

Underlag för samordnad beredskapsplanering för höga flöden och dammbrott i Umeälven

2015-04-20

VATTENREGLERINGSFÖRETAGEN
UMEÄLVEN • ÅNGERMANÄLVEN • INDALSÄLVEN • LJUNGAN • LJUSNAN • DALÄLVEN

**SVENSKA
KRAFTNÄT**

 **Länstyrelsen
Västerbotten**

 **Statkraft**

 **Skellefteå
Kraft**

e-on

VATTENFALL 

 **Storumans
kommun**

 **UMEÅ
KOMMUN**

 **vännäs**

 **LYCKSELE
KOMMUN**

 **Vindelns
Kommun**

 **SORSELE
KOMMUN**

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1.	INLEDNING	3
2.	PROJEKTETS ORGANISATION	4
3.	FÖR VILKA DAMMAR HAR ANALYSER UTFÖRTS?	5
4.	FÖR VILKA SITUATIONER HAR BERÄKNINGAR UTFÖRTS?	7
5.	UNDERLAGET OCH DESS ANVÄNDNING	8
6	SAMMANFATTNING AV RESULTAT	10
7	VAD HÄNDER NU?	11
8	ORDLISTA.....	12

UNDERLAGET FÖR SAMORDNAD BEREDSKAPSPLANERING OMFATTAR

PÅ USB-STICKA

1	DENNA RAPPORT
2	ÖVERSIKTSKARTA
3	DETALJKARTOR
4	GIS-VERKTYG

SOM UTSKRIFT MED SEKRETESSKYDD

5	FLODVÅGENS EGENSKAPER - TABELLER
---	----------------------------------

TEKNISKA RAPPORTER (INGÅR EJ I UNDERLAGET)

6	TERRÄNGMODELL OCH ORTOFOTO
7	HYDRAULISK MODELL
8	DAMMBROTTSBERÄKNINGAR OCH GENERERING AV VATTENUTBREDNINGSSKIKT

1. INLEDNING

Rapporten omfattar dammarna i Umeälvens avrinningsområde, inklusive Gejmån och Juktån. Dammarna ägs av Vattenfall Vattenkraft AB, Statkraft Sverige AB, E.ON Vattenkraft Sverige AB och Umeälvens Vattenregleringsföretag.

Rapporten beskriver underlaget till samordnad beredskapsplanering vid dammbrott som tagits fram för Umeälven. I arbetet har förutom dammägarna även Länsstyrelsen Västerbotten, kommunerna längs älven och Svenska kraftnät medverkat i enlighet med överenskommelse med Vattenregleringsföretagen.

Arbetet har följt den modell som tagits fram i ett pilotprojekt för Ljusnan som avslutades 2006. Motsvarande arbete har utförts för samtliga stora kraftverksälvar i Sverige.

Kostnaderna för arbetet har delats mellan Vattenregleringsföretagen och Svenska kraftnät – central myndighet i dammsäkerhetsfrågor.

Planeringsunderlaget med kartor och beskrivningar förmedlas genom länsstyrelsen i Västernorrlands län till de organisationer som har behov av det för sin beredskapsplanering.

I behovsanalysen har ett urval av de ur dammsäkerhetssynpunkt 22 viktigaste dammanläggningarna gjorts. I detta urval har Vattenfall tio dammar, Statkraft tre dammar, E.ON tre dammar och Umeälvens Vattenregleringsföretag sex dammar.

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

De huvudsakliga regelverk som reglerar dammsäkerheten i Sverige finns i 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 försiktighetsmått som behövs för att förebygga, hindra eller motverka skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljö. I LSO finns bl.a. bestämmelser om skyldigheten att analysera risker med dess konsekvenser och att hålla eller bekosta beredskap för dessa.

Med bakgrund av gällande lagstiftning för dammbrott har detta projekt utförts med syfte att ta fram underlag för samordnad beredskapsplanering för dammbrott i Umeälven. Underlaget beskriver konsekvenser av dammbrott (flodvågans utbredning och egenskaper), utan att ta hänsyn till sannolikheten att dammbrott inträffar.

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

Beredskapsplanering är endast en del av dammägarnas dammsäkerhetsarbete

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

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

Dammbrott med allvarliga konsekvenser är ytterst osannolika

Internationell statistik över inträffade dammbrott för stora dammar visar att sannolikheten för dammbrott är i storleksordningen 10^{-4} /år (en tiondels promille/år). Den allmänna bedömningen är att denna siffra är minskande på grund av att kunskaper utvecklas och 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 rasar varje år. De två huvudsakliga orsakerna till inträffade dammbrott är bristande avbördningsförmåga vid höga flöden respektive läckageproblem i dammkroppen eller grundläggningen. En stor andel av dammbrotten har inträffat under byggtiden, dämningssupptagningen eller under de första åren efter idrifttagningen.

I Sverige har endast en stor vattenkraftsdamm gått till brott med begränsade konsekvenser som följd. Utöver detta har dammbrott inträffat i ett antal mindre dammar. Vid ett av dessa – 1973 – omkom en person.

Mot bakgrund av det förebyggande arbete som genomförs och den redovisade statistiken bedöms att sannolikheten för dammbrott som leder till stora konsekvenser är ytterst liten för dammarna i Umeälven.

2. PROJEKTETS ORGANISATION

Peter Calla, Umeälvens Vattenregleringsföretag, har varit projektledare och kontaktperson hos beställaren. Gunnar Sjödin (Vattenregleringsföretagen) har varit beställarombud. Joakim Evertsson och Kenneth Burstedt (Vattenfall), Anders Sjödin (Statkraft), Uno Kuoljok (E.ON) och Mattias Björk (Vattenregleringsföretagen) har representerat anläggningsägarna.

Dessutom har följande personer deltagit vid ett eller flera projektmöten och gett synpunkter på arbetet: Maria Bartsch (Svenska kraftnät), Christer Papmehl (Länsstyrelsen Västerbotten), Peder Lönneborg (Länsstyrelsen Västerbotten), Gunnar Jonsson (Lycksele kommun), Gunnar Backman (Storumans kommun), Jan Fransson (Sorsele kommun), Lina Andersson (Vännäs kommun), Erika Viklund (Umeå kommun), Camilla Adolfsson (Umeå kommun) och Lars Tapani (Umeå kommun).

För uppdragets genomförande har WSP satt samman en arbetsgrupp som består av:

Duncan McConnachie, WSP	Uppdragsansvarig
Per Lodin, WSP	Laserdata, terrängmodell och ortofoto
Stig Johansson, WSP	Laserdata, terrängmodell och ortofoto
Ida Torstensson, WSP	Hydraulik och dammbrott
Helena Björkman, WSP	Hydraulik och dammbrott
Anna Risberg, WSP	Hydraulik och dammbrott
Stina Åstrand, WSP	Hydraulik och dammbrott
Sofia Thurin, WSP	Hydraulik
Frida Torén, WSP	Hydraulik
Duncan McConnachie, WSP	Terrängmodell, GIS och kartframställning
Karin Henriksson, WSP	Terrängmodell, GIS och kartframställning
Helge Hedenäs, WSP	Terrängmodell, GIS och kartframställning

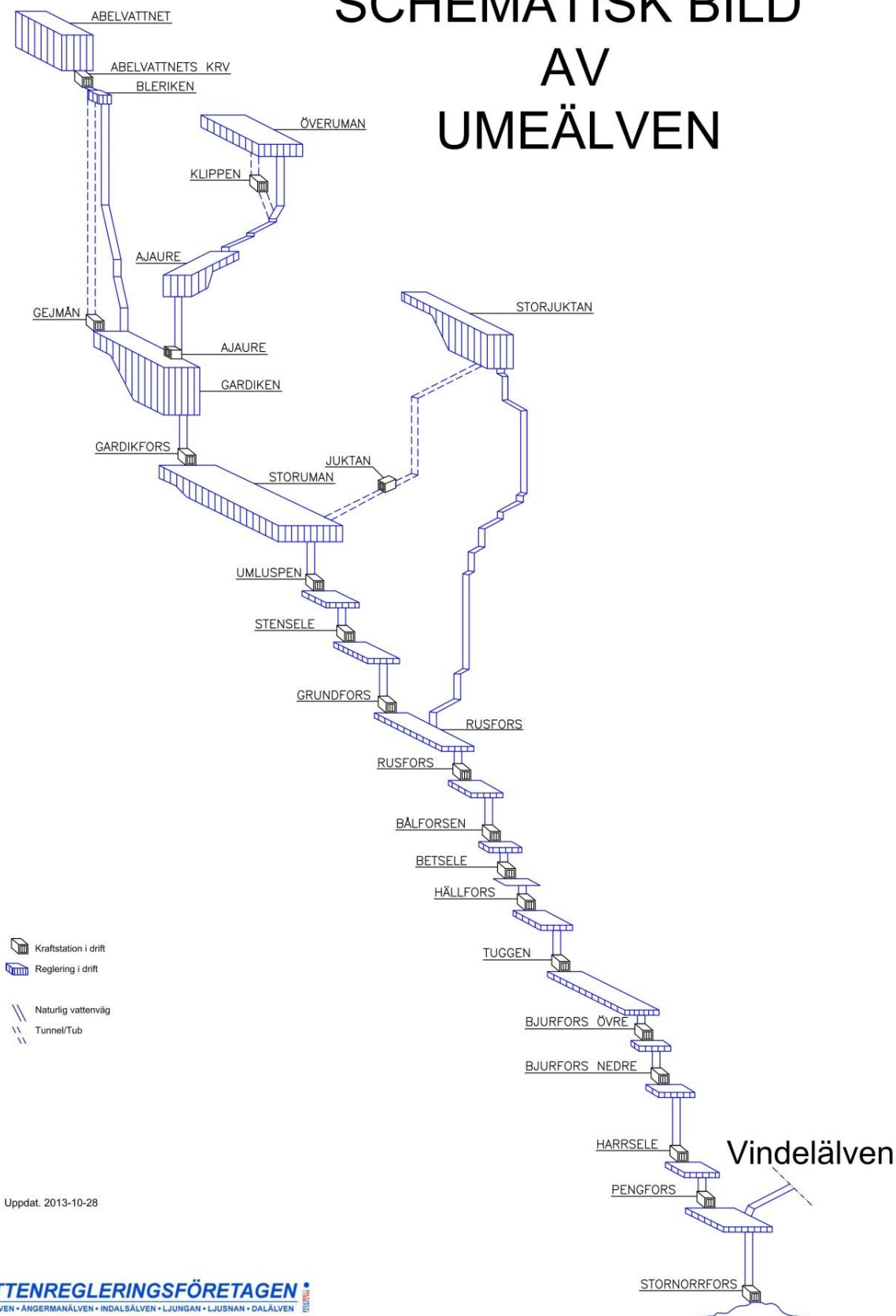
3. FÖR VILKA DAMMAR HAR ANALYSER UTFÖRTS?

Dammbrott har analyserats och beräknats för de dammar i älven som bedömts medföra betydande konsekvenser i händelse av brott. Dessa listas nedan (se även Figur 1). Dammar inom parentes finns beskrivna i den hydrauliska modell som använts, men primärdammbrott har inte beräknats för dessa dammar då dammbrott i dessa inte skulle innebära betydande översvämningar. För Lomforsdammen har sekundärdammbrott beräknats, dvs. brott till följd av dammbrott i någon anläggning uppströms. För Björkvattendammen har inga dammbrott beräknats. Utöver Björkvattendammen har ytterligare ett antal grunddammar beskrivits i den hydrauliska modellen. För Rusfors dammanläggning har primärdammbrott beräknats för två olika dammdelar (A och D). I underlaget kallas dessa Rusfors 1 och Rusfors 2.

Umeälven:	Gejmån:	Juktån:
1. Överuman	19. Abelvattnet	22. Storjuktan
2. Ajaure	20. Gejmån - Bleriken	23. Juktan - Blaiksjödammen (biflöde Blaiksjöbäcken)
3. Gardiken	21. (Björkvattendammen)	24. (Lomforsdammen)
4. Badsjön		
5. Umluspen		
6. Storuman		
7. Stensele		
8. Grundfors		
9. Rusfors (1 och 2, avser dammdel A respektive D)		
10. Bålforsen		
11. Betsese		
12. Hällforsen		
13. Tuggen		
14. Bjurfors Övre		
15. Bjurfors Nedre		
16. Harrsele		
17. Pengfors		
18. Stornorrfor		

I Figur 1 framgår en schematisk skiss över Umeälven.

SCHEMATISK BILD AV UMEÄLVEN



Figur 1 Schematisk bild av Umeälven (källa: Vattenregeringsföretagen, 2013)

4. FÖR VILKA SITUATIONER HAR BERÄKNINGAR UTFÖRTS?

För de dammar som valts ut i behovsanalysen har beräkningar med och utan dammbrott gjorts vid tre olika flödesscenarier. Totalt har upp till sex olika scenarier simulerats inom ramen för projektet. Samtliga scenarier beskrivs i Tabell 1.

Tabell 1. Modelleringscenarier.

Scenario	Beskrivning
Q_{normal}	Flödena motsvarar normala produktionsförhållanden i älven. Vattenståndet längs älven är normalt.
Q_{100}	Flödena i älven motsvarar beräknade 100-årsflöden, vilket i många fall är i nivå med vad som hittills uppmätts. Översvämningar inträffar på sina ställen längs älven.
$Q_{klass I}$	Flödena i älven motsvarar beräknade klass I-flöden (uppskattad återkomsttid på över 10 000 år). Dessa flöden är avsevärt högre än vad som hittills har uppmätts och leder till omfattande översvämningar längs stora delar av älven.
Dammbrott vid Q_{normal}	Dammbrott inträffar vid normala förhållanden enligt scenario " Q_{normal} ". Dammbrottet antas bero på inre erosion, läckage eller liknande genom den dammdel vid anläggningen som kan ge störst konsekvenser.
Dammbrott vid Q_{100}	Dammbrott inträffar i samband med flöden motsvarande scenario " Q_{100} ". Dammbrottet antas bero på inre erosion, läckage eller liknande genom den dammdel vid anläggningen som kan ge störst konsekvenser.
Dammbrott vid $Q_{klass I}$	Dammbrott inträffar i samband med flöden motsvarande scenario " $Q_{klass I}$ ". Dammbrottet antas antingen bero på överströmning eller, om dammen inte överströmmas, inre erosion, läckage eller liknande genom den dammdel vid anläggningen som kan ge störst konsekvenser.

Underlaget avser dammarnas nuvarande utformning

Det presenterade underlaget avser anläggningarnas utformning under projektets utförande (2012-2015).

Beräkningarna utförs för både normala och extrema situationer

Beräkningar har utförts för normala och extrema flöden i älvgränarna, med antaganden om vattenstånd i de stora regleringsmagasinen och havet enligt nedan. Sammanlagt har 68 scenarier med dammbrott beräknats och 20 utan dammbrott.

Följande förutsättningar har legat till grund för beräkning av dammbrott vid **normalflöde**:

- Medelvattenstånd i havet.
- Medelvattenföring som grundflöde i hela älven.
- Regleringsmagasin vid dämningens grän.

Vid beräkningar för **hundraårsflöde** har följande förutsättningar legat till grund:

- Högsta högvattenstånd i havet.
- Hundraårsvattenföring som grundflöde i hela älven.

- Regleringsmagasin vid dämningssgräns eller vid en nivå strax över dämningssgräns (i de fall anläggningen inte kan avbörda hundraårsflödet vid dämningssgräns).

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

- Högsta högvattenstånd i havet.
- Hundraårsvattenföring som grundflöde i hela älven.
- Klass I-flöde ansätts vid den anläggning där dammbrott analyseras.
- Regleringsmagasinet vid den anläggning där brott analyseras ligger på en förhöjd vattennivå för de anläggningar som inte klarar att avbörda klass I-flödet vid dämningssgräns.
- För beräkningar avseende dammbrott gäller följande: För ungefär hälften av anläggningarna har vattennivån antagits stiga till den nivå som krävs för att avbörda flödet med antagen reducerad avbördningskapacitet (t ex. scenariot att en lucka inte går att öppna) och dammbrott initieras i dessa fall vid denna nivå. För resterande hälften av anläggningarna initieras dammbrott vid dammkrön och vattennivån har vid dessa anläggningar låtit stiga hastigt till dammkrönet innan dammbrott initieras. För ett antal av dessa anläggningar har detta inneburit att avbördningskapaciteten reducerats för att vattennivån ska kunna nå dammkrön.
- Övriga regleringsmagasin ligger vid dämningssgräns eller vid en nivå strax över dämningssgräns (i de fall anläggningen inte kan avbörda hundraårsflödet vid dämningssgräns) innan klass I-flödet respektive flodvågen orsakad av dammbrottet ankommer.

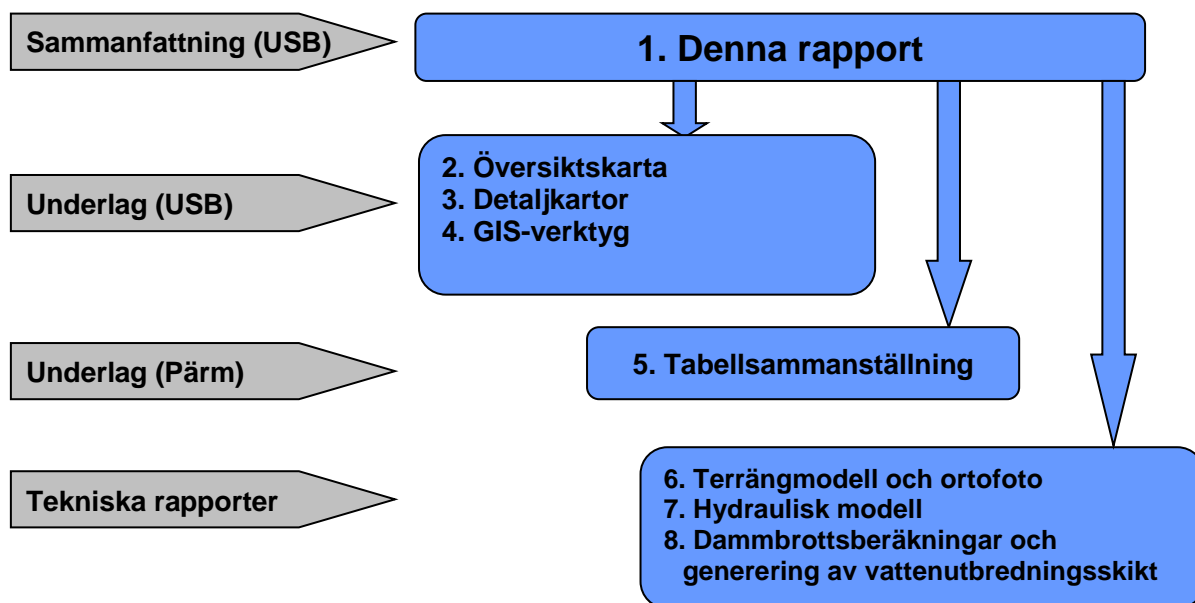
5. UNDERLAGET OCH DESS ANVÄNDNING

Detta material är framtaget för att ge underlag till utveckling av samordnad beredskapsplanering för dammbrott. Underlaget bygger på kombinationer av händelser och konservativa antaganden om dammbrottsutvecklingen. Översvämningsskartorna beskriver vattenutbredningen vid de beräknade scenarierna. Osäkerheten i vattennivå bedöms vara i storleksordningen $\pm 0,5$ m. Noggrannheten för den beräknade översvämningssytan beror till stor del på hur brant terrängen är. I flack terräng kan även ett litet fel i beräknad nivå ge stora effekter på översvämningens utbredning, medan det i branta partier inte har någon betydelse alls.

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 utnyttjandet.

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

För en mer detaljerad beskrivning av hur underlaget tagits fram hänvisas till de tekniska rapporter som ej ingår i leveransen av detta underlag, men som finns att beställa av Vattenregleringsföretagen.



Figur 2 Framtaget underlag.

1. *Denna rapport* – syftar till att ge en översiktlig beskrivning av det underlag för samordnad beredskapsplanering som tagits fram.
2. *Översigtskarta* – ger en samlad överblick över de områden som kan översvämmas i händelse av dammbrott vid någon damm i Umeälven. Översigtskartan kan bl.a. ge grund för planering av uppsamlingsplatser i områden som inte kan komma att översvämmas.
3. *Detaljkartor* – redovisar vattenutbredningen i 17 utvalda områden i händelse av dammbrott i de uppströms liggande dammanläggningarna.
4. *GIS-viewer* – redovisar de kompletta översvämningsskikten för samtliga beräknings-scenarier med dammbrott, flöden och vattenstånd i älven och havet. I skikten finns resultaten av beräkningar som visar vattenutbredningen med och utan dammbrott. Varje skikt kan "tändas och släckas" i GIS-viewern, vilket ger användaren möjlighet till detaljerade jämförelser och analyser.
5. *Tabellsammanställning* – Tabellsammanställningen ger ett underlag för att närmare sätta sig in i dammbrottsförloppet för respektive damm. Detta material är sekretessbelagt och levereras därför separerat från resterande underlagsmaterial. Tabellsammanställningen innehåller:
 - En sammanfattning av beräkningsresultaten för respektive damm.
 - En tabell som visar vilka sekundära dammbrott som blir följden av dammbrott i respektive damm.
 - Sammanställningar i tabellform av flodvågens egenskaper för dammbrott i respektive damm i 19 punkter längs med älven. Sammanställningarna visar flodvågens ankomsttid och varaktighet samt beräknat högsta vattenstånd jämfört med normaltillståndet mm.
6. *Teknisk rapport: Terrängmodell och ortofoto* – beskriver omfattningen av den terrängmodell som tagits fram inom projektet och ger en teknisk beskrivning av hur

höjddata på land och djupdata under vatten har satts samman till en tredimensionell modell av Umeälvens dalgång.

7. *Teknisk rapport: Hydraulisk modell* – är en teknisk beskrivning av hur den hydrauliska modellen tagits fram med hjälp av terrängmodellen och diverse data på vattenstånd.
8. *Teknisk rapport: Dammbrottsberäkningar och generering av vattenutbredningsskikt* – är en teknisk beskrivning av hur den hydrauliska modellen använts för dammbrottsberäkningar med data på avbördning från dammarna, vilken dammdel som rasar mm. Rapporten beskriver också vilka resultat som tagits fram och hur de presenteras.

6 SAMMANFATTNING AV RESULTAT

Nedan följer en sammanfattning av beräkningsresultaten.

- Lokalt kan vattennivåhöjningarna till följd av dammbrott bli mycket stora. Beräkningarna visar att vattennivåhöjningen är över 10 m i begränsade områden i flertalet dammbrottsscenarier.
- Vid scenariot klass I-flöde initierar primärdammbrott i Abelvattnet, Ajaure och Storuman sekundärdammbrott i samtliga nedströms liggande fyllningsdammar. Primärdammbrott i Gardiken och Umluspen initierar sekundärdammbrott i alla utom en av nedströms liggande fyllningsdammar. Primärdammbrott i övriga anläggningar initierar inga eller enstaka sekundärdammbrott.
- Vid scenarierna normalflöde och 100-årsflöde initierar primärdammbrott i Storuman sekundärdammbrott i alla utom en av nedströms liggande fyllningsdammar. Primärdammbrott i övriga anläggningar initierar inga eller enstaka sekundärdammbrott.
- I övre delen av Umeälven ger dammbrott i Abelvattnet och Ajaure de största skillnaderna i vattennivå avseende scenariot klass I-flöde, beroende på sekundärdammbrottet i Gardiken. Nedströms Gardiken fås ca 15-25 m högre vattennivå och i övriga älven fås upp till 10 m högre vattennivå vid beräkning av dammbrott i samband med klass I-flödet jämfört med klass I-flöde utan dammbrott. Sjön Gardikens vattenstånd höjs i värsta fall ca 4 m över normalvattenstånd.
- I mittersta delen av Umeälven ger dammbrott i Storuman störst vattennivåhöjningar. Vattennivån höjs upp till 10-15 m på sträckan mellan Stensele och Åskilje vid samtliga beräkningsscenarier.
- I Juktån ger dammbrott i Storjuktan störst vattennivåhöjningar. Närmast nedströms dammanläggningen uppkommer vattennivåhöjningar på ca 10 m och vid Lomseknäs höjs vattennivån 5-6 m.
- Vid primärdammbrott i nedre delen av Umeälven fås vattennivåhöjningar på maximalt ca 3 m förutom direkt nedströms respektive primäranläggning där vattennivån lokalt höjs mer.

Noggrannheten i beräknade maximala vattennivåer beror av flera faktorer såsom höjddatamodellens noggrannhet, kalibreringsunderlagets kvalitet och den endimensionella hydrauliska modellens förmåga att beskriva förloppet. Det ska också beaktas att det i ett realistiskt fall kan uppkomma drivgods, erosion, ras och skred som orsakar tillfälliga fördämningar, att vattnet bryter ny väg etc., vilket inte har tagits hänsyn till här.

7 VAD HÄNDER NU?

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

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

Länsstyrelserna och kommunerna kommer att utveckla och dokumentera sin beredskapsplanering för dammbrott med det framtagna materialet som underlag.

Den samordnade beredskapsplaneringen knyts framöver till älvsamordningsgruppen där parterna möts årligen.

8 ORDLISTA

Nedan följer en förklaring av vanliga termer som förekommer i denna rapport.

Teknisk term:	Förklaring:
Ankomsttid	Den tid det tar för flodvågen att nå en specifik plats. Tiden räknas från det att dammbrottet konstaterats tills att vattennivån börjar stiga på den specifika platsen.
Damm	Den konstruktion som dämmer vatten. Det finns flera typer, men de dominerande är stenfyllningsdamm, jordfyllningsdamm och betongdamm.
Dammbrott	När en del av dammkonstruktionen rasar och öppnar upp för okontrollerat utflöde av vatten.
Dimensionerande vattenstånd	Det högsta magasinsvattenstånd som uppkommer vid dimensioneringsberäkningen i enlighet med riktlinjer för bestämning av dimensionerande flöden för dammanläggningar.
Flodvåg	Den vattenståndshöjning som fortplantar sig nedåt i älven, orsakad av t.ex. ett dammbrott.
Hydraulisk modell	En matematisk modell över ett vattendrag som beskriver vattnets rörelse i rummet och tiden.
Primärdammbrott	Det dammbrott som initierar flodvågen.
Sekundärdammbrott	Ett dammbrott på en damm som är en följd av den översvämning som följer av ett dammbrott i en annan damm uppströms i älven.
Terrängmodell	En modell som beskriver hur terrängen i ett område ser ut i tre dimensioner, dvs. både dess utsträckning i plan och i höjdded.