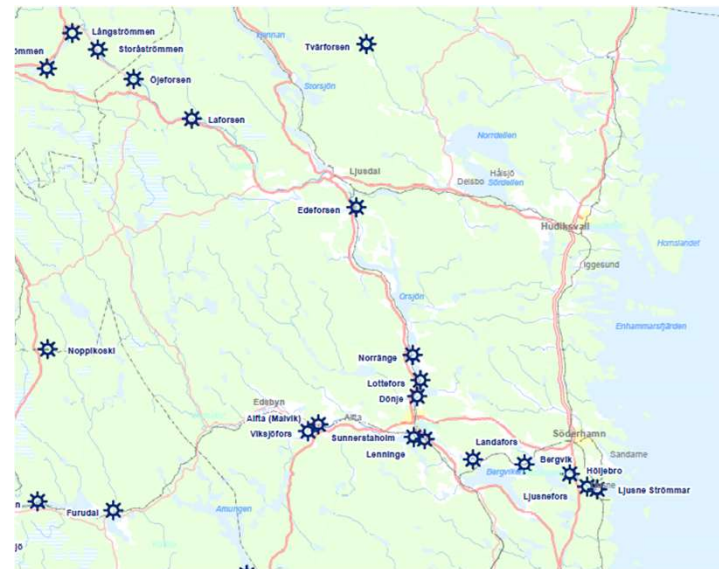
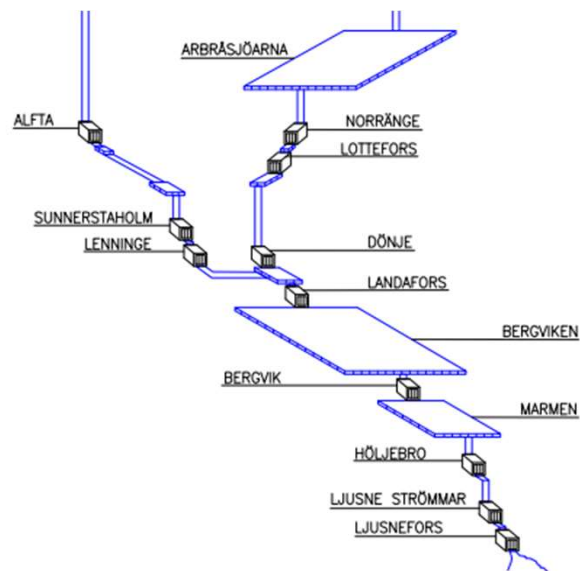
Vägval vid flödesanpassning

- Dammanläggningen i Ljusnefors skall anpassas till att kunna motstå och släppa förbi ett *dimensionerande flöde* utan att skadas allvarligt genom att höja fyllningsdammarnas tätande nivå.
- Utredningar och avvägningar som legat till grund för beslut



Ljusnefors i Ljusnan

- Togs i drift 1976
- Ersatte två mindre kraftstationer



Ljusnefors dammanläggning

Igenfylld kanal

- Vänster jordfyllningsdamm 280 m lång och högsta höjd 12 m
- Regleringsdamm av betong ca 110 m lång högsta höjd 14,5 m med totalt fem utskov, varav ett hävertutskov
- Kraftstation, ca 35 m lång, med inlopps- och avloppskanal
- Höger jordfyllningsdamm, 260 lång och högsta höjd 10 meter.

Igenfylld kanal

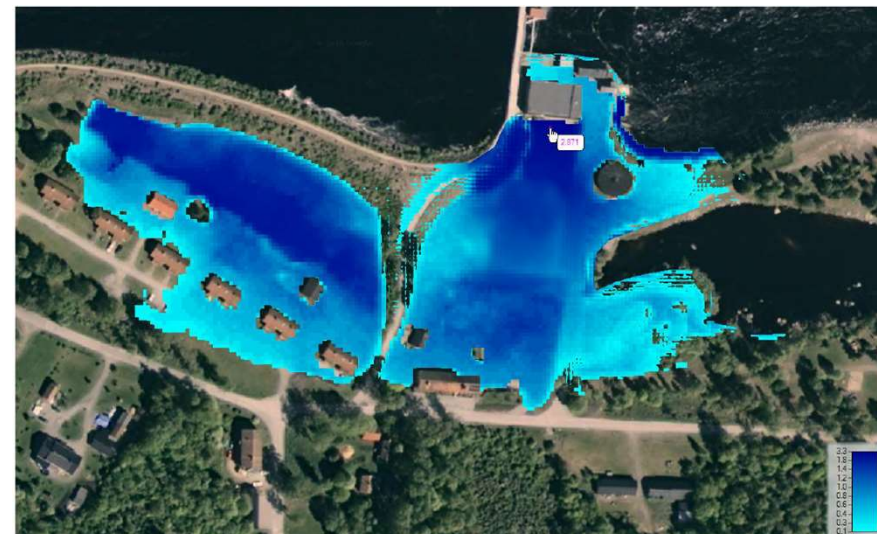
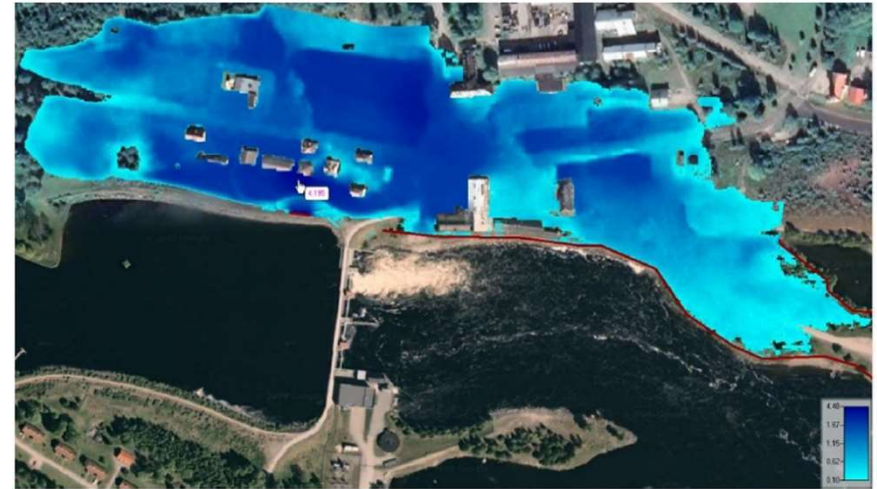
LJUSNEFORS KRAFTVERK
SAMMANSTÄLLNING
SITUATIONSPLAN

Flödesanpassning



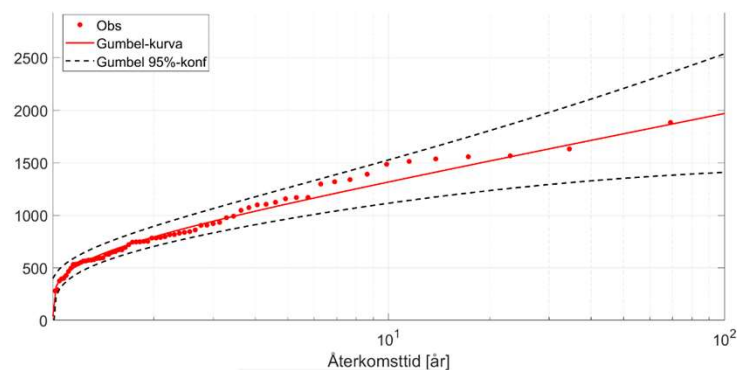
Konsekvensutredning

- Dammhaveri i någon av fyllningsdammarna bedöms kunna ge konsekvenser med översvämning av ett 15-tal byggnader varav flertalet bostäder samt risk för spridning av föroreningar.
- Dammsäkerhetsklass B
- Dammhaveri medför samma konsekvenser (merskador) vid normala flöden som i samband med höga till mycket extrema flöden
- *Flödesdimensioneringsklass I*



Flöden

- Högsta uppmätta flöde
1 883 m³/s (24 maj 1966)
- 100-årsflöde
1970 m³/s (SMHI, 2019)
- Extrapolerat 1000-årsflöde
2500 m³/s (SMHI, 2019)
- Klass I-flöde
3900 m³/s (LsVF, 2001)



100-års flöde (m³/s)	1 970
Tidsserie	Verklig uppmätt Vattenföring vid Ljusneströmmar för perioden 1951-2018, 68 år, har använts vid analysen. Det högsta vattenföringen i perioden från 1951 var 1 883 m ³ /s och inträffade 24 maj 1966.
Parameterskattning, metod	Maximum-likelihood
Fördelningsfunktion eller annan metodik	Fördelningsfunktion som använts: Gumbel
Spridning, konfidens 95%	1 410 m ³ /s – 2 540 m ³ /s
Kommentarer	Avrinningsområdets storlek för Ljusnefors är 19 806 km ² . Ljusneströmmars avrinningsområde är 19 802 km ² . Beträktas som samma avrinningsområde.

Tabell 5. Extrapolerade flöden med 1 000 och 10 000 års återkomsttider samt 95 % konfidensintervall. Anpassning till enkel Gumbel-fördelningen enligt maximum likelihood metoden

Återkomsttid (år)	Flöde (m ³ /s)	95 % (m ³ /s)	Kommentar
1 000	2 460	1 260-3 670	Osäkert estimat och konfidensintervall

Avbördningskapacitet

- Fyra 18 m breda flodutskov med segmentluckor
 - 670-700 m³/s
- Hävertutskov 15 m
 - 230-250 m³/s
 - Aktiveras ca 0,5 m över DG
- Total avbördning
 - 2800 m³/s vid DG
 - 3300 m³/s vid Tök* (DG+1,25 m)
 - 4300 m³/s vid DK* (DG+2,25 m)
- Avbördningskoefficient
 - 0,59-0,61
- För att avbörda klass I-flödet krävs en nivå direkt uppströms utskoven på mellan +7,9 och +8,2 (med hänsyn till osäkerhet i beräkningen av avbördningskapacitet).



Hydraulisk modellering

Bottenskanning

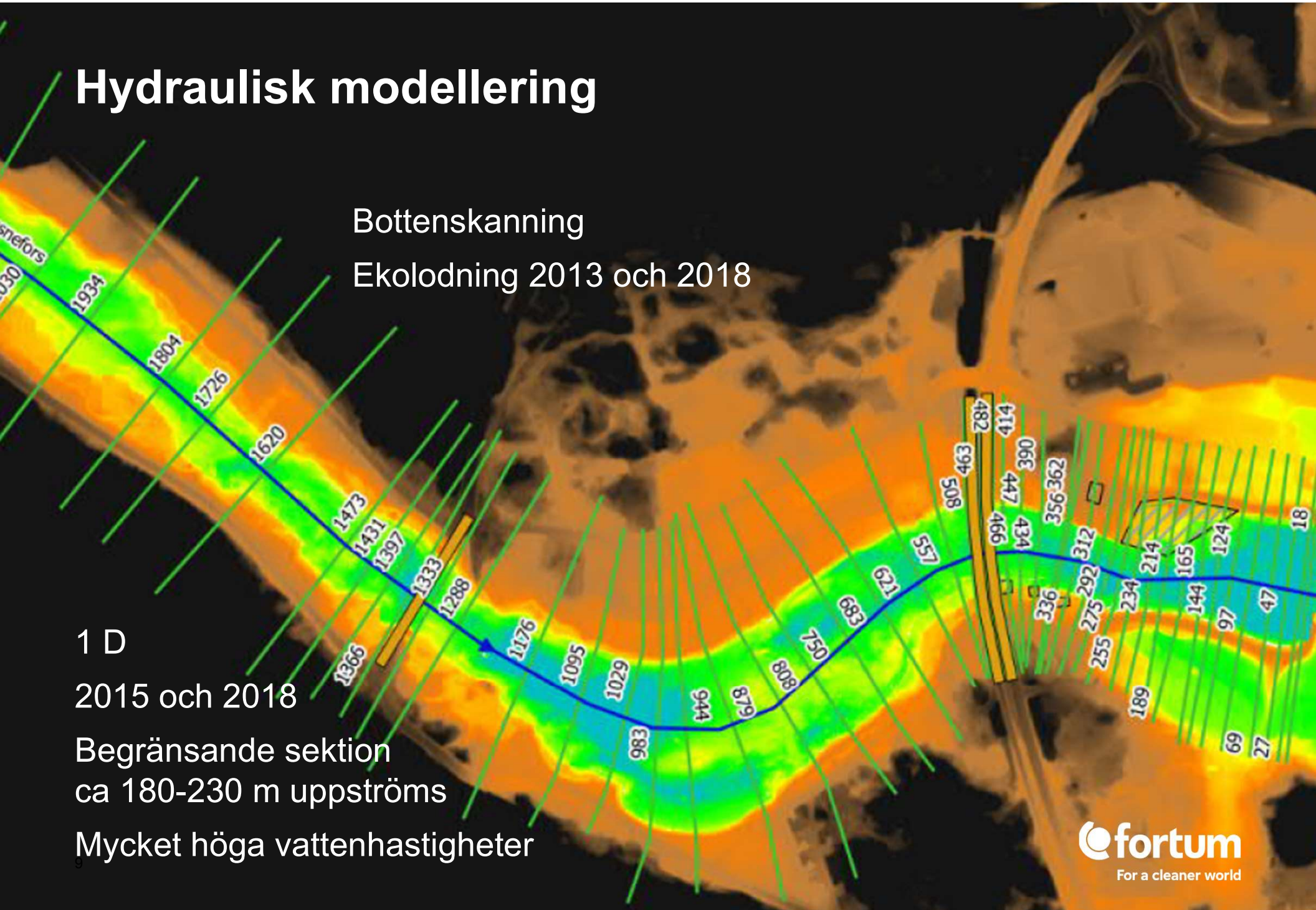
Ekolodning 2013 och 2018

1 D

2015 och 2018

Begränsande sektion
ca 180-230 m uppströms

Mycket höga vattenhastigheter



2D Vattennivåer

Viadukt

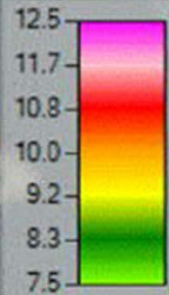
Vägdike

Herrgård

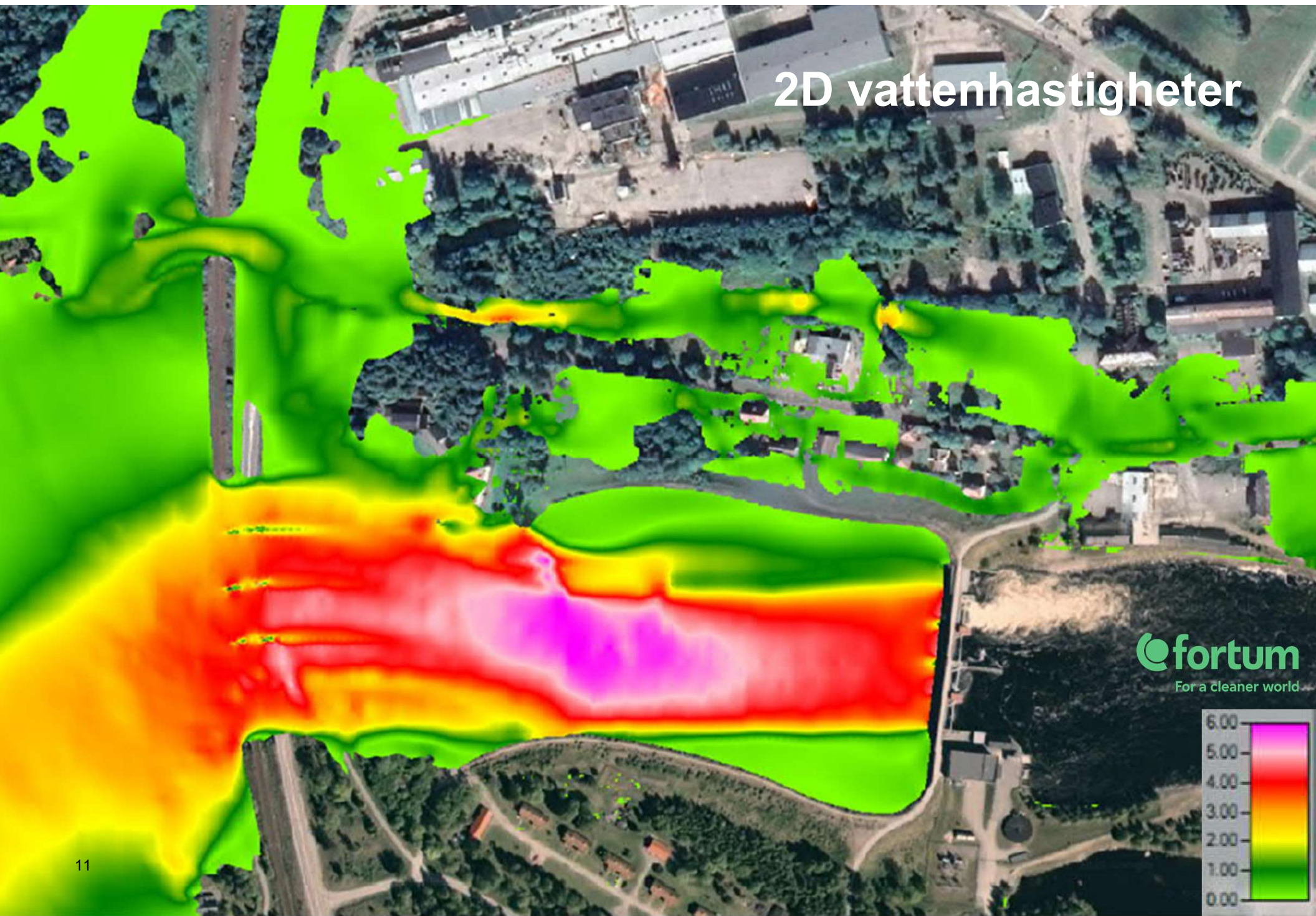
Norra dammen

Södra dammen

Ställverk



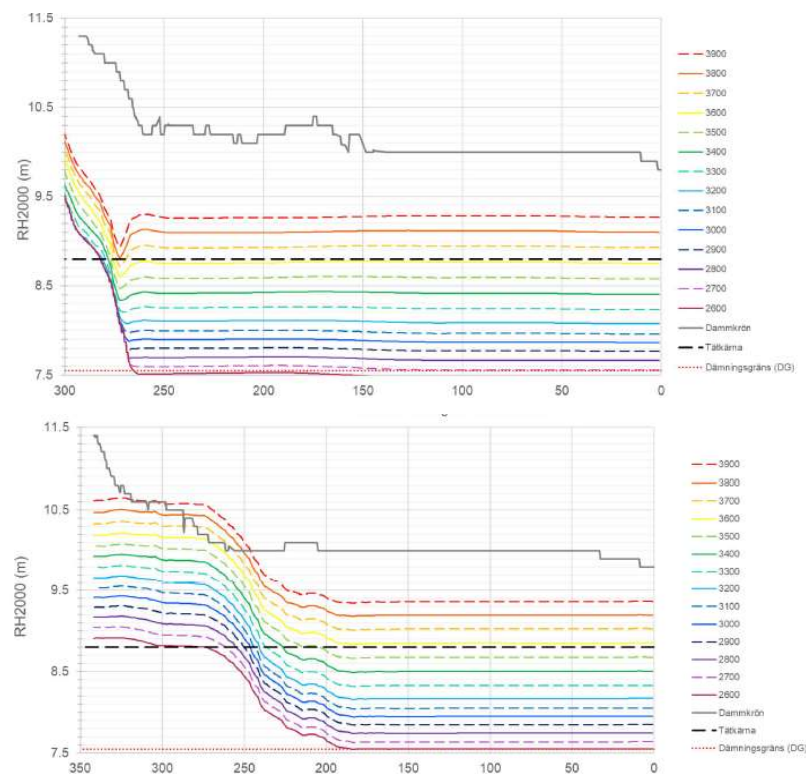
2D vattenhastigheter



fortum
For a cleaner world

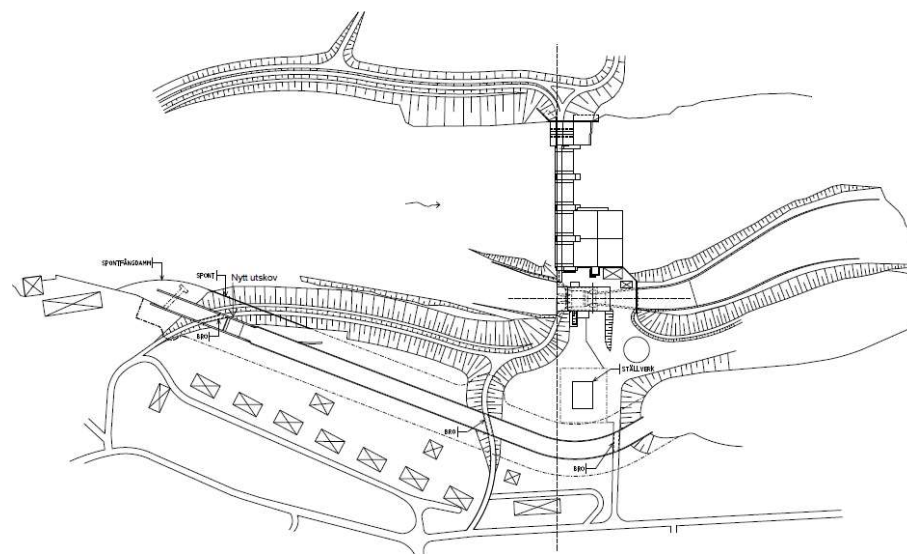
Överdämningsnivåer

- Vänster fyllningsdamm
 - Vid vattenföring 3600 m³/s är beräknad vattennivå under tatkärnan
 - För klass I-flöde, 3900 m³/s, överskrids nivå för befintlig tatkärna längs hela dammen
- Höger fyllningsdamm
 - Vid vattenföring 2600 m³/s överskrids nivå för tatkärnan i dammens uppströmsände
 - För klass I-flöde , 3900 m³/s, överskrids nivå för befintlig tatkärna längs hela dammen



Ökad avbördningskapacitet – nytt utskov

- Placering i anslutning till befintliga utskov
 - Finns inte plats utan att ta hävert i anspråk
 - Påverkar inte nivåer uppströms begränsande sektion
- Placering i fyllningsdammarnas uppströmsände
 - Eftersom det under lång tid bedrivits industriell verksamhet på båda sidor om älven skulle schakten för utloppskanalen sannolikt i större eller mindre utsträckning beröra förorenade massor oberoende av vilken sida utskovet placeras på
- Vänster sida
 - trångt att anlägga ett nytt utskov med utloppskanal samt att den måste passera en hög vägbank
- Höger sida
 - naturlig placering där intaget till den gamla kraftstation Ljusne Södra låg
 - placering uppströms den kritiska sektionen, och kan minska överdämningen vid höga flöden.
 - Utloppskanalen kan följa samma sträckning som kanalen från det tidigare kraftverket

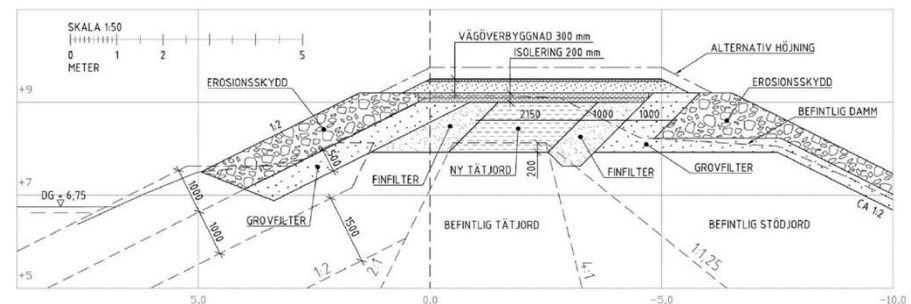


Höjning fyllningsdammar

- För att på ett säkert sätt kunna framsläppa ett klass I-flöde, ca 3900 m³/s behöver tät kärnan höjas:
 - ca 0,8 m för vänster fyllningsdamm
 - ca 0,8 m för höger fyllningsdamm på en sträcka av ca 200 m och uppemot ca 2,0 m i uppströmsdelen ca 100 m
- Alternativ av tät kärnehöjning som jämförts:
 - Morän
 - Plastspont
 - Membran

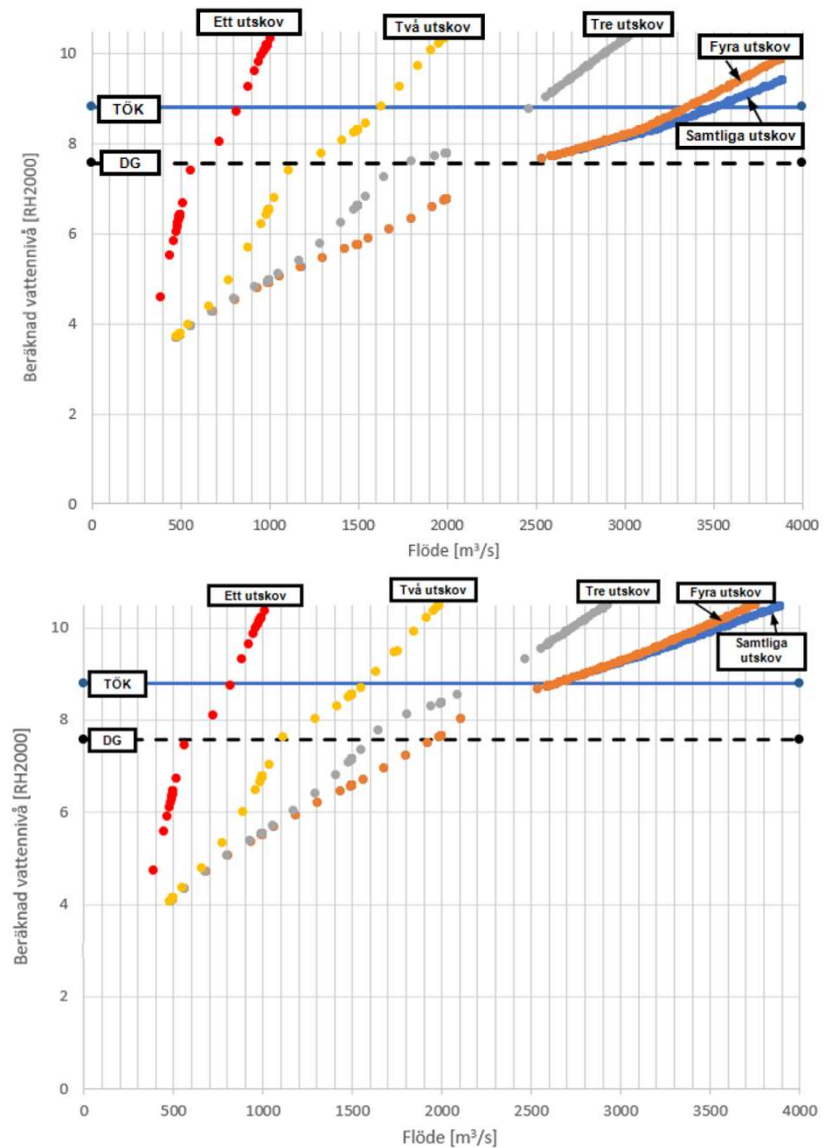


Alternativ A, Höjning med morän

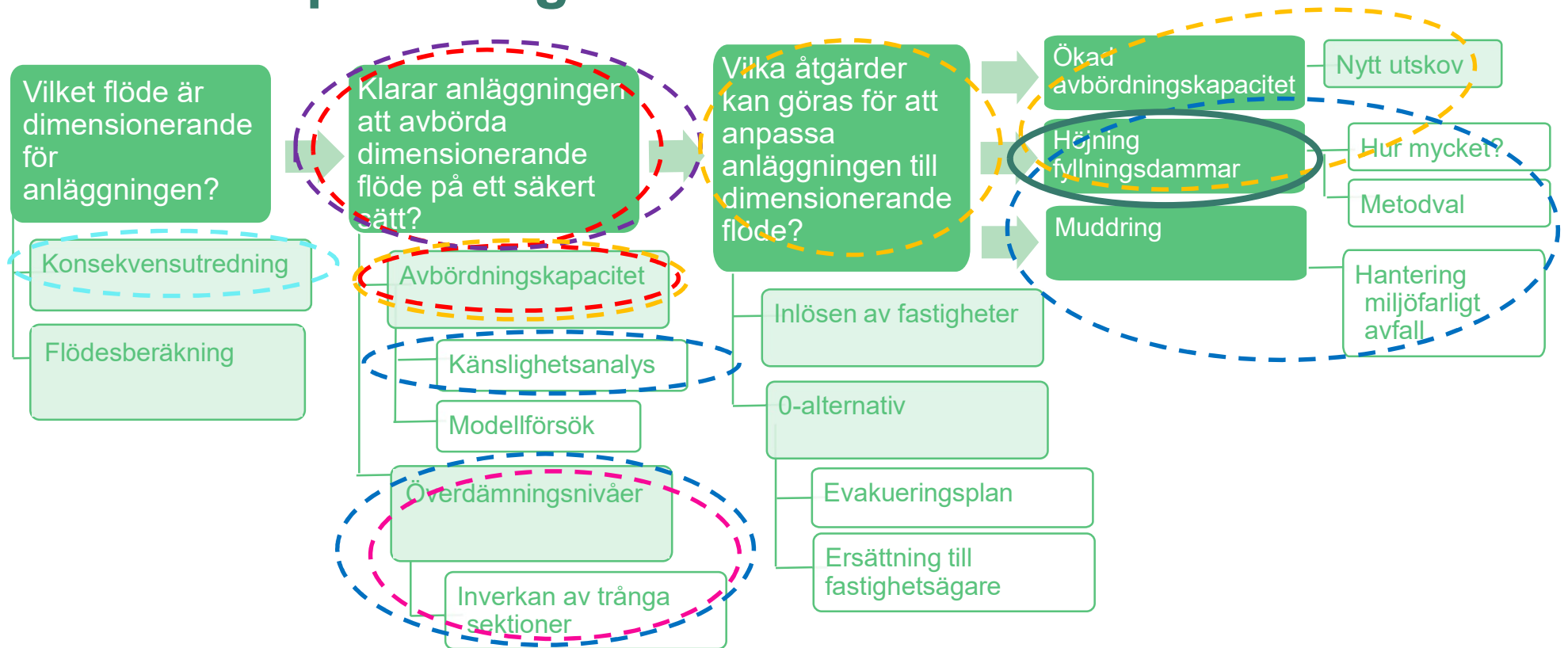


N-1-2-3-4?

- Vilket flöde går att hantera under tåtkärnans överkant, med olika antal luckor öppna?
- De fall som studerats är samtliga utskov, tre utskov, två utskov respektive ett utskov öppna/öppet.
- Häverten är endast medräknad i fallet samtliga utskov öppna.



Flödesanpassning



FDU, SWECO, 2005

PFMA, AFRY, 2013

KDU, Norconsult, 2015

Förstudie, KFS, 2017-2018

Fördjupad förstudie, WSP, 2019-2020

Konsekvensutredning, WSP, 2020

Investeringsbeslut Fortum 2021



Fortsatt arbete

- Tillståndsansökan miljödöm
- Omräkning dimensionerande flöden i Ljusnan
- Beredskapsplan för varning, evakuering
- Dammsäkerhetsåtgärder planeras utföras 2023-2026