

Underlag för samordnad beredskapsplanering för höga flöden och dammbrott i Ångermanälven

2015-03-06

VATTENREGLERINGSFÖRETAGEN
UMEÅLVEN • ÅNGERMANÄLVEN • INDALSÄLVEN • LJUNGAN • LJUSNAN • DALÄLVEN

**SVENSKA
KRAFTNÄT**

**Länsstyrelsen
Västerbotten**

**Länsstyrelsen
Jämtlands län**

**LÄNSSTYRELSEN
VÄSTERNORRLAND**

Statkraft

e-on

Fortum

VATTENFALL

HOLMEN

**Sollefteå
kommun**

**Strömsunds
Kommun**
Strömjern tjelle

ÅRE KOMMUN

**VILHELMINA
KOMMUN**

**Dorotea
Kommun**

**ÅNGERMANLÄNS
POLIS**

**ÅNGERMANLÄNS
POLIS**

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	7
6	SAMMANFATTNING AV RESULTAT	9
7	VAD HÄNDER NU?	10
8	ORDLISTA.....	11

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 Ångermanälvens avrinningsområde, inklusive Faxälven, Fjällsjöälven och Åseleälven. Dammarna ägs av Vattenfall Vattenkraft AB, Statkraft Sverige AB, E.ON Vattenkraft Sverige AB, Fortum Generation AB, Holmen AB och Ångermanälvens Vattenregleringsföretag.

Rapporten beskriver underlaget till samordnad beredskapsplanering vid dammbrott som tagits fram för Ångermanälven. I arbetet har förutom dammägarna även Länsstyrelsen i Västernorrland, Västerbotten och Jämtland samt 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 50 viktigaste dammanläggningarna gjorts. I detta urval har Vattenfall sju dammar, Statkraft nio dammar, E.ON 18 dammar, Fortum tre dammar, Holmen två dammar och Ångermanälvens Vattenregleringsföretag 16 dammar (varav 5 delas med någon av ovanstående).

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 Ångermanälven. Underlaget beskriver konsekvenser av dammbrott (flodvågens 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, 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, dämmningsupptagningen 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 Ångermanälven.

2. PROJEKTETS ORGANISATION

Peter Calla, Ångermanälvens Vattenregleringsföretag, har varit projektledare och kontaktperson hos beställaren. Gunnar Sjödin (Vattenregleringsföretagen) har varit beställarombud. Joakim Evertsson och Kenneth Burstedt (Vattenfall), Karin Persson och Mikael Hernqvist (Statkraft), Uno Kuoljok, Petter Westerberg och Jeanette Stenman (E.ON) och Mattias Björk och Björn Norell (Vattenregleringsföretagen), Sofie Wallström och Alf Eriksson (Fortum), David Geijer (Sweco, representant för Holmen) har representerat anläggningsägarna.

Dessutom har följande personer deltagit vid ett eller flera projektmöten och gett synpunkter på arbetet: Maria Bartsch (Svenska kraftnät), Håkan Söderholm (Länsstyrelsen Västernorrland), Björn Olofsson (Länsstyrelsen Jämtland), Christer Pappmehl (Länsstyrelsen Västerbotten), Ulla Ullstein (Sollefteå kommun), Margareta Fällström (Kramfors kommun), Ulf Kåren (Räddningstjänsten Höga kusten - Ådalen), Jonas Hahlin (Åsele kommun), Ingemar Samuelsson (Vilhelmina kommun), Irene Tangmark (Strömsund kommun) och Niclas von Essen (Räddningstjänsten Jämtland). För uppdragets genomförande har WSP satt samman en arbetsgrupp som bestått av:

Stina Åstrand, WSP	Uppdragsansvarig aug 2012-sep 2013
Hanna Portin, WSP	Uppdragsansvarig fr.o.m. sep 2013
Per Lodin, WSP	Laserdata, terrängmodell och ortofoto
Stig Johansson, WSP	Laserdata, terrängmodell och ortofoto
Hanna Portin, WSP	Hydraulik och dammbrott
Sofia Thurin, WSP	Hydraulik och dammbrott
Jonas Brander, WSP	Hydraulik och dammbrott
Stina Åstrand, WSP	Hydraulik och dammbrott
Frida Torén, WSP	Tabellsammanställning
Oskar Andersson, WSP	Tabellsammanställning
Duncan McConnachie, WSP	Terrängmodell, GIS och kartframställning
Karin Henriksson, WSP	Terrängmodell, GIS och kartframställning
Helge Hedenäs, WSP	Terrängmodell, GIS och kartframställning
Helena Björkman, WSP	Granskning och rådgivning

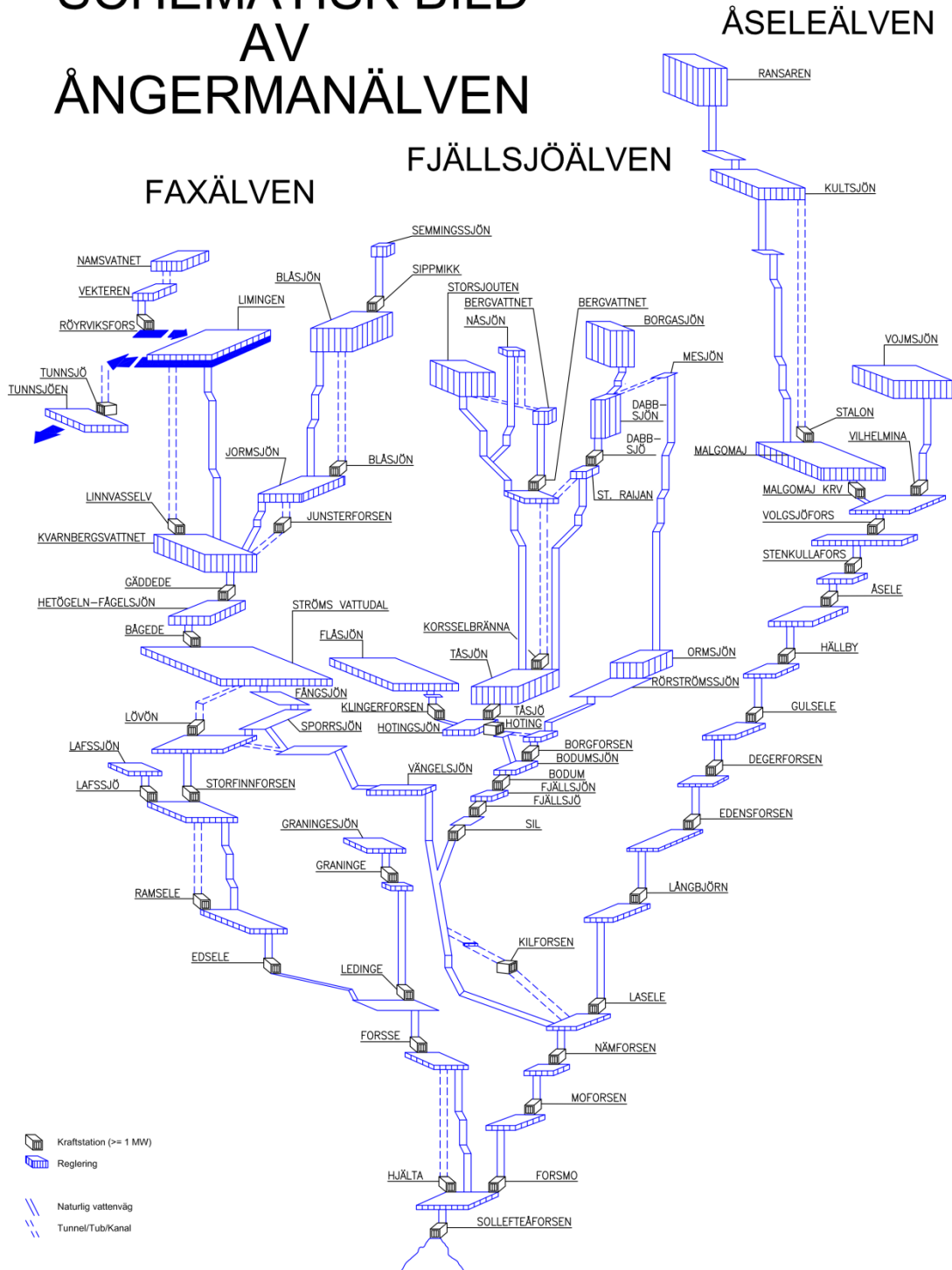
3. FÖR VILKA DAMMAR HAR ANALYSER UTFÖRTS?

Dammbrott har analyserats och beräknats för de dammar i älven som bedömts medföra betydande konsekvenser i händelse av brott. Dessa listas nedan. 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 Sil har sekundärdammbrott beräknats, dvs. brott till följd av dammbrott i någon anläggning uppströms. Förutom dammanläggningarna har ett antal grunddammar beskrivits i den hydrauliska modellen. För följande fyra dammanläggningar har primärdammbrott beräknats för två olika dammdelar: Ransaren (dammdel Ransaren och Fabmeloukte), Borgforsen (dammdel Kvarnforsen och Lillflyforsen), Ströms Vattudal (dammdel Ströms Vattudal och Lövön) och Sporr sjön (dammdel Vängelälvs grenen och Faxälvs grenen).

Faxälven:	Fjällsjöälven:	Ångermanälven:
1. Semmingsjön	19. Borgadammen	37. Ransaren – Ransaren och Fabmeloukte
2. Sippmikk	20. Dabbsjö	38. Kultsjön
3. Blåsjön	21. Stora Raijan	39. Malgomaj
4. Junsterforsen	22. Storsjouten	40. Vojmsjön
5. Limingen	23. Bergvattnet	41. (Vilhelmina)
6. Junsterforsen	24. Flottarselet	42. Volgsjöfors
7. Kvarnbergsvattnet	25. Tåsjön	43. Stenkullafors
8. Bågede	26. Flåsjön	44. Åsele
9. Ströms Vattudal - Ströms Vattudal och Lövön	27. Klingerforsen	45. Hällby
10. Fångsjön - Norrströmmen	28. Ormsjön	46. Gulsele
11. Sporr sjön - Vängelälvs grenen och Faxälvs grenen	29. (Rörströmmen)	47. Degerforsen
12. Storfinnforsen	30. Hoting	48. Edensforsen
13. Lafssjön	31. Borgforsen - Kvarnforsen och Lillflyforsen	49. Långbjörn
14. Ramsele	32. Bodum	50. Lasele
15. Edsele	33. Fjällsjödammen	51. Nämforsen
16. Ledinge	34. (Sil)	52. Moforsen
17. Forsse	35. Vängelsjön	53. Forsmo
18. Hjalta	36. Imnäs dammen	Sollefteå

I figuren på nästa sida framgår en schematisk skiss över Ångermanälven.

SCHEMATISK BILD AV ÅNGERMANÄLVEN



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.

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 älvgrenarna, med antaganden om vattenstånd i de stora regleringsmagasinen och havet enligt nedan. Sammanlagt har 159 scenarier med dammbrott beräknats och 48 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 dämningensgräns.

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

- Högsta högvattenstånd i havet.
- Hundraårsvattenföring som grundflöde i hela älven.
- Regleringsmagasin vid dämningensgräns eller vid en nivå strax över dämningensgräns (i de fall anläggningen inte kan avbörda hundraårsflödet vid dämningensgräns).

Följande förutsättningar har legat till grund för beräkning av dammbrott vid **mycket extrema situationer**:

- 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 dämningensgräns.
- 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 dämningensgräns eller vid en nivå strax över dämningensgräns (i de fall anläggningen inte kan avbörda hundraårsflödet vid dämningensgräns) innan klass I-flödet respektive flodvågen orsakad av dammbrottet ankommer.

5. UNDERLAGET OCH DESS ANVÄNDNING

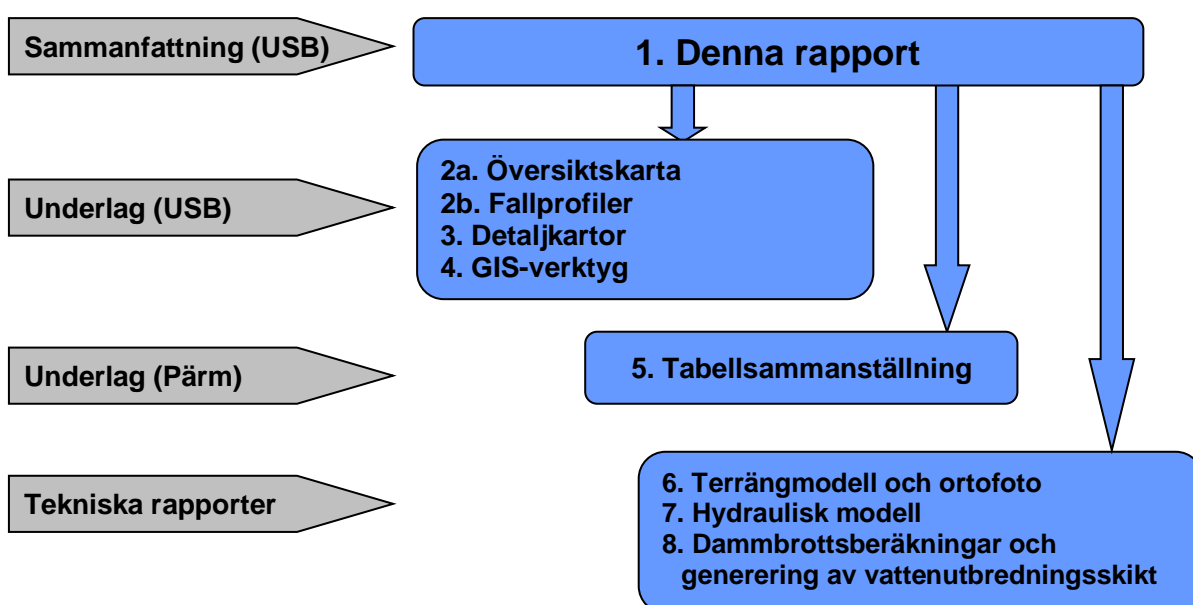
Detta material är framtaget för att ge underlag till utveckling av samordnad beredskapsplanering för dammbrott. Underlaget bygger på kombinationer av händelser och konservativa antaganden om dammbrottsutvecklingen. Översvämningsskartorna beskriver vattenutbredningen vid de beräknade scenarierna. Osäkerheten 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.

Figuren nedan 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.



1. *Denna rapport* – syftar till att ge en översiktlig beskrivning av det underlag för samordnad beredskapsplanering som tagits fram.
2. a) *Översiktskarta* – ger en samlad överblick över de områden som kan översvämmas i händelse av dammbrott vid någon damm i Ångermanälven. Översiktskartan kan bl.a. ge grund för planering av uppsamlingsplatser i områden som inte kan komma att översvämmas.
 b) *Fallprofiler* – ger en samlad överblick över den beräknade högsta vattennivå som ett dammbrott kan leda till längs älvsträckan. Som referens anges även normalvattenstånd och nivå för broar som korsar älven.
3. *Detaljkartor* – redovisar vattenutbredningen i 19 utvalda områden i händelse av dammbrott i de uppströms liggande dammanläggningarna.
4. *GIS-verktyg* – redovisar de kompletta översvämningsskikten samt vattenstånd i älven och havet för samtliga beräkningsscenarier. I skikten finns resultaten av beräkningar som visar vattenutbredningen med och utan dammbrott. Varje skikt kan "tändas och släckas" i GIS-verktyget, vilket ger användaren möjlighet till detaljerade jämförelser och analyser.

5. *Tabellsammanställning* – Tabellsammanställningen ger ett underlag för att närmare sätta sig in i översvämningens förlopp vid ett dammbrott 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 20 punkter längs med älven. Sammanställningarna visar flodvågens ankomsttid och varaktighet samt beräknat högsta vattenstånd jämfört med normaltillståndet m.m.
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 Ångermanälvens 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 m.m. 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. I ett fåtal av dammbrottsscenarierna överstiger vattennivån 20 m i begränsade områden.

Åseleälven och nedre Ångermanälven:

- Hällby och Fabmeloukte är de dammar i Åseleälven som ger störst vattennivåhöjningar (upp till som mest 15-20 m höjning) och flest sekundärdammbrott. Vid dammbrott i Hällby och Fabmeloukte beräknas alla dammanläggningar nedströms överströmmas i samtliga beräknade dammbrottsscenarier (gäller ej vid dammbrott i Fambeloukte vid dammbrott i samband med normalflöde). I de flesta av dessa beräknas sekundärdammbrott.
- För övriga anläggningar i Åseleälven och nedre Ångermanälven (förutom Kultsjön, Åsele, Degerforsen, Edensforsen och Nämforsen) beräknas en eller ett antal anläggningar nedströms gå till brott i något flödesscenario. Av dessa ger dammbrott i Ransaren de största vattennivåhöjningarna (upp till 12 m höjning vid dammbrott i samband med normalflöde).

Fjällsjöälven:

- Borgadammen och Dabbsjö är de dammar i Fjällsjöälven som ger störst vattennivåhöjningar (upp till som mest 20-25 m höjning) och flest sekundärdammbrott. Vid dammbrott i Borgadammen beräknas alla dammanläggningar nedströms överströmmas i samtliga beräknade dammbrottsscenarier (gäller ej Kvarnforsen vid dammbrott i Dabbsjö vid dammbrott i samband med normal- eller 100-årsflöde).

- För övriga anläggningar i Fjällsjöälven (förutom Bergvattnet, Flåsjön och Klingerforsen) beräknas en eller flera anläggningar nedströms gå till brott i något beräkningsscenario. Av dessa ger dammbrott i Storsjouten och Flottarselet de största vattennivåhöjningarna (upp till 10 m höjning).

Faxälven:

- Storfinnforsen är den dammanläggning i Faxälven som ger störst vattennivåhöjningar (upp till 15 m höjning) och flest sekundärdammbrott. Vid dammbrott i Storfinnforsen beräknas alla dammanläggningar nedströms överströmmas (gäller ej Sollefteå vid dammbrott i samband med normalflöde). I de flesta av dessa beräknas sekundärdammbrott.
- I Ramsele, Lövön och Sporsjön (Faxälvsgrenen) beräknas en eller ett antal anläggningar nedströms gå till sekundärdammbrott. Vid dammbrott i Ramsele blir vattennivåhöjningen maximalt 10 m och vid dammbrott i Lövön och Sporsjön (Faxälvsgrenen) blir vattennivåhöjningen maximalt 6 m respektive 3 m.
- För övriga anläggningar i Faxälven beräknas inga anläggningar nedströms gå till sekundärdammbrott. Av dessa ger dammbrott i Semningsjön, Blåsjön och Lafssjön de största vattennivåhöjningarna (upp till 6 m höjning).

Noggrannheten i beräknade maximala vattennivåer beror av flera faktorer såsom höjdmodellens 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 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 var för sig 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 höjded.