

Vägledning för konsekvensutredning av mindre dammar



Vägledning för konsekvensutredning av mindre dammar

Förord

Denna vägledning har tagits fram av HydroTerra och WSP på uppdrag av Svenska kraftnät. Vägledningen är avsedd att ge stöd för konsekvensutredning av mindre dammar där konsekvenserna av ett dammhaveri är förhållandevis begränsade och enkla att överblicka. Den beskriver arbetsgång, antaganden och exempel på hur en förenklad beskrivning av dammanläggningen, dammhaveriet, översvämningen och resulterande skador kan göras. Vägledningen är tänkt att användas i fall där en enklare beskrivning är tillräcklig för att göra en samlad bedömning av hur allvarliga konsekvenserna skulle kunna bli, och avgöra vilken eventuell dammsäkerhetsklass dammen bör tillhöra.

Arbetet har genomförts av Finn Midböe (HydroTerra Ingenjörer AB) och Stina Åstrand (WSP - Vattenbyggnad) i nära samverkan med Nils Isaksson och Maria Bartsch (Svenska kraftnät). En referensgrupp bestående av utvalda konsulter med erfarenhet av konsekvensutredningar har diskuterat lämpliga arbetssätt och metodik, och har bidragit med underlag i form av exempel på metoder och konsekvensutredningar. Referensgruppen har haft följande deltagare:

- Magnus Jewert och Johan Östberg (Norconsult),
- Maja Coghlan och Anders Söderström (SWECO),
- Hanna Portin (WSP), och
- Fredrik Ulinder (ÅF)

Bakgrund och syfte

Den 1 juli 2014 trädde en ny dammsäkerhetsförordning (2014:214) i kraft. Lagstiftningen innebär bland annat att ägare av dammar med en höjd över 5 m eller indämmande en vattenvolym över 100 000 m³ ska utreda vilka konsekvenser ett dammhaveri kan medföra. Dammar som vid ett haveri kan leda till allvarliga konsekvenser från samhälls synpunkt eller förlust av människoliv ska tillhöra en dammsäkerhetsklass; A, B eller C, där A är den högsta klassen motsvarande de största konsekvenserna. Dammar där ett dammhaveri endast leder till konsekvenser med liten betydelse från samhälls synpunkt ska inte klassificeras; dessa dammar benämns U, damm utan dammsäkerhetsklass.

Dammägaren ska lämna konsekvensutredningen och förslag på klass till länsstyrelsen, som fattar beslut om klass. För mindre dammar omfattar konsekvensutredningen en beskrivning av dammen, dammhaveriet, översvämningsområdet och konsekvenserna. Dammägaren ska

även sammanfatta uppgifter om dammen, resultat från konsekvensutredningen och förslag på klass i Svenska kraftnäts blankett ”Konsekvensutredning och dammsäkerhetsklassificering”¹.

Denna rapport ger vägledning för att utföra och dokumentera en konsekvensutredning för mindre dammar med begränsad skadebild vid ett haveri. En enkel utredning bedöms i första hand vara aktuellt för U-dammar, där följderna av haveriet är enkla att överblicka. I vissa fall kan det också vara tillräckligt för en damm som ska placeras i dammsäkerhetsklass. Detta när det enkelt kan visas att påverkan på något enstaka skadeobjekt² kommer att avgöra klassen, till exempel om ett bostadshus ligger placerat så att boende riskerar att komma till skada vid ett eventuellt dammbrott.

Två typexempel på när konsekvenserna av ett dammhaveri blir begränsade eller lätta att överskåda är:

- Det saknas hus, viktiga vägar, särskilda miljövärden och andra potentiella skadeobjekt i det område som skulle kunna påverkas av ett dammhaveri, det vill säga en översvämning skulle inte kunna förorsaka annat än små samhällsliga konsekvenser.
- Dammen är liten, har en sådan utformning eller är så placerad i vattendraget att dammbrottsflödet i praktiken skulle bli begränsat och påverkan på eventuella skadeobjekt obetydlig.

Rapporten redovisar verktyg, metoder och exempel som kan användas. I mer komplicerade fall, när detta visar sig otillräckligt, hänvisas till Svenska kraftnäts vägledning *Konsekvensutredningar och dammsäkerhetsklassificering* [1] och Energiforsks rapport 2015:119 *Beräkning av dammhaveri och översvämningsskartering* [2]. I dessa rapporter förklaras metodik, termer och begrepp mer utförligt.

Mer information om regelverket, vägledningar, referenserna ovan finns på Svenska kraftnäts webb www.svk.se under aktörsportalen, dammsäkerhet.

¹ Blanketten med tillhörande anvisning finns på www.svk.se under aktörsportalen, dammsäkerhet, klassificering

² Skadeobjekt – Med skadeobjekt avses byggnader, vägar, infrastrukturåläggningar, markområden, skyddsvärda miljöer eller annat vars förstörelse eller störning/påverkan skulle kunna medföra samhällslig skada.

Rapportens innehåll

Konsekvenserna av ett haveri hos en damm avgör om den ska tillhöra en dammsäkerhetsklass. Hur omfattande konsekvenserna blir kan förenklat besvaras genom fyra frågor.

1. Hur ser dammanläggningen ut?
2. Hur kan dammen haverera?
3. Vilka områden översvämmas?
4. Vad kan skadas?

I rapporten beskrivs en arbetsgång som bygger på dessa frågor. Svaren leder fram till en samlad bedömning av hur allvarliga konsekvenser ett dammhaveri skulle kunna få, och ett förslag på dammsäkerhetsklass.

Till rapporten hör fyra exempel på konsekvensutredningar för mindre dammar.

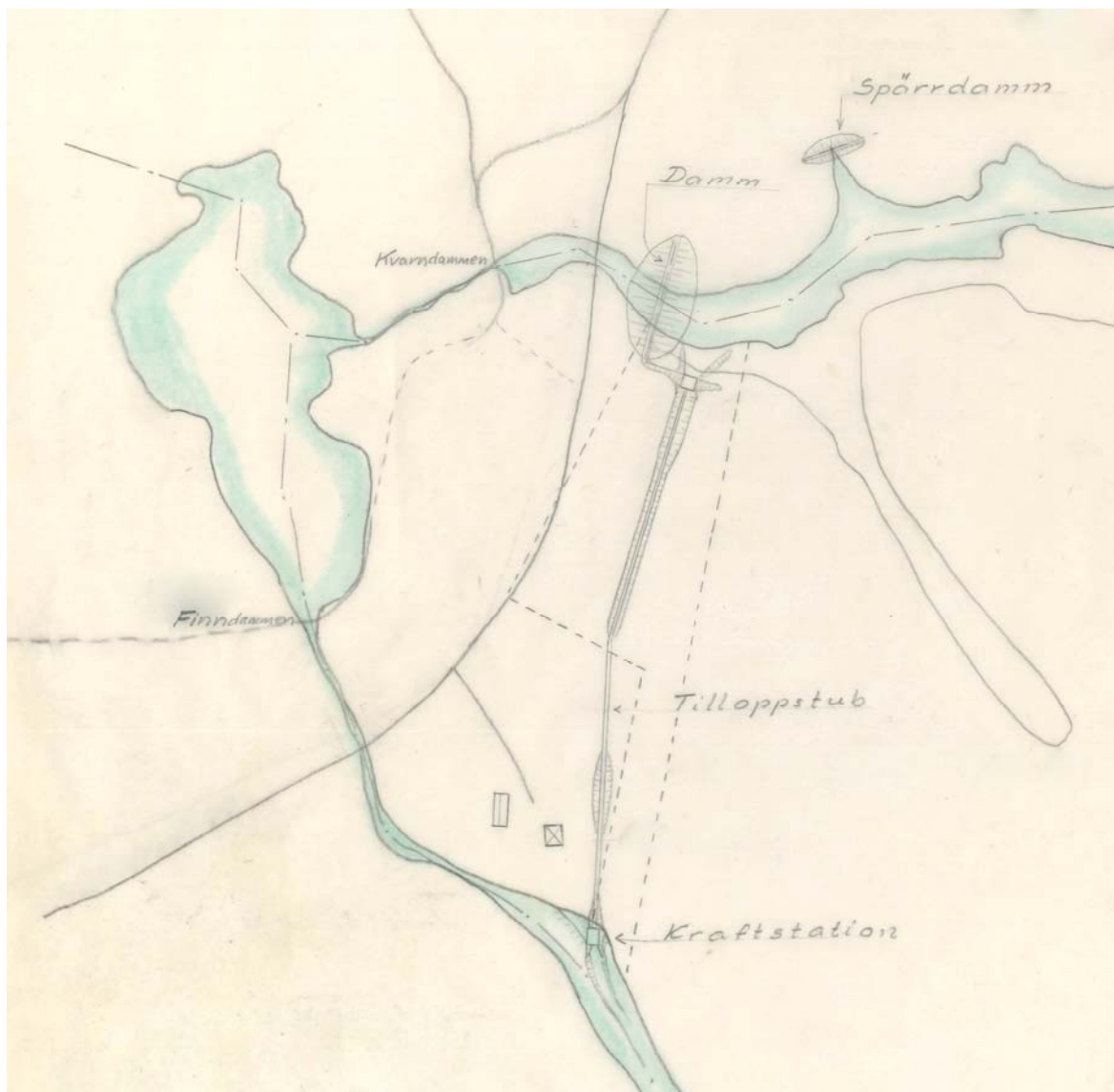
- Om dammen är liten och/eller dammbrottsflödet från magasinet inte skulle kunna hota människoliv eller något skadeobjekt av större betydelse kan dammen tämligen lätt konstateras vara en U-damm. Då kan en översiktlig konsekvensutredning och enkel dokumentation vara tillräcklig, se *Exempel 1*.
- Finns skadeobjekt som kan påverkas behöver en mer omfattande utredning göras. Underlag och antaganden som ligger till grund för konsekvensutredningen, och förslag på dammsäkerhetsklass, behöver dokumenteras och motiveras. Detta dokument beskriver hur sådana konsekvensutredningar kan genomföras och dokumenteras, se *Exempel 2 - 4*.

I slutet av rapporten, under rubriken Länkar, har uppgifter samlats om kartmaterial och informationskällor som finns att tillgå på webben.

Hur ser dammanläggningen ut?

Till grund för konsekvensutredningen behöver information om dammarnas utformning och magasinets³ storlek sammanställas. Underlaget utgörs lämpligen av en översiktsritning av dammen, med sektioner och elevationer. Finns inte detta kan en uppmätning, en skiss eller bilder tillsammans med en beskrivning med ord vara tillräckligt. För att underlätta förståelsen bör konsekvensutredningen inkludera en översiktlig situationsplan, flygfoto eller liknande som beskriver hela anläggningen, se *Figur 1*.

³ Magasinet är det vatten som uppdäms av dammbyggnaden.



Figur 1. Exempel på situationsplan över dammanläggningen och dess närmaste omgivning.

Uppgifter att notera vid uppmätning av en damm är bland andra:

- Dammens krönlängd och byggnadshöjd på dess olika delar.
- Vilka delar av dammen som utgör fyllningsdamm, betongdelar, utskov etc.
- Dammdelarnas krönnivå, relaterat till ett höjdsystem som används för reglering av vattennivån i magasinet.
- Utskovens placering, utskovsöppningars bredd och tröskelnivå (i det aktuella höjdsystemet).
- Dammens grundläggningsförhållanden.

Om anläggningen omfattar flera dammar dokumenteras alla. Följande uppgifter bör också inkluderas i beskrivningen av anläggningen.

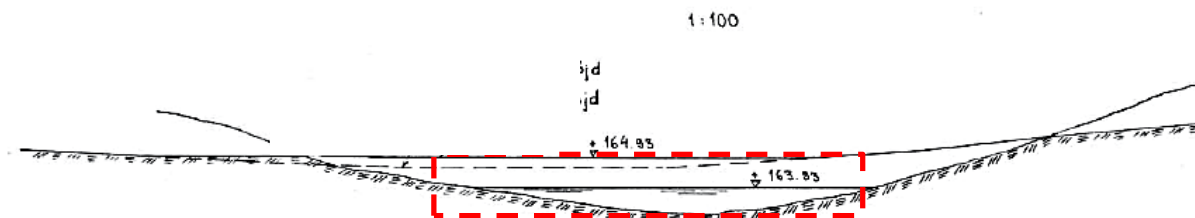
- Geografisk beskrivning var anläggningen ligger
- Indämd vattenvolym (som kan frisläppas vid ett haveri)
- Utskovens avbördningskapacitet
- Medelvattenföring vid anläggningen

Hur kan dammen haverera?

Utifrån dammens utformning görs ett antagande om en dammbrottsöppning. Finns flera dammar vid anläggningen ska antagande om dammhaveri göras för varje damm, eftersom respektive damm klassificeras för sig. Flera olika tänkbara dammbrotts scenarier kan behöva studeras, exempelvis brott på olika ställen på dammen och vid olika flödesförhållanden. Det är det värsta – men ändå inte orealistiska – dammhaveriet som ska ligga till grund för klassificeringen.

Det är bara skador som uppkommer som en följd av dammhaveriet, så kallade merskador, som ska beaktas vid klassificeringen. Vid ett tänkt haveri i samband med höga flöden beaktas således inte skador som orsakats av den ”naturliga” översvämningen. I praktiken kan det dock vara svårt att avgöra vad som är merskador till följd av haveriet och vad som är skador som ändå skulle ha uppkommit på grund av högflödet. I sådana svårbedömda fall och där det har betydelse för vilken dammsäkerhetsklass dammen ska tillhöra kan en mer detaljerad konsekvensutredning behöva göras.

Antagandet om brottöppningen utgör ofta en stor osäkerhet vid bedömningen av ett dammhaveri. Brottöppningens läge och utveckling, största utflöde samt frisläppt volym avgör vilka konsekvenser som uppstår. Det är därför viktigt att brottöppningen inte underskattas, en utgångspunkt kan vara att anta en väl tilltagen öppning. En vy av dammen, en skiss eller ett foto kan användas och en rektangel som motsvarar en största möjlig dammbrottsöppning passas in, se exempel i *Figur 2* och *Figur 3*.



Figur 2. Exempel på en dammbrottsöppning som passats in i en ritning (uppströmselevation) av dammen. Brottöppningen är en förenkling av en verklig brottöppning då den inte antagits omfatta hela dammen (låga landanslutningar undantas) men istället antas ett större djup på brottöppningens hela sträcka (de nedre hörnen i rektangeln).

Exemplet visar en fyllningsdamm (spärrdamm) där den antagna brottöppningen blir ca 15 m bred och 2,2 m djup från dammens krön. Fribordet⁴ är 1,1 m vilket medför att vattendjupet vid dammhaveri i en normal flödessituation kan antas vara 1,1 m ($2,2 \text{ m} - 1,1 \text{ m} = 1,1 \text{ m}$)



Foto: Finn Midböe

Figur 3. Exempel på en dammbrottsöppning som passats in i en bild (tagen från nedströmssidan) av en betongdamm med en lucka. Den antagna brottöppningen illustrerar arean där vatten kan strömma ut då dammens ena sida antagits gå till brott, och inkluderar även följdverkan att luckan lossnar och lucköppningen bidrar till dammbrottsflödet. Rektangeln i bilden motsvarar en brottöppning på 2,5 x 1,2 m.

Olika typer av dammar går till brott på olika sätt. Nedan redovisas några typiska scenarion och antaganden för olika dammtyper. Vid bedömningar av brottöppningen för en viss damm utgör ritningar, uppmätningar och observationer från platsbesök bra grundmaterial att användas för att anpassa antagandena till de aktuella förhållandena. För en mera detaljerad beskrivning av vilka antaganden som kan behöva göras för olika typer av dammar hänvisas till [2]. Nedanstående stycken har även hämtats därifrån.

Fyllningsdammar

Dammhaveri i fyllningsdammar kan uppstå av läckage genom dammkroppen eller grundläggningen, skred i slänter och överströmning av dammkrön eller anslutningar. Dammhaveri i fyllningsdammar sker i allmänhet som erosionsförlopp, genom att vatten strömmar genom eller över dammen och eroderar fyllningsmaterial så att det följer med vattenströmmen. Om en skada har uppstått där allt mer läckagevatten rinner fram, eller dammkrönet överströmmas, kan det fortsatta förloppet gå relativt snabbt (minuter eller timmar).

Brottöppningen i en fyllningsdamm begränsas i allmänhet av berg eller morän i undergrunden, höjdryggar i anslutningarna och anslutande betongkonstruktioner. När magasinsnivån sjunker eller töms (i ett mindre magasin) minskar även brottsflödet och erosionsförloppet avstannar även om delar av dammen finns kvar.

⁴ Fribord är avståndet från vattennivån vid högsta dämning till dammens krön.

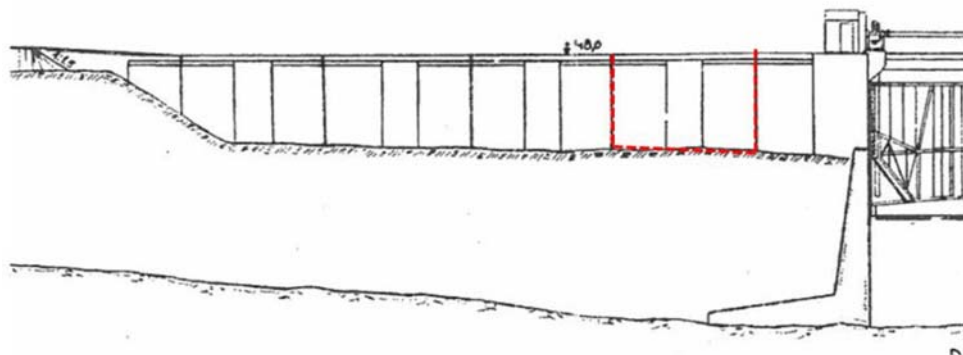
Massivdammar (gravitationsdammar av betong eller motsvarande)

Normalt antas den betongmonolit som ger det största utflödet av vatten haverera genom stabilitetsbrott i grundläggningsytan under dammen, eller i slag i berget, med avgränsning i rörelsefogar. Brottöppningen antas utvecklas snabbt (någon minut). Beroende på i huvudsak terrängen nedströms dammen kan ibland antas att en eller flera monoliter kommer att ligga kvar i brottöppningen efter dammhaveriet och delvis begränsa utflödet.

För en gravitationsdamm med god stabilitet, kan det ofta vara svårt att hitta ett realistiskt haveriscenario. Om dammen är grundlagd på jord kan ibland det värsta tänkbara dammhaveriet som kan förutses vara en underspolning av dammen, så att vattnet strömmar ut under dammen utan att själva dammkroppen går till brott. Ett alternativ kan vara överströmning eller läckage och genomströmning vid anslutning till naturlig mark (bestående av jord). Om ett utskovsparti finns i dammen kan ett luckhaveri en solig dag vara ett tänkbart haveriscenario, se vidare punkten utskovspartier nedan.

Lamelldammar

För låga lamelldammar antas normalt en monolit, ett stöd med frontplatta, haverera genom stabilitetsbrott i grundläggningsytan under dammen, eller i slag i berget, med avgränsning i dilatationsfogar, se *Figur 4*.



Figur 4. Illustration av hur en monolit med frontplatta kan antas utgöra brottsöppning.

Stenmurverksdammar

Stenmurverksdammar består normalt av en central kärna av mager betong, ofta med stor andel sparsten. Dammens utsidor är klädda med ett stenmurverk som på uppströmssidan fogats tätt. Ur ett dammhaveriperspektiv kan stenmurverksdammar betraktas som betongdammar, oftast av typen gravitationsdamm. Dock förekommer även andra typer såsom grova lamelldammar och valvdammar av stenmurverk. Det bör vid antagande om dammhaveriscenario beaktas att kärnan vanligen är oarmerad och dammkroppen därmed i vissa avseenden har dålig hållfasthet.

Sammanstatta dammar

Det är vanligt att dammar är uppbyggda av olika typer av konstruktioner och material i olika delar. Dammbrottsöppningen kan då omfatta eller påverka två angränsande konstruktionstyper, en fyllningsdammdel och ett utskovsparti av betong, en fyllningsdammdel och en murverksdel etc. För fyllningsdammar som innehåller utskovsdelar av betong kan det värsta haveriet vara att utskovets ena sida havererar, med följd att utskovet öppnas för vattengenomströmning och att delar av den anslutande fyllningsdammen spolats bort. Brottöppningen kommer då att omfatta en del av fyllningsdammen, utrymmet där dammpelaren tidigare fanns, samt utskovsöppningen, se *Figur 5*.



Foto: Finn Midbøe

Figur 5. Exempel på en sammansatt damm, där utskovsdelens pelare består av knuttimrade träkistor fyllda av sten, med anslutande fyllningsdammar på båda sidor. Om en av utskovspelarna havererar kommer utskovet att öppnas för vattengenomströmning, men det kan även antas att den anslutande fyllningsdammen kommer att erodera så att brottöppningen vidgas.

Utskovspartier

Ibland får antas att det värsta scenariot inträffar vid haveri på en utskovsdel. Haveriet kan ske på en lucka, vilket medför att utskovsöppningen utgör brottöppning. Dammhaveriet kan även tänkas ske på en dammpelare, vilket oftast får antas medföra att angränsande utskovsöppningar öppnas för vattengenomströmning. Exempel där dessa scenarion bör beaktas är flottningsdammar, där kapaciteten hos två intilliggande utskov kan vara mycket stor i förhållande till de flöden som normalt förekommer, och små dammar där utskovsdelarna utgör en väsentlig del av den dämmande konstruktionen. Det kan också tillämpas för massivdammar där andra betydande skadeförlopp är orimliga.

Dammbrottsflöde

Dammbrottsflödets storlek beror i enkla fall på vattennivån i magasinet samt dammbrottsöppningens storlek och utformning. För att kunna jämföra med naturligt förekommande höglöden, drivvattenföring och kapacitet vid nedströms liggande anläggningar bör ett dammbrottsflöde beräknas. Dammbrottsöppningen kan grovt beskrivas med en rektangulär öppning, med bredden b samt vattennivåns höjd över brottöppningens tröskel, h . Brottöppningens utseende avgör hur effektivt vattnet kommer att strömma ut, vilket beskrivs av utströmningskoefficienten μ . Denna kan grovt antas till $\mu = 0,5$.

Dammbrottsflödet kan då beräknas med formeln:

$$Q = \mu \frac{2}{3} b h \sqrt{2 g h}$$

där g är tyngdaccelerationen, ca $9,82 \text{ m/s}^2$, eller förenklat:

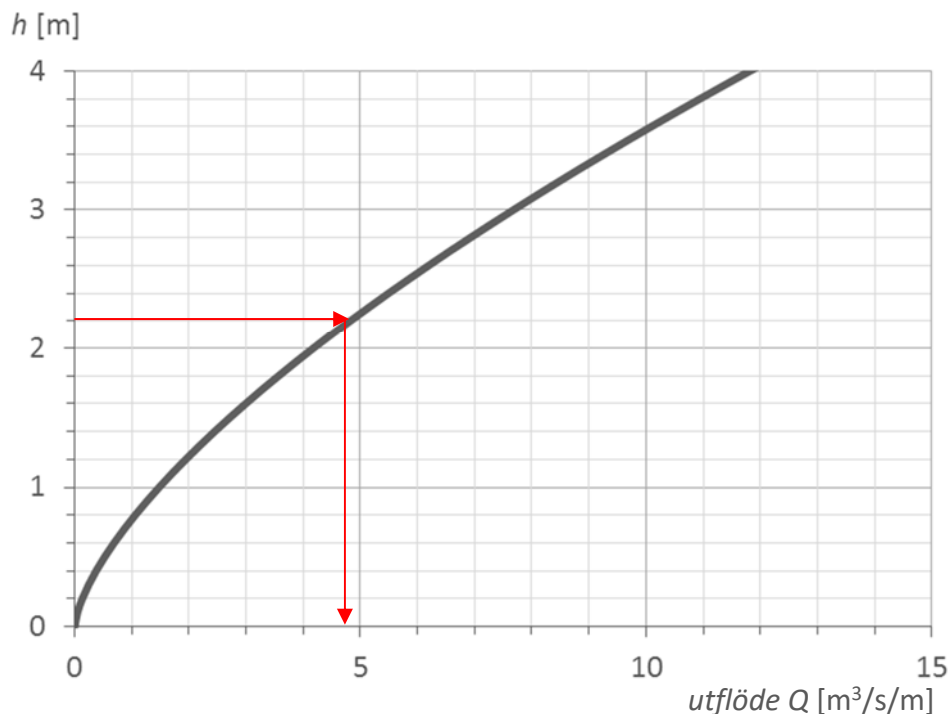
$$Q \approx \frac{b h}{3} \sqrt{20 h}$$

Om dammhaveriet sker i en normal flödessituation kan vattennivån i allmänhet antas ligga vid dämningens gräns (DG), h är då lika med brottöppningens djup minus fribordet.

Om dammhaveriet sker med vattennivån vid dammkrön vilket oftast får antas vid ett dammhaveri i en höglödessituation, är h detsamma som brottöppningens djup.

Vid konsekvensutredning beaktas alltid det värsta scenariot för ett dammhaveri, detta kan vara antingen i en höglödessituation, då dammbrottsflödet ofta är högre, eller i en normalflödessituation, då dammhaveriet kan förväntas ske oförutsett. Båda scenarier måste beaktas.

Formeln för dammbrottsflödet kan även illustreras i form av ett diagram, där man går in med höjden h och läser av dammbrottsflödet Q per meter brottöppning b , se *Figur 6*. För avläsning av dammbrottsflöde vid högre värden än höjden 4 m hänvisas till diagram i *Bilaga 1*.



Figur 6. Diagram som beskriver utflödet per meter brottöppning, för uppskattning av dammbrottsflöden. I figuren exemplifieras med en avläsning av dammbrottsflödet vid ett antaget dammhaveri enligt *Figur 1* då dammhaveriet antas ske i en högflödessituation vattennivån vid dammens krön. $h = 2,2$ ger enligt figur ett utflöde på $4,8 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$. Brottöppningens bredd antogs vara 15 m vilket ger ett totalt dammbrottsflöde på $4,8 \times 15 = 72 \text{ m}^3/\text{s}$.

I denna beräkning antas vattennivån i magasinet inte sjunka under tiden som brottöppningen utvecklas. I praktiken, i synnerhet där magasinet uppströms är begränsat, kommer dock så att ske, och en mera detaljerad beräkning av dammbrottsflödet kommer då att ge ett lägre dammbrottsflöde. Denna enkla beräkning ger därför ett resultat på den säkra sidan.

Frisläppt volym

Maximal frisläppt volym, V , vid dammhaveri beräknas som:

$$V = A_1 \times h_1$$

där A_1 är magasinets area vid dammen som havererar och h_1 skillnaden mellan aktuell magasinsvattenyta och lägsta nivå för brottöppningen.

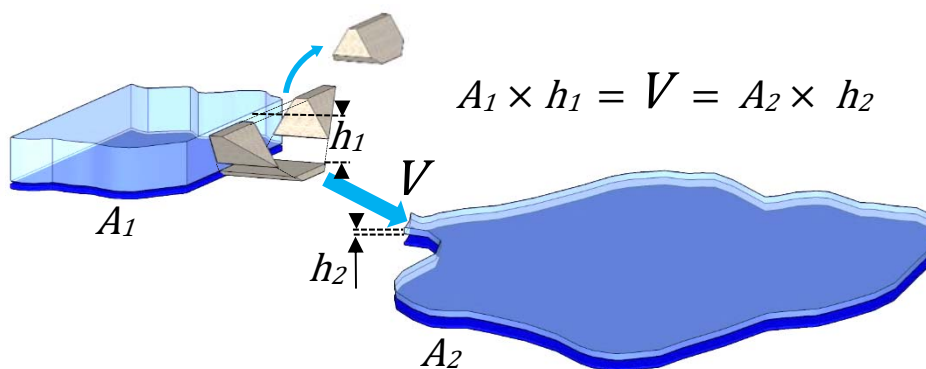
Vilka områden översvämmas?

Nästa steg är att utröna vilka områden som översvämmas, eller på annat sätt påverkas av dammhaveriet.

I en del fall där vattnets påverkan på ett mindre område eller några enstaka skadeobjekt ska bedömas kan detta göras erfarenhetsmässigt. Detta gäller speciellt om dammbrottsflödet är i samma storleksordning som vid tidigare höglöden och observationer finns från dessa tillfällen. Uppgifter kan finnas hos personer som var med vid händelsen, foton och annan dokumentation.

Om uppskattningar av vattennivåer och utbredning görs utan information om tidigare vattenstånd måste det beaktas att osäkerheten kan vara betydande. Sådana grova bedömningar bör endast göras då resultatet inte är beroende av den exakta nivån eller vattenutbredningen. Exempel på detta kan vara fall, där den grovt uppskattade vattennivån ska jämföras med högt belägna byggnader och man kan klargöra med god marginal att byggnaderna inte kommer att beröras, eller omvänt då skadeobjekt är belägna nära brottöppningen och man med stor säkerhet kan bedöma att de skulle påverkas av utströmningen.

För att bedöma påverkan vid eventuella nedströms belägna sjöar och/eller dammar kan en överslagsmässig volymberäkning göras, se *Figur 7*.



Figur 7. Princip för beräkning av hur mycket ett magasin nedströms en damm som havererar kan tänkas stiga som högst.

Maximal stigning i nedanförliggande sjöar eller magasin beräknas utifrån antagandet att hela den frisläppta volymen från dammen som havererar fördelas över arean i det senare:

$$h_2 = V/A_2$$

där A_2 är magasinets eller sjöns area nedströms och h_2 beräknad högsta tänkbara nivåökning för vattenytan nedströms. Eftersom metoden inte tar hänsyn till tidsförloppet, och att vatten strömmar ut från magasinet nedströms, blir antagandet ibland mycket konservativt. Vid bedömningen av skador kan det i vissa fall finnas anledning att ta detta i beaktande.

Längs vattendrag är det svårare att överslagsmässigt beräkna vattnets stigning då fårans lutning ofta är varierande och förträngningar har stor betydelse. Om dammbrottsflöden väsentligt överstiger tidigare höglöden, befaras påverka flera sjöar, skapar dominoeffekter

och riskerar att påverka skadeobjekt som får betydelse för klassificeringen, kan det finnas skäl att modellera vattnets framfart med en hydraulisk modell, se [2].

Vad kan skadas?

Utredningen ska innehålla en beskrivning av skador eller störningar som bedöms uppkomma till följd av dammhaveriet. Skadeobjekt finns i huvudsak nedströms dammen, men kan även finnas uppströms och påverkas av tömningen av magasinet. Exempel på det senare är vattenintag eller farleder som inte kommer att fungera efter ett dammhaveri, och byggnader nära skredkänsliga stränder som skulle kunna påverkas vid en hastig avsänkning av vattennivån.

Först görs en översiktlig bedömning i fält, med hjälp av karta, av om det överhuvudtaget finns skadeobjekt där påverkan skulle kunna innebära risk för förlust av människoliv eller andra allvarliga konsekvenser. Det kan handla om skador på infrastruktur, översvämmade hus, avbrutna samhällsfunktioner, miljöskador och annat som skulle kunna betraktas som allvarliga konsekvenser eller störningar för samhället. Miljöbalken (11 kap 24 §) nämner sju olika typer av konsekvenser som ska beaktas:

1. förlust av människoliv,
2. förstörelse av områden som är av riksintresse för kulturmiljövården enligt 3 kap. 6 § andra stycket,
3. störning i elförsörjningen,
4. förstörelse av infrastruktur,
5. förstörelse av eller störning i samhällsviktig verksamhet,
6. miljöskada eller
7. ekonomisk skada.

Om det inte finns några sådana objekt kan det direkt konstateras att dammen inte ska tillhöra en dammsäkerhetsklass. Finns potentiella skadeobjekt så ska de beskrivas i konsekvensutredningen.

Nedan redovisas lämpliga metoder och tillvägagångssätt för att samla in nödvändig information om de olika typerna av skadeobjekt. För dammar där en förenklad utredning är aktuell kommer i de flesta fall skadeobjekt att finnas endast i någon eller några kategorier.

En karta över området nedströms dammen, gärna med höjdkurvor, bör användas som stöd, se *Länkar*. Identifiera skadeobjekt som ligger på ett rimligt avstånd i höjdlid över vattendraget, ta till goda marginaler med hänsyn till hur mycket vattenytan i vattendraget skulle kunna stiga vid ett dammhaveri. Notera skadeobjekten på kartan och dokumentera exempelvis med foto och en ungefärlig uppgift om objektets nivå relativt vattendraget.

1. Fara för förlust människoliv

Förekomst av bostadshus, fritidshus, arbetsplatser och vägar inventeras i fält med stöd av karta. Även andra skadeobjekt kan vara relevanta att redovisa och bedöma, såsom campingplatser eller välbesökta friluftsområden och liknande.

Exempel på platser/skadeobjekt där en översvämning till följd av dammhaveri kan medföra fara för förlust av människoliv:

- Bostadshus belägna nedanför en damm som går till brott och omgärdas av strömmande vatten anses normalt innebära fara för förlust av människoliv. Dock finns undantag. Om några hus exempelvis är belägna runt en sjö som riskerar att översvämmas kan detta innebära att husen omges av sakta stigande men stillastående vatten. Dammhaveri i en högflödessituation kan medföra att vattenståndet stiger ytterligare något, men sannolikheten att någon skadas till följd av att vattennivån sakta stiger i ett område som redan är översvämmat kan i de flesta fall anses vara försumbar. Även risken för att någon befinner sig vid en enklare jaktstuga eller fiskarkoja och skulle omkomma bör i allmänhet kunna undantas.
- Om skred kan utlösas av den snabba avsänkning av vattennivån uppströms dammen, och det finns hus vid den skredkänsliga stranden kan detta i vissa fall medföra fara för förlust av människoliv. Slänternas lutning och jordarter avgör skredrisken. Sådana områden är ofta kända av kommunen, och skredriskkartor av olika slag finns på nätet, se *Länkar*.
- Även vägar som skärs av eller översvämmas kan medföra fara för förlust av människoliv. Viktiga faktorer är hastighetsbegränsning, siktförhållanden och trafikintensitet. Vid bedömningen beaktas om det finns möjlighet att varna trafikanter och spärra av berörda vägavsnitt innan överströmningen når vägen. Om en trafikant med normal uppsikt kan förväntas undvika en allvarlig olycka bedöms fara för förlust av människoliv i allmänhet inte föreligga.

2. Skador på riksintresse för kulturmiljövården

En förteckning över områden som är av riksintresse för kulturmiljövården finns på Riksantikvarieämbetets hemsida, se *Länkar*. Om inget sådant område berörs anses inte skäl ur denna kategori finnas för klassificering av dammen.

Om ett sådant område berörs får en bedömning göras utifrån de värden som är kopplade till riksintresset (detta står i Riksantikvarieämbetets beskrivning) och de skador som kan förväntas uppstå till följd av dammhaveriet.

3. Störning i elförsörjning

En översiktlig genomgång av området som skulle kunna påverkas bör klargöra om nätstationer eller kraftledningar kan påverkas. Lokala strömavbrott för ett begränsat antal abonnenter föranleder inte att en dammanläggning ska klassificeras. Kraftledningar kan ses i kartmaterial, eller i fält.

4. Förstörelse av infrastruktur

Till infrastruktur räknas vägar, järnväg, flygplatser etc. men även övrig bebyggelse såsom bostadshus, nedströms belägna dammar, kraftverk och andra byggnader.

Hur viktig en väg är återspeglas dels av trafikintensitet, men även andra faktorer spelar in, exempelvis om vägen utgör enda förbindelsen mellan två platser och människor eller verksamheter skulle kunna bli helt avskurna om vägen förstörs, eller om det skulle innebära en stor omväg för många under en lång tid. För vägar som förhållandevis snabbt kan repareras och där rimliga alternativa färdvägar/transportsätt finns, är skador troligen av mindre betydelse från samhällelig synpunkt.

För det statliga vägnätet finns en klassificering i tre klasser, så kallat Funktionellt Prioriterat Vägnät. För information om Funktionellt Prioriterat Vägnät och trafikintensitet, se [Länkar](#). Här finns även information om omlidningsmöjligheter för prioriterat vägnät.

Om karteringen påvisar en risk för att skador på en järnväg bör ägaren, i de flesta fall Trafikverket, kontaktas för att klargöra järnvägens användning och vad ett avbrott skulle medföra.

För bebyggelse i övrigt får en inventering av hus och andra byggnader göras. För mera svårbedömda objekt rekommenderas att ägaren kontaktas. Detta kan exempelvis gälla företagslokaler där ägaren kan vara behjälplig med att bedöma skadorna vid en eventuell översvämning. Ett annat exempel är om en damm eller ett kraftverk nedströms påverkas.

Om många byggnader, vägar med mera berörs och skadebilden blir komplex behöver en mer omfattande konsekvensutredning göras.

Vid bedömningen av hur allvarliga konsekvenserna från samhällelig synpunkt blir beaktas översiktligt hur lång tid det skulle ta och vad det skulle kosta att återställa skadorna.

5. Störning av (övrig) samhällsviktig verksamhet

Med samhällsviktig verksamhet avses bland annat sjukhus, vatten- och avloppsanläggningar samt kommunikationsnät. Om misstanke finns att skadeobjekt inom denna kategori berörs av dammhaveriet bör ägaren (kommun, telebolag etc.) kontaktas för stöd vid bedömningen.

Effekterna av störningar på denna typ av verksamhet kan vara svår att bedöma, och om sådana konsekvenser finns måste ofta en mera omfattande utredning göras. Undantag finns dock, såsom skador på VA- och kommunikationsledningar som berör ett begränsat antal abonnenter och kan återställas inom rimlig tid.

6. Miljöskada

De flesta miljöskadorna kan delas in i två typer; Förstörelse av livsmiljö till följd av översvämningar och erosion respektive utsläpp av miljöskadliga ämnen.

För den första typen av miljöskada kan området som berörs kontrolleras mot Naturvårdsregistret (nationalparker, naturreservat, naturvårdsområden, djur och växtskyddsområden, naturminnen, biotopskyddsområden beslutade av kommun eller

länsstyrelse, vattenskyddsområden, kulturresevat, landskapsbildsskyddsområden och skogliga biotopskyddsområden), se *Länkar*.

För att föranleda klassificering ska miljöskadan vara allvarlig, vilket innebär att den skadar eller försvårar bevarandet av en djur- eller växtart, eller livsmiljön för en sådan art. Skyddade vattenområden (Natura 2000, naturreservat etc.) behöver inte nödvändigtvis skadas av ett mindre dammbrott. Ofta är översvämningar, smärre erosionskador och skred en naturlig dynamik som har skapat de värdefulla biotoperna och inte nödvändigtvis negativa. Arter kan skadas, men i många fall återhämtar sig naturmiljön relativt snabbt. Om dammbrottet leder till att flöden uppkommer som mycket sällan eller aldrig skulle kunna ha uppstått i vattendraget på naturlig väg bör man bedöma risken för skador noggrannare.

För den andra typen får bedömningen göras utifrån om potentiellt förorenade områden eller miljöfarlig verksamhet berörs. Potentiellt förorenade områden klassificeras enligt MIFO-systemet⁵. Information kan sökas i länsstyrelsernas planeringsunderlag, se *Länkar*.

Utifrån dammbrottsflödet och de föroreningar som finns eller misstänks finnas får en bedömning göras. I allmänhet kan dammbrottsflöden som är i samma storleksordning som naturligt förekommande högflöden antas att inte orsaka allvarlig miljöskada. Enbart en översvämning av förorenad mark orsakar förmodligen inte heller någon allvarlig miljöskada, medan omfattande erosion av förorenad mark i riskklass 1 och 2 sannolikt medför risk för allvarlig miljöskada.

7. Ekonomisk skada

Här tas följdverkningar upp som orsakats av skador som identifierats under de övriga kategorierna. Det kan till exempel vara förlust av kraftproduktion vid andra kraftverk och inkomstbortfall vid industrier på grund av förhindrade transporter. Vid ett dammhaveri är det dammägarens skyldighet att ersätta även dessa kostnader. För att kostnaderna ska föranleda att dammen placeras i en dammsäkerhetsklass ska dock skadorna vara av en sådan omfattning att de får samhällelig betydelse. Detta kan för en mindre damm anses vara högst osannolikt, om inte åtminstone skador inom någon eller några av de övriga kategorierna bedöms medföra allvarliga konsekvenser. Slutsatsen blir att man i allmänhet kan bortse från att studera denna kategori.

⁵ MIFO-systemet använder en fyrgradig skala: riskklass 1 - mycket stor risk; riskklass 2 - stor risk; riskklass 3 - måttlig risk; riskklass 4 - liten risk

En samlad bedömning

En samlad bedömning av konsekvenserna av ett dammhaveri ligger till grund för dammägarens förslag på klass. För mindre dammar med en begränsad skadebild är det i allmänhet tydligt vilken eller vilka skador som skulle vara allvarligast sett från ett samhälleligt perspektiv. Dessa skador kommer då att bli avgörande för om dammen ska klassificeras, och vilken av dammsäkerhetsklasserna A, B och C den i sådana fall bör tillhöra, se *Tabell 1*.

Tabell 1. Dammsäkerhetsklasser och skala för bedömning av konsekvensernas allvarlighetsgrad från samhällelig synpunkt.

Dammsäkerhetsklass	Konsekvensernas allvarlighetsgrad	Konsekvenser av dammhaveri
A	Mycket stor betydelse från samhällelig synpunkt	Ett dammhaveri kan leda till en nationell kris som drabbar många människor och stora delar av samhället samt hotar grundläggande värden och funktioner.
B	Stor betydelse från samhällelig synpunkt	Ett dammhaveri kan leda till stora regionala och lokala konsekvenser eller störningar men haveriet kan inte leda till en nationell kris. I detta fall handlar det främst om förlust av människoliv och/eller konsekvenser och störningar som är omfattande, har en regional utsträckning samt tar lång tid och blir dyrbara att åtgärda.
C	Måttlig betydelse från samhällelig synpunkt	Ett dammhaveri kan leda till betydande lokala konsekvenser eller störningar. Det handlar främst om skador på lokal infrastruktur, skador på egendom eller miljöskador, eller tillfälliga störningar. Risken för förlust av människoliv är försumbar.
U – damm utan dammsäkerhetsklass	Liten betydelse från samhällelig synpunkt	Ett dammhaveri kan inte leda till betydande konsekvenser eller störningar.

Då konsekvensutredningen leder till slutsatsen att skadorna vid ett eventuellt dammhaveri inte skulle innebära någon betydande påverkan för samhället ska dammen inte klassificeras. Den blir då en damm utan dammsäkerhetsklass, U.

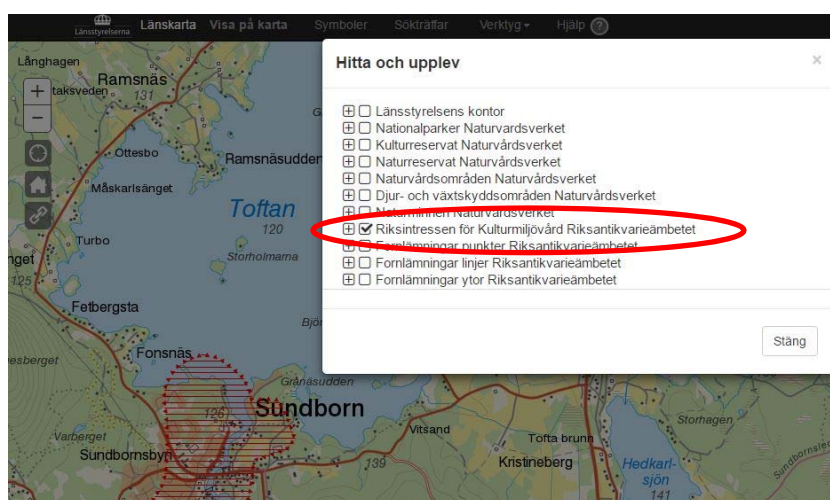
För mindre dammar där utredningen av konsekvenser pekar mot att skadorna blir omfattande och/eller svåra att överblicka rekommenderas att en mer omfattande konsekvensutredning görs, se referens [1, 2].

Länkar

Kartstöd och riksintressen för kulturvård

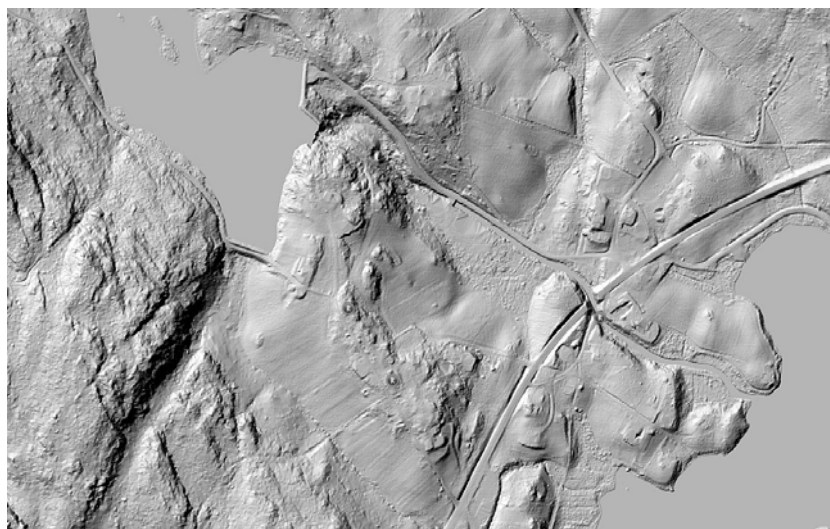
<http://ext-webbgis.lansstyrelsen.se/sverigeslanskarta/>

Karta med ekvidistanskurvor som kan användas vid skadeobjektsinventering. Även information om Riksintressen för Kulturmiljövårderna man klickar i *Riksintressen för Kulturmiljövård Riksantikvarieämbetet* under *Visa på karta*, se *Figur 8*.



Figur 8. Skärmbild från <http://ext-webbgis.lansstyrelsen.se/sverigeslanskarta/> som kan användas för att identifiera Riksintressen för Kulturmiljövård.

Information och uppgifter om fornlämningar nås via Riksantikvarieämbetets FornSök, <http://www.fmis.raa.se/cocoon/fornsok/search.html>. Här kan även informativa terrängkartor visas genom att terrängskuggning väljs som bakgrundskarta, se *Figur 9*.



Figur 9. Terrängkarta där höjdskillnader illustrerats med terränglutning hämtat från RAAs hemsida, <http://www.fmis.raa.se/cocoon/fornsok/search.html>, med bakgrundskarta terrängskuggning vald.

Områden med särskilt miljöskydd

<https://www.geodata.se/GeodataExplorer/>

Naturvårdsregistret (nationalparker, naturreservat, naturvårdsområden, djur och växtskyddsområden, naturminnen, biotopskyddsområden beslutade av kommun eller länsstyrelse, vattenskyddsområden, kulturresevat, landskapsbildsskyddsområden och skogliga biotopskyddsområden).

Förorenade markområden

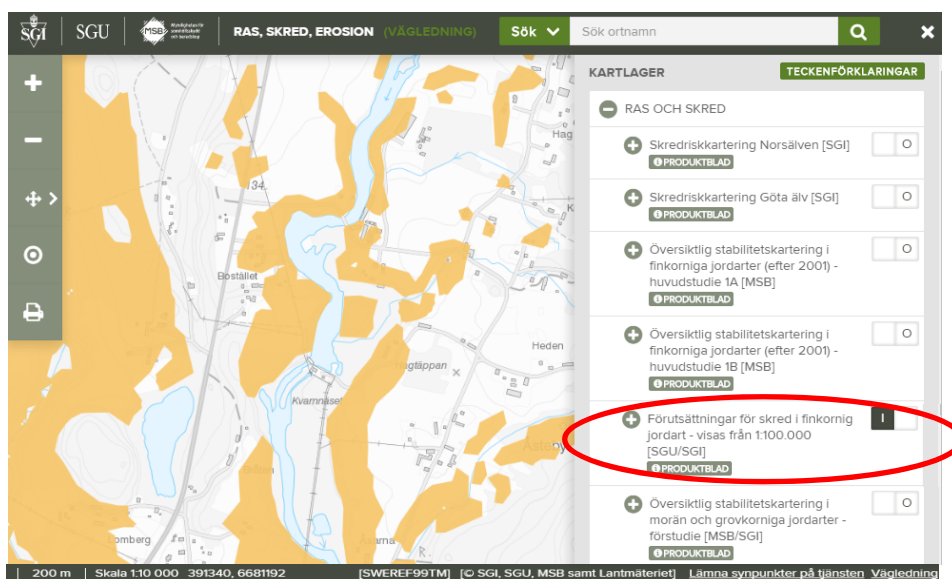
<http://extra.lansstyrelsen.se/gis/Sv/Pages/karttjanster.aspx>

Kartor med information om potentiellt förorenade områden och miljöfarlig verksamhet. Välj rätt län (om möjligt, det fungerar även att välja andra) och klicka i checkrutan för Miljöskydd (Grupp) under Planeringsunderlag samt rutorna LST Potentiellt förorenade områden och LST Miljöfarlig verksamhet. (Något olika termer används i olika län.)

Skredkänsliga områden

<https://gis.swedgeo.se/rasskrederosion/#>

En översiktlig bedömning av om sådana risker föreligger kan göras med hjälp av SGIs kartunderlag för ras, skred och erosion. Kontrollera området runt magasinet med kartlagret *Förutsättningar för skred i finkornig jordart* via länken, se *Figur 10*. Att ett skadeobjekt ligger inom utpekad område betyder inte att skredrisken utgör en fara i samband med ett dammhaveri, men en mera detaljerad undersökning kan behöva göras.

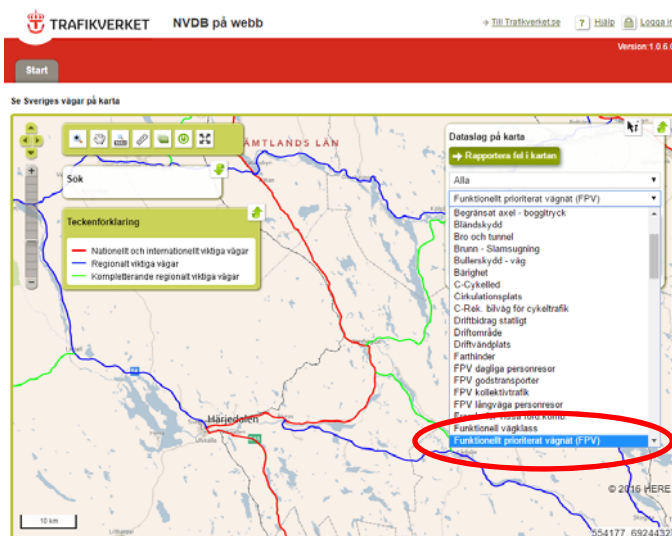


Figur 10. Skärmbild från SGIs hemsida, med lagret som beskriver områden där förutsättningar finns för skred i finkorniga jordarter (vilka kan utlösas av snabbt avsnäckt vattennivå).

Vägar och vägdata

<https://nvdb2012.trafikverket.se/>

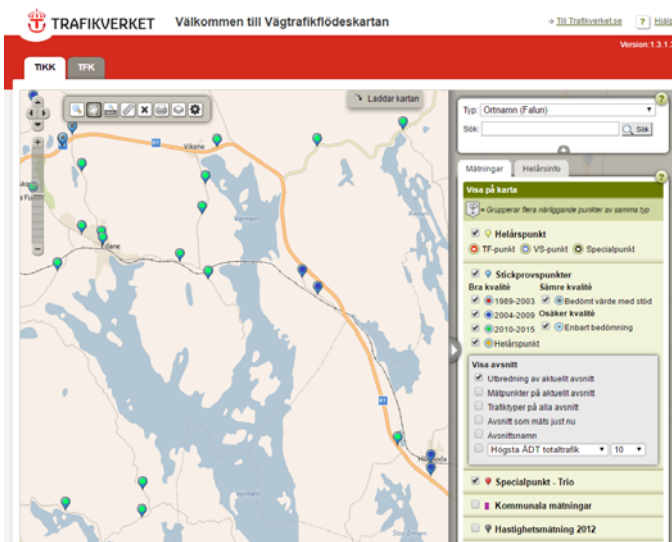
För det statliga vägnätet finns en indelning efter vägens betydelse, som kan nås via Trafikverket, klicka på *Se Sveriges vägar på karta* och välj *Funktionellt Prioriterat Vägnät (FPV)* i fönstret *Dataslag*, se *Figur 11*.



Figur 11. Skärmbild från <https://nvdb2012.trafikverket.se/> som kan användas för att bedöma vägars betydelse.

<http://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation#>

Trafikintensitet från verkliga mätningar redovisas via länken ovan, se *Figur 12*. Zooma in aktuellt område och klicka på stickprovspunkter för att se uppmätt trafikintensitet.



Figur 12. Skärmbild från <http://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation#> som kan användas för att se uppmätt trafikintensitet.

Referenser

- [1] Konsekvensutredningar och Dammsäkerhetsklassificering, Rev. 2016-04-08
- [2] Energiforsk rapport 2015:119, Beräkning av dammhaveri och översvämningsskartering.

Bilagor

Bilaga 1 – Diagram för avläsning av utflöde från dammbrottsöppning

Exempel

Exempel 1 – Enkeldammen

Enkelt fall där konsekvenserna av ett eventuellt dammbrott direkt kan ses vara obetydliga.

Exempel 2 – Lillfinnforsen

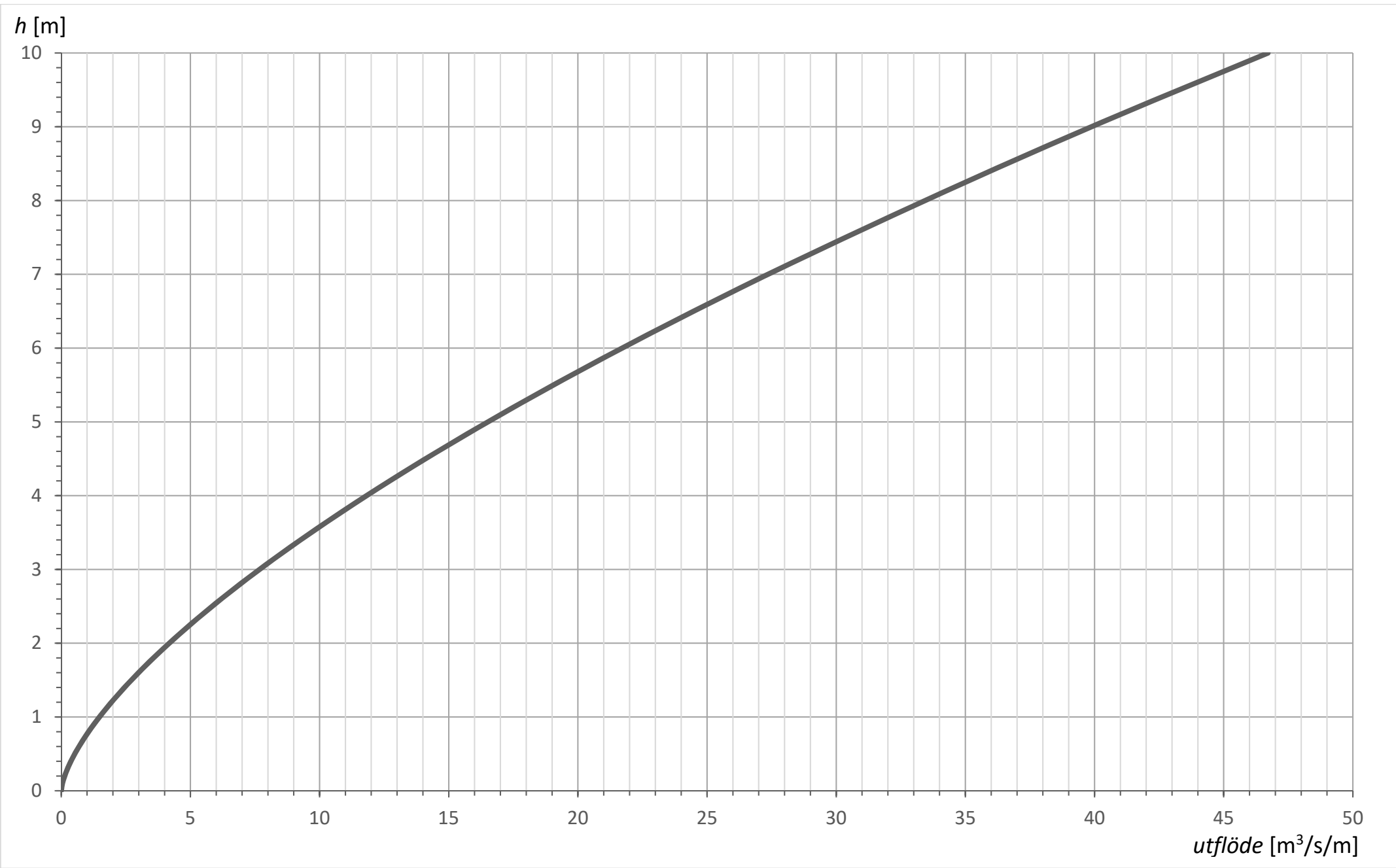
Lössläppt vattenvolym är mycket liten och endast några få skadeobjekt av liten betydelse berörs innan dammbrottsflödet dämpas ut helt i en större sjö.

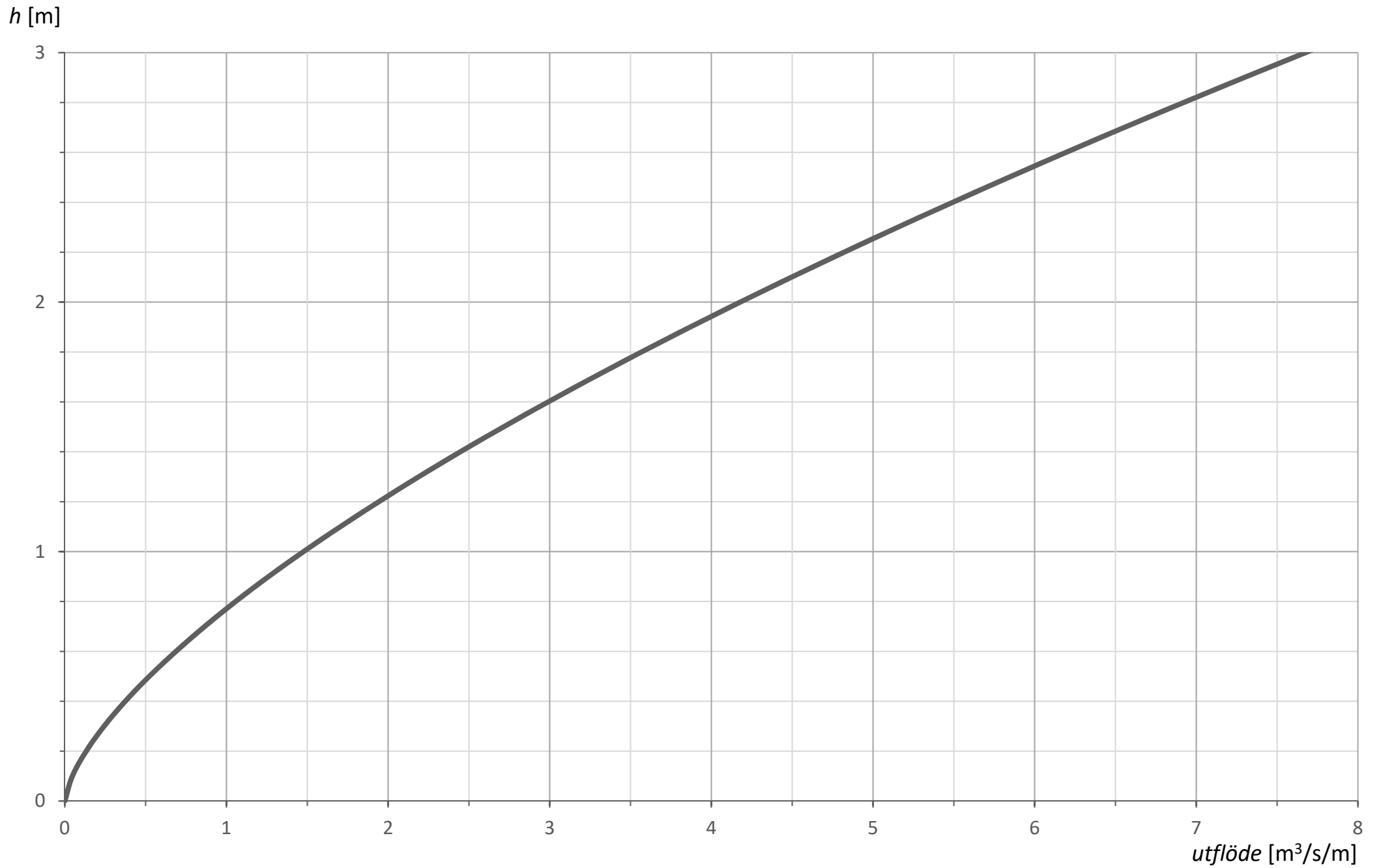
Exempel 3 – Bredsjön

Utflödet blir litet eftersom dammen är låg, en sjö påverkas genom att översvämmas om dammbrottet inträffar i en högflödessituation men vattenhastigheterna är låga och marginaleffekten blir liten.

Exempel 4 – Intagskanalen

Det berörda området är begränsat och dammbrottsflödet klingar snabbt av, men ett bostadshus som ligger i området som riskerar att påverkas av dammbrottsflödet gör att dammen ändå tilldelas en dammsäkerhetsklass.





Exempel 1. Enkelt fall där konsekvenserna av ett eventuellt dammbrott direkt kan ses vara obetydliga.

Konsekvensutredning Enkeldammen

Datum: 2017-02-14
 Utförd av: Dammägaren
 Underlag: Dammritning
 Gröna kartan
 Lokalkännedom
 Kontakt med Lst: Handläggare

Dammanläggningen

Syftet med dammen är kraftproduktion. De enda ritningar som finns är en förslagsskiss med sektion genom fyllningsdammen (se skiss nedan).

Dämningsgräns: +12,35 (lokalt höjdsystem)

Dammkrön: +12,70 (lokalt höjdsystem)

Medelvattenföring: 1,5 m³/s

Dammens delar

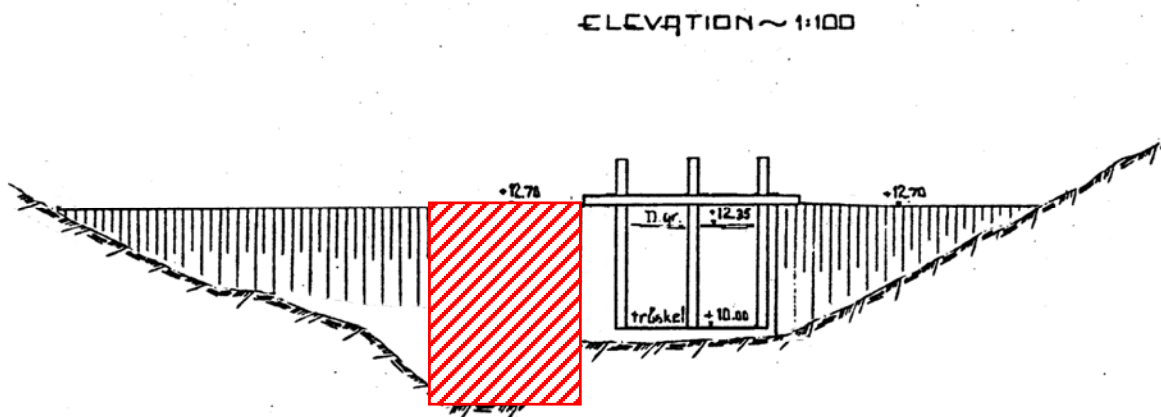
	Höjd	längd
Vänster jordfyllning	5 m	6 m
Betongutskov	3 m	3 m
Höger jordfyllning	3 m	6 m

Utskovet: 2 spettluckor.

Avbördning: $2,35 \cdot 2/3 \cdot \text{rot}(20 \cdot 2,35) = 10,7 \text{ m}^3/\text{s}$ vid dämningsgräns.

Antaget dammhaveri

Största dammbrottsöppning antas uppkomma om vänstra fyllningsdammen havererar. Hela dammen är grundlagd på berg och betongdammen antas stå kvar. Största öppning har bedömts till ca 3 m bred och drygt 5 m djup från krön enligt nedan:



Det motsvarar 5 m från DG. Maximalt dammbrottsflöde beräknas till:

$$4,4 \cdot 3/3 \cdot \text{rot}(20 \cdot 4,4) = 41 \text{ m}^3/\text{s} \text{ vid DG och}$$

$$5 \cdot 3/3 \cdot \text{rot}(20 \cdot 5) = 50 \text{ m}^3/\text{s} \text{ vid dammkrön}$$

Magasinets area är ungefär 0,7 km² enligt mätning i karttjänst.

Maximal utströmmad volym: $0,7 \cdot 10^6 \cdot 5 = 3500000 = 0,35 \text{ Mm}^3$ (med magasinstrytan vid dammkrön)

Både flöde och volym är en grov uppskattning.

Vattnets utbredning

Vattnet kommer att rinna ner i Enkelån och vidare ned i Hjärtsjön, se bifogad karta. Maximalt område som skulle kunna påverkas har skissats in i karta mha höjdkurvor, se bifogad karta.

Hjärtsjön har en area av ca 15 km². Vattnet beräknas maximalt stiga $3500000/15000000 = 0,23 \text{ m}$. Runt sjön blir vattenhastigheterna mycket låga.

Bedömning av konsekvenser

Bedömning har gjorts med hjälp av karta och god lokalkännedom. Dessutom har jag varit ute i fält och kollat längs ån och det låglänta området uppströms bron.

Har markerat några platser i bifogad karta.

1. *Människoliv*
Bedömning: Försumbar risk
Kommentar: Inga hus finns i området längs ån eller sjön. I sjön stiger dessutom vattnet så lite och hastigheten är försumbar.
2. *Kulturmiljö*
Bedömning: Ingen påverkan
Kommentar: Kollat fångstgroparna med Lst, inget riksintresse
3. *Elförsörjning*
Bedömning: Liten lokal påverkan
Kommentar: Enbart lokalnät finns nedströms
4. *Infrastruktur*
Bedömning: Ingen påverkan
Kommentar: Ingen väg i närheten av ån, endast en enkel skogsstig som endast används vid enstaka tillfällen.
5. *Samhällsviktig verksamhet*
Bedömning: Ingen påverkan
Kommentar: Inga skadeobjekt av den sorten finns nedströms
6. *Miljöskada*
Bedömning: Liten lokal
Kommentar: En del grumlig kan troligen uppkomma av massorna som eroderar från dammen. Det

finns inga Natura 2000 områden eller rödlistade arter enligt kontakt med länsstyrelsen. Fiskar kan flytta på sig. Bedöms vara en kortvarig och övergående påverkan.

Sammanvägd bedömning

Ingen risk för människoliv. Ingen stor påverkan på samhället. Dammen bedöms inte tillhöra en dammsäkerhetsklass och kan betecknas med "U".

Karta:



Endast en skogsstig finns inom berört område.

Exempel 2. Lösöläppt vattenvolym är liten och endast några få skadeobjekt av liten betydelse berörs innan dammbrottsflödet dämpas ut helt i en större sjö.

KONSEKVENsutredning - Underlag för dammsäkerhetsklassificering


Namn (damm och magasin)	Lillfinnforsen	Fröjdån
Vattendrag och huvudavrinningsområde	Fröjdån	Älven
Kommun och län	Kommunen	Länet
Utredning utförd av	Dammägaren	
Beskrivning av dammanläggningen	<p>Dammanläggningen utgör hålldamm för en vattenspegel i Fröjdån. Dammen består av en stenmurverksdamm som förbättrats genom att den gjutits på med betong på uppströmssidan. I dammen finns tre intag till tidigare kvarn- och sågverksamheter, två till vänster och ett till höger. För avbördning av vatten finns ett bräddutskov och ett större sättutskov med en manuell sättlyft. Ritningar som närmare beskriver dess utformning saknas.</p>  <p>Figur 1. Orienterande ortofoto över anläggningen.</p>	



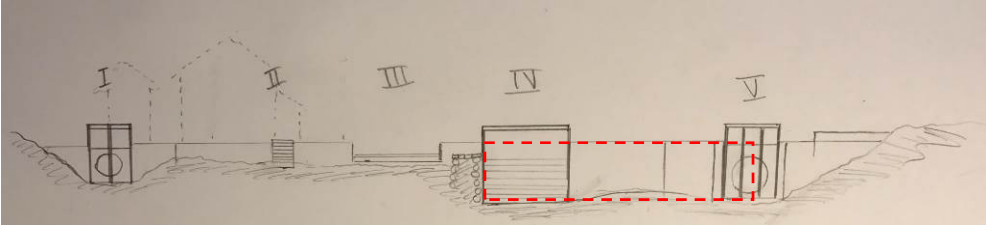
Foto: Emma Andersson



Figur 2. Dammen sedd från höger uppströmssida.



Foto: Emma Andersson

Figur 3. Dammen sedd från nedströmssidan. Kvarnbyggnaden syns till höger i bild, liksom den enkla vägbron belägen strax nedströms (skadeobjekt nr 1).

	<p>Tabell 1. Huvuduppgifter för Lillfinnforsens dammanläggning.</p> <table border="1"> <tr> <td>Magasinsarea¹</td> <td>2,8 ha</td> </tr> <tr> <td>Avrinningsområdets area²</td> <td>280 km²</td> </tr> <tr> <td>Avbördningskapacitet (normalnivå)³</td> <td>23 m³/s</td> </tr> <tr> <td>Avbördningskapacitet (DK)³</td> <td>30 m³/s</td> </tr> <tr> <td>Medelflöde (MQ)²</td> <td>4,4 m³/s</td> </tr> <tr> <td>HHQ / Q₅₀²</td> <td>27 m³/s</td> </tr> <tr> <td>Dämningsgräns (DG)</td> <td>Saknas, normal nivå +274,2</td> </tr> <tr> <td>Dammkrön (DK)</td> <td>+274,5 (RH2000)</td> </tr> <tr> <td>Minsta fribord med vattenytan vid normalnivå</td> <td>0,3 m</td> </tr> <tr> <td>Maximal frisläppt vattenvolym (normalnivå)⁴</td> <td>ca 90 000 m³</td> </tr> <tr> <td>Maximal frisläppt vattenvolym (DK)⁴</td> <td>ca 100 000 m³</td> </tr> <tr> <td>Största dammhöjd³</td> <td>ca 5,2 m</td> </tr> <tr> <td>Sammanlagd krönlängd³</td> <td>ca 40 m</td> </tr> <tr> <td>Grundläggningsförhållande</td> <td>Berg</td> </tr> </table> <p>1 Uppmätt från flygfoto med hjälp av <i>kartor.eniro.se</i>. 2 Uppgift från SMHI vattenwebb, 3 Bedömning/skattning. 4 Beräknat, magasinarea × dämningshöjd</p>	Magasinsarea ¹	2,8 ha	Avrinningsområdets area ²	280 km ²	Avbördningskapacitet (normalnivå) ³	23 m ³ /s	Avbördningskapacitet (DK) ³	30 m ³ /s	Medelflöde (MQ) ²	4,4 m ³ /s	HHQ / Q ₅₀ ²	27 m ³ /s	Dämningsgräns (DG)	Saknas, normal nivå +274,2	Dammkrön (DK)	+274,5 (RH2000)	Minsta fribord med vattenytan vid normalnivå	0,3 m	Maximal frisläppt vattenvolym (normalnivå) ⁴	ca 90 000 m ³	Maximal frisläppt vattenvolym (DK) ⁴	ca 100 000 m ³	Största dammhöjd ³	ca 5,2 m	Sammanlagd krönlängd ³	ca 40 m	Grundläggningsförhållande	Berg
Magasinsarea ¹	2,8 ha																												
Avrinningsområdets area ²	280 km ²																												
Avbördningskapacitet (normalnivå) ³	23 m ³ /s																												
Avbördningskapacitet (DK) ³	30 m ³ /s																												
Medelflöde (MQ) ²	4,4 m ³ /s																												
HHQ / Q ₅₀ ²	27 m ³ /s																												
Dämningsgräns (DG)	Saknas, normal nivå +274,2																												
Dammkrön (DK)	+274,5 (RH2000)																												
Minsta fribord med vattenytan vid normalnivå	0,3 m																												
Maximal frisläppt vattenvolym (normalnivå) ⁴	ca 90 000 m ³																												
Maximal frisläppt vattenvolym (DK) ⁴	ca 100 000 m ³																												
Största dammhöjd ³	ca 5,2 m																												
Sammanlagd krönlängd ³	ca 40 m																												
Grundläggningsförhållande	Berg																												
<p>Scenario och vattenföring vid dammhaveri</p>	<p><u>Scenario för brott på dammen</u></p> <p>Det scenario som skulle ge störst dammbrottsflöde är i en högflödessituation med vattennivå vid dammkrön. Dammdelen mellan sättutskovet (IV) och det högra gamla intaget (V) antas gå till brott, se <i>Figur 4</i>. Brottöppningen antas få samma tröskelnivå som sättutskovet, d.v.s. 2,5 m under normal vattennivå och få en bredd av 12 m. Öppningen motsvarar att omkring 70 m³/s vatten skulle kunna strömma ut, men magasinet är litet vilket innebär att det skulle sänkas av snabbt. Utfloendet kommer därför att bli lägre än det maxvärde som uppskattas ovan.</p>  <p>Figur 4. Skiss över dammens uppströmssida, i figuren har den antagna dammbrottsöppningen ritats in.</p>																												
<p>Dominoeffekt</p>	<p>Dammbrottsflödet följer Fröjdåns sträckning ner till Storvattnet (8 km²) vars nivå vattenvolymen från Lillfinnforsen inte påverkar. Ingen dominoeffekt uppstår.</p>																												

<p>Karta</p>	 <p>Figur 5. Karta över dammen och området nedströms.</p>
<p>Potentiella skadeobjekt och påverkan till följd av dammhaveri</p>	<p>Inga skadeobjekt har identifierats uppströms dammen. Nedan redovisas identifierade potentiella skadeobjekt nedströms dammen med fotografier. Skadeobjektens läge framgår av karta, se <i>Figur 5</i>.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Enkel enskild väg med träbro. Trafikintensiteten är mycket låg, vägen utgör tillfart till kvarnbyggnaden, se <i>Figur 2</i>. Träbron bedöms inte skadas av flödet.  <p>Figur 6. Bro för utgörande skadeobjekt nr 1.</p> <p>Foto: Lars Granrud</p>

2. Bro för länsväg med fri bredd ca 10 m och fri höjd ca 3 m (uppmätt på plats). Vägen är inte klassificerad som del av *Funktionellt Prioriterat Vägnät*. Trafikintensiteten är 80 fordon/dygn. Siktförhållandena bedöms vara goda och körhastigheten låg. Brons fria öppning är större än dammbrottsöppningen och den bedöms klara dammbrottsflödet. (Om den ändå skulle skadas bedöms faran för allvarlig trafikolycka inte föreligga på grund av de gynnsamma förhållandena.)



Figur 7. Bro för utgörande skadeobjekt nr 2.

3. Bostadshus beläget högt över åfåran.



Figur 8. Bostadshus utgörande skadeobjekt nr 3.

4. Länsväg som löper parallellt med vattendraget. Vägen är inte klassificerad som del av *Funktionellt Prioriterat Vägnät*. Trafikintensiteten är 80 fordon/dygn. Avståndet från dammen är ca 2 km vilket medför att dammbrottsflödet kommer att ha dämpats och vägen bedöms inte översvämmas. (Om vägen trots allt skulle översvämmas bedöms fara för allvarlig trafikolycka inte föreligga på grund av de gynnsamma siktförhållandena. Om vägen inte är farbar finns andra alternativa vägar, och trafiken skulle tillfälligt kunna ledas om utan större olägenhet.)



Figur 9. Väg nära åfåran.

Beskrivning och bedömning av konsekvenser

1. Förlust av människoliv

Inga broar eller vägar, eller andra platser där människor uppehåller sig i större utsträckning, bedöms beröras av dammbrottsflödet. **Ingen fara för förlust av människoliv bedöms föreligga.**

2. Förstörelse av områden som är av riksintresse för kulturmiljövården enligt 3 kap. 6 § andra stycket miljöbalken

Dammbrottsflödet berör inte något område som omfattas av rubricerat lagrum, och innebär således **inte fara för sådan förstörelse.**

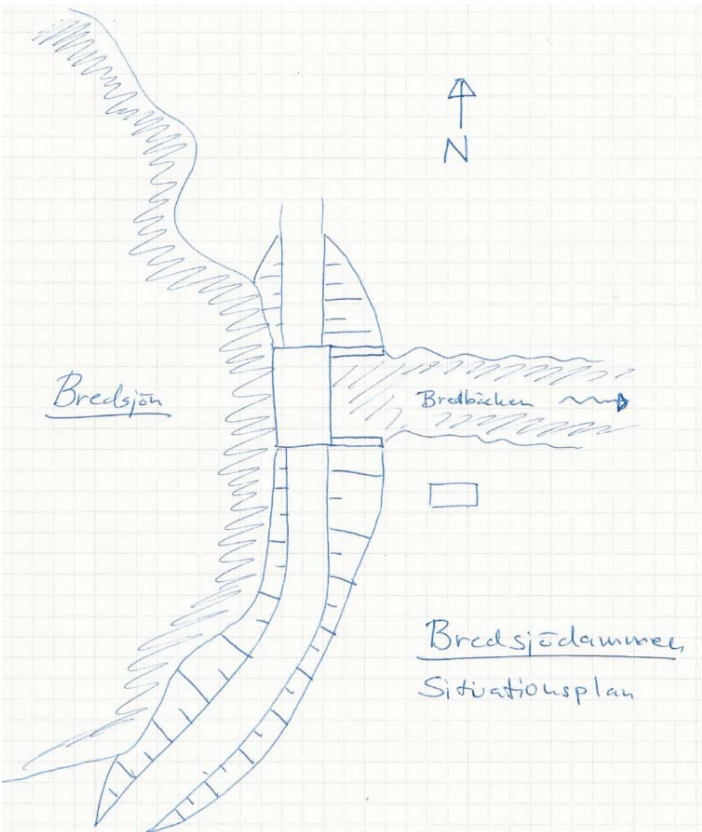
3. Störning i elförsörjningen

Inga skadeobjekt har identifierats inom denna kategori varför **fara för störning i elförsörjningen inte föreligger.**

	<p><u>4. Förstörelse av infrastruktur</u> Vägar och broar (Skadeobjekt nr 2 och nr 4) bedöms inte skadas av dammbrottsflödet. Fara för betydande förstörelse av infrastruktur bedöms inte föreligga.</p> <p><u>5. Förstörelse av eller störning i samhällsviktig verksamhet</u> Ingen samhällsviktig verksamhet bedöms påverkas till följd av dammhaveriet.</p> <p><u>6. Miljöskada</u> Inga förorenade eller enligt Naturvårdsregistret skyddade områden finns i det berörda området. Dammhaveriet innebär inte fara för allvarlig miljöskada.</p> <p><u>7. Ekonomisk skada</u> Denna kategori bedöms inte vara aktuell i detta fall.</p> <p>Den samlade bedömningen är att konsekvenserna vid ett haveri på Lillfinnforsens damm är av liten betydelse från samhällelig synpunkt</p>
Förslag till dammsäkerhetsklass	Ett dammhaveri leder inte till några skador som föranleder behov av klassificering. Dammen föreslås beslutas vara utan dammsäkerhetsklass (U).

Exempel 3. Utflödet blir litet eftersom dammen är låg, en sjö påverkas genom att översvämmas om dammbrottet inträffar i en högflödessituation men vattenhastigheterna är låga och marginaleffekten blir liten.

KONSEKVENSTREDNING - Underlag för dammsäkerhetsklassificering

Namn (damm och magasin)	Bredsjödammen	Bredsjön
Vattendrag och huvudavrinningsområde	Bredbäcken	Älven
Kommun och län	Kommunen	Länet
Utredning utförd av	Dammägaren	
Beskrivning av dammanläggningen	<p>Dammanläggningen för Bredsjöns reglering består av en damm, som utgörs av en ca 80 m lång fyllningsdamm med en utskovsdel av trä vid dess vänstra landanslutning. Den är vid dess högsta del, vid utskovet, omkring 1,6 m hög jämfört med marknivå på dammens nedströmssida. Ritningar som närmare beskriver dess utformning saknas.</p>	
		
	<p>Figur 1. Situationsplan/skiss över Bredsjödammen.</p>	



Figur 2. Dammen sedd från höger uppströmssida. I bilden har antagen brottsöppning ritats in.

Tabell 1. Huvuduppgifter för dammanläggningen för Bredsjöns reglering.

Magasinsarea ¹	0,95 km ²
Avrinningsområdets area ²	5,1 km ²
Avbördningskapacitet (DG) ³	1 m ³ /s
Avbördningskapacitet (DK) ³	1,3 m ³ /s
Medelflöde (MQ) ²	0,08 m ³ /s
HHQ / Q ₅₀ ²	0,3 m ³ /s
Dämningsgräns (DG) ⁵	+485,2 m
Dammkrön (DK)	+485,5 m
Minsta fribord med vattenytan vid DG	0,3 m
Maximal frisläppt vattenvolym (DG) ⁴	ca 1,0 Mm ³
Maximal frisläppt vattenvolym (dammkrön) ⁴	ca 1,3 Mm ³
Största dammhöjd ³	ca 1,6 m
Sammanlagd krönlängd ³	ca 80 m
Grundläggningsförhållande	Okänt, förmodligen jord

1 Uppgift SMHIs sjöregister.

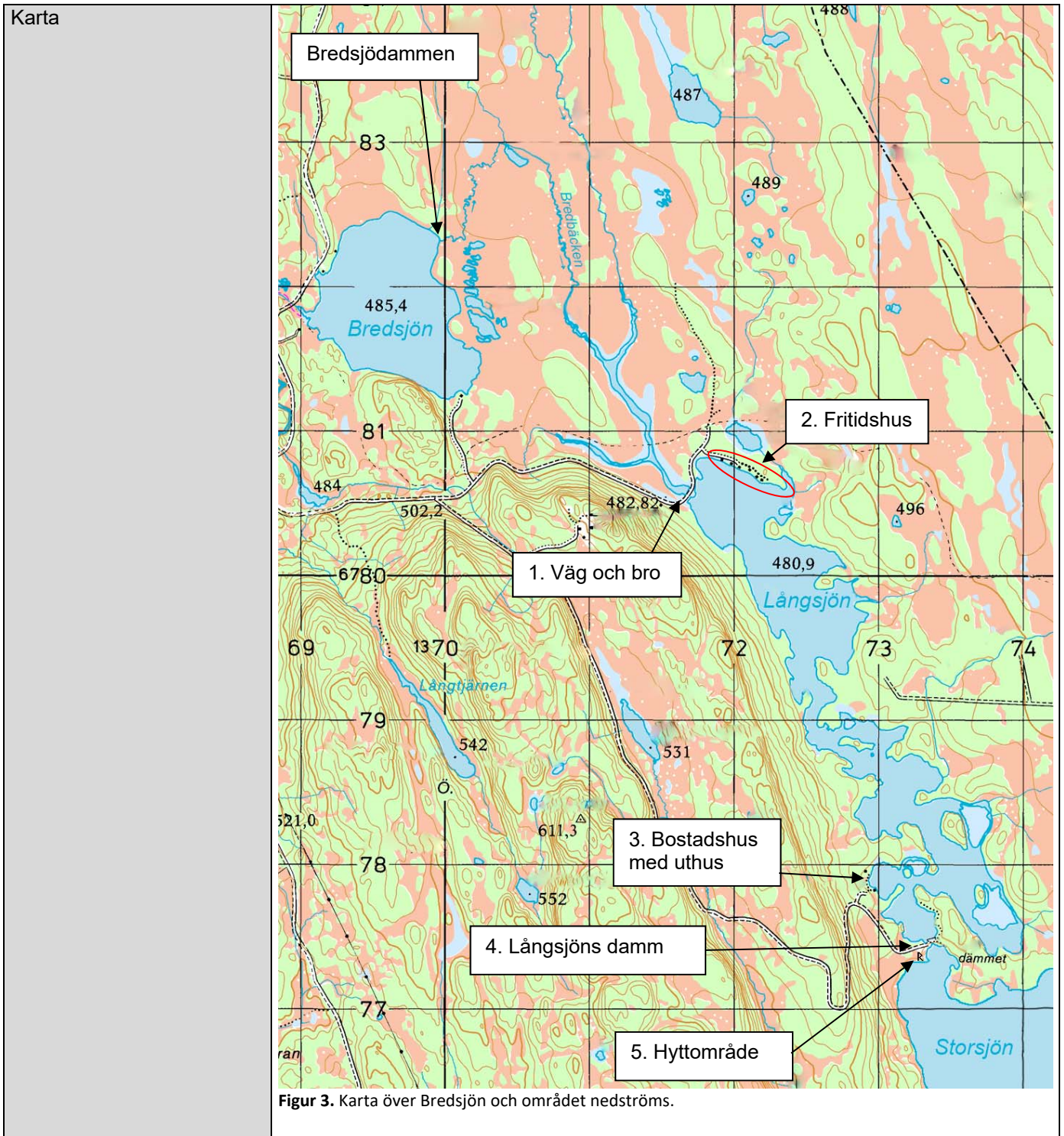
2 Uppgift från SMHI vattenwebb.

3 Bedömning/skattning.

4 Beräknat, magasinsarea × dämningshöjd.

5 Uppgift från dom.

Scenario och vattenföring vid dammhaveri	<p><u>Scenario för brott på dammen</u></p> <p>Det scenario som skulle ge störst utströmning vore om utskovets högra sida går till brott med följd att sättarna faller ur och utskovet öppnas för vattengenomströmning. Den på höger sida anslutande fyllningsdammen riskerar under sådana omständigheter att eroderas av det utströmmande vattnet vilket medför att dammbrottsöppningen vidgas ytterligare. Brottöppningen kommer dock att begränsas av naturlig mark på dammens nedströmssida så att dess bredd som mest bedöms uppnå ca 10 m.</p> <p>Om dammhaveriet inträffar i en normal flödessituation med vattennivån vid DG beräknas dammbrottsflödet uppgå till drygt 20 m³/s, och om det inträffar i en högflödessituation till följd av krönöverströmning till ca 30 m³/s. Flödet har uppskattats med stöd av diagram i bilaga 1 i vägledning för konsekvensutredning för mindre dammar.</p>
Dominoeffekt	<p>Dammbrottsflödet följer Bredbäckens sträckning nedströms dammen och passerar ett flackt myrområde innan det når magasinet Långsjön (1,7 km²). Vid Långsjöns utlopp finns en äldre dammbyggnad (dämnet) som tillhört en äldre järnindustri, men där ingen aktiv reglering sker. I händelse av dammhaveri vid Bredsjön enligt scenariot ovan kommer Långsjön att stiga med som mest 0,6 – 0,8 m.</p> <p>Om detta skulle ske i samband med en högflödessituation kan Långsjön redan vara översvämmad. Långsjöns nivå skulle då stiga ytterligare och orsaka överströmning av dämnet. Det är troligt att dammen i Långsjön (dämnet) skulle klara en sådan överströmning. Om dämnet trots allt ändå skulle rasa, d.v.s. dominoeffekt skulle uppstå, så skulle det endast bli liten påverkan på nästa nedströms liggande magasin, Storsjön (22 km²). Indämd vattenvolym från Bredsjön (1,3 Mm³) och Långsjön (uppskattad till ca 2 Mm³) motsvarar en nivåökning i Storsjön på ca 0,1 m.</p>



Potentiella skadeobjekt och konsekvenser till följd av dammhaveri

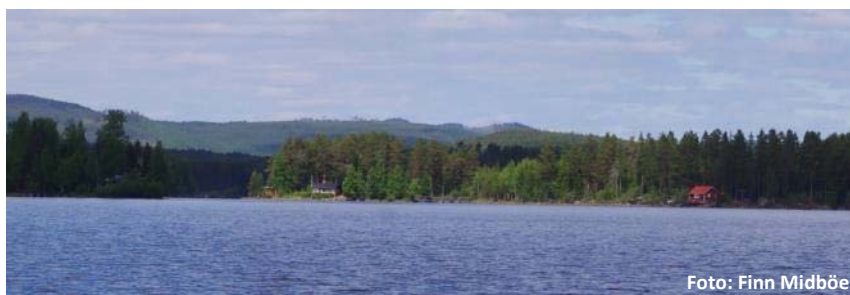
Inga skadeobjekt har identifierats uppströms dammen. Nedan redovisas identifierade potentiella skadeobjekt nedströms dammen med fotografier. Skadeobjektens läge framgår av karta, se *Figur 3*.

1. Enskild väg med rörbro. Trafikintensiteten bedöms vara låg och siktförhållandena är goda. Vägen utgör enda tillfart till fritidshuset utgörande *skadeobjekt nr 2*. Trumman har inte tillräcklig kapacitet för att klara dammbrottsflödet, speciellt med tanke på att drivgods riskerar att föras med vattnet. Det bedöms troligt att vägen spolav.



Figur 4. Väg och vägtrumma som utgör skadeobjekt nr 1.

2. Fritidshus (6 st.) längs Långsjön belägna 1 – 2 m över normal vattennivå i sjön. Om dammhaveriet vid Bredsjön inträffar i samband med en översvämning av Långsjön riskerar husen att beröras av översvämningen. Den vattennivåökning, ca en halvmeter långsamt stigande vatten, som uppstår till följd av dammhaveriet är dock begränsad. Vid höga flöden bedöms stugområdet vara påverkat av översvämningen redan innan haveriet inträffar. Fara för förlust av människoliv bedöms inte föreligga då vattnet är stillastående i området och översvämningen är begränsad.



Figur 5. Vy över området med fritidshus utgörande skadeobjekt nr 2.

3. Bostadshus med uthus. Bostadshuset är beläget över krönnivån för Långsjöns regleringsdamm (*skadeobjekt nr 4*) och riskerar inte att översvämmas till följd av ett dammhaveri.
4. Dammbyggnad i form av en överfallströskel dämmer Långsjön. Dammen riskerar att överströmmas kraftigt om dammhaveriet vid Bredsjön inträffar i en högflödessituation.



Figur 6. Dammen för Långsjöns reglering.

5. Hyttområde efter tidigare järnhantering som bedömts utgöra Fornlämning med OBJEKT-ID enligt Riksantikvarieämbetet, men är inte del i område som utgör Riksintresse för kulturmiljövården enligt 3 kap. 6 § andra stycket miljöbalken. Området är klassat som potentiellt förorenat område (MIFO) med riskklass 3 (måttlig risk).



Figur 7. Rester efter järnhytta.

Beskrivning och bedömning av konsekvenser

Vid bedömning av konsekvenser i samband med dammsäkerhetsklassificering ska sju konsekvenskategorier beaktas (enligt 11 kap. 24 § miljöbalken).

1. Förlust av människoliv

Av de platser som berörs bedöms människor uppehålla sig vid fritidshusen utgörande *skadeobjekt nr 2*, samt i någon mån trafikera vägen utgörande *skadeobjekt nr 1*. Fritidshusområdet berörs endast vid dammhaveri i en höglödessituation, och riskerar då att vara översvämmade redan innan dammhaveriet inträffar. Dammhaveriet medför ett ökat vattendjup vid byggnaderna, och därmed förvärrade skador. Dock rör det sig om stillastående vatten och medvetenheten förväntas vara god, vilket medför faran för människoliv är att betrakta som försumbar. Trafikintensiteten på vägen utgörande *skadeobjekt nr 1* är förhållandevis låg, sikten är god, sannolikheten att någon skadas till följd av att vägen förstörs bedöms som liten. Sammanfattningsvis bedöms **ingen fara för förlust av människoliv föreligga**.

2. Förstörelse av områden som är av riksintresse för kulturmiljövården enligt 3 kap. 6 § andra stycket miljöbalken

Dammbrottsflödet berör inte något område som omfattas av rubricerat lagrum, och innebär således **inte fara för sådan förstörelse**.

3. Störning i elförsörjningen

Inga skadeobjekt inom denna kategori har identifierats.

4. Förstörelse av infrastruktur

Vissa skador bedöms uppkomma på en väg (Skadeobjekt 1), ett fritidshusområde (Skadeobjekt 2) och en mindre damm (Skadeobjekt 4). Skadorna bedöms endast ha liten betydelse från ett samhällsligt perspektiv. **Fara för förstörelse av infrastruktur av i mer än liten omfattning bedöms inte finnas**.

	<p><u>5. Förstörelse av eller störning i samhällsviktig verksamhet</u> Ingen samhällsviktig verksamhet bedöms påverkas till följd av dammhaveriet.</p> <p><u>6. Miljöskada</u> Ingen påverkan kan förutses för skyddade områden som finns upptagna i Naturvårdsregistret. Inom det av dammhaveriet påverkade området finns skadeobjekt där järnhantering tidigare funnits, <i>skadeobjekt nr 5</i>, som klassats som Riskklass 3 avseende förorenade områden (MIFO). Dammbrottsflödet är dock begränsat och ingen påverkan kan ses som skulle medföra omfattande erosion eller urlakning vilket skulle kunna medföra att miljöskadliga ämnen frigörs.</p> <p>Sammanfattningsvis görs bedömningen att dammbrottsflödet inte innebär fara för allvarlig miljöskada.</p> <p><u>7. Ekonomisk skada</u> I denna kategori avses indirekta ekonomiska skador. Inga sådana skador kan ses till följd av det aktuella dammhaveriet.</p> <p>Den samlande bedömningen är att konsekvenserna vid ett haveri på Bredsjödammen är av liten betydelse från samhällelig synpunkt.</p>
Förslag till dammsäkerhetsklass	Dammen föreslås vara utan dammsäkerhetsklass (U).

Exempel 4. Det berörda området är begränsat och dammbrottsflödet klingar snabbt av, men ett bostadshus som ligger i området som riskerar att påverkas av dammbrottsflödet gör att dammen ändå tilldelas en dammsäkerhetsklass.

KONSEKVENSTREDNING - Underlag för dammsäkerhetsklassificering

Namn (damm och magasin)	Kanalbanken	Kanalen (del av Storhån)
Vattendrag och huvudavrinningsområde	Hånån	Älven
Kommun och län	Kommunen	Länet
Utredning utförd av	Dammägaren	
Beskrivning av dammanläggningen	Magasinet Storhån däms av en utskovsdamm (annan ägare), samt kanalbankerna till en intagskanal. I kanalens uppströmsände finns en kanalavstängning med rensgaller, som begränsar inflödet till kanalen.	
	<p>Figur 1. Översiktskarta över dammarna och området nedströms ner till Aborrsjön.</p>	

Dammen består av en kanalbank som utgör höger sida av en delvis grävd, intagskanal till kraftverket. Uppströms dammen finns ett intag som begränsar inströmningen till kanalen, och därmed även utflödet vid ett dammhaveri, se *Figur 2*.



Foto: Finn Midbøe

Figur 2. Kanalintaget som begränsar utflödet från kanalen i händelse av dammhaveri.



Foto: Finn Midbøe

Figur 3. Kanalen sedd från uppströmssidan, dess höga del är längst nedströms på höger sida.



Foto: Stina Åstrand

Figur 4. Kanaldammen sedd från nedströmssidan.

Tabell 1. Huvuduppgifter för Kanalbanken.

Magasinsarea ¹	0,45 ha
Medelflöde (MQ) ²	2,4 m ³ /s
Dämningsgräns (DG)	+223,9
Dammkrön (DK)	+225,9
Minsta fribord med vattenytan vid normalnivå	2 m (1 m vid regleringsdammen)
Maximal frisläppt vattenvolym (normalnivå) ³	Ca 9 000 m ³
Maximal frisläppt vattenvolym (krön regl.damm) ³	Ca 14 000 m ³
Största dammhöjd ⁴	Ca 10 m
Sammanlagd krönlängd ⁴	Ca 300 m (del av kanalen är grävd)
Grundläggningsförhållande	Okänd

1 Uppmätt från flygfoto med hjälp av *kartor.eniro.se*, gäller kanalen, hela sjön är ca 8 km²

2 Uppgift från SMHI vattenwebb.

3 Beräknat, kanalens tvärsnitt x kanallängd. Hela sjön innehåller ca 20 Mm³, men kanalens intag begränsar utströmningen av detta vatten så att flödet blir mycket begränsat.

4 Uppgift från ritningar

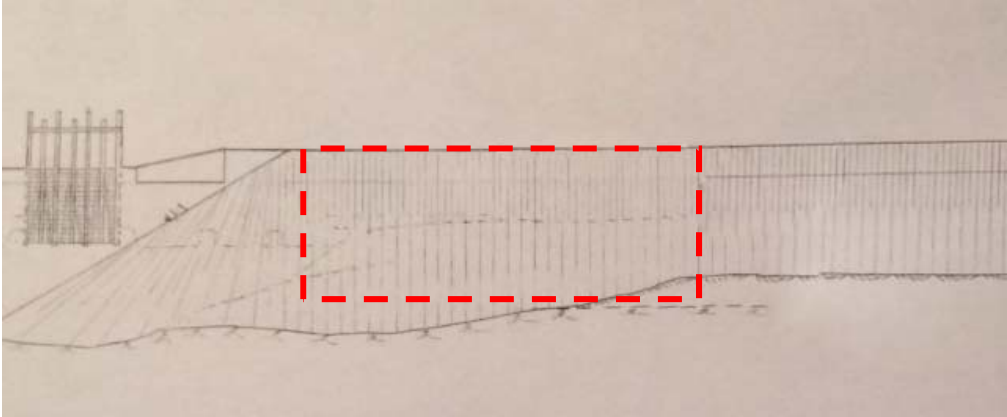
Scenario och vattenföring
vid dammhaveri

Scenario för brott på dammen

Kanalbanken som dämmer kanalens vatten är hög i kanalens nedströmsände (ca 10 m), men kanaldjupet är i medel endast 3 m under DG. En dammbrottsöppning på 5 m bredd och ner till en nivå 8 m under dammkrön (i nivå med kanalens botten +218 m) antas uppkomma i närheten av huset, se Figur 1.

Dammbrottsflödet bedöms med hjälp av diagram i bilaga 1 (Svenska kraftnäts vägledning för mindre dammar) uppgå till ca 110 m³/s om dammbrottet sker med normal vattennivå (DG) och ca 130 m³/s om vattennivån stigit en meter över DG, vilket motsvaras av nivån när regleringsdammen uppe vid magasinet överströmmas.

Då vattennivån i kanalen sänks av begränsas utflödet av kanalens geometri och kanalavstängningen i kanalens uppströmsände till som högst omkring 20 m³/s. Hänsyn har inte tagits till detta vid uppskattningen av det maximala utflödet, d.v.s. det är ett momentant dammbrott som har antagits. I verkligheten skulle

	<p>förmodligen ett dammbrott utvecklas successivt och vattennivån i kanalen skulle sjunka. Detta skulle medföra att dammbrottsöppningens utveckling skulle avstanna ”i förtid”, ingen hänsyn har dock tagits till detta.</p>  <p>Figur 4. Ritningsutsnitt av kanaldammen, uppströmselevation längs svängd dammlinje, tubintag och isutskov syns till vänster i bilden.</p>
Dominoeffekt	<p>Dammbrottsflödet översvämmar ett flackt område nedströms dammen och följer sedan tubsträckningen under vägen och når Aborrsjön (1,2 km²). Vattenvolymen i kanalen är så liten att Aborrsjön endast kommer påverkas med någon centimeter. Ingen dominoeffekt uppstår.</p>
Potentiella skadeobjekt och konsekvenser uppströms till följd av dammhaveri	<p>Inga skadeobjekt har identifierats uppströms dammen.</p>
Potentiella skadeobjekt och konsekvenser nedströms till följd av dammhaveri	<p>Nedan redovisas identifierade potentiella skadeobjekt nedströms dammen med fotografier. Skadeobjektens läge framgår av karta, se Figur 1.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bostadshus (åretruntbostad) beläget precis nedströms intagskanalens högsta del. Om dammhaveriet sker plötsligt föreligger fara för människoliv. 2. Bro för länsväg med fri bredd ca 5 m och fri höjd ca 4 m, uppmätt på plats, se Figur 5. Vägen är inte klassificerad som del av <i>Funktionellt Prioriterat Vägnät</i>. Trafikintensiteten är 70 fordon/dygn. Vägporten kommer att dämna upp delar av flödet och vattennivån uppströms stiger tillfälligt och utflödet dämpas i förhållande till de dammbrottsflöden som beräknats. Bron bedöms inte skadas av den tillfälliga dämningen.

	 <p>Figur 5. Bro utgörande skadeobjekt nr 2, där tuben och en enklare tillfartsväg till kraftstationen går under.</p> <p>3. Tuben och kraftstationen, riskerar att skadas till följd av dammhaveriet. Kraftstationens normalårsproduktion är ca 1 GWh.</p>  <p>Figur 6. Kraftstationen.</p>
<p>Beskrivning och bedömning av konsekvenser</p>	<p>Vid bedömning av konsekvenser i samband med dammsäkerhetsklassificering ska sju konsekvenskategorier beaktas (enligt 11 kap. 24 § miljöbalken). För att föranleda klassificering ska konsekvenserna, med undantag för förlust av människoliv, uteslutande vara sådana som är allvarliga från <i>samhällelig</i> synpunkt.</p> <p>I detta fall har endast ett skadeobjekt av betydelse identifierats, skadeobjekt nr 1 vilket utgör åretruntbostad. Detta föranleder att fara för förlust av människoliv antas föreligga.</p>
<p>Förslag till dammsäkerhetsklass</p>	<p>Dammen föreslås därför placeras i dammsäkerhetsklass B.</p>