



RIDAS 2016

Kraftföretagens riktlinjer för dammsäkerhet

Klassificering av dammar och dammanläggningar

Tillämpningsvägledning – kapitel 3

Innehållsförteckning

3. Klassificering av dammar och dammanläggningar	2
3.1. Inledning	2
3.2. Underlag för analys av dammhaverier och klassificering	3
3.2.1. <i>Analysera och beskriv anläggningen</i>	4
3.2.2. <i>Formulera och välj aktuella haveriscenarier</i>	5
3.2.3. <i>Simulera eller ansätt bräschens utveckling, storlek och utflöde</i>	10
3.2.4. <i>Simulera eller beskriv vattnets framrinning och områden som översvämmas</i>	11
3.2.5. <i>Inventera skadeobjekt inom översvämningsområdet</i>	13
3.2.6. <i>Bedöm konsekvenserna som följer av haveriet</i>	14
3.3. Klassificering enligt miljöbalken och RIDAS	23
3.3.1. <i>Regelverket för klassificering</i>	23
3.3.2. <i>Vad klassificeringen styr och påverkar</i>	23
3.3.3. <i>Dammsäkerhetsklasser och RIDAS-klasser</i>	24
3.3.4. <i>Konsekvensutredning för beslut om dammsäkerhetsklass</i>	25
3.3.5. <i>Dokumentation för beslut om RIDAS-klass</i>	25
3.4. Klassificering avseende dimensionerande flöde	26
3.4.1. <i>Dokumentation för beslut om flödesdimensioneringsklass</i>	26
3.5. Klassificering/beslut för särskilda beredskapskrav med mera	26
3.6. Klassificering/beslut för särskilda skyddskrav	27
3.7. Referenser	28

3. Klassificering av dammar och dammanläggningar

3.1. Inledning

Tillämpningsvägledningen kompletterar huvuddokumentet RIDAS 2016 med ett gemensamt avsnitt som beskriver det underlag som är lämpligt att ta fram avseende dammhaveri för att klassificera dammar och anläggningar, samt därefter separata avsnitt avseende:

- Klassificering enligt miljöbalken och RIDAS.
- Klassificering avseende dimensionerande flöde.
- Klassificering/beslut för särskilda beredskapskrav med mera.
- Klassificering/beslut för särskilda skyddskrav.

De olika klassificeringarna har olika syften och styrs av olika regelverk. De inbördes förhållandena mellan klassificeringarna kan beskrivas enligt följande.

Klassificering enligt miljöbalken och RIDAS omfattar ett medlemsföretags samtliga dammar. Klassificeringen grundas på underlag avseende de konsekvenser som kan följa av dammhaveri. RIDAS 2016 överensstämmer med dammsäkerhetsklasserna A, B och C enligt miljöbalken. Damm utan dammsäkerhetsklass som benämns "U" samt kategorin "Ej utredd" enligt Svenska kraftnäts föreskrifter hänförs i RIDAS 2016 antingen till RIDAS-klass D eller E. RIDAS 2016 omfattar således 5 klasser. Övergången från RIDAS 2012 till RIDAS 2016 beskrivs i avsnitt 3.2.3 i huvuddokumentet [1].

Klassificering avseende dimensionerande flöde omfattar ett medlemsföretags samtliga dammanläggningar. Klassificeringen grundas på underlag avseende de konsekvenser som kan följa av dammhaveri vid höga flöden. Flödesdimensioneringsklass I omfattar normalt anläggningar som innehåller dammar i dammsäkerhetsklass A eller B. Flödesdimensioneringsklass II omfattar normalt anläggningar med dammar i dammsäkerhetsklass C, men kan också omfatta anläggningar med dammar i dammsäkerhetsklass B eller D. Flödesdimensioneringsklass III bedöms främst komma att omfatta anläggningar med dammar i RIDAS-klass D eller E.

Klassificering/beslut för särskilda beredskapskrav görs för de anläggningar där sådana behov föreligger. Besluten grundas delvis och indirekt på underlag avseende de konsekvenser som kan följa av dammhaveri, då de dammanläggningar som omfattar farlig verksamhet vanligen innehåller dammar i dammsäkerhetsklass A eller B.

Klassificering/beslut för särskilda skyddskrav görs för de anläggningar där sådana krav föreligger. Besluten grundas delvis och indirekt på underlag avseende de konsekvenser som kan följa av dammhaveri, då de vattenkraftanläggningar som är skyddsobjekt ofta innehåller dammar i dammsäkerhetsklass A eller B.

Tillfälliga dammar, till exempel fångdammar, behöver inte klassificeras. Det kan dock vara lämpligt att analysera de konsekvenser som kan bli följden av ett haveri och ansätta en tillfällig dammsäkerhetsklass för informations- och beredskapsändamål.

3.2. Underlag för analys av dammhaverier och klassificering

Underlag för analys av dammhaverier tas fram av medlemsföretaget för samtliga dammar och dammanläggningar. Medlemsföretaget ansvarar för att motivera klassificeringen oavsett val av metodik och omfattning av det framtagna underlaget.

Underlaget behöver inte vara mer omfattande än vad som behövs för att bestämma klass. Det är lämpligt att genomföra arbetet med konservativa antaganden både med hänsyn till de osäkerheter som föreligger och i förhållande till underlagets detaljeringsgrad för att inte underskatta konsekvensernas omfattning. En utredning som leder fram till en låg klassificering kan behöva vara mer omfattande än en som leder fram till en hög klassificering.

Arbetet och underlaget behöver hanteras med avseende på regler om skydd och sekretess. Egen personal och konsulter som anlitas behöver registerkontrolleras om anläggningarna är av vikt i detta avseende.

Fokus i denna tillämpningsvägledning är klassificering av dammar och dammanläggningar. Det underlag som beskrivs för detta ändamål har dock ett bredare användningsområde inom dammsäkerhetsarbetet för medlemsföretaget. Således har för många anläggningar motsvarande underlag tagits fram för beredskapsändamål inom ramen för den med myndigheterna samordnade beredskapsplaneringen. Underlaget och den kunskap detta ger kan även användas för att utforma anläggningen på ett säkert sätt, samt för anpassning av instrumentering och övervakning, med mera.

Underlaget är medlemsföretagets samlade dokumentation avseende beräkningar, analyser och överväganden som ligger till grund för den rapportering som görs till länsstyrelsen i form av en konsekvensutredning för beslut om dammsäkerhetsklass, och för de interna beslut som fattas avseende RIDAS-klass och flödesdimensioneringsklass.

Arbetsgången för att ta fram underlag för en eller flera anläggningar kan vara:

1. Analysera och beskriv anläggningen.
2. Formulera och välj aktuella haveriscenarier.
3. Simulera eller ansätt bräschens storlek och utflöde.
4. Simulera eller beskriv vattnets framrinning och områden som översvämmas.
5. Inventera skadeobjekt inom översvämningssområdet.
6. Bedöm konsekvenserna som följer av haveriet.
7. Sammanställ underlag för beslut.

Arbetet är i många avseenden en iterativ process både vad gäller inom en och samma anläggning och vad gäller mellan anläggningar i ett älvsystem. Det kan vara lämpligt att bedriva arbetet nedströms ifrån i ett vattendrag eftersom konsekvenserna vid ett sekundärt haveri i en damm nedströms kan vara avgörande för klassificeringen för en damm uppströms.

Svenska kraftnät har tagit fram en vägledning för konsekvensutredningar för dammsäkerhetsklassificering enligt miljöbalken [2] där en principiell arbetsgång redovisas i avsnitt 4.2. Två referenser som behandlar motsvarande frågor inom ramen för den samordnade beredskapsplaneringen är [3] och [4]. Dessa tre referenser bedöms vara de mest allmängiltiga för denna vägledning.

3.2.1. Analysera och beskriv anläggningen

Varje anläggning behöver analyseras och beskrivas med avseende på tidigare klassificering, de egenskaper, belastningar och felmoder som har betydelse för val av haveriscenarier och tänkbara konsekvenser.

Ett primärt haveri i en damm kan antas inträffa till följd av både plötsliga och gradvisa förlopp. Ett sekundärt haveri antas normalt uppkomma till följd av att magasinet överstiger en kritisk nivå för någon eller några av dammarna vid anläggningen som därmed överströmmas med en gradvis utveckling av bräsch.

Med kritisk vattennivå avses den magasinetsnivå vid vilken ett haveri antas initieras för en damm. För fyllningsdamm kan, beroende på dammens utförande, den kritiska nivån antas ligga mellan nivån för tätjärnans lägsta krön och dammens lägsta krön. Många betongdamm klarar viss överströmning av krönet och den kritiska nivån ges därför ofta av när överströmningen är så omfattande att skadlig erosion vid dammens grundläggning riskerar att uppstå. Vattennivåns stighastighet och varaktighet kan också vara av betydelse för val av den kritiska nivån.

För fyllningsdammar antas primärt haveri inträffa gradvis genom inre erosion eller till följd av att den kritiska nivån nås i samband med flöde eller otillräcklig avbördning. Haveri genom inre erosion antas inträffa där dammens uppbyggnad medger den största bräschan med hänsyn till grundläggning och omgivande mark.

För betongdammar antas primärt haveri inträffa momentant genom stjälpning, glidning eller strukturell kollaps. Gravitationsdammar och lamelldammar antas stjälpas eller glida. Valvdammar antas haverera genom strukturell kollaps.

För dammar som innehåller både dammdelar av fyllning och av betong är utgångspunkten att både primärt och sekundärt haveri inträffar i fyllningsdamm delen, som normalt är den del som kan förväntas haverera.

Erosion i grundläggningen bedöms endast undantagsvis vara aktuell att ansätta som haveriorsak då detta i allmänhet bedöms leda till mindre konsekvenser än andra haveriorsaker.

Mot bakgrund av ovanstående beskrivning tydliggörs behovet av analys och beskrivning av anläggningen. Exempel på vad som kan ingå i dokumentation av en analys är:

- a. Karta över anläggningens lokalisering i älven.
- b. Situationsplan över dammanläggningen.
- c. Beskrivning av ingående dammars och dammdelars storlek, höjder och kritiska nivåer och sektioner, begränsande sektioner, inbördes förhållanden.
- d. Beskrivning av ingående dammars uppbyggnad, ålder och drifterfarenheter.
- e. Antal utskov, avbördningsförmåga, utbyggnadsvattenföring.
- f. Magasinets storlek, dämning- och sänkningsgräns, stighastighet, kritisk fyllnadstid.
- g. Insats och beredskapsplaner med eventuell inverkan på haveriscenarier.
- h. Volym som kan frisläppas vid haveri i ingående dammar.

3.2.2. Formulera och välj aktuella haveriscenarier

Följande utgångspunkter är vägledande för formulering och val av scenarier:

- a. I ett scenario antas primärt haveri endast vid den anläggning som analyseras.
- b. Ett scenario formuleras utifrån anläggningens egenskaper, belastningarna mot denna, och de felmoder som kan följa av detta.
- c. Beroende händelser som kan följa av primärhändelsen identifieras och inkluderas i scenariot om de kan ha betydelse för konsekvensernas omfattning.

- d. Både plötsliga händelser och händelser kopplade till högflödessituationer som byggs upp under en längre tid analyseras.
- e. De scenarier som tas fram ska vara tänkbara och ha en yttersta gräns vad gäller sannolikheten att inträffa i syfte att få en jämförbarhet mellan olika anläggningars klassificering. Oberoende och extrema händelser bör därför inte kombineras i ett och samma scenario. Oberoende händelser som inte är extrema kan dock vara aktuella att kombinera.

Underlaget för analys av dammhaverier och klassificering behöver normalt omfatta flera olika scenarier. I denna tillämpningsvägledning urskiljs fem tänkbara haveriscenarier som kan vara aktuella att analysera:

1. Haveri vid i övrigt normala förhållanden.
2. Haveri till följd av frånslag i kraftstation och utebliven lucköppning.
3. Haveri vid högt flöde.
4. Haveri till följd av igensättning av kraftstation och utskov vid högt flöde.
5. Haveri vid extremt flöde.

Ett ytterligare scenario som analyserats inom ramen för den samordnade beredskapsplaneringen är haveri vid extremt flöde och kvarstående problem med avbördningen. En sådan kombination av händelser faller dock ofta utanför vad som kan anses vara lämpligt för klassificeringsändamål. I Svenska kraftnäts vägledning [2] berörs val av scenario i avsnitt 1.5 och 5.1.2.

För de olika scenarierna behöver ansättas lämpliga beräkningsförutsättningar för anläggningen med det primära haveriet och för nedströms liggande dammanläggningar där sekundära haverier kan följa. Dessa förutsättningar omfattar tillrinningar (a), magasinsnivåer (b), utskovens tillgänglighet (c) och kraftstationers tillgänglighet (d). Dessa beräkningsförutsättningar dokumenteras och bör inkludera såväl starttillstånd som antaganden under och efter haveri.

- (a) Tillrinningar baseras lämpligen på uppgifter om medelvattenföring, utbyggnadsvattenföring, medelhögvattenföring, 100-års flöde och klass I flöde. För de tre senare är det lämpligt att beskriva utvecklingen av flödet med hjälp av hydrografer för att inte överskatta de volymer som följer av dessa. Lokal tillrinning tillförs lämpligen mellan varje anläggning nedströms den med primärt haveri för att ge ett lämpligt flöde längs vattendraget under beräkningarna. Vid långa avstånd mellan anläggningarna kan det vara lämpligt att fördela tillrinningen längs älvsträckan för att ta hänsyn till fallförluster och dämpningseffekter. Om tiden till kulmination av vattenståndet vid någon nedströms liggande anläggning överskrider 1 dygn kan det vara lämpligt att minska de lokala tillrinningarna för varje påbörjat dygn.

- (b) Magasinsnivå vid dammanläggningen för primärt haveri och för de nedströms liggande sätts normalt till dämningssgräns vid beräkningarnas inledning. Beroende på aktuellt scenario utvecklas därefter magasinsnivån till den högre nivå som flödet och aktuell utskovstappning och stationstappning kan leda till. För den dammanläggning vars nedströmsvattenyta påverkas av vattenståndet i havet ansätts medelvattenstånd, om inte en analys visar annat.
- (c) Utskovens tillgänglighet är en utgångspunkt för det primära haveriet för scenario 2 och 4. I övrigt kan följande beräkningsförutsättningar vara lämpliga för anläggningarna nedströms. KAS antas vara i funktion och aktiveras vid stigande magasinsvattenstånd enligt gällande inställningar. Utskov som är möjliga att manövrera på fjärr från ständigt bemannad driftcentral antas kunna regleras vid behov. Utskov med endast lokal manövrering och utan ständig övervakning kräver tid för varseblivning, uttryckning och åtgärd för att kunna regleras, om de inte kan antas vara bemannade. Denna tid kan variera mellan 4 och 24 timmar beroende på lokala förhållanden. Utskovsluckor antas bibehålla sina öppningar – vara oreglerade – efter inträffat haveri vid dammanläggningen, om inte en analys av scenariot visar att möjligheter till reglering finns.
- (d) Kraftstationens tillgänglighet är en utgångspunkt för det primära haveriet för scenario 2. I övrigt antas kraftstationer vid anläggningarna vara tillgängliga upp till och med 100-års flödet eller till dag 9 i den nederbördssekvens som används vid beräkning av klass I flöden, om inte en analys av scenariot visar att andra förhållande bör styra tillgängligheten. Produktionstappningen antas normalt falla bort efter inträffat haveri vid anläggningen.

1. Haveri vid i övrigt normala förhållanden

Scenariot beskrivs i dagligt tal som "haveri en solig dag".

Beräkningsförutsättningar för haverig vid normala förhållanden		
	Anläggning med primärt haveri	Anläggningar nedströms
(a) Tillrinning	Utbyggnadsvattenföring eller om station ej finns medelvattenföring ggr 1,5.	Lokal tillrinning ansätts till årsmedeltillrinning.
(b) Magasinsnivå	Dämningssgräns.	
(c) Utskov	Regleras normalt ej i samband med haveriet.	Regleras enligt beskrivningen (c) ovan.
(d) Kraftstation	Tillgänglig enligt beskrivningen (d) ovan.	Tillgängliga enligt beskrivningen (d) ovan.

2. Haveri till följd av frånslag i kraftstation och utebliven lucköppning

Scenariot tillämpas för dammar där den kritiska nivån nås inom 24 timmar vid en tillrinning lika med kraftstationens utbyggnadsvattenföring och 0-tappning, vilket leder till haveri. Scenariot blir aktuellt vid strömkraftverk med begränsade fribord.

Beräkningsförutsättningar för haveri till följd av frånslag i kraftstation och utebliven lucköppning		
	<i>Anläggning med primärt haveri</i>	<i>Anläggningar nedströms</i>
(a) Tillrinning	Utbyggnadsvattenföring.	Lokal tillrinning ansätts till årsmedel-tillrinning.
(b) Magasinsnivå	Dämningsgräns.	
(c) Utskov	Ingen avbördning.	Regleras enligt beskrivningen (c) ovan.
(d) Kraftstation	Ingen produktionstappning.	Tillgängliga enligt beskrivningen (d) ovan.

3. Haveri vid högt flöde

Scenariot är ett renodlat hydrologiskt scenario. För dammanläggningar i de större älvarna med god avbördningsförmåga kan skillnaden mot scenario 1 vara ganska liten. För anläggningar i mindre vattendrag med begränsad avbördningsförmåga kan det vara desto mer avgörande.

Beräkningsförutsättningar för haveri vid högt flöde		
	<i>Anläggning med primärt haveri</i>	<i>Anläggningar nedströms</i>
(a) Tillrinning	Hydrograf med dygnsmax 100-års flöde.	Lokal tillrinning hydrograf med dygnsmax medelhögtillrinning.
(b) Magasinsnivå	Dämningsgräns.	
(c) Utskov	Regleras för att så länge som möjligt hålla ytan vid dämningsgräns. Regleras normalt ej efter haveri.	Regleras enligt beskrivningen (c) ovan.
(d) Kraftstation	Tillgängliga enligt beskrivningen (d) ovan / Ingen produktionstappning.	Tillgängliga enligt beskrivningen (d) ovan.

4. Haveri till följd av igensättning av kraftstation och utskov vid högt flöde

Scenariot är aktuellt för dammanläggningar där analys eller drifterfarenhet visar att drivgodsproblem kan förväntas vid höga flöden. Scenariot tillämpas för dammar där den kritiska nivån nås inom 24 timmar vid 0-tappning genom station och reduktion av avbördningskapaciteten med i utgångspunkt en tredjedel, vilket leder till haveri.

Beräkningsförutsättningar för haveri till följd av igensättning av kraftstation och utskov vid högt flöde		
	<i>Anläggning med primärt haveri</i>	<i>Anläggningar nedströms</i>
(a) Tillrinning	Hydrograf med dygnsmax 100-års flöde.	Lokal tillrinning hydrograf med dygnsmax medelhögtillrinning.
(b) Magasinsnivå	Dämningsgräns.	
(c) Utskov	Två tredjedelar av kapaciteten vid anläggningen. Regleras normalt ej efter haveri.	Regleras enligt beskrivningen (c) ovan.
(d) Kraftstation	Ingen produktionstappning.	Tillgängliga enligt beskrivningen (d) ovan.

5. Haveri vid extremt flöde

Scenariot är aktuellt för dammar där den frisläppta volymen vid haveri är så stor att det kan ge en skada som är större än flödet i sig. Haveri antas inträffa när vattennivån överstiger den kritiska nivån för dammen eller när vattennivån kulminerar.

Beräkningsförutsättningar för haveri vid extremt flöde		
	<i>Anläggning med primärt haveri</i>	<i>Anläggningar nedströms</i>
(a) Tillrinning	Hydrograf för klass I flöde.	Lokal tillrinning hydrograf med dygnsmax medelhögtillrinning.
(b) Magasinsnivå	Den nivå som korresponderar mot dagen för den använda beräkningshydrografens start enligt dimensioneringsberäkning för klass I flöde.	
(c) Utskov	Regleras för att så länge som möjligt hålla ytan under / vid dämningsgräns. Regleras normalt ej efter haveri.	Regleras enligt beskrivningen (c) ovan.
(d) Kraftstation	Produktionstappning faller bort enligt beskrivningen (d) ovan.	

3.2.3. Simulera eller ansätt bräschens utveckling, storlek och utflöde

För fyllningsdammar som kan förväntas ge betydande konsekvenser i händelse av haveri bedöms det vara lämpligt att använda en erosionsbaserad simulering av bräschens utveckling. Detta innebär att bräschens storlek, den tid det tar för denna att utvecklas, det maximala utflödet samt den utströmmande volymen räknas fram. Utvecklingen av en bräsch i en fyllningsdamm styrs av uppbyggnaden och stödfyllningens beskaffenhet, eventuellt dammtåstöd samt av magasinets storlek. De beräkningsprogram som är tillgängliga idag är främst avsedda för homogena dammar. Den huvudsakligen styrande parametern i dessa simuleringar är den antagna kornstorleken för dammen. I beräkningsmodellerna representeras denna av endast en parameter för dammens hela tvärsnitt D_{50} , det vill säga, 50 % av kornen i materialet är mindre än detta mått. Fyllningsdammar uppbyggda med flera zoner, tätkärna, filter, stödfyllning och dammtåstöd måste då förenklas kraftigt i dessa beräkningar. Utvärderingar av simuleringar bör genomföras för att jämföra resultaten mot den erfarenhet av dammhaverier som finns. Vid behov görs justeringar av vald D_{50} och andra styrande parameterar. Förenklingar till trots bedöms det ändå vara lämpligt att använda en dynamisk beräkning av bräschens utveckling som beror av magasinets vatteninnehåll, vilket innebär en högre grad av standardisering av metodiken som möjliggör mer adekvata jämförelser mellan olika scenarier och olika anläggningar [3].

Simulering av bräschens utveckling begränsas av angränsande berg och/eller betongkonstruktioner i sidled samt av berggrund eller stora jordvolymen i höjdlid. När en fyllningsdamm är helt grundlagd på berg antas bräschens begränsas av bergets nivå, om inte förhållandena gör det troligt att bergerosion behöver beaktas. Om dammen eller stora delar av dammen (ex nedströms stödfyllning) är grundlagda på jord görs en bedömning av hur mycket jord som kan tänkas erodera, i princip beroende på hur mycket marknivån faller undan nedströms dammen samt vilken typ av jordmaterial det är fråga om. Det är rimligt att anta att närvaron av grovt stenmaterial medför att erosionen ej går lika fort eller lika djupt jämfört med material av mer finkornig sammansättning. Med ett sådant resonemang kan det vara aktuellt att begränsa bräschens utveckling och djup för att ta hänsyn till en tåbank eller annan grov fyllning i nedströmsslänten. Jämför Svenska kraftnäts vägledning [2] avsnitt 4.2.

För fyllningsdammar som kan förväntas ge begränsade konsekvenser i händelse av haveri är det ofta lämpligt att ansätta bräschens utveckling, storlek och utflödet baserat på erfarenheter av inträffade haverier i liknande anläggningar. Froehlich har tagit fram empiriska samband för bräschens storlek och tiden för utveckling som kan ge stöd [5].

För betongdammar antas normalt momentana haverier vilket beräkningsmässigt hanteras genom att en eller flera monoliter tas bort där dammen är som högst. Antal monoliter som tas bort och tiden för utvecklingen av haveriet bör utgå från utredningar

som beaktar platsspecifika förutsättningar. Vid enklare fall kan schablonmässiga antaganden nyttjas, så som att bräschens bredd blir minst lika med dammhöjden och haveritider om ca 10 till 60 minuter. Valvdammar antas haverera genom strukturell kollaps vilket beräkningsmässigt hanteras genom att hela dammdelen eller dammen tas bort [6].

För betongdammar grundlagda på berg antas bräschan ej gå djupare än grundläggningsnivån. För betongdammar grundlagda på jord behöver erosion i jordmaterialet beaktas lika som för jordgrundlagda fyllningsdammar.

För att granska beräkningarna är det lämpligt att visualisera utvecklingen av haveriet. Det är vidare lämpligt att dokumentera material- och erosionsparametrar, bräschens slutliga form och storlek i förhållande till den begränsande sektionen.

3.2.4. Simulera eller beskriv vattnets framrinning och områden som översvämmas

Vattnets framrinning i älven och älvdalen simuleras lämpligen med numeriska modellverktyg för haverier av dammar som förväntas ha betydande konsekvenser. Traditionellt har endimensionella (1D) modeller som behandlar vattendraget som en rak kanal dominerat. Det pågår dock en utveckling mot att använda tvådimensionella (2D) modeller som behandlar vattendraget med dess verkliga utbredning i planet.

För dammar med begränsade konsekvenser av ett haveri kan de enkla empiriska sambanden nämnda i avsnitt 3.2.3 kompletteras med enklare handboks- och Excel-beräkningar. Exempel på sådana redovisas av Energiforsk i [7].

Vid 1D beräkningar behandlas vattendraget som en rak kanal med varierande djup och bredd, där vattnets hastighet generellt endast ändras längs kanalen. Vattendraget beskrivs med tvärsektioner som tas fram i lämpliga punkter och med lämpligt avstånd med hänsyn till den noggrannhet som krävs i beräkningsresultaten.

2D beräkningar använder ett rektangulärt eller triangulerat beräkningsnät och på så sätt sker inga mellansteg mellan terrängmodellering och sektionering för hydrodynamiska beräkningar. Terrängmodellens upplösning och noggrannhet är i stort sett avgörande för simuleringens resultat. Vattenutbredning genereras direkt i beräkningsnätet och därmed behövs ingen särskild process för generering av översvämningsskikt.

En kombination av båda metoderna (1D och 2D) finns implementerad i de modellverktyg som nämns nedan, som med fördel kan användas vid denna typ av beräkningar.

Till modellverktygen hör tilläggsmoduler för hantering av olika frågeställningar. Moduler finns för dammhaveriberäkningar, hydraulisk hantering av utskov, kulvertar, turbiner, pumpar, broar samt övriga hydrauliska strukturer. En av de centrala frågorna är bräschens utveckling som behandlas genom nyttjande av modulen för dammhaveriberäkningar. Parametrisk eller erosionsbaserad metod tillämpas i dessa moduler och förutsättningar för detta beskrivs i avsnitt 3.2.3.

Modellverktyg som ofta använts vid beräkningar i Sverige är DHIs MIKE 11 [8], MIKE 21 [9], eller sammanslagna varianter av dessa – MIKE Flood och MIKE HYDRO RIVER. I vissa fall används även USACEs HEC-RAS, som under en längre tid funnits som endimensionell hydraulisk modell. Numera finns en version av HEC-RAS [10] som är ett fullständigt integrerat modellverktyg med 1D och 2D metoder samt moduler för hydraulisk hantering av diverse strukturer som utskov, broar, kulvertar, is med mera längs ett vattendrag. Även dammbrottsmodulen har omarbetats och innehåller kraftfulla möjligheter att simulera bräschens utveckling.

Simuleringsmodellen läggs upp enligt anvisningar i beräkningsverktygens manualer samt grundläggande teoretiska principer för denna typ av modellering. Dessa principer och grundläggande hydrauliska teorier framgår av klassiska textböcker om hydraulik, till exempel Chow [11] eller Häggström [12]. Geometrier i modellen beskrivs så att viktiga egenskaper i terrängen, som till exempel trånga sektioner, fångas upp genom sektionering (1D) eller upplösning i terrängmodell och beräkningsnät vid 2D simuleringar. Avvägningar mellan geometriernas noggrannhet och modelleringstekniska begränsningar görs för att bibehålla stabilitet vid simuleringen.

För att säkra kvalitén på resultaten från den hydrauliska modellen bör den kalibreras och valideras mot kända värden vid dokumenterade flödessituationer. Detta kan vara av stor betydelse vid modellering av dammhaverier då flöden och vattennivåer extrapoleras långt utanför tidigare upplevda värden.

Vattenhanteringen i modellerna följs lämpligen upp och granskas genom att kontrollera volymbalans. Det är viktigt att erhålla realistiska från magasin utströmmande volymer och hantera dessa konsistent genom hela modellen.

Resultat från hydraulisk simulering av vattnets framrinning i älvdalen levereras som lägesbestämd information som möjliggör kvalitetssäkrad hantering i GIS-miljö.

Information om flöden, vattenhastigheter, vattennivåer, flödesdynamik (ankomsttid, kulmination och varaktighet) samt vattenutbredning är viktig att generera för vidare analys av konsekvenser. Områden som översvämmas till följd av utströmmande vatten och vattnets framrinning i älven och älvdalen redovisas genom att:

- Kartera översvämningsutbredningen.
- Generera vattenståndsprofiler.
- Generera övrig platsbunden information som till exempel flöden, vattenhastighet, vattennivåer och parametrar kring flödesdynamik.

Moderna modellverktyg är försedda med funktioner för automatisk generering och hantering av denna typ av information. Andra verktyg kräver förbehandling av data (MIKE 11 GIS, HEC-GeoRAS) för generering av tvärsektioner samt efterbehandling av beräkningsresultat för översvämningskartering.

Senare utveckling inom området introducerar rutiner för hantering av denna del integrerat inom samma modellverktyg (MIKE HYDRO RIVER). 2D-modellverktyg räknar fram ett enhetligt översvämningsskikt direkt i modelleringsmiljön som direkt kan exporteras till GIS-filformat.

3.2.5. Inventera skadeobjekt inom översvämningsområdet

Enligt miljöbalken [13], kap. 11 § 24, ska en damm vara klassificerad i en dammsäkerhetsklass om dammen vid ett haveri kan medföra:

1. Förlust av människoliv.
2. Förstörelse av områden som är av riksintresse för kulturmiljövården.
3. Störning i elförsörjningen.
4. Förstörelse av infrastruktur.
5. Förstörelse av eller störning i samhällsviktig verksamhet.
6. Miljöskada, eller
7. Ekonomisk skada.

RIDAS 2012 [14] och riktlinjerna för bestämning av dimensionerande flöden [15] beskriver motsvarande kategorier av konsekvenser men med andra ordval än miljöbalken. I det följande bedöms miljöbalkens sju kategorier kunna vara generellt styrande för genomförande av arbetet med underlag för analys av dammhaverier och klassificering.

Likheten mellan RIDAS 2012 och miljöbalken gör det möjligt att i inventeringen av skadeobjekt utgå från information som redan inhämtats för klassificering enligt RIDAS.

Denna tolkning har också stöd i vad Svenska kraftnät anför i sin vägledning [2] avsnitt 1.5. Vattenkraftindustrin har tillsammans med Svenska kraftnät i samband med införandet av miljöbalkens nya regler låtit Statistiska centralbyrån [16] utveckla en metod för identifiering och kartläggning av objekt som kan påverkas av dammhaveri, som kan tillämpas av det medlemsföretag som önskar göra en förnyad inventering av skadeobjekt.

Baserat på Statistiska centralbyråns metod har Svenska kraftnät låtit genomföra kartläggningar av skadeobjekt i de tio stora kraftverksälvarna [17] och sedan även i flera mindre vattendrag. Denna GIS-information görs tillgänglig för de dammägare som önskar detta för vidare bearbetning. Det är av vikt att notera att det finns antaganden i Statistiska centralbyråns metodik som kan leda både till överskattningar och underskattningar avseende de skadeobjekt som faktiskt identifieras.

Följande exempel finns att nämna:

- Folkbokförda och förvärvsarbetande har av sekretesskäl grupperats i rutor om 200 x 200 m. Därför kan endast en liten översvämning av en sådan ruta ge ett stort utfall för dessa skadeobjekt.
- Skadeobjekt i form av polygoner identifieras om någon del överlagras av översvämningsskiktet. Denna del kan var mycket liten i förhållande till hela polygonen.
- Bostadshus och andra byggnader är beskrivna med en punktkoordinat. Om översvämningen endast träffar en del av byggnaden men inte den koordinatsatta punkten blir de inte identifierade.

Om det endast är ett fåtal skadeobjekt som identifierats och dessa kan vara avgörande för förslag till dammsäkerhetsklass är det lämpligt att genomföra en detaljerad analys i GIS mot bakgrundskartor eller flygbilder.

I de fall som översvämningen av ett haveri är mycket begränsad kan det vara lämpligt att inventera skadeobjekt genom analys av allmänna kartor och arbete i fält. Fältbesök kan också vara lämpligt för att komplettera den bild som ges av en inventering enligt SCB:s metod, och som en del i bedömningen av konsekvenserna för ett identifierat skadeobjekt enligt nästkommande avsnitt.

3.2.6. Bedöm konsekvenserna som följer av haveriet

En grundläggande vägledning för bedömning av konsekvenser till följd av dammhaveri ges av Svenska kraftnät i [2] avsnitt 5.

Generellt gäller att det är de konsekvenser som uppkommer som en följd av ett haveri som ska beaktas vid klassificering av dammar och dammanläggningar. Detta innebär att vid ett scenario som omfattar haveri i samband med, eller samtidigt som höga flöden, ska konsekvenserna av det höga flödet i sig inte beaktas. Detta kan beskrivas

som att det är merskadan, eller marginals skadan, utöver den skada som följer av flödet, som ska ligga till grund för bedömningen.

I utgångspunkt kan det vara lämpligt att anta att ett skadeobjekt påverkas om detta helt eller delvis omfattas av översvämningen som följer av haveriet. En analys behövs för att påvisa motsatsen.

Bedömning av konsekvensernas betydelse görs per kategori utgående från de skadeobjekt som identifierats inom översvämningens område enligt föregående avsnitt, men kan behöva kompletteras med avseende på:

- Eventuella konsekvenser till följd av avsänkta vattenytor uppströms.
- Risk för ras och skred både uppströms och nedströms längs vattendragen.
- Analyser av de indirekta störningar som kan uppkomma till följd av ett haveri.

För klassificering enligt miljöbalken gäller att konsekvenserna för någon kategori bedöms ha mer än liten betydelse från samhälls synpunkt för att leda till beslut om dammsäkerhetsklass (miljöbalken 11 kap 24 §). En sådan konsekvens kan beskrivas som betydande.

Därefter görs en samlad bedömning för hur allvarliga de sammantagna konsekvenserna skulle vara från samhälls synpunkt (miljöbalken 11 kap. 25 §).

För klassificering enligt RIDAS tillkommer att bedöma om konsekvensen har stor eller liten betydelse för medlemsföretaget.

Miljöbalken och Svenska kraftnät lämnar relativt öppet för den som gör konsekvensutredningar hur steget från 24 till 25 §§ ska gå till. För ett medlemsföretag kan det vara lämpligt att värdera de enskilda kategorierna enligt den fyrgradiga skala som Svenska kraftnät presenterar i Tabell 5.4 som ett steg inför den samlade bedömningen av konsekvensernas betydelse från samhälls synpunkt. Det finns dock ingen skyldighet att redovisa detta steg i konsekvensutredningen.

3.2.6.1. Förlust av människoliv

En arbetsgång för att bedöma risk för förlust av människoliv kan vara:

- I.a. Bestäm omfattningen av skadeobjekt som indikerar att människor normalt kan förväntas vistas i det område som direkt påverkas av översvämningen.
- I.b. Bedöm om översvämningens karaktär är sådan att risken för förlust av människoliv inte är försumbar, eller om det föreligger tillräcklig förvarningstid och förutsättningar i övrigt för människor i dessa områden att själva sätta sig i säkerhet eller bli evakuerade.

- I.c. Bedöm om risken för förlust av människoliv inte är försumbar till följd av förstörelse eller störning i elförsörjning, infrastruktur, eller annan samhällsviktig verksamhet.
- I.d. Konstatera baserat på I.b och I.c att risken för förlust av människoliv inte är försumbar, eller att den är försumbar.

De skadeobjekt som Svenska kraftnät tagit fram med Statistiska centralbyråns metod omfattar folkbokförda, bostadshus, förvärsarbetande och campingar (17). Dessa kommer således att identifieras i en GIS-analys om de översvämmas, vilket uppfyller punkt I.a. För de vattendrag där skadeobjekt inte identifierats med Statistiska centralbyråns metod kan motsvarande information tas fram med hjälp av allmänna kartor och inventering i fält.

Vid en mycket stor omfattning av skadeobjekt enligt I.a kan det vara lämpligt att direkt bedöma att risk för förlust av människoliv inte är försumbar. För övriga fall kan följande faktorer påverka bedömningen: förvarningstid till översvämning av skadeobjekt, markens beskaffenhet och framkomlighet, temperatur, sikt, vattnets stigningshastighet, strömningshastighet och djup. Tidpunkt under året då ett haveri kan vara aktuellt kan ha betydelse för hur många människor som kan förväntas finnas i området. Vid en mindre omfattning och gott om tid kan det vara rimligt att räkna med att människor själva kunnat sätta sig i säkerhet eller hunnit evakueras.

Människors förmåga att klara sig vid en översvämning påverkas av kraften i det strömmande vattnet som kan beskrivas med hjälp av produkten av djup och strömningshastighet, DV. Studier visar att vid låga DV så kan risken för förlust av människoliv antas vara försumbar medan risken är mycket stor vid höga DV. Däremellan finns ett spann med beaktansvärd risk. Definitiva gränsvärden för DV bör undvikas eftersom omständigheterna i övrigt, nämnda i föregående stycke, påverkar sannolikheten för drunkning. För vuxna kan i utgångspunkt gränsen antas gå vid $DV = 0,5 \text{ m}^2/\text{s}$. Jämför utredningar genomförda i Australien [18] och USA [19].

En lång förvarningstid till områden där människor vistas kan ge förutsättningar för dem att sätta sig i säkerhet eller bli evakuerade. I utgångspunkt bedöms det vara rimligt att räkna med att om förvarningstiden är åtminstone 12 timmar och några tiotals personer förväntas befinna sig i översvämningens område så är risken för förlust av människoliv försumbar. Motsvarande bedömning är rimlig för förvarningstiden ett dygn och några hundratal människor, för förvarningstiden två till tre dygn och 500-1000-tals människor, samt för förvarningstiden fem till sju dygn 10 000 människor.

Hur pass väl utvecklad den samordnade beredskapsplaneringen är bedöms ha en stor betydelse för dessa bedömningar. Förekomsten av särskilda varningssystem för dammhaveri och andra lokala och regionala förhållanden har också betydelse för denna bedömning inom punkten I.b ovan.

Vid bedömning enligt I.c ovan behöver hänsyn tas till vilken trafikintensitet som normalt förekommer på en väg/järnväg/bro eftersom risken för att någon kommer till skada har ett starkt samband med nyttjandefrekvensen. Vidare bör det tas med i bedömningen om det finns försvårande omständigheter såsom skymd sikt in mot ett brofäste. Tid och rutiner för att exempelvis spärra av broar behöver också beaktas.

Om risk för förlust av människoliv inte är försumbar ska dammen tillhöra dammsäkerhetsklass A eller B.

3.2.6.2. Generell arbetsgång för kulturmiljövård, elförsörjning, infrastruktur, samhällsviktig verksamhet och miljö

En generell arbetsgång för att bedöma konsekvenser för de fem kategorierna förstörelse av områden som är av riksintresse för kulturmiljövården, störning i elförsörjningen, förstörelse av infrastruktur, förstörelse av eller störning i samhällsviktig verksamhet, och miljöskada, kan vara:

- II.a. Bestäm omfattningen av skadeobjekt för respektive kategori.
- II.b. Bedöm om översvämningens karaktär är sådan att skadeobjekt påverkas så förlust, förstörelse eller störningar uppkommer till följd av detta, eller om det föreligger tillräcklig förvarningstid och förutsättningar i övrigt för att skydda, flytta eller på annat sätt undvika en direkt påverkan.
- II.c. Bedöm om påverkan är irreversibel, är möjlig att återställa eller avhjälpa med hänsyn till tidsåtgång och kostnader, eller kommer att återhämtas.
- II.d. Bedöm om fara bedöms föreligga för förlust av, förstörelse eller störningar som är av betydelse från samhällelig synpunkt.
- II.e. Bedöm graden av betydelse från samhällelig synpunkt på skalan mycket stor, stor, måttlig eller liten, samt för medlemsföretaget på skalan stor eller liten.

3.2.6.3. Förstörelse av områden som är av riksintresse för kulturmiljövården

För bedömning om betydande skada från samhällelig synpunkt föreligger, anför Svenska kraftnät att detta kan likställas med påtaglig skada för riksintressen för kulturmiljövården enligt Naturvårdsverkets allmänna råd [20] om detta.

De skadeobjekt som Svenska kraftnät tagit fram med Statistiska centralbyråns metod omfattar områden som är av riksintresse för kulturmiljövården. Dessa kommer således att identifieras i en GIS-analys om de översvämmas, vilket uppfyller punkt II.a. För de vattendrag där inte skadeobjekt identifierats kan motsvarande information tas fram med hjälp av länsstyrelsernas GIS-tjänster [21].

Vad gäller världsarvsområden pågår ett arbete med att inlemma sådana bland de områden som är av riksintresse för kulturmiljövården. Även dessa ingår i skadeobjekten enligt Statistiska centralbyråns metod.

Det är endast då områden som är av riksintresse för kulturmiljövården kan vara avgörande för klassificeringen som detaljerade analyser behöver genomföras. Vid sådana kan det vara av betydelse att ta reda på motiven till beslutet för ett sådant område.

Svenska kraftnät bedömer att betydelsen av denna kategori knappast kan leda till dammsäkerhetsklass A [2], avsnitt 5.3.4.

3.2.6.4. Störning i elförsörjningen

Med elförsörjning avses överföring, produktion och handel med el. Vad gäller handel av el bedöms att den aspekten inte primärt är knuten till skadeobjekten, utan kan vara starkare knuten till annan samhällsviktig verksamhet, som behandlas nedan i avsnitt 3.2.7.5.

De skadeobjekt som Svenska kraftnät tagit fram med Statistiska centralbyråns metod omfattar stamnäts-, regionnäts-, och lokalnätsledningar, nätstationer samt byggnader med elproduktion. Dessa kommer således att identifieras i en GIS-analys om de översvämmas, vilket uppfyller punkt II.a. Vattenkraftverk ingår inte alltid bland dessa varför en komplettering kan behövas. Vad gäller stam-, region- eller lokalnätssträcka avses i Statistiska centralbyråns kartering den del av en ledningssträcka som är begränsad av två noder. I en nod byter ledningen riktning eller möter en annan linje. Därför kan en och samma funktionella ledning ge flera träffar i skadekarteringen. För att identifiera de stam- och regionnätsledningar som funktionellt kan komma att påverkas kan en visuell GIS-analys genomföras. Motsvarande analys kan göras för att identifiera de stamnätsstationer och dammanläggningar som kan påverkas. För de vattendrag där skadeobjekt inte identifierats med Statistiska centralbyråns metod kan motsvarande information tas fram med hjälp av allmänna kartor.

Vad gäller överföring av el ger Svenska kraftnät i tabell 5.3 vägledning avseende när skada på antalet nätstationer och ledningar på stam- och regionnätetsnivå har betydelse från samhällelig synpunkt, och graden av denna störning på nationell, regional eller lokal nivå. Detta har även preciserats av länsstyrelsen i Jämtlands län [22] baserat på kompletterande vägledning från Svenska kraftnät. Denna gradering kopplar till punkten II.e ovan.

I de fall som störning i elförsörjningen är avgörande för den samlade bedömningen för förslaget till dammsäkerhetsklass kan det vara lämpligt att inhämta en analys från berörda elnätsbolag/produktionsbolag avseende antalet abonnenter och den tid de påverkas.

Vad avser lokalnät anger Svenska kraftnät att en störning kan anses ha liten betydelse från samhällelig synpunkt om ett mindre antal hushåll drabbas. Utgångspunkten för medlemsföretagen för denna bedömning kan vara högst 50 hushåll/abbonenter i högst 24 timmar.

Vad gäller produktion av el är bedömningen att det är ett fåtal dammägare som har dammar där haverier kan ha en mycket stor betydelse med påverkan på nationell nivå. I övrigt kan utgångspunkten vara att dammar som tillhör produktionsanläggningar i betydelseklass 4 har stor betydelse från samhällelig synpunkt, betydelseklass 3 har måttlig betydelse, och att betydelseklass 2 och 1 har liten betydelse från samhällelig synpunkt i detta sammanhang [23].

3.2.6.5. Förstörelse av infrastruktur

Med infrastruktur avses framför allt väg- och järnvägsnät samt flygplatser, men även bebyggelse i övrigt, som bidrar till upprätthållandet av viktiga samhällsfunktioner.

De skadeobjekt som Svenska kraftnät tagit fram med Statistiska centralbyråns metod omfattar väg, järnväg, järnvägsstation, flygplats och hamn av riksintresse, samt väg, vägbro, järnväg, järnvägsstation och busstation i övrigt. Dessa kommer således att identifieras i en GIS-analys om de översvämmas, vilket uppfyller punkt II.a. För de vattendrag där skadeobjekt inte identifierats med Statistiska centralbyråns metod eller när en mer detaljerad analys ska genomföras kan Trafikverkets nationella vägdatas [24] och "BaTMan", som omfattar vägar, broar och tunnlar [25], vara lämpliga att använda. Vad avser det statliga järnvägsnätet presenterar Svenska kraftnät (figur 5.5) en karta över bantyper som också kan stödja i en detaljerad analys. I "NVDB på webb" görs också en indelning av vägarna i kategorier.

I Svenska kraftnäts vägledning [2] finns anvisningar om hur vägar och järnvägar, med tillhörande broar, som förvaltas av trafikverket bör beaktas i konsekvensutredningen. Anvisningen bygger på trafikverkets indelning av vägtyper utifrån leveranskvalitet för drift- och underhåll. För bedömning av konsekvenser på kommunala och privata vägar kan Trafikverkets indelning avseende leveranskvalitet användas som stöd [26].

3.2.6.6. Förstörelse av eller störning i samhällsviktig verksamhet

Med samhällsviktig verksamhet avses i detta sammanhang annan verksamhet än elförsörjning och infrastruktur som behandlats ovan. Samhällsviktig verksamhet utgörs bland annat av verksamhet vid sjukhus, vatten- och avloppsanläggningar samt tele- och datakommunikation.

De skadeobjekt som Svenska kraftnät tagit fram med Statistiska centralbyråns metod omfattar sjukhus och vårdcentral, polisstation, brandstation, vattenverk, kommunhus, distributionsbyggnad, SOS alarmcentral, skola, kriminalvårdsanstalt, verksamheter ospecificerad, försvarsbyggnad och mast. Dessa kommer således att identifieras i en GIS-analys om de översvämmas, vilket uppfyller punkt II.a. För de vattendrag där skadeobjekt inte identifierats med Statistiska centralbyråns metod kan motsvarande information tas fram med hjälp av allmänna kartor.

3.2.6.7. Miljöskada

Miljöskada avser normalt skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön [2] avsnitt 5.3.3. För bedömning om betydande skada från samhällelig synpunkt föreligger, anför Svenska kraftnät vidare att detta kan likställas med allvarlig miljöskada enligt miljöbalken 10 kap 1 §, [2] avsnitt 5.3.3.

Den första bedömningen som ska göras är om det uppkommer allvarlig miljöskada, vilket omfattar punkterna II.a – II.d i avsnitt 3.2.6.2. Allvarlig miljöskada definieras i miljöbalken enligt punkterna 1-3 nedan. I underpunkter a-d beskrivs hur ett medlemsföretag kan resonera runt dessa.

1. Miljöskada så allvarlig att den genom förorening av mark utgör en betydande risk för människors hälsa. Sådan skada kan härröra från:
 - a. Sediment upp- eller nedströms dammen som frisläpps av haveriet.
 - b. Översvämning av förorenad mark eller deponier och efterföljande spridning av miljöfarliga ämnen.
 - c. Översvämning av upplag/industri/ställverk etc. och efterföljande spridning av miljöfarliga ämnen.
2. Miljöskada så allvarlig att den genom påverkan på ett vattenområde eller grundvatten har en betydande negativ effekt på kvaliteten på vattenmiljön. I bedömningen kan följande beaktas:
 - a. Påverkan på grundvatten genom att analysera grundvattenförekomster avseende kvalitet och kvantitet, samt risken för omfattande erosion på större vattenförande geologiska formationer.

- b. I Svenska kraftnäts vägledning anges att definitioner på status i ramvattendirektivet ska beaktas. Dessa definitioner omfattar bedömningar av biologiska faktorer men även andra faktorer som fysisk påverkan och hydromorfologi. I realiteten är det inte rimligt att använda dessa i bedömningen dels på grund av databrist och dels på grund av att en sådan bedömning kräver mycket stort dataunderlag och blir mycket detaljerad, vilket inte bedöms rimligt eller nödvändigt för att genomföra bedömningen. Samma inriktning för bedömning enligt N2000 bedöms vara rimlig att använda, det vill säga denna bedömning ska avse om skadan innebär en så stor inverkan på skyddsvärd art, ej enskilda individer, att kriterierna för allvarlig miljöskada kan anses vara uppfyllda. Här är det relevant att kartlägga olika typer av geografiskt områdesskydd som naturreservat, nationalparker med mera. Analysen bör omfatta mer än att enbart räkna upp antal områden, utan ett resonemang bör föras om hur de värden som är orsak till utpekande påverkas.
 - c. Erosion kan uppstå både längs stränder samt i de habitat som finns i vattendraget. Särskilt bör man identifiera och resonera kring erosionskänsliga miljöer där man kan få irreversibel erosion såsom nipformationer.
 - d. Översvämmade biotoper kan innebära fysiska skador på värdefull natur och hotade arter.
3. Miljöskada som i en betydande omfattning skadar eller försvårar bevarandet av en djur- eller växtart eller livsmiljön för en sådan art, som omfattas av särskilt skydd i enlighet med EU:s fågeldirektiv och habitatdirektiv inom Natura 2000 områden.
- a. Särskild hänsyn ska tas vid bedömningen om skadan har betydande negativ effekt på gynnsam bevarandestatus. Denna bedömning ska avse om skadan innebär en så stor inverkan på arten, ej enskilda individer, att kriterierna för allvarlig miljöskada kan anses vara uppfyllda. Här kan resonemang hållas kring om värdena N2000-området är utpekade för att finnas på land eller i vatten samt resonemang om hur de påverkas.

Den andra bedömningen som ska göras är konsekvensernas betydelse från samhällsynpunkt (punkt II.e avsnitt 3.2.6.2). Svenska kraftnät bedömer att betydelsen av denna kategori knappast kan leda till dammsäkerhetsklass A, [2] avsnitt 5.3.3. Den bedömning som ska göras är därför att avgöra om anläggningen ska placeras i klass C eller B. För att en anläggning ska klassificeras i klass B anger Svenska kraftnät att förstörelse ska vara jämförbar med förlust av människoliv/och eller stora lokala och regionala konsekvenser ur samhällsynpunkt. Det är svårt att översätta liknelsen förlust av människoliv till vad det innebär med avseende på miljöskada. Utgångspunkten om

konsekvensen är på en regional (stor) eller lokal (måttlig) skala kan vara lämplig att använda för de olika punkterna ovan. Resonemang kan gälla hur omfattande sträckor av en älv som påverkas. Regional påverkan kan tänkas om enskilda arter/stammar hotas medan påverkan på arter/miljöer som är förekommande på andra ställe kan tänkas innebära lokal påverkan.

Möjligheten till återhämtning, samt tid och kostnad för denna, bör tas med i resonemangen. Detta är svårt men man kan diskutera kring återetablering av fiskpopulationer jämfört med irreversibla erosionsförlopp vilka permanent ändrar livsmiljöerna, jämför punkt II.c avsnitt 3.2.6.2.

De skadeobjekt som Svenska kraftnät tagit fram med Statistiska centralbyråns metod omfattar vattenskyddsområden, Natura 2000-områden, naturreservat, nationalparker, riksintresse för naturvård, Seveso 1 och 2 anläggningar, tillståndspliktig A & B, områden med förorenad mark riskklass 1. Dessa kommer således att identifieras i en GIS-analys om de översvämmas, vilket uppfyller punkt II.a. För de vattendrag där skadeobjekt inte identifierats med Statistiska centralbyråns metod, eller när detaljerade analyser krävs kan information tas fram med hjälp av allmänna kartor och genom:

- Naturvårdsverkets hemsida har kartverktyg om skyddade områden.
- Geodata.se [27].
- WMS tjänster från länsstyrelserna [21].
- Viss Vatteninformationssystem Sverige [28].
- Vidare underlag kan fås direkt från länsstyrelserna.

3.2.6.8. Ekonomisk skada

En arbetsgång för att bedöma konsekvenser för ekonomisk skada kan vara

- III.a. Bedöm kostnaderna som uppkommer för människor att sätta sig i säkerhet eller bli evakuerade enligt II.b ovan och deras inkomstbortfall.
- III.b. Bedöm de indirekta kostnaderna till följd av I.b ovan.
- III.c. Bedöm de indirekta kostnaderna till följd av I.c ovan.
- III.d. Konstatera om fara bedöms föreligga för förlust av, förstörelse eller störningar som är betydande från samhällslig synpunkt, eller drabbar enskilda intressen.
- III.e. Bedöm graden av betydelse från samhällslig synpunkt på skalan mycket stor, stor, måttlig eller liten, samt för medlemsföretaget på skalan stor eller liten.

Ekonomisk skada bedöms sällan vara avgörande för klassificeringen, vilket leder till att en detaljerad kvantifiering av de indirekta kostnaderna oftast inte är nödvändig att göra.

3.3. Klassificering enligt miljöbalken och RIDAS

Samtliga dammar som ägs av ett medlemsföretag klassificeras med avseende på de konsekvenser som kan uppkomma i händelse av dammhaveri.

Klassificering enligt miljöbalken och RIDAS görs för enskilda dammar. När flera dammar ingår i en dammanläggning klassificeras de var för sig.

3.3.1. Regelverket för klassificering

Bestämmelser och riktlinjer avseende klassificering ges i tur och ordning av:

- a) Miljöbalken [13], kap. 11, §§ 24-26 och kap. 26, §§ 19-19a.
- b) Förordning om dammsäkerhet [29].
- c) Svenska kraftnäts föreskrifter och allmänna råd om konsekvensutredning [30].
- d) Svenska kraftnäts vägledning om konsekvensutredning [2].
- e) RIDAS 2016, huvuddokumentet [1].
- f) RIDAS 2016, tillämpningsvägledning avsnitt 3 (detta dokument).

3.3.2. Vad klassificeringen styr och påverkar

Klassificering enligt miljöbalken och RIDAS styr arbetet med dammsäkerhet i många avseenden och påverkar även andra säkerhetsområden:

- Dimensionering, enligt RIDAS 2012 (14) och andra kompletterande riktlinjer.
- Tillståndskontrollernas omfattning och frekvens, enligt RIDAS 2012 (14).
- Instrumenteringens omfattning och mätfrekvens, enligt RIDAS 2012 (14).
- Övervakning, enligt RIDAS 2012 (14).
- Myndighetsrapportering, enligt miljöbalken [13], Förordning om dammsäkerhet [29].
- Tillsynsavgiftens storlek för anläggningen [31].
- Kompetenskraven för den som utför arbetsuppgifter avseende dammsäkerhet, enligt RIDAS 2012 (14).
- Ger underlag för beslut om farlig verksamhet [32].
- Ger underlag för beslut om behov av skydd [33].

3.3.3. Dammsäkerhetsklasser och RIDAS-klasser

Dammar hänförs till dammsäkerhetsklass A, B, eller C, genom beslut av länsstyrelsen, eller till RIDAS-klass D eller E, genom beslut av medlemsföretaget.

Enligt miljöbalken ska en damm vara klassificerad om den vid ett haveri kan medföra risk för förlust av människoliv som inte är försumbar, eller kan medföra konsekvenser i övrigt som inte har endast liten betydelse från samhällelig synpunkt. Detta innebär att det finns dammar som faller utanför det officiella klassificeringssystemet.

För medlemsföretagen gäller i enlighet med tidigare utgåvor av RIDAS att samtliga dammar ska klassificeras med avseende på de konsekvenser som kan uppkomma i händelse av haveri.

Det officiella klassificeringssystemet urskiljer 5 klasser – eller kategorier – av dammar, vilka redovisas i tabellen nedan. Av skäl som redovisas i det följande har Energiföretagen beslutat att utöka sitt system till 5 klasser enligt samma tabell nedan.

System för klassificering	Klass	Klass	Klass	Klass	Klass
Miljöbalken	A	B	C	U	Ej utredd
RIDAS 2016	A	B	C	D eller E	D eller E

De olika klasserna beskrivs i huvuddokumentet RIDAS 2016, kapitel 3.2.1.

För de tre högsta klasserna är det fullständig överensstämmelse mellan det officiella systemet och RIDAS, medan det för de två lägsta föreligger skillnader. Dammar som i det officiella systemet tillhör kategorierna "U" eller "Ej utredd" kommer antingen att klassificeras som RIDAS-klass D eller E.

Kategorin "U" – damm utan dammsäkerhetsklass – är utredd med avseende på konsekvenser till följd av haveri, men faller utanför dammsäkerhetsklass A, B eller C.

Kategorin "Ej utredd" omfattar sådana dammar för vilka en konsekvensutredning inte behöver utföras (29). Dessa är lägre än 5 meter och har en frisläppt volym vid dammhaveri som skulle understiga 100 000 kubikmeter.

3.3.4. Konsekvensutredning för beslut om dammsäkerhetsklass

En utredning av de konsekvenser ett dammhaveri kan medföra ska ligga till grund för klassificeringen.

Konsekvensutredning ska göras av den som är skyldig att underhålla en damm, vilket normalt är dammägaren. Konsekvensutredningen ska vara dokumenterad och hållas aktuell med avseende på bestående förändringar med avgörande betydelse för de samhälleliga konsekvenserna av dammhaveri. Den ska ses över och vid behov aktualiseras i samband med helhetsbedömning som utförs vart tionde år. I samband med de nya reglernas införande gäller särskilda övergångsbestämmelser för tidpunkten för inlämnande av konsekvensutredningar beroende på den för anläggningen högsta konsekvensklassen enligt RIDAS 2012 (14).

Dammägaren inger konsekvensutredningen till länsstyrelsen med förslag om dammsäkerhetsklass. Länsstyrelsen beslutar på inkomna handlingar eller begär komplettering av dessa. I händelse att länsstyrelsen har en annan uppfattning än dammägaren om dammsäkerhetsklass kan dammägaren förvänta sig att länsstyrelsen kallar till möte för att diskutera detta. Detta kan exempelvis bero på att länsstyrelsen har tillgång till information som medlemsföretaget inte har insyn i.

Bestämmelserna för dammsäkerhetsklasser och konsekvensutredning finns i dokumenten a) – d) nämnda ovan.

Konsekvensutredningen baseras på det underlag för analys av dammhaverier och klassificering som beskrivs i kapitel 3.2 ovan.

Konsekvensutredningen dokumenteras på särskild blankett enligt Bilaga 1 till Svenska kraftnäts föreskrifter om konsekvensutredning (dokument c ovan). Till denna blankett bifogas erforderlig dokumentation och hänvisas till den dokumentation som länsstyrelsen redan har tillgång till.

3.3.5. Dokumentation för beslut om RIDAS-klass

De dammar som faller utanför dammsäkerhetsklasserna A, B och C ska hänföras till RIDAS-klass D eller E av medlemsföretaget i enlighet med RIDAS 2016 kapitel 3.2.1.

Dokumentation för detta upprättas baserat på det underlag för analys av dammhaverier och klassificering som beskrivs i kapitel 3.2. Det bedöms vara lämpligt att strukturera dokumentationen i enlighet med den som inges till länsstyrelsen för beslut om dammsäkerhetsklass enligt kapitel 3.3.4.

Det kan vara lämpligt att i denna dokumentation även inkludera dokumentationen för beslut om flödesdimensioneringsklass enligt kapitel 3.4 nedan så att dammägaren kan fatta ett samlat beslut för dessa ändamål.

3.4. Klassificering avseende dimensionerande flöde

Samtliga dammanläggningar som ägs av ett medlemsföretag klassificeras med avseende på flödesdimensioneringsklass för krav avseende dimensionerande flöde.

I enlighet med "Riktlinjer för bestämning av dimensionerande flöden för dammanläggningar" [15], avsnitt 4, indelas dammanläggningar i flödesdimensioneringsklasser för bestämning av dimensionerande flöden. Indelningen bygger på vilka konsekvenser ett dammhaveri skulle kunna medföra i samband med höga flöden.

Tre flödesdimensioneringsklasser tillämpas; I, II och III. De olika klasserna beskrivs kortfattat i huvuddokumentet RIDAS 2016, kapitel 3.3.

3.4.1. Dokumentation för beslut om flödesdimensioneringsklass

Dokumentationen baseras på det underlag för analys av dammhaverier och klassificering som beskrivs i kapitel 3.2. Riktlinjerna ställer inga krav på dokumentation för beslut om flödesdimensioneringsklass. Det bedöms därför vara lämpligt att strukturera dokumentationen i enlighet med den som inges till länsstyrelsen för beslut om dammsäkerhetsklass enligt kapitel 3.3.3.

Det kan vara lämpligt att i denna dokumentation även inkludera dokumentationen för beslut om RIDAS-klass enligt kapitel 3.3.5 så att dammägaren kan fatta ett samlat beslut för dessa ändamål.

3.5. Klassificering/beslut för särskilda beredskapskrav med mera

Länsstyrelsen beslutar om verksamheten vid en anläggning utgör farlig verksamhet. Lagen om skydd mot olyckor [32], kap. 2, med den tillhörande förordningen [34], kap 2, innehåller de grundläggande bestämmelserna för farlig verksamhet, som kompletteras av MSBs allmänna råd [35].

I de allmänna råden anges att utgångspunkten bör vara att dammar i konsekvensklass 1+ och 1 bör vara farlig verksamhet, vilket kan antas motsvara dammsäkerhetsklass A och B enligt miljöbalken.

De skyldigheter som följer av beslutet om farlig verksamhet omfattar att analysera risker, underrätta myndigheter, samt i skälig omfattning hålla beredskap och genomföra åtgärder för att hindra och begränsa skador. Dessa frågor behandlas i RIDAS huvuddokument.

3.6. Klassificering/beslut för särskilda skyddskrav

Länsstyrelsen beslutar om en anläggning utgör skyddsobjekt, vilket innebär att obehöriga inte har tillträde, med mera.

Skyddslagen [33], 19 § 2 st, och Skyddsförordningen [36], § 3, innehåller de grundläggande reglerna om skyddsobjekt, som kompletteras av en vägledning framtagen av Svenska kraftnät i samarbete med Energiföretagen Sverige [23].

Vägledningen innehåller också en modell för betydelseklassning B1 till B4, att tillämpa för ägaren. Normalt är det anläggningar i B3 och B4 som föreslås bli skyddsobjekt.

I vägledningen framhålls ägarens ansvar att påtala behovet av skydd och att lämna förslag till länsstyrelsen om skyddsobjekt. Blankett för ansökan om skyddsobjekt finns i vägledningen, liksom exempel på skylt för skyddsobjekt.

3.7. Referenser

1. Energiföretagen Sverige, *RIDAS 2016 – Kraftföretagens riktlinjer för dammsäkerhet, kapitel 1-3*. 2016.
2. Svenska kraftnät, *Konsekvensutredning och dammsäkerhetsklassificering. Vägledning avseende Affärsverkets svenska kraftnät föreskrifter och allmänna råd om konsekvensutredning enligt 2 § förordningen (2014:214) om dammsäkerhet*. 2016, Svenska kraftnät.
3. Elforsk, *Beredskapsplanering för dammbrott – Ett pilotprojekt i Ljusnan*. 2006, Elforsk.
4. Elforsk, *Beredskapsplanering för dammbrott – Ett pilotprojekt i Ljusnan – Reviderat kapitel 3*. 2011, Elforsk.
5. Froehlich, D.C., *Embankment Dam Breach Parameters Revisited*. Journal of Water Resources Planning and Management. 1995. 121(1): p. 90-97.
6. Energiforsk, *Betongdammars brottförlopp*. 2015, Energiforsk: Stockholm.
7. Energiforsk, *Beräkning av dammhaveri och översvämningskartering: Metodik och erfarenheter. Rapport 2015:119*. 2015, Energiforsk: Stockholm.
8. DHI, *A Modelling System for Rivers and Channels, Reference Manual*. 2016, DHI: Hørsholm, Denmark.
9. DHI, *MIKE 21 Flow Model & MIKE 21 Flood Screening Tool, Hydrodynamic Module, Scientific Documentation*. 2016, DHI: Hørsholm, Denmark.
10. Engineers, U.A.C.o., *HEC-RAS, River Analysis System Hydraulic Reference Manual*. 2016, Hydrologic Engineering Center: Davis, CA.
11. Chow, V.T., *Open-Channel Hydraulics*. 1960.
12. Häggström, S., *Hydraulik för samhällsbyggnad*. 2009: Liber.
13. Regeringen, *Miljöbalken, SFS 1998:808*. 1998.
14. Svensk Energi, *RIDAS 2012 – Kraftföretagens riktlinjer för dammsäkerhet*. 2012.
15. Svensk Energi, Svenska kraftnät och SveMin, *Riktlinjer för bestämning av dimensionerande flöden för dammanläggningar – Utgåva 2015*. 2015: Stockholm.
16. SCB, *Metod för identifiering och kartläggning av objekt som kan påverkas av dammhaveri*.
17. SCB, *Kartläggning av objekt som kan översvämmas vid dammhaveri för de tio stora kraftverksälvarna. Redovisning av uppdrag för Svenska kraftnät*. 2015, SCB.
18. Australian Rainfall and Runoff, *Appropriate Safety Criteria for People*. 2010, Australian Rainfall and Runoff, Revision Project 10.

19. U.S. Department of the Interior, B.o.R., *Downstream hazard classification guidelines*. 1988, Acer technical memorandum no . 11, December 1988.
20. Naturvårdsverket, *Naturvårdsverkets allmänna råd om påtaglig skada (till 3 kap. 6 § 2 stycket miljöbalken)*, Naturvårdsverket, Editor. 2015.
21. Länsstyrelserna. *Länsstyrelsernas GIS-tjänster*.
Tillgänglig på: <http://extra.lansstyrelsen.se/gis/sv/Pages/default.aspx>
22. Länsstyrelsen i Jämtlands län, *Vägledning bedömning påverkan stamnätet vid dammbrott (Uppgifterna hanteras med försiktighet enligt OSL 18:13)*. 2016.
23. Svenska kraftnät och Svensk Energi, *Vägledning – skyddsobjekt inom energiförsörjningen*, Dnr: 2011/1140. 2012, Svenska kraftnät.
24. Trafikverket. *NVDB Nationell vägdatabas*. 2016;
Tillgänglig på: <http://www.nvdb.se/sv>.
25. Trafikverket. *Batman, bro- och tunnel management*. 2016;
Tillgänglig på: <http://www.trafikverket.se/tjanster/system-och-verktyg/forvaltning-och-underhall/BaTMan/>.
26. Regeringen, *Förslag till konkretisering av målstrukturen respektive återrapportering av verksamheten utifrån transportpolitisk målproposition. Bilaga 5 – Exempel Leveranskvalitet*. 2009. prop. 2008/09:93, N2009/5734/TR.
27. Lantmäteriet. *Geodata, Sverige bit för bit*. 2016;
Tillgänglig på: <https://www.geodata.se/>.
28. Vattenmyndigheterna länsstyrelserna och Havs- och vattenmyndigheten. *VISS, Vatteninformation i Sverige*. 2016;
Tillgänglig på: <http://viss.lansstyrelsen.se/>
29. Regeringen, *Förordning om dammsäkerhet, SFS 2014:214*. 2014.
30. Affärsverkets svenska kraftnät, *Affärsverkets svenska kraftnäts föreskrifter och allmänna råd om konsekvensutredning enligt 2 § förordning (2014:14) om dammsäkerhet, SvKFS 214:1*. 2014.
31. Regeringen, *Förordning om ändring i förordningen (1998:940) om avgifter för provning och tillsyn enligt miljöbalken, SFS 2014:216*. 2014.
32. Regeringen, *Lagen om skydd mot olyckor, SFS 2003:778*. 2003.
33. Regeringen, *Skyddslagen, SFS 2010:305*. 2010.
34. Regeringen, *Förordning om skydd mot olyckor, SFS 2003:789*. 2003.
35. MSB, *Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps allmänna råd om skyldigheter vid farlig verksamhet, MSBFS 2014:2*. 2014.
36. Regeringen, *Skyddsförordningen, SFS 2010:523*. 2010, Svensk författningssamling.

