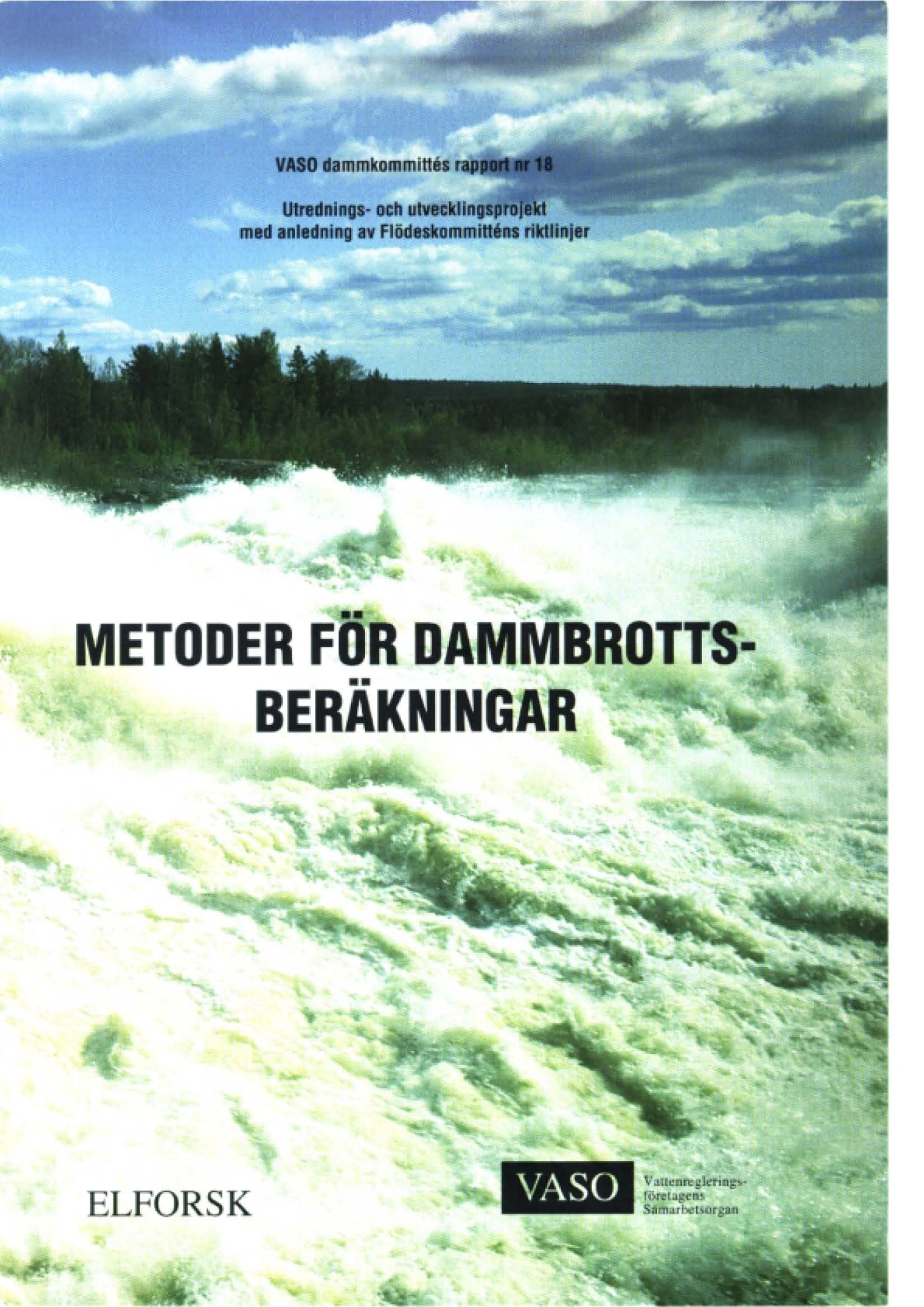




VASO dammkommittés rapport nr 18

Utrednings- och utvecklingsprojekt
med anledning av Flödeskommitténs riktlinjer

METODER FÖR DAMMBROTTS- BERÄKNINGAR

ELFORSK

VASO

Vattenreglerings-
företagens
Samarbetsorgan

VASO dammkommittés rapport nr 18

**Utrednings- och utvecklingsprojekt
med anledning av Flödeskommitténs riktlinjer**

METODER FÖR DAMMBROTTS- BERÄKNINGAR

Nils Johansson, Vattenfall Utveckling AB

Rapporten färdigställd 1993
Omslagsfoto: Bengt Johansson, Vattenfall
Grafisk form: Fras&Form
Tryck: Spånga Tryckeri AB 1995
ISSN 1400-7827

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD	i
SAMMANFATTNING	ii
SUMMARY	iii
1. INLEDNING	1
2. KONSEKVENSER AV DAMMBROTT	2
2.1. Dammbrottsutveckling	3
2.2. Volymetrisk routing	4
2.3. Dynamisk routing	5
2.4. Val och behandling av indata och kalibreringsunderlag till dammbrottsmodellerna	7
2.4.1. Val av flödessituation	7
2.4.2. Val av damm där brottet antas ske	8
2.4.3. Geometrisk beskrivning av älven, hydraulisk råhet	9
3. RESULTATREDOVISNING	10
4. REFERENSER	11

FÖRORD

Vattenkraftutbyggnaden och därmed byggande av stora dammar startade i stor skala i Sverige efter andra världskriget och var mest omfattande under 50- och 60-talen.

Principerna för utformning och konstruktion av dammanläggningarna under denna intensiva utbyggnadsperiod äger i huvudsak sin giltighet fortfarande.

Vad avser krav på utskovens avbördningsförmåga har dessa föreslagits av dammägarna och (efter eventuella justeringar) fastställts av vattendomstol med SMHI som sakkunnig. Kriterierna i detta avseende kan därför sägas ha etablerats gemensamt av dammägarna och SMHI.

Under 1980-talet ifrågasattes i Sverige, såsom tidigare skett i många andra länder, de etablerade principerna för utskovsdimensionering. Flödeskommittén, som tillsattes av kraftindustrin och SMHI för att utreda flödesriskerna, föreslog i sin slutrapport ett nytt sätt att beräkna dimensionerande tillrinning. Kriterierna innebär att dammar med allvarliga brottkonsekvenser skall kunna klara ett påtagligt högre tillflöde än vad man tidigare räknat med.

För att på ett säkert och kostnadseffektivt sätt kunna anpassa dammbeståndet till de nya kraven har ett stort antal utredningar och utvecklingsprojekt genomförts. Dessa projekt har genomförts på uppdrag av VASO dammkommitté, som är kraftindustrins gemensamma organ i dammsäkerhetsfrågor och bland annat har till uppgift att samordna dammarnas anpassning till de nya riktlinjerna. Den styrgrupp som lett arbetet har bestått av Harald Eriksson – Sydkraft, som varit ordförande, Sten Lasu – Svenska Kraftverksföreningen, Lennart Markland – Vattenregleringsföretagen samt Malte Cederström och Urban Norstedt – Vattenfall.

För varje projekt finns en rapport och därtill finns en sammanfattande rapport över hela arbetet, huvudrapporten (nr 1), vilken även innehåller en sammanställning över de rapporter som ingår i serien.

Föreliggande projekt har genomförts av Nils Johansson, Vattenfall Utveckling AB. Ansvarigt ombud för beställaren har varit Urban Norstedt, Vattenfall Vattenkraft.

Det finns ett antal metoder för beräkning av hur dammbrott utvecklas och hur den lössläppta flodvågen utbreder sig nedströms dammen. Denna rapport beskriver de olika metoderna och deras för- och nackdelar. En korrekt genomförd beräkning med i möjligaste mån realistiska förutsättningar för dammbrottet är ovärderligt vid beredskapsplanering, haveriövningar etc, men den kan också vara av värde vid dammars riskklassbedömning.

VASO dammkommitté

SAMMANFATTNING

I rapporten redovisas de metoder som idag används för konsekvensberäkning av dammbrott. En begränsande faktor för noggrannheten av beräkningen är det tillgängliga kartmaterialet med vanligen 5 m ekvidistans. Noggrannheten kan förbättras om man systematiskt samlade kalibreringsunderlag under t ex höga vårflöden och upprättade noggrannare kartor med 1 m ekvidistans i trånga passager i älvdalen. Att förbättra kartmaterialet längs hela älven är orimligt dyrt. Tvådimensionella flodvågsmodeller eller fysiska modeller kan vara aktuella i mycket begränsade områden t ex nedströms en damm och där detaljerade och noggranna resultat måste fram.

På modellsidan finns ett behov av en mer fysikalisk korrekt beskrivning av dammbrottets utvecklingstid, storlek och form. Förslag finns att göra en noggrann utvärdering av programmet BREACH där dammbrottets utveckling beräknas.

Dagens dynamiska routing modeller lider alla mer eller mindre av stabilitetsproblem vid beräkningar runt kritisk strömning. Ett förslag att eliminera detta problem skulle innebära lägre kostnader för framtida dammbrottsberäkningar då en icke föraktlig del av kostnaderna uppstår i samband med att få modellen att fungera i svåra passager och att värdera trovärdigheten i resultaten. Detta skulle också öppna vägen till en interaktiv simuleringsmodell där en normalt PC-kunnig person själv skulle kunna göra nya dammbrottsberäkningar och simuleringar av extrema flöden.

SUMMARY

This report describes dam break calculation methods used today. The accuracy of the calculations is limited by the available maps, usually with a 5 m contour interval, and also by the lack of calibration data.

The accuracy can be improved by a systematic collection of calibration data during high floods and by improved and more accurate maps with a 1 m contour interval in narrow river reaches. Improving maps along a whole river is prohibitively expensive.

Two dimensional dam break models or hydraulic models could be relevant in very restricted areas, for example downstream a dam, or where detailed and accurate results are needed.

A more physically correct mathematical model of the dam break developing time, as well as size and form is necessary. A proposal to evaluate the BREACH programme, a programme for the calculation of dam break development, is given.

The dynamic routing models used today all suffer more or less from stability problems when calculating near critical flows. The elimination of such problems would lead to lower dam break calculation costs in the future. A substantial part of the total cost of dam break calculations consists of problems in working the model in difficult reaches, and in evaluating the correctness of the results. A dynamic routing model with numerical stability for near critical flow calculations will make an interactive simulation model possible, which the average PC user could utilize in making new dam break calculations and simulations of extreme floods.

1. INLEDNING

På uppdrag av VASO dammkommitté har denna genomgång av metoderna vid dammbrottsberäkningar genomförts. Dammbrottsberäkningar har oavsett metod och datorprogram en inneboende osäkerhet. Detta beror på osäkerheten i den geometriska beskrivningen av älven i avsaknad av kalibreringsunderlag vid extremt höga flöden mm samt beträffande dammbrottets utveckling. Trots denna osäkerhet ger beräkningarna värdefull information till olika intressenter.

I rapporten har också några förslag till förbättringar presenterats. Med merparten av våra stora älvar redan beräknade, kanske man kan tycka att det är något sent för projektet. Så är inte fallet, nya frågeställningar dyker ständigt upp för de älvar som är beräknade, nya krav på noggrannhet kommer att ställas etc.

2. KONSEKVENSER AV DAMMBROTT

För bl a planering av åtgärder vid ett eventuellt dammbrott är det viktigt att på något sätt ta reda på konsekvenserna. Detta görs vanligen med en matematisk modell men rent teoretiskt kan man även tänka sig en fysisk modell. En fysisk modell är dock närmast omöjligt rent praktiskt utom vid mycket speciella fall där man vill se på ett mycket begränsat område, kanske närmast dammen, och där 3-D effekter och erosions- och depositionsfrågor har stor betydelse.

En dammbrottsberäkning med en matematisk modell involverar normalt två skilda typer av beräkningar, visserligen normalt förenade i ett och samma datorprogram, men dock av olika karaktär. Vad som menas med detta är att i en beräkning fastställs utloppshydrografer genom dammbrottsöppningen och i en annan vattenståndets utveckling i älvdalen nedströms för den beräknade utloppshydrografen. De två beräkningarna kan vara gemensamt beroende av varandra om älven nedströms dammen ger motdämning som påverkar flödet genom dammbrottsöppningen. Normalt sker ingen motdämning och som en tumregel kan nämnas att vattenståndet nedströms måste överstiga $\frac{2}{3}$ av vattenståndet uppströms, räknat från samma tröskel i dammbrottsöppningen, för att ge motdämning.

2.1. Dammbrottsutveckling

I ”Breach Characteristics of Dam Failures” [1] har 42 fall av dammbrott analyserats i USA. Formen, storleken och utvecklingstiden för dammbrottet är de parametrar som vi främst är intresserade av för att kunna göra korrekta antaganden.

De kunskaper man har av dammbrott i fyllningsdammar pekar på att brottet utvecklas relativt snabbt ner mot dammens grundläggningsnivå för att sedan långsammare sprida sig åt sidan. Dammbrottet utvecklas oftast med förvånansvärt branta sidor.

De dammbrottsberäkningar som genomförts i Sverige för Umeälven, Ångermanälven, Ljusnan, Ljungan och Luleälv har i stort sett dammbrottsparametrar valda i enlighet med erfarenheterna i [1]. Beräkningarna har enbart omfattat brott i fyllningsdammar, betongdammar har antagits tåla överströmning. Om ett brott sker i en betongdamm är utvecklingstiden enligt [1] betydligt kortare än för en fyllningsdamm.

Generellt kan sägas att för magasin med stor area och volym, typ Storuman, har dammbrottets utvecklingstid liten betydelse för flodvågens utseende. Brottets storlek har däremot betydelse. För höga dammar och små magasin, till area och volym, har dammbrottets utvecklingstid stor betydelse. Med ökande avstånd från dammen minskar betydelsen av valet av de olika dammbrottsparametrarna.

Ett alternativ till att välja standardparametrar på form, storlek och utvecklingstid för dammbrottet är att beräkna dammbrottets utveckling med en matematisk modell där dammens geometriska form och material samt magasinets egenskaper ingår.

En sådan modell, BREACH [2], har provats vid Älvkarlebylaboratoriet men resultaten har inte använts i flodvågsberäkningarna. Fördelarna med en fungerande matematisk modell för dammbrottets utveckling är dock stor. Osäkerheten i valet av parametrar minskar och man får en mer enhetlig beskrivning av dammbrottets utveckling. Ett förslag är att BREACH gås igenom mer noggrant och prövas på t ex Noppikoski, ett dammbrott som är väl dokumenterat.

2.2. Volymetrisk routing

En tidigare använd metod för bestämning av vattenstånd och tider för flodvågen är den volymetriska routingen. Älven beskrivs som en serie delmagasin som var och en har en avbördningskurva, dvs ett visst samband mellan vattenstånd och avbördning. Metoden kan endast användas där älven ser ut som en serie djupa sjöar med bestämda avbördningskurvor för var och en. Metoden används i dag endast som en alternativ metod för att bestämma vattenståndet i magasinet uppströms den damm där dammbrottet sker och under villkoret att fallförlusterna i magasinet är försumbara även vid dammbrottsflödet. Är inte fallförlusterna i magasinet försumbara bör magasinets vattenståndsutveckling beräknas med metoden dynamisk routing.

2.3. Dynamisk routing

För en korrekt beskrivning av det icke stationära flödesförhållandet som en dammbrottsvåg innebär krävs en fysikaliskt korrekt beräkningsmodell. De matematiska modeller som används allmänt i dag för icke stationära flöden grundar sig på Saint-Venants ekvationer nämligen kontinuitetsekvationen och rörelsemängdsekvationen. Dessa två har formen av partiella differentialekvationer, vilka saknar analytisk lösning och numeriska metoder måste tillämpas. De olika modellerna kan använda något olika lösningsförfaranden men anses alla ge en god beskrivning av icke stationära flödesförhållanden. En gemensam svaghet är beräkningar nära kritisk strömning där man i de olika modellerna på olika sätt försökt förbättra stabiliteten. Problem uppstår när strömningen växlar från underkritiskt till överkritiskt och omvänt i tid och rum.

Kostnaden för dammbrottsberäkningar kan minskas om man kan få den matematiska modellen stabil och ge korrekta värden när dessa problem uppstår. En betydande del av tiden, uppskattningsvis ca 25%, går åt att få modellen fungerande i svåra passager och att bedöma trovärdigheten av resultaten. Detta gäller beräkningar med programmet DAMBRK.

Kortare torrfåror t ex nedströms av damm tas idag inte med i beräkningarna. Felet blir minimalt om ingen magasinering av betydelse sker i torrfåran. Detsamma gäller felet i tidsbeskrivningen av dammbrottsvågen. Måste man ha med torrfåran får man ta till vissa konstgrepp som t ex att lägga ett basflöde i torrfåran före dammbrottet eller att låta ett flöde gå i en smal spalt i älvbotten (Mike 11).

De idag vanliga modellerna är 1-dimensionella, älven beskrivs med hjälp av tvärsektioner med varierande inbördes avstånd från varandra. De modeller som används i Sverige är Mike 11 (Ljusnan), DAMBRK (Luleälven, Umeälven, Ångermanälven och Ljungan). Mike 11 har en förbättrad numerisk stabilitet vid beräkningar nära kritisk strömning genom att man låter en kvadratisk term gå mot noll när Froudes tal närmar sig ett.

Mike 11 har utvecklats av Dansk Hydraulisk Institut (DHI) för beräkning av hydrologiska och hydrauliska förlopp. För dammbrottsberäkningar används möjligheten att koppla till en modul för beräkning av utloppshydrografen för en specificerad dammbrottsutveckling.

DAMBRK har utvecklats av D.L. Fread vid National Weather Services, USA och är den mest använda modellen runt om i världen. I en utvärdering av olika modeller i Journal of Hydraulic Engineering [3] anses DAMBRK vara bästa valet av modell.

I utvärderingen, som är från 1987, finns inte Mike 11 med och vår uppfattning är att programmen är likvärdiga. Mike 11 har dock bättre numerisk stabilitet vid beräkningar nära kritisk strömning och en fungerande rutin för beräkning av initiiellt torr älvfåra genom en vattenförande spalt i älvbotten. En nackdel med Mike 11 jämfört med DAMBRK är att källkoden till Mike 11 inte är fri och därmed förhindrar egen vidareutveckling av programmet.

De endimensionella programmen som Mike 11 och DAMBRK har svagheten att inte kunna beräkna flödesförloppet när terrängen kräver en tvådimensionell modell. Båda modellerna har möjligheten att beräkna en förgrenad älv och även flodslätter men de möjligheterna är att betrakta som nödlösningar. Nu är inte denna svaghet någon större nackdel för svenska

förhållande. Behovet av en 2-D matematisk modell inskränker sig enligt vår uppfattning till detaljstudier inom begränsade områden. 2-D beräkningar av icke stationära flödesförlopp kan utföras med t ex PHOENICS-programmet som används inom Vattenfall Utveckling AB Även andra program som t ex FLUENT bör vara möjliga att använda.

2.4. Val och behandling av indata och kalibreringsunderlag till dammbrottsmodellerna

Generellt kan sägas att kvaliteten på resultaten beror till största delen på kvalitén på indata. Med korrekt beskrivning av älven ger den matematiska modellen vid dynamisk routing en mycket god överensstämmelse. Tyvärr är mycket av indata osäkra uppgifter och kostnaderna för att förbättra noggrannheten på dessa indata är mycket höga.

2.4.1. Val av flödessituation

I den stora beräkningsgenomgången av våra älvar som beställts av Regleringsföretagen har en praxis för flödessituationen i älven vid dammbrottet utarbetats. Normalt beräknas två situationer. Den ena innebär en extrem flödessituation, nämligen det dimensionerande flödet för klass I-dammar enligt Flödeskommitténs riktlinjer, och med brott i dammen som en följd av överströmning av krönet. I de fall där detta flöde ännu inte beräknats, har flödet 2 gånger HHQ använts där HHQ är högsta observerade flödet. Den andra situationen innebär ett flöde av halva det dimensionerande flödet eller HHQ och att brottet sker med magasinet av dämningssgräns.

Den första situationen ger värsta tänkbara förhållanden, maximal mängd vatten i magasinet vid tidpunkten för brottet och en extrem flödessituation i älven. Den andra situationen är egentligen också högst onormal, 50% av det dimensionerande flödet för klass I-dammar kanske motsvarar ett 100-års flöde. Vi har noterat ett intresse för konsekvenserna av ett dammbrott som sker exempelvis vid medelvattenföringen och med magasinet antingen vid dämningssgräns eller vid krönhöjd. Den sistnämnda situationen kan inträffa vid frånslag i kraftstationen samtidigt som utskoven förblir stängda. Frågan är om inte praxisen skulle utökas med även den sistnämnda flödessituationen i dammbrottsberäkningarna.

2.4.2. Val av damm där brottet antas ske

Vanligen har man vid en kraftstation ett val mellan olika dammdelar som kan antas rasa. Normalt väljs den fyllningsdamm som är högst och där dammbrottsflödet blir störst. I vissa lägen borde det vara intressant att utföra dammbrottsberäkningar även för de andra dammdelarna. Det kan innebära en skillnad i om flodvågen orsakar successiva ras nedströms eller inte.

En detalj som kan vara tveksam i den praxis som tillämpas är att brott på grund av överströmning sker vid krönhöjd även om dammen har en ramp ner mot en lägre belägen betongdamm (utskovsdelen). I verkligheten kommer dammraset att starta när vattnet strömmar över den lägst belägna delen närmast betongdammen. Om dammarna byggs om så att dessa svaga punkter elimineras är beräkningarna korrekta, annars bör praxis ändras.

I beräkningarna antas enbart fyllningsdammarna rasa. I successiva ras sker detta när vattenståndet från uppströms kommande flodvåg når dammkrönet. Betongdammar antas i det läget tåla överströmning. Stiger vattnet vid betongdammar så mycket att vattnet strömmar över naturlig grund krävs en noggrann beskrivning av terrängen för att kunna beräkna en avbördningskurva. I vissa lägen är terrängen så svårberäknad att en fysisk modell är motiverad om man vill förbättra noggrannheten.

2.4.3. Geometrisk beskrivning av älven, hydraulisk råhet

Älven geometri beskrivs med tvärprofiler med varierande inbördes avstånd. Underlaget för tvärprofilerna är av varierande kvalité. I några fall finns så kallade skadkartor upprättade vid tiden för utbyggnaden av kraftverket. Skadkartorna är oftast i skala 1:4 000 och med ekvidistans 1–2 m. Nivålinjerna sträcker sig ner till vattenstånd före utbyggnaden vilket gör att man för den dämde älven får en del av bottenpografin beskriven.

I de flesta fall används Lantmäteriets kartmaterial i skala 1:10 000, 1:20 000 (ekonomisk karta) eller 1:50 000, 1:100 000 (topografisk karta) alla med vanligtvis 5 m ekvidistans. I detta kartmaterial finns inga uppgifter om bottenpografin.

Till den geometriska beskrivningen av älven hör sjöareor och magasinsvolymerna vilka får bedömas från kartmaterialet eller extrapoleras från tillgängligt material.

Den ovan givna beskrivningen av underlaget för älvens topografi inger en viss osäkerhet om modellen verkligen kan beräkna rätt vattenstånd. Men med ett bra kalibreringsunderlag dvs vattenstånd för ett antal punkter längs älven vid olika vattenföringar kan bottenpografin och den hydrauliska råheten (Mannings tal) anpassas så att man sannolikt får en tämligen noggrann modell för flöden runt kalibreringsflödet.

För beräkning av vattenstånd vid riktigt höga dammbrottsflöden har dock kalibreringsunderlaget mindre betydelse. Strömningstvårsnittet blir så mycket större än vid normal vattenföring så där är beskrivning av topografi och råhet för den del av älvdalen som normalt ligger över vattenytan, oåtkomlig för kalibreringsförsök, som bestämmer noggrannheten.

Vill man förbättra noggrannheten vid små och måttligt höga dammbrottsflöden bör man satsa på att ta fram bra kalibreringsunderlag, kanske i samband med höga vårflöden. För högre dammbrottsflöden är det viktigare att få en korrekt beskrivning av topografi och råhet i trånga passager i älvdalen. Att generellt förbättra kartmaterialet till skala t ex 1:4 000 och ekvidistans 1–2 m bedöms vara omöjligt med tanke på kostnaderna.

3. RESULTATREDOVISNING

Den mängd resultat som beräknas i en dynamisk dammbrottsmodell är oerhört stor. För varje sektion och tidsteg finns resultat för vattenstånd, flöde och vattenhastighet. För ett begripligt svar på frågan vad som händer vid ett dammbrott måste denna datamängd bearbetas.

Normalt redovisas resultaten i tabeller där man för valda platser redovisar normalvattenstånd, tidpunkt för flodvågens ankomst, tid för maximalt vattenstånd och maximalt vattenstånd. För vissa platser ritas också diagram över vattenståndets utveckling i tiden och i en längdprofil av älven normalvattenstånd och maxvattenstånd.

En presentationsteknik som är åskådlig men inte används i någon större utsträckning i Sverige är flodvågskartor där t ex maximal utbredning av vattnet ritas in. Inget hindrar att t ex kommuner i efterhand använder de presenterade tabellerna och ritar egna kartor men i så fall bör man veta om detta på förhand, så att tillräckligt antal tvärsektioner för det aktuella området tas med i tabeller.

En framtida vision om dammbrottsberäkning är en interaktiv PC-baserad modell av en hel älv där en normalt datorkunnig person i Windows-miljö eller motsvarande skall kunna köra olika dammbrottsscenarier.

Med interaktiv menas att man under beräkningens gång skall kunna gå in och ändra de förutsättningar som ligger framåt i tiden, som ändrade utskovstappningar, tillrinningar t ex. Denna modell är användbar i många sammanhang förutom att ta reda på konsekvenserna av ett visst dammbrott. Den ger konsekvenserna av extrema flöden (det dimensionerande flödet för klass I-dammar) utan att ett dammbrott behöver inträffa, man kan pröva olika körstrategier, förtappning av magasin exempelvis, och den kan blir ett verktyg i arbetet med att optimera åtgärder för extrema flödessituationer.

För att komma fram till en sådan modell krävs följande:

- Utveckling av lösningsmetodiken av Saint-Venants ekvationer för att ge en stabil och korrekt lösning i alla situationer.
- Bättre kalibreringsunderlag vid så höga flöden som möjligt.
- Kraftfulla PC-datorer.

Kraftfullare PC-datorer presenteras ständigt, inom något år är det kravet uppfyllt. Att utvecklingen går mot den ovan beskrivna modellen är tveklöst. Datoriseringen går djupare och djupare in i alla verksamhet och att framtida beslutsfattare skulle nöja sig med de av oss utvalda dammbrottssituationerna är inte troligt. Han vill ha svar på frågan "Vad händer om man har den här situationen"?

4. **REFERENSER**

- [1] Mac Donald T.C. *Breaching Characteristics of Dam Failures*. Journal of Hydraulic Engineering. Vol 110, No. 5, May. 1984.
- [2] Fread D.L. *A Breach Erosion Model for Earthen Dams*. National Weather Services, NOAA. Silver Spring, Maryland 20910.
- [3] Wurbs R.A. *Dam-Breach Flood Models*. Journal of Hydraulic Engineering. Vol 113, No. 1, January 1987.

ANTECKNINGAR

ANTECKNINGAR

ANTECKNINGAR

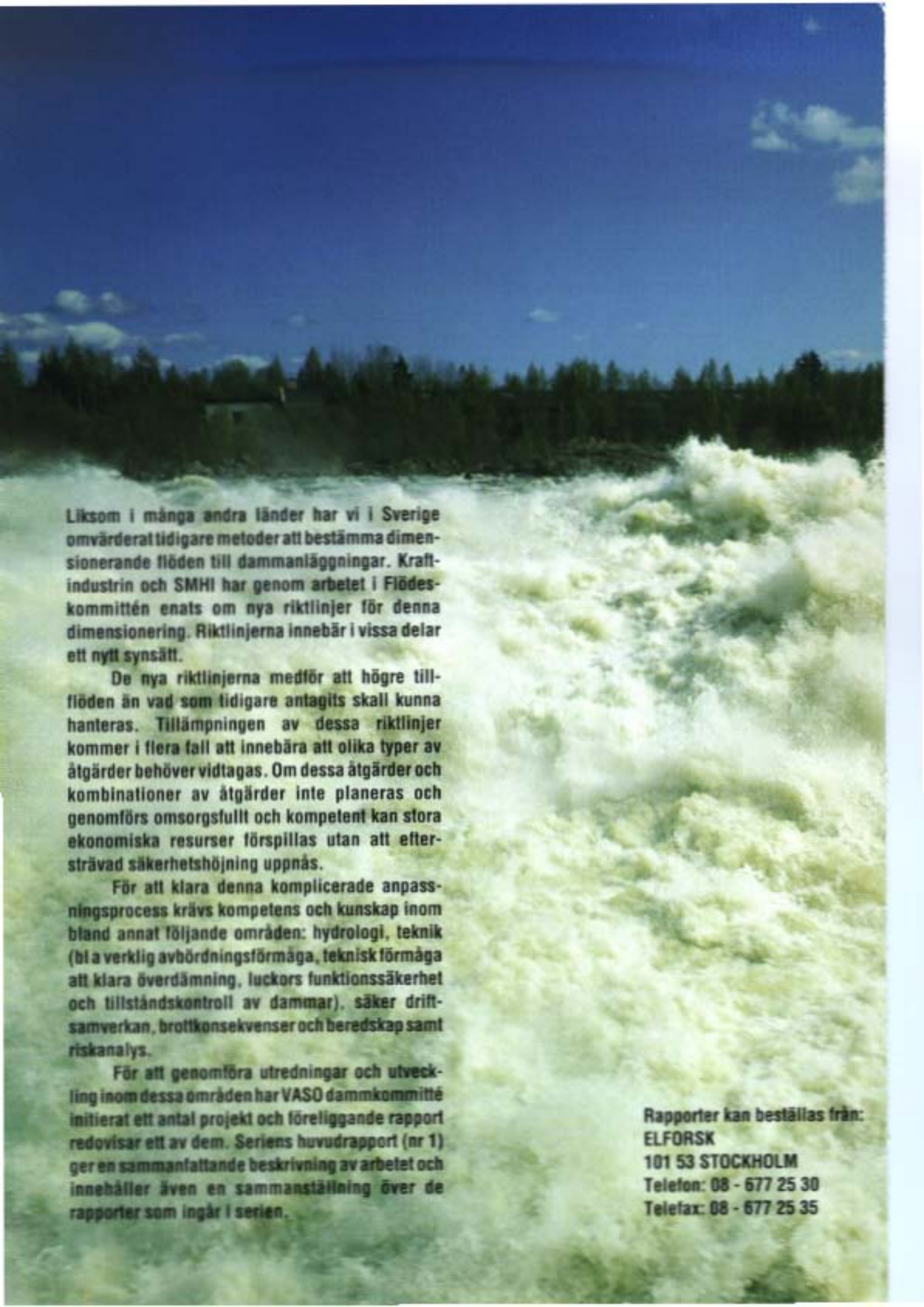
ANTECKNINGAR

ANTECKNINGAR

ANTECKNINGAR

ANTECKNINGAR

ANTECKNINGAR



Liksom i många andra länder har vi i Sverige omvärderat tidigare metoder att bestämma dimensionerande flöden till dammanläggningar. Kraftindustrin och SMHI har genom arbetet i Flödeskommittén enats om nya riktlinjer för denna dimensionering. Riktlinjerna innebär i vissa delar ett nytt synsätt.

De nya riktlinjerna medför att högre tillflöden än vad som tidigare antagits skall kunna hanteras. Tillämpningen av dessa riktlinjer kommer i flera fall att innebära att olika typer av åtgärder behöver vidtagas. Om dessa åtgärder och kombinationer av åtgärder inte planeras och genomförs omsorgsfullt och kompetent kan stora ekonomiska resurser förspillas utan att eftersträvad säkerhetshöjning uppnås.

För att klara denna komplicerade anpassningsprocess krävs kompetens och kunskap inom bland annat följande områden: hydrologi, teknik (bl a verklig avbördningsförmåga, teknisk förmåga att klara överdämning, luckors funktionssäkerhet och tillståndskontroll av dammar), säker driftsamverkan, brottkonsekvenser och beredskap samt riskanalys.

För att genomföra utredningar och utveckling inom dessa områden har VASO dammkommitté initierat ett antal projekt och föreliggande rapport redovisar ett av dem. Seriens huvudrapport (nr 1) ger en sammanfattande beskrivning av arbetet och innehåller även en sammanställning över de rapporter som ingår i serien.

Rapporter kan beställas från:
ELFORSK
101 53 STOCKHOLM
Telefon: 08 - 677 25 30
Telefax: 08 - 677 25 35