

---

# RAPPORT

---

Vattenfall AB

## Underlag för samordnad beredskapsplanering avseende dammhaveri i Upperudsälven

Uppdragsnummer 5470169

---



Stockholm 2017-09-19

---

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

---

1	<b>INLEDNING</b>	3
2	<b>PROJEKTETS ORGANISATION</b>	5
3	<b>FÖR VILKA DAMMAR HAR ANALYSER UTFÖRTS?</b>	6
4	<b>FÖR VILKA SITUATIONER HAR BERÄKNINGAR UTFÖRTS?</b>	8
5	<b>SAMMANFATTANDE SLUTSATSER</b>	11
6	<b>VAD HÄNDER NU?</b>	12
7	<b>ORDLISTA</b>	13

### **UNDERLAGET FÖR SAMORDNAD BEREDSKAPSPLANERING OMFATTAR**

#### **PÅ USB-MINNE**

1	DENNA RAPPORT
2	ÖVERSIKTSKARTA & DETALJKARTOR
3	GIS-VIEWER
4	RÅFILER GIS

#### **SOM UTSKRIFT**

5	TABELLSAMMANSTÄLLNING
---	-----------------------

### **TEKNISKA RAPPORTER (ARBETSMATERIAL SOM EJ INGÅR I UNDERLAGET)**

6	TERRÄNGMODELL
7	HYDRAULISK MODELL
8	DAMMHAVERIBERÄKNINGAR

## 1 INLEDNING

**Rapporten omfattar dammarna i Upperudsälven inklusive biflödena Stenebyälven och Gustavs-/Skåpaforsälven. Med Upperudsälven menas sjösystemet Stora Le/Foxen, Lelång, Laxsjön, Råvarpen och vidare till utloppet i Vänern. Biflödena inkluderar sjöarna Iväg,järnsjön, Västra Silen, Östra Silen och Svärdlången. Dammarna ägs i huvudsak av Vattenfall, men fyra dammar ägs av Mälarenergi.**

Rapporten beskriver underlaget till samordnad beredskapsplanering vid dammhaveri som tagits fram för Upperudsälven. I arbetet har förutom dammägarna även Länsstyrelsen i Västra Götalands län och Svenska kraftnät medverkat i enlighet med överenskommelse med Vattenfall.

Arbetet har följt den modell som tagits fram i ett pilotprojekt för Ljusnan som avslutades år 2006. Motsvarande arbete har utförts och pågår nu för flera av de stora kraftverksälvarna i Sverige samt för större vattendrag i södra och norra Sverige.

Kostnaderna för arbetet har delats mellan dammägarna och Svenska kraftnät - central myndighet i dammsäkerhetsfrågor.

Planeringsunderlaget med kartor och beskrivningar kommer genom länsstyrelsen i Västra Götaland att förmedlas till de organisationer som har behov av det för sin beredskapsplanering.

I behovsanalysen för beräkning av dammhaveri har 13 dammanläggningar i Upperudsälven med biflöden identifierats. Av dessa äger Vattenfall nio och Mälarenergi fyra dammanläggningar.

Ibland används termen dammbrott, vilken är liktydig med Miljöbalkens benämning dammhaveri.

**Syftet med beredskapsplanering är att vara förberedd om en olycka skulle inträffa**

De huvudsakliga regelverk som reglerar dammsäkerheten i Sverige är Miljöbalken (MB), och i Lagen om Skydd mot Olyckor (LSO). I MB beskrivs bl.a. ansvaret för underhåll och egenkontroll. Vidare skall dammägaren enligt MB undersöka och bedöma riskerna med verksamheten och vidta de försiktighetsåtgärder som behövs för att förebygga, hindra eller motverka skada eller olägenhet för människors hälsa och miljö. I LSO finns bl.a. bestämmelser om skyldigheten att analysera risker med dess konsekvenser och att hålla eller bekosta beredskap för dessa.

Mot bakgrund av gällande lagstiftning för dammhaveri har detta projekt utförts med syfte att ta fram underlag för samordnad beredskapsplanering för dammhaveri i Upperudsälven. Underlaget beskriver konsekvenser av dammhaveri (flodvågens utbredning och egenskaper) utan att ta hänsyn till sannolikheten att dammhaveri inträffar.

Materialet utgör underlag för att bedöma vilken beredskap som behöver upprätthållas samt vilka övriga åtgärder som skall vidtas för att hindra eller begränsa allvarliga skador på människor, miljö m.m. i händelse av dammhaveri.

***Beredskapsplanering är endast en del av dammägarnas dammsäkerhetsarbete***

För dammägarna inriktas dammsäkerhetsarbetet på förebyggande åtgärder för att dammhaveri inte skall inträffa. De högsta säkerhetskraven ställs på de dammar som kan medföra de största konsekvenserna i händelse av dammhaveri.

Detta innebär bl.a. återkommande inspektioner, besiktningar och utredningar. Dessa utredningar ligger till grund för det underhåll och de förstärkningsåtgärder som krävs för en fullgod dammsäkerhet.

***Dammhaveri med allvarliga konsekvenser är ytterst osannolika***

Internationell statistik över inträffade dammhaverier för stora dammar visar att sannolikheten för dammhaveri i en enskild damm är i storleksordningen en gång per 10 000 år (en tiondels promille/år). Den allmänna bedömningen är att denna siffra är minskande på grund av kunskapsutveckling och på grund av att förstärkning av befintliga dammar görs. I världen finns totalt ca 50 000 stora dammar vilket betyder att i genomsnitt någon eller några få av dessa havererar varje år. De två huvudsakliga orsakerna till inträffade dammhaverier är bristande avbördningsförmåga vid höga flöden (som leder till överströmning) respektive läckageproblem i dammkroppen eller grundläggningen. En stor andel av dammhaverierna har inträffat under byggtiden, första dämningen eller under åren närmast efter dammen tagits i drift.

I Sverige har endast en stor vattenkraftsdamm – Noppikoski 1985 – gått till brott med begränsade konsekvenser som följd. Härutöver har dammhaveri inträffat i ett antal mindre dammar. Vid ett av dessa – Sysseleback 1973 – omkom en person.

Mot bakgrund av det förebyggande arbete som genomförs och den redovisade statistiken bedöms sannolikheten för dammhaveri som leder till stora konsekvenser vara ytterst liten för dammarna i Upperudsälven.

## 2 PROJEKTETS ORGANISATION

Vattenfall har varit beställare i projektet med Claes-Olof Brandesten som ombud. Projektledare har varit Romanas Ascila (Joakim Evertsson fram till april 2017).

Som stöd till beställarorganisationen har det funnits en arbetsgrupp med representanter från Svenska kraftnät, Länsstyrelsen i Västra Götalands län och Mälarenergi samt från kommunerna längs med vattendraget. Länsstyrelsen i Värmlands län kommer att ta del av resultatet då en del av älven ingår i Värmlands län. Dalslands kanal AB kommer också få del av underlag då bolaget äger ett antal konstruktioner i vattendraget.

Konsult har varit Sweco Energuide AB. Anders Söderström har varit uppdragsledare. Den hydrauliska modellen har upprättats av Joakim Holmbom. GIS-arbetet är utfört av Konrad Enckell, Mattis Hansson och Karen Kemling. Granskning har skett inom uppdragsgruppen, såväl egengranskning som intern granskning av annan person än utförande konsult. Allt levererat material har slutgranskats av Anders Söderström.

### 3 FÖR VILKA DAMMAR HAR ANALYSER UTFÖRTS?

I projektets inledning genomfördes det en behovsanalys för att fastställa vilka dammar som dammhaveri skulle beräknas för.

Beräkningar av dammhaveri har utförts för följande dammar i enlighet med behovsanalysen:

Vattenfalls dammar:

- Billingsfors
- Långed
- Håverud
- Upperud
- Taxviken
- Krokfors
- Gustavsfors
- Skifors
- Skåpafors

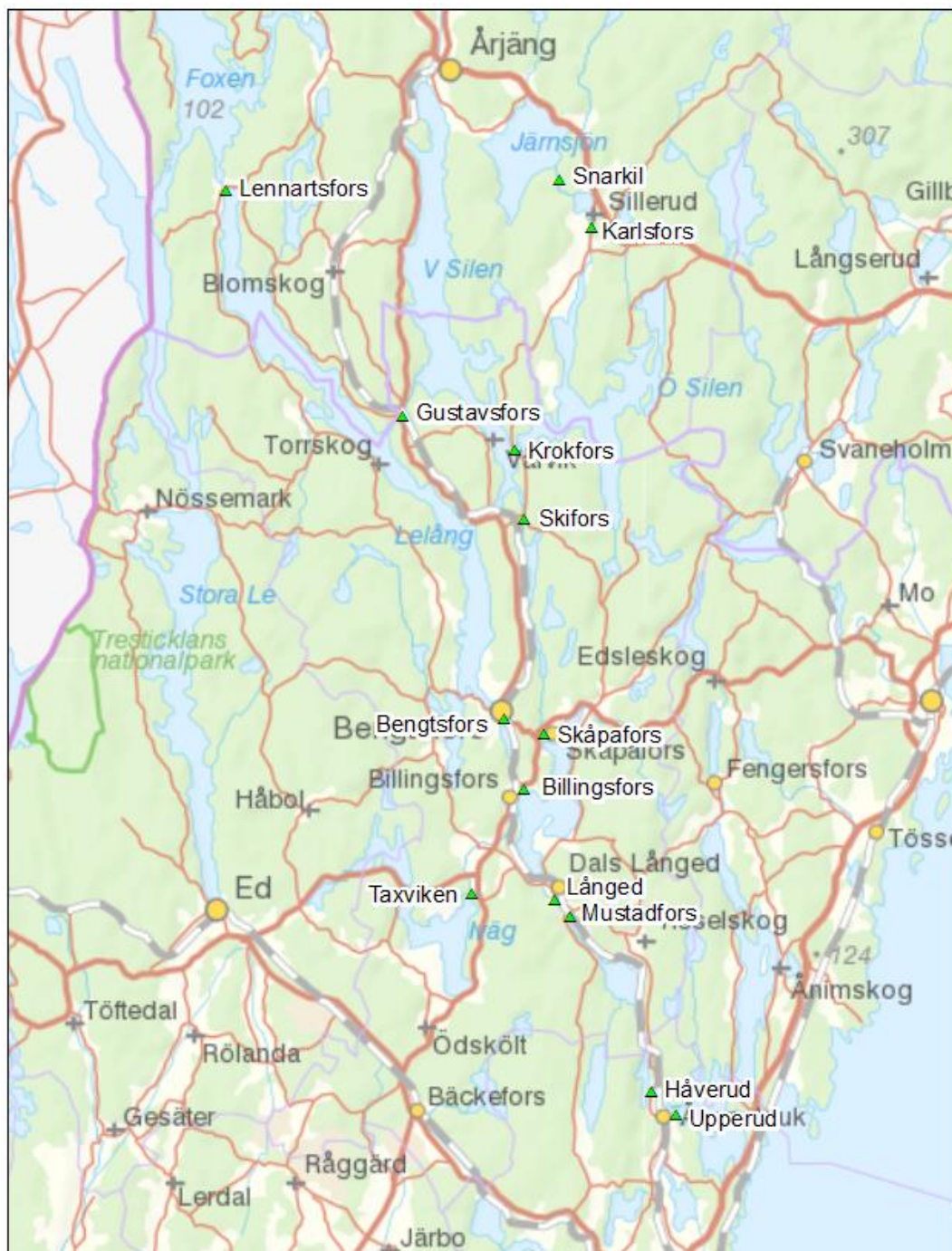
Mälarenergis dammar:

- Lennartsfors
- Bengtsfors
- Snarkil
- Karlsfors

Se Figur 1 för dammarnas geografiska läge.

Mustadfors, nedströms Långed, ingår inte som dammhaveri, men finns med i beräkningsmodellen som utskov.

För Bengtsfors och Långed har beräkningar även gjorts där valvbron i Bengtsfors och Långbron uppströms Långed brister i samband med dammhaveriet.



Figur 1. Dammanläggningar i Upperusälvens sjösystem.

#### 4 FÖR VILKA SITUATIONER HAR BERÄKNINGAR UTFÖRTS?

##### *Underlaget avser dammarnas nuvarande utformning*

Det nu framtagna underlaget för alla dammanläggningar avser anläggningarnas nuvarande utformning enligt ritningar tillhandahållna av beställaren.

##### *Beräkningarna utförs för såväl normala som extrema flödessituationer*

Beräkningar har utförts för normala och extrema flöden i vattendraget samt med normalt och högt vattenstånd i havet. Sammanlagt har tre scenarier med dammhaveri och tre utan dammhaveri beräknats.

För att analysera konsekvenserna av dammhaveri för **normala situationer** har följande förutsättningar legat till grund:

- Medelvattenstånd i Väneren.
- Medelvattenföring i vattendraget.
- Samtliga magasinsnivåer ligger på dämningens gräns.

Vid beräkningar för **extrema situationer** har följande förutsättningar legat till grund:

- Hundraårsflöde respektive Klass I-flöde vid den anläggning där dammhaveri analyseras. Notera att dammhaveri vid Klass I-flöde endast räknats för Långeds dammanläggning. Klass I-flöden utan dammhaveri finns dock redovisat för samtliga anläggningar.
- Övre dämningens gräns i Väneren.
- Samtliga magasinsnivåer ligger på dämningens gräns så långt det är möjligt. Om dammen trots att alla utskovsluckor inte kan avbörda aktuellt flöde vid dämningens gräns så stiger vattnet enligt dammens geometriska förutsättningar.

##### *Koordinat- och höjdsystem*

Underlag och beräkningsresultat är baserat på koordinatsystem Sweref 99 TM och höjdsystem RH 2000.



## UNDERLAGET OCH DESS ANVÄNDNING

Detta material är framtaget för att ge underlag till utveckling av samordnad beredskapsplanering för situationer med högflöden samt olika dammhaveriscenarier. Underlaget bygger på kombinationer av osannolika händelser och konservativa antaganden om dammbrottsutvecklingen. Översvämningskarteringarna beskriver vattenutbredningen vid de beräknade scenarierna.

### Osäkerheter

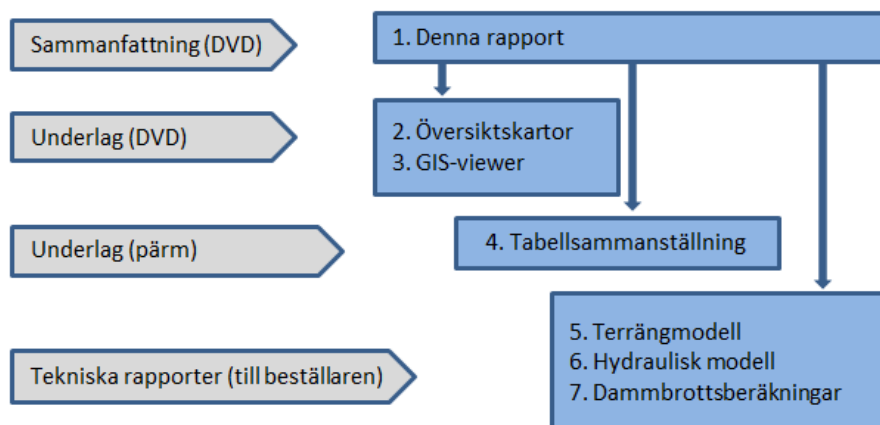
En osäkerhet utgörs av att vattnet antas vara rent, dvs. utan drivgods i form av nedfallna träd, bryggor, båtar och annat som kan föras med vattnet vid höga flöden. En annan osäkerhetsfaktor är att åfåran och stränder kan eroderas vid höga flöden och medföra ändrad geometri i vattendraget vilket kan påverka vattennivåer längs sträckan.

En annan viktig osäkerhet är hur ett dammhaveri skulle utvecklas i verkligheten. I beräkningsscenarierna har dammhaveri antagits uppkomma där dammen är som högst och konservativa antaganden har gjorts om den vidare brottsutvecklingen. D.v.s. beräkningar har gjort för att visa "det värsta dammhaveriet" med den största resulterande översvämningen i nedströmsområdet. I ett verkligt fall skulle ett dammhaveri kunna uppkomma i en annan del av dammen, där brottsöppningen och den resulterande översvämningen skulle bli mindre.

Noggrannheten i terrängmodellen är av storleksordningen 10-20 cm. Noggrannheten i den hydrauliska modellen håller i princip samma noggrannhet sett över hela området. Vid sex kalibreringspunkter nära dammar och där ekolodning utförts är noggrannheten bättre än så, med någon eller några centimeters avvikelser mot observerade vattenstånd.

För att hjälpa användaren ges nedan en kort beskrivning av underlaget. Generellt gäller att användaren ansvarar för att de osäkerheter som finns i underlaget beaktas vid nyttjandet.

Figur 2 beskriver strukturen på det framtagna materialet och därefter beskrivs hur det kan användas.



Figur 2. Struktur på planeringsunderlaget.

1. *Denna rapport* – syftar till att ge en översiktlig beskrivning av det underlag för samordnad beredskapsplanering som tagits fram.
2. *Översiktskarta* – ger en samlad överblick över det genomförda projektet och de områden som kan översvämmas i händelse av dammhaveri vid någon damm i området.
3. *GIS-viewer* – redovisar de kompletta översvämningsskikten för samtliga beräkningsscenarier. Varje skikt kan "tändas och släckas" i GIS-verktyget vilket ger användaren möjlighet till detaljerade jämförelser och analyser.

I skikten finns resultaten av beräkningar som visar vattenutbredningen med och utan dammhaveri vid de olika flödessituationerna.

4. *Tabellsammanställning* – Detta material avses att beläggas med sekretesskydd och levereras därför endast på papper och separat från resterande underlagsmaterial. Tabellsammanställningen ger ett underlag för att närmare sätta sig in i konsekvenserna av dammhaveri i respektive damm.
  - Orientering med lägen för dammanläggningar och tabellpunkter.
  - En sammanfattning av beräkningsresultaten för respektive damm.
  - En tabell som visar vilka sekundära dammhaverier som riskerar att ske nedströms dammen som primärt brister.
  - Sammanställningar i tabellform av flodvågens egenskaper i nio punkter längs vattendraget. Sammanställningarna visar flodvågens ankomsttid och varaktighet samt beräknat högsta vattenstånd jämfört med normalvattenståndet m.m.
5. *Tekniska rapporter* innehåller detaljerade beskrivningar hur underlaget tagits fram.

## 5 SAMMANFATTANDE SLUTSATSER

Nedan följer en sammanfattning av de slutsatser som har dragits av beräkningsresultaten:

- Upperudsälven är ett sjösystem med stora sjöar och relativt små dammar. Det innebär att flodvågen från ett dammhaveri generellt kan dämpas ut i nedströmsliggande sjöar.
- Inget dammhaveriscenario i Upperudsälven kan medföra att en flera meter hög flodvåg snabbt sveper fram i terrängen, så som kan vara fallet i de stora kraftverksälvarna.
- För flertalet av dammarna är skadorna vid dammhaveri begränsade till området runt rinnsträckan mellan dammen och nedströms sjö.
- I samband med höga flöden finns risk för att ett dammhaveri i Lennartsfors, Bengtsfors och Långed leder till överströmning av nedströmsliggande dammar med påföljande dammhaveri att förvänta. Detta skulle i så fall ytterligare förvärra en påfrestande översvämningssituation.

## 6 VAD HÄNDER NU?

Som beskrivits ger det nu framtagna materialet ett gemensamt underlag för utveckling av samordnad beredskapsplanering för dammhaveri. De medverkande parterna kommer nu att fortsätta planeringen med detta som grund.

**Dammägarna** kommer att vidare analysera hur dammhaveri kan förhindras och möjligheter att mildra resulterande konsekvenser samt revidera nuvarande beredskapsplaner med hänsyn till det framtagna underlaget.

**Länsstyrelsen och kommunerna samt andra samhällsaktörer** kommer att kartlägga konsekvenser av dammhaveri och utveckla och dokumentera sin beredskapsplanering för dammhaveri med det framtagna materialet som underlag.

## 7 ORDLISTA

Nedan följer en förklaring av vanliga termer som förekommer i planeringsunderlaget.

<b>Teknisk term:</b>	<b>Förklaring:</b>
Ankomsttid	Den tid det tar för flodvågen att nå en specifik plats. Tiden räknas från dammhaveriet (vid fyllningsdamm från det att nivån på nedströmssidan av dammen når 10% av max vattenståndshöjning) till dess att vattenståndet höjts med 0,5 m, på den specifika platsen.
Damm	Den konstruktion som dämmer vatten. Huvudtyperna är stenfyllningsdamm, jordfyllningsdamm och betongdamm.
Dammbrott	När en del av dammkonstruktionen kollapsar så att det sker ett okontrollerat utflöde av vatten.
Dammhaveri	Den juridiska termen för dammbrott som används i Miljöbalken.
Dimensionerande vattenstånd	Det högsta magasinsvattenstånd som uppkommer vid dimensioneringsberäkningen i enlighet med riktlinjer för dimensionerande flöden för dammanläggningar.
Flodvåg	Den vattenståndshöjning som rör sig nedåt i vattendraget, orsakad av ett dammhaveri.
Hydraulisk modell	En matematisk modell över ett vattendrag som beskriver vattnets rörelse i rummet och tiden.
Primärt dammhaveri	Det dammhaveri som initierar flodvågen.
Sekundärt dammhaveri	Ett dammhaveri i en damm som är en följd av ett dammhaveri i en annan damm uppströms.
Terrängmodell	En digital modell som beskriver hur terrängen i ett område ser ut i tre dimensioner, d.v.s. dess utsträckning i plan och i höjddled.