



TV 4 – Dammsäkerhetsutvärdering – Webinarium för RIDAS-prenumeranter med fokus på A/B anläggningar

RIDAS – Energiföretagens riktlinjer för dammsäkerhet

Claes-Olof Brandesten

Dammsäkerhetscontroller Vattenfall

Ordförande Energiföretagens dammsäkerhetsgrupp

Ordförande Flödeskonferensen

&

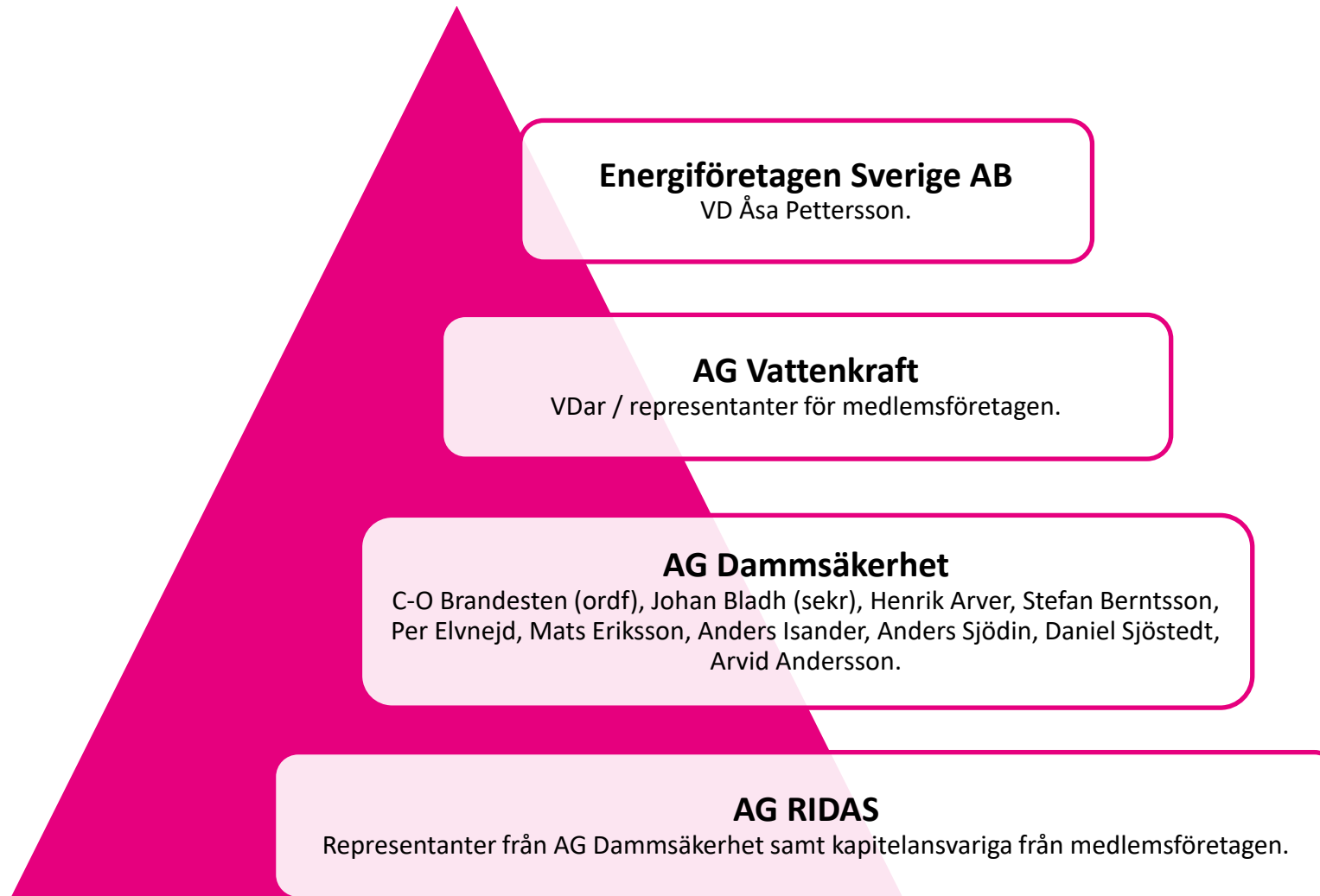
Mats Eriksson

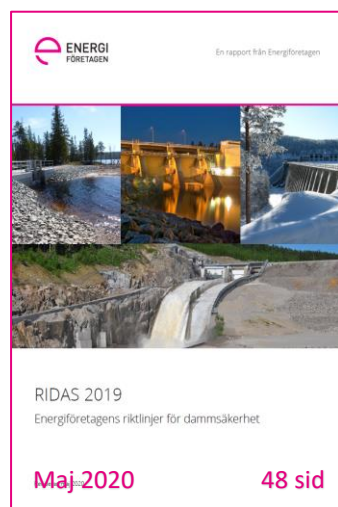
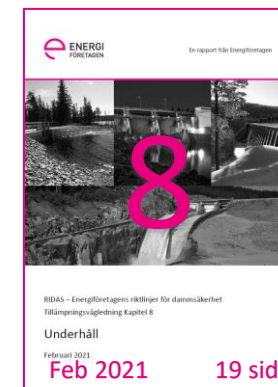
Dammsäkerhetscontroller FORTUM

Medlem Energiföretagens dammsäkerhetsgrupp

Medlem Flödeskonferensen

Hur bedrivs arbetet med RIDAS ?





1. Inledning
2. Dammsäkerhetspolicy och säkerhetsledning
3. Klassificering
4. Dammsäkerhetsutvärdering
5. Organisation och kompetens
6. Anläggningsinformation och rapportering
7. Drift och beredskap
8. Underhåll
9. Konstruktion och utformning
10. Genomförande av projekt
11. Uppföljning och förbättring



TV 4 – Dammsäkerhetsutvärdering

Arbetsätt för att ge en helhetsbild av anläggningens säkerhet med förekommande risker och hanteringen av dessa.

Motsvarar
Dam Safety Assessment

TV 4 – DSU – Motiv till införande

- Att fortsatt **behålla initiativet** och därmed förtjäna förtroendet att ha stora frihetsgrader att prioritera och välja omfattning på riskhanteringsåtgärderna på våra anläggningar. Branschen visar vad som avses med BAT.
- Fokus på **verksamhetsutövarens ansvar** att upprätthålla tillfredställande säkerhet på dammanläggningarna via såväl dammanläggningarnas teknisk förmåga och hur de hanteras (organisatorisk förmåga).
- Synliggöra behovet av att koppla dammsäkerhetsutvärdering till verksamhetsutövarnas ordinarie **operativa processer** underhåll, drift, beredskap och projekt.
- Möjliggöra **moderna arbetssätt** som skapar flexibilitet i förvaltningen av dammanläggningarna.
- Anpassning mot Riskhanterings**standard**en ISO 31000 samt internationell utveckling speglad av främst av ICOLD bulletin 154 "DAM SAFETY MANAGEMENT: Operational phase of the dam life cycle" och bulletin 158 "Dam Surveillance Guide".
- Standardisera **terminologi** till underhållsstandarder (SS-EN 13306), riskhanteringsstandarder (SS-ISO 31000) och tillförlitlighetstandarder (SS 4410505).
- **Effektivisera** process så att merarbetet med att ta rapportera helhetsbedömning vart 10:e år på klassade anläggningar skall bli så begränsat som möjligt.

TV 4 – DSU – Motiv till införande

Förväntade långsiktiga effekter:

- **Ökad kunskap** om dammanläggningarna.
- **Tydligare bild** av vad som krävs för att upprätthålla tillfredställande säkerhet.
- Ökat fokus på verksamhetsutövarens **organisatoriska förmågor**.
- Förbättrade möjligheter att **optimera** riskhanteringsåtgärderna.
- Förbättrad **operativ och interim riskhantering**.
- Osv.....

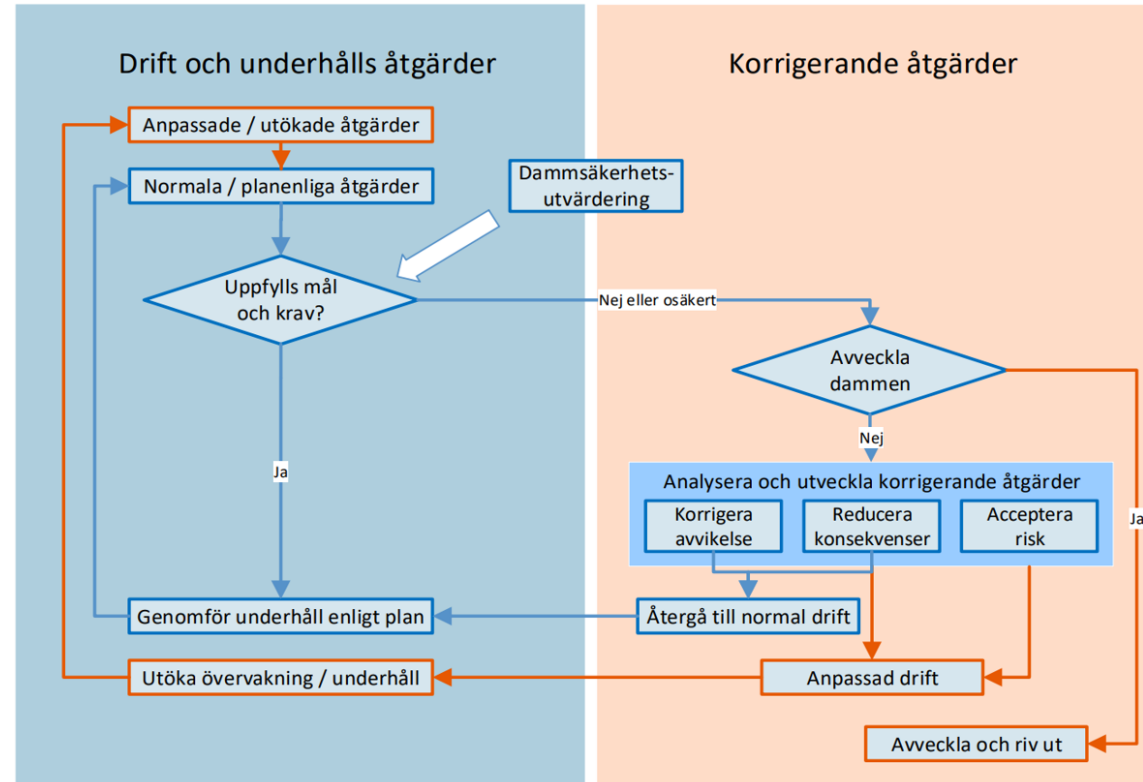
TV 4 – Dammsäkerhetsutvärdering

Dammsäkerhetsklass	FDU År	Dammsäkerhetsutvärdering - 10 års cykel med aktiviteter									
		År 1	År 2	År 3	År 4	År 5	År 6	År 7	År 8	År 9	År 10
A	X	Åtgärd			FI	Åtgärd	Åtgärd	Åtgärd		FI	S&R*
B	X			Åtgärd	FI		Åtgärd			FI	S&R*
C	X			Åtgärd						FI	S&R*
D	(X)				Åtgärd					FI	S&R
E									Åtgärd		S&R

Figur 1. Dammsäkerhetsutvärdering (DSU) – exempel på 10-års cykler för dammanläggningar med dammar högst i dammsäkerhetsklass E, D, C, B och A.

- För medlemsföretag som har dammar i dammsäkerhetsklass A och B är ambitionen normalt att arbeta med DSU som en ständigt pågående process som sammanfattas och rapporteras i slutet av en 10-års period.
- För medlemsföretag som endast har dammar i dammsäkerhetsklass D, E och ibland även C kan DSU ses som en återkommande aktivitet vart tionde år med förberedelser något eller några år dessförinnan.

TV 4 – Dammsäkerhetsutvärdering



Figur 3. Riskhantering för en dammanläggning. Efter ICOLD Bulletin 154 figur 1.1 [1]

- Generellt gäller att ett medlemsföretag säkerställer sin förmåga att fatta nödvändiga beslut och genomföra nödvändiga åtgärder för att hantera både hastigt uppkommande risker och sådana risker som utvecklas långsamt till följd av åldring och degradering.
- För A, B och även C finns bilden ovan som stöd för denna process.

TV 4 – Dammsäkerhetsutvärdering – DSU

DSU genomförs för att ge en **helhetsbild** av anläggningens säkerhet med förekommande **risker** och hantering av dessa.

Med en sådan samlad och systematisk utvärdering som grund är det möjligt att:

- Bedöma om dammanläggningen har **tillfredställande säkerhet**.
- Besluta om nödvändiga tekniska och organisatoriska **åtgärder**.
- Erhålla underlag för extern och intern **rapportering**.

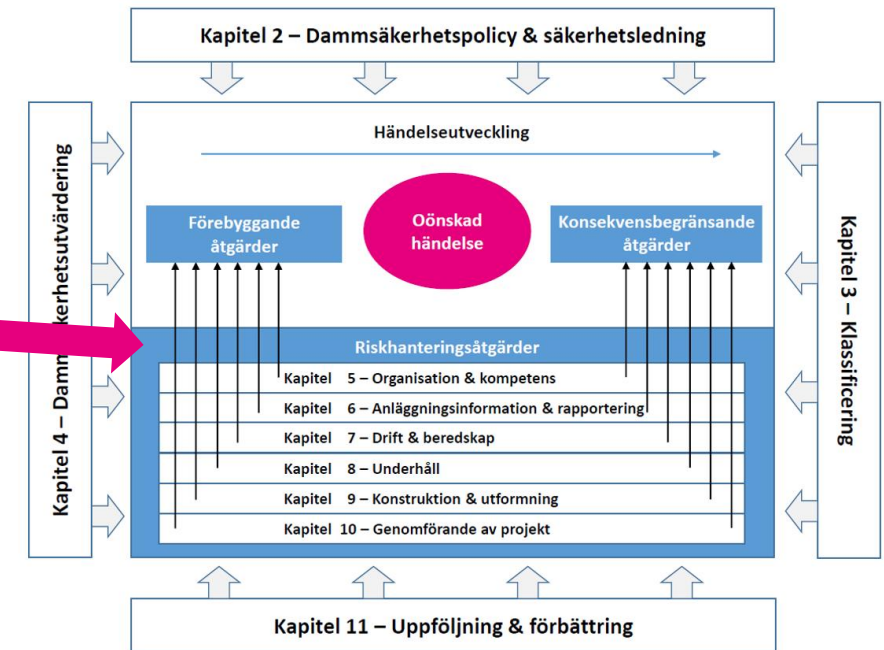


- Hur tillfredställande säkerhet kan nå varierar från dammanläggning till dammanläggning.
- För en och samma dammanläggning är det också naturligt att de riskhanteringsåtgärder som krävs för att uppnå tillfredställande säkerhet varierar över tiden.

TV 4 – DSU – Leder till åtgärder



Figur 4. Dammsäkerhetsutvärdering (DSU) – steg och frågeställningar



Figur 2. RIDAS struktur med riskhanteringsåtgärder för en dammanläggning i den inre rutan. Till vänster Kapitel 4 – Dammsäkerhetsutvärdering (DSU).

TV 4 – DSU – Metoder väljs

Tabell 3. Metoder för bedömning och redovisning av risker aktuella för genomförande av DSU

Metod	Metoden lämplig för dammsäkerhetsklass	3. Risk-identifiering	4. Riskanalys			5. Riskvärdering och säkerhetsbedömning	6. Identifiering av riskhantlingsåtgärder	7. Genomförande av riskhantlingsåtgärder	8. Uppföljning av genomförande av åtgärder
			K	S	R				
Riskregister	A B C D E	3.1 Bil A.							
Checklistor	A B C D E	3.8.1 Bil C-G.							
Brainstorming	A B C D E	3.8.2							
Flug (bowtie) diagram	A B C D E		4.4.1						
Hot & felmodsmatris	A B C D	3.8.3 Bil H.							
Feleffektanalys	A B C D	3.8.4 Bil J.	4.4.2		5.4.1				
Systemteknik	A B	3.8.5 Bil K.							
Riskmatris	A B C D				5.4.2				
Felträd	A B C		4.4.3						
Händelseträd	A B C		4.4.4						
RCM	A B C D				5.4.3				
Monte Carlo simulering	A				5.4.4 Bil K.				

3.8.1 = beskrivs i detta avsnitt K = Konsekvens, S = Sannolikhet; R = Risk Bil A. = beskrivs i bilaga A Mycket tillämplig Tillämplig

- Ett urval av metoder som kan vara aktuella att använda har gjorts.
- I vilka steg av DSUn där de kan bedömas vara mycket lämpliga eller lämpliga att tillämpa har också gjorts.

TV 4 – DSU – Riskregister upprättas

3 - RISKIDENTIFIERING						
3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7
Referens-information	Huvudfunktion som analyseras	Delsystem och enhet som analyseras	Enhetens funktion/er	Analys av orsak och verkan	Nuvarande hantering av risken	Osäkerheter i risk-identifieringen (1 - 5)

4 - RISKANALYS			
4.1	4.2	4.3	4.4
Beskrivning av sannolikhet att inträffa	Bedömning av konsekvens (1 - 5)	Bedömning av sannolikhet att inträffa (1 - 5)	Bedömning av osäkerheten i riskanalysen (1 - 5)

5 - RISKVÄRDERING				
5.1	5.2	5.3	5.4	5.5
Beskrivning av säkerhets-kriterium / krav	Verifiering av uppfyllnad av säkerhets-kriterium / krav	Säkerhets-bedömning Ja / Nej / Vet ej	Riskvärdering Oacceptabel / Ej önskvärd / Acceptabel	Säkerhets-bedömning

6 - IDENTIFIERING & BEDÖMNING AV ÅTGÄRDER					
6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6
Beskrivning av möjliga åtgärder	Beskrivning av åtgärdens omfattning	Riskhantering efter åtgärd	Bedömning av konsekvens (1 - 5)	Bedömning av sannolikhet att inträffa (1 - 5)	Rangordning av åtgärder

7 - PLANERING GENOMFÖRANDE			
7.1	7.2	7.3	7.4
Ägare av risken	Kostnad för åtgärd	Tidplan År / Månad	Ansvarig för genomförande

8 - UPPFÖLJNING GENOMFÖRANDE			
8.1	8.2	8.3	8.4
Åtgärd genomförd Ja / Nej	Tidpunkt för genomförd åtgärd År / Månad	Riskhantering efter åtgärd implementerad Ja / Nej	Tidpunkt för implementerad riskhantering År / Månad

- Ett väl utformat **riskregister** lägger grunden för dokumentation av de risker som identifieras i en DSU.
- Det är lämpligt att **anpassa** riskregistret till de **referens-** och **löpnummersystem** som redan kan finnas i verksamheten, exempelvis i ett underhållssystem.
- Riskregistret **anpassas** för de **metoder** som är aktuella och för de **dammanläggningar** som ingår i företagets portfölj oavsett dammsäkerhetsklass. Beskrivningen av riskregistret och aktuella metoder förs lämpligen in i en instruktion för DSU.

Tabell 3. Metoder för bedömning och redovisning av risker aktuella för genomförande av DSU

Metod	Metoden lämplig för dammsäkerhetsklass	3. Risk-identifiering	4. Riskanalys K S R	5. Riskvärdering och säkerhets-bedömning	6. Identifiering av riskhanteringsåtgärder	7. Genomförande av riskhanteringsåtgärder	8. Uppföljning av genomförande av åtgärder
Riskregister	A B C D E	3.1 Bil A.					
Checklistor	A B C D E	3.8.1 Bil C-G.					
Brainstorming	A B C D E	3.8.2					
Flug (bowtie) diagram	A B C D E		4.4.1				
Hot & felmodsmatris	A B C D	3.8.3 Bil H.					
Feleffektanalys	A B C D	3.8.4 Bil J.	4.4.2	5.4.1			
Systemteknik	A B	3.8.5 Bil K.					
Riskmatris	A B C D			5.4.2			
Felträd	A B C		4.4.3				
Händelseträd	A B C		4.4.4				
RCM	A B C D			5.4.3			
Monte Carlo simulering	A			5.4.4 Bil K.			

3.8.1 = beskrivs i detta avsnitt K = Konsekvens, S = Sannolikhet, R = Risk Bil A. = beskrivs i bilaga A Mycket tillämplig Tillämplig

TV 4 – DSU – Plan för genomförande

Tabell 1. Förslag till innehåll i "Plan för genomförande av dammsäkerhetsutvärdering"

Del	Rubrik
1	Dammsäkerhetsutvärderingens syfte och omfattning
2	Beskrivning av tillgänglig anläggningsinformation
3	Identifiering av anläggningsinformation som behöver kompletteras och plan för detta
4	Val av metoder för riskbedömning och etablering av riskregister
5	Plan för genomförande av dammsäkerhetsutvärderingen (DSU) med ansvariga och resurser

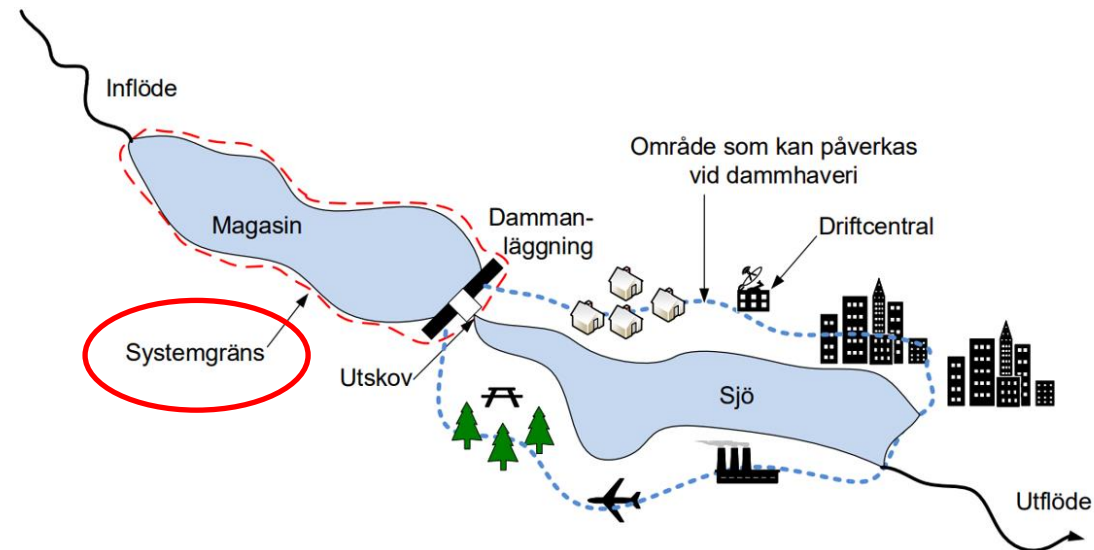
- I Tabell 1 ges ett förslag på innehåll i en plan för genomförande av DSU.
- De olika delarna kan med fördel hanteras som **separata dokument** som tillsammans utgör resultatet av förberedelserna för DSU.

TV 4 – DSU – Termer används

Term	Förklaring
Dammsäkerhetsutvärdering (Dam safety Assessment)	Arbetsätt för att ge en helhetsbild av anläggningens säkerhet med förekommande risker och hanteringen av dessa. (RIDAS)
Enhet (Item)	Del, komponent, apparat, delsystem, funktionsenhet, utrustning eller system som kan beskrivas och betraktas individuellt. (SS-EN 13306:2017 Underhåll – Terminologi. Punkt 3.1.)
Funktion (Function)	Avsedd process hos en enhet som leder till påvisbar, men inte nödvändighetsvis acceptabel, prestation. (SS 441 05 05 Tillförlitlighet - Ordlista, avsnitt 4.1)
Hot (Hazard)	Källa till möjlig skada. (Efter SS-EN ISO 22300:2018 Säkerhet och resiliens – Terminologi (EN). Punkt 3.99.)
Sårbarhet (Vulnerability)	Egenskap eller tillstånd hos en enhet som vid yttre eller inre hot kan innebära risk. (RIDAS)
Felmod (Failure mode)	Det sätt på vilket en enhets oförmåga att utföra en krävd funktion uppstår. (RIDAS)



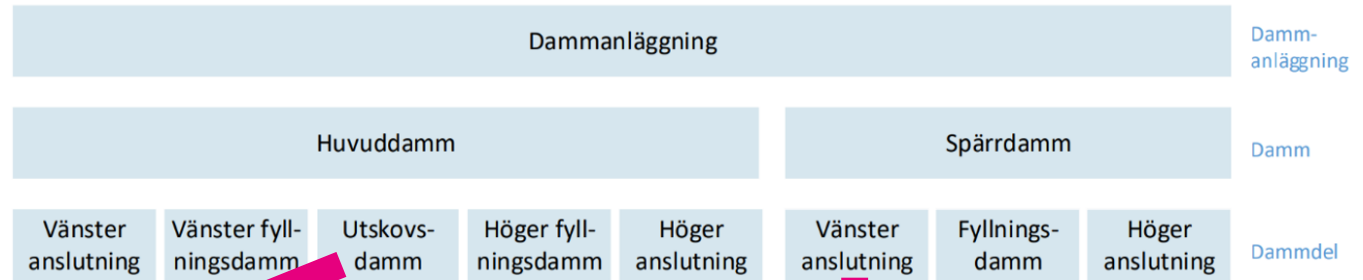
TV 4 – DSU – Beskrivning av dammanläggningen



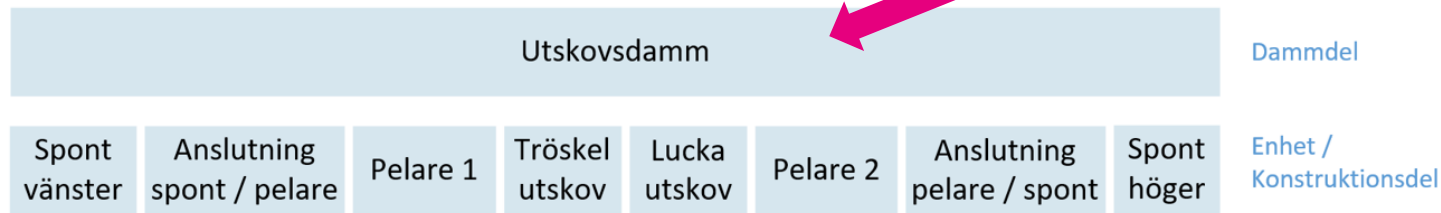
Figur 6. Exempel på systemgräns – rödstreckad – för DSU för en dammanläggning. Blåstreckad - gräns för område som tillsammans med det rödmarkerade kan påverkas av dammhaveri.

- En dammanläggning har koppling mot ett flertal **överliggande system** som det är lämpligt att beskriva kopplingarna mot – vattendraget – elnätet – vägnätet – system för talkommunikation och informationsöverföring.
- En DSU omfattar analys av vad som kan leda **fram till dammhaveri**.
- Analys av de konsekvenser som uppstår till **följd av haveri** ligger normalt **utanför ramen** för DSU.

TV 4 – DSU – Beskrivning av dammanläggningen

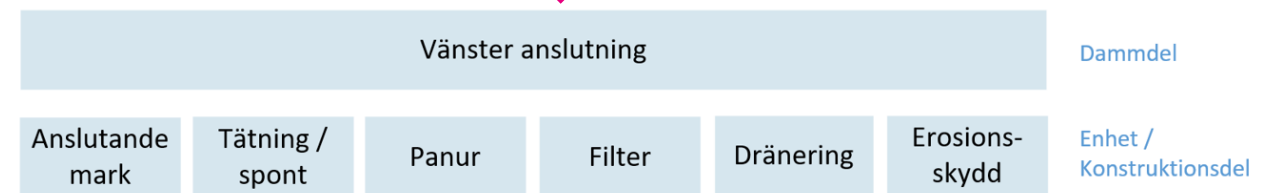


Figur 7. Rumslig beskrivning av en dammanläggning med dammar och dammdelar



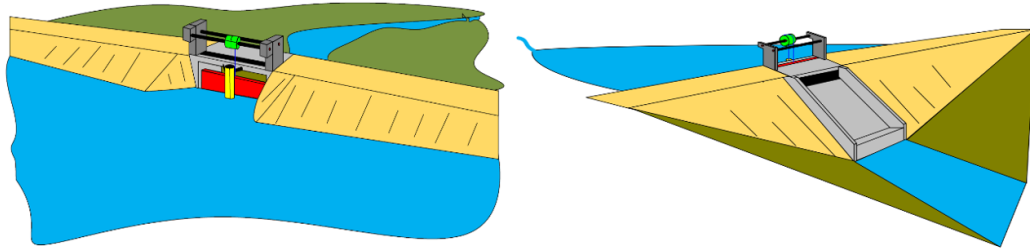
Bilagefigur 6. Rumslig modell av en utskovsdamm med ingående enheter / konstruktionsdelar

- Ett traditionellt sätt att beskriva en dammanläggning är med en **rumslig indelning** i enlighet med hierarkin – **dammanläggning** – **dammar** – **dammdelar**, se Figur 7. Med denna beskrivning ges en uppfattning om vilka dammar som ingår i dammanläggningen och vilka delar dessa består av.



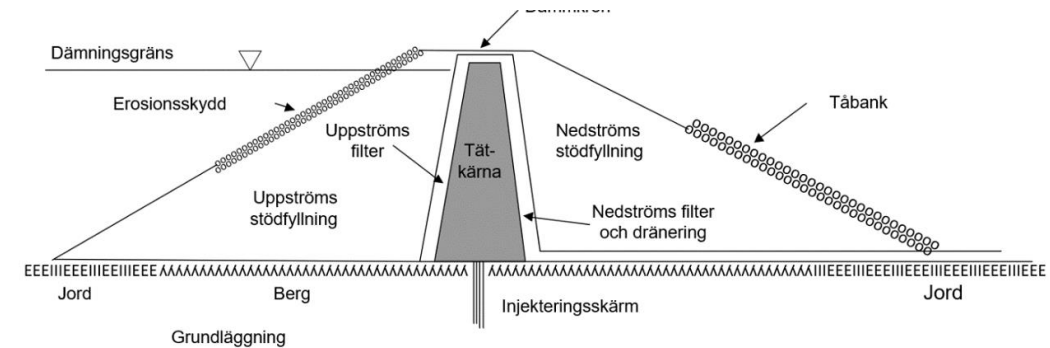
Bilagefigur 5. Rumslig modell av en damms anslutning till naturlig mark med ingående enheter / konstruktionsdelar

TV 4 – DSU – Beskrivning av dammanläggningen



Bilagefigur 3. Perspektivbilder för illustrering av de rumsliga förhållandena för en damm [20]

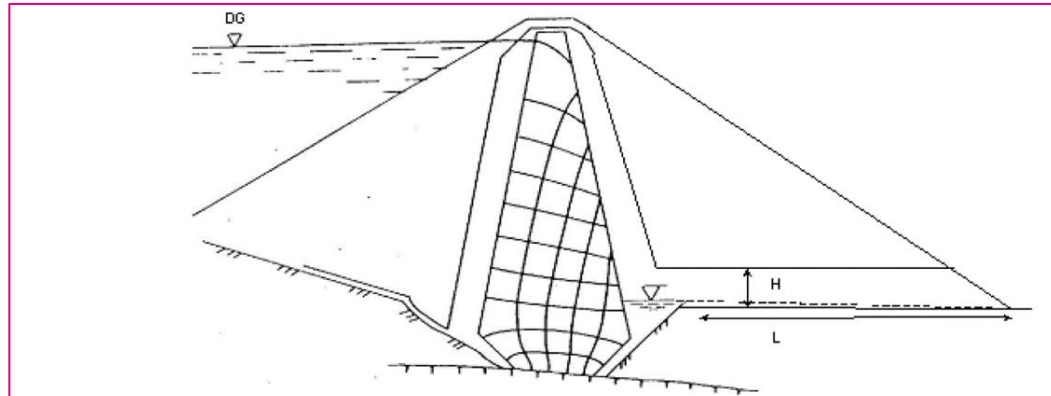
- Huvuddammen i Figur 7 motsvarar den damm som illustreras med rumsliga **perspektivbilder** i Bilagefigur 3, hämtade från [20]. **Fotografier** kan tjäna motsvarande syfte som illustrationerna för att ge uppfattning om storleksförhållandena för aktuell damm.



Bilagefigur 4. Rumslig modell av en damm med ingående konstruktionsdelar

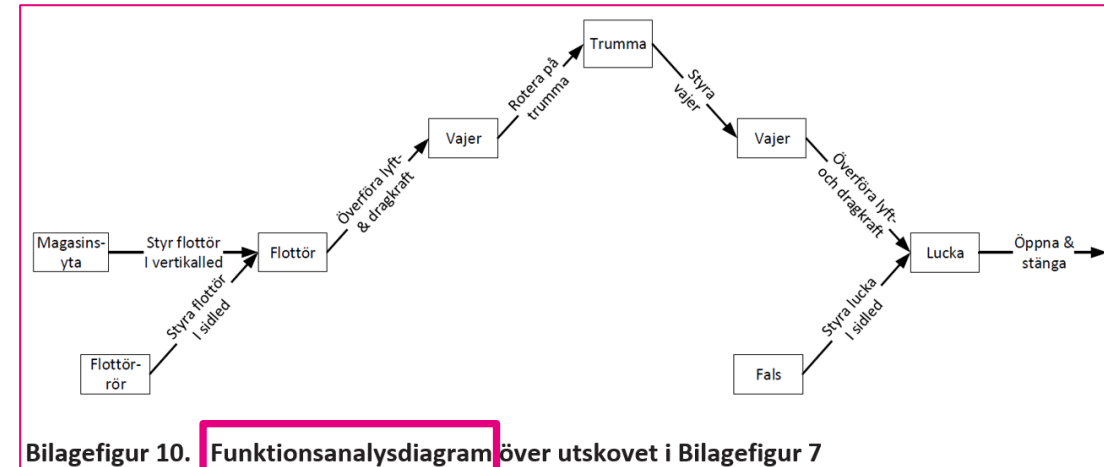
- Bilagefigur 4 visar ett exempel på en rumslig modell i form av ett **tvärsnitt** för en damm med ingående konstruktionsdelar. Beroende på resultatet av riskidentifieringen kan denna upplösning av konstruktionsdelar komma att motsvara **enheter** för vilka risker analyseras.

TV 4 – DSU – Beskrivning av dammanläggningen



Bilagefigur 9. Modell över tryckfall i dammkroppen vid normal vattenströmning

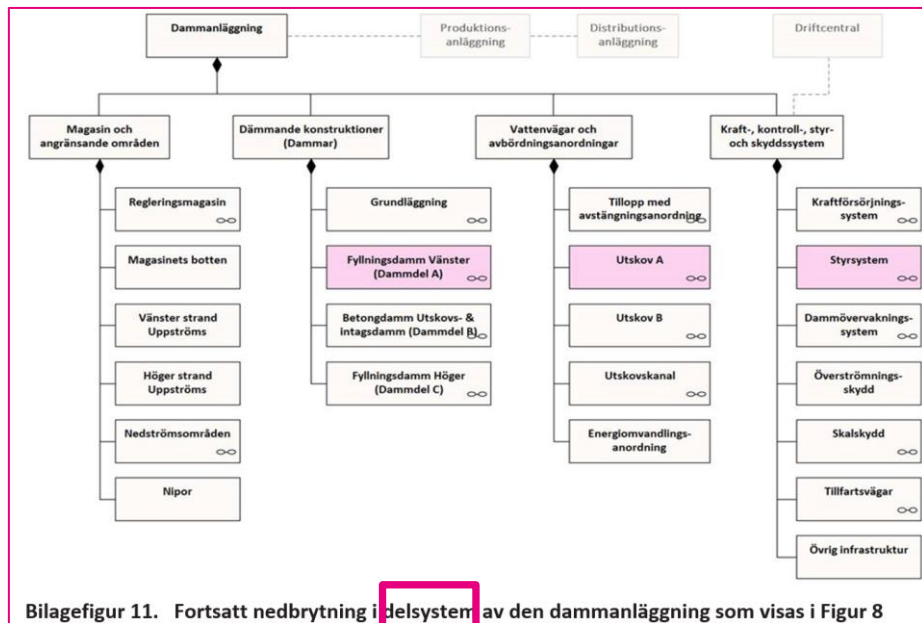
- modell över tryckfall i dammkroppen som i tillämpnings-vägledning 9 avsnitt 4.8 används tillsammans med **funktionsmodellen** Darcy's lag som stöd vid dimensionering av dräneringslagrets mäktighet H .



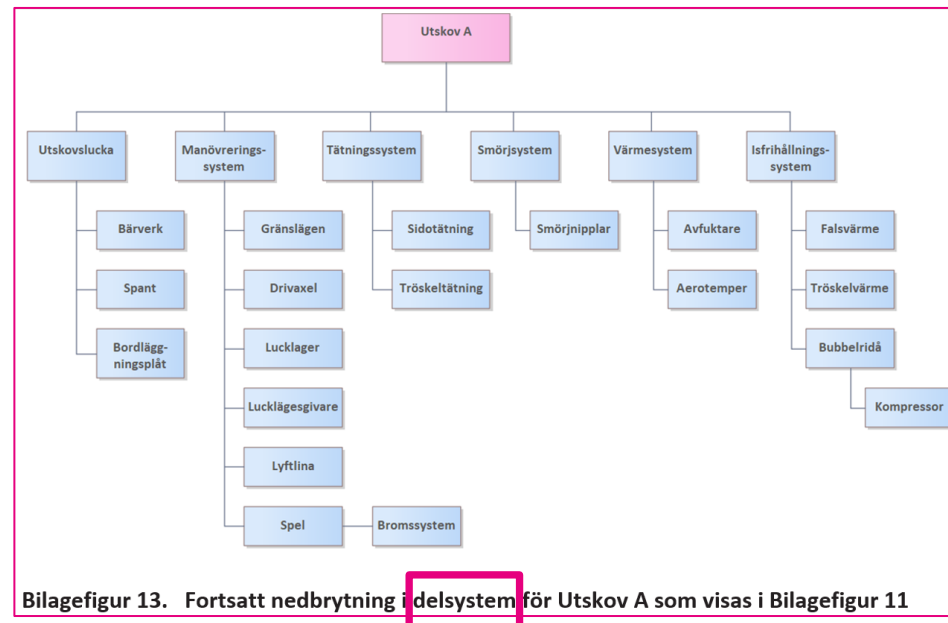
Bilagefigur 10. Funktionsanalysdiagram över utskovet i Bilagefigur 7

- magasinsytan styr en flottör som lyfter eller drar en vajer som roterar på en trumma som styr vajern som sänker eller drar en lucka som öppnar eller stänger för att släppa ut vatten så att magasinsytan inte blir för hög. Två stödfunktioner styr flottören och luckan i sidled så att friktion undviks.

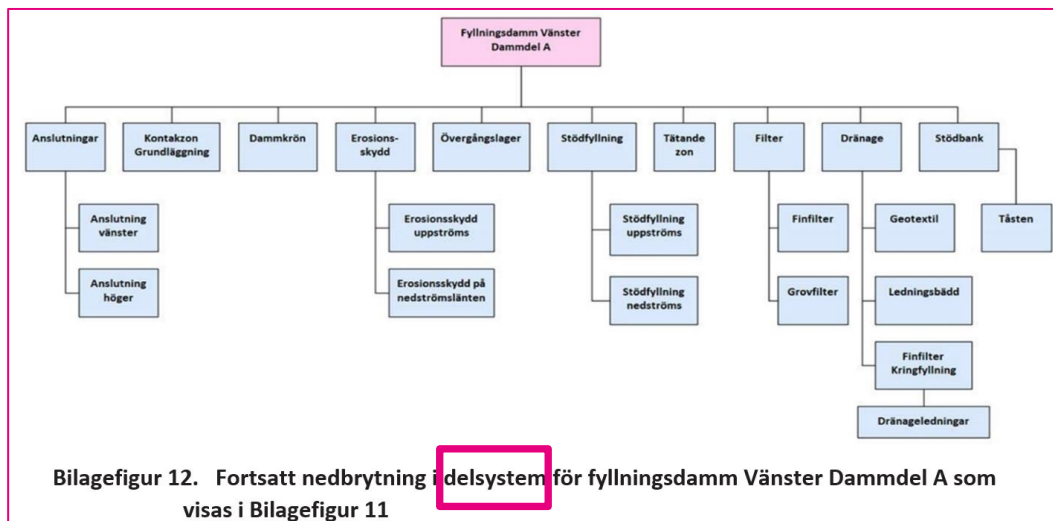
TV 4 – DSU – Beskrivning av dammanläggningen



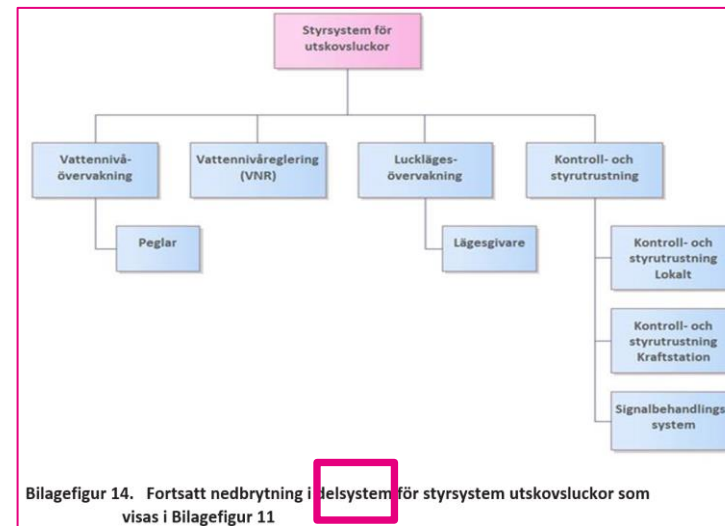
Bilagefigur 11. Fortsatt nedbrytning i delsystem av den dammanläggning som visas i Figur 8



Bilagefigur 13. Fortsatt nedbrytning i delsystem för Utskov A som visas i Bilagefigur 11



Bilagefigur 12. Fortsatt nedbrytning i delsystem för fyllningsdamm Vänster Dammdel A som visas i Bilagefigur 11



Bilagefigur 14. Fortsatt nedbrytning i delsystem för styrsystem utskovsluckor som visas i Bilagefigur 11

TV 4 – DSU – Riskidentifiering

3 - RISKIDENTIFIERING						
3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7
Referens-information	Huvudfunktion som analyseras	Delsystem och enhet som analyseras	Enhetens funktion/er	Analys av orsak och verkan	Nuvarande hantering av risken	Osäkerheter i riskidentifieringen (1 - 5)
	Dämmande					
	Avbördande					
	Kontrollerande					
				3.5.1		
				Analys av avvikelser, brister och fel		Det ni redan vet + Inspektionsrapporter.
				3.5.2		
				Analys av yttre hot		Händelser ni varit med om + Checklista D + Checklista C.
				3.5.3		
				Analys av inre hot		Det ni inte hinner med, eller vet hur ni gör.
				3.5.4		
				Analys av felmoder		Det ni hört kan hända + Checklista G.

TV 4 – DSU – Riskidentifiering – Checklistor – Bilaga C & D

CHECKLISTA FÖR IDENTIFIERING DELSYSTEM SOM KAN HA SÄRBARHETER		
Sårbarhet:	Delsystem på lägre nivå	
E. Dämmande delsystem (Omfattningen som här beskrivs skiljer sig något från den som avser funktion i RSDA; avsnitt 9.2. Fokus är på byggnadstekniska konstruktioner.)	<ul style="list-style-type: none"> Magasinrum och strålar. Grundläggning. Fyllningsdammar. Senaregjutningar. Övriga dammar. Andrullningar. 	
F. Avbördande delsystem (Omfattningen som här beskrivs skiljer sig något från den som avser funktion i RSDA; avsnitt 9.3. Fokus är på byggnadstekniska konstruktioner.)	<ul style="list-style-type: none"> Intagströvar. Intag till utloks och kraftstation. Utloksöppningar. Såttard. Utlokskanal. Energisämvandlare. Utloks. Utloksöverskar. Intagshöklar. Lyftanordningar. Avsättningsanordningar. 	
G. Mekanska delsystem	<ul style="list-style-type: none"> Utloksöverskar. Intagshöklar. Lyftanordningar. Avsättningsanordningar. Kraftförstärkning. Övervaknings- och styrsystem med sensorer, signalbehandling, manöveranordning. Driftcentral. Skyddssystem. Tillvalsvarer. Bror och brorbanor Stegvägar. Stöpelar. Skyddsanordningar. Reservoarer. Reservoarer, för- och Organisation. Styrning. Reserver. Kompetens. Metoder, arbetssätt och praxis för konstruktion och utförande, underhåll, drift och beredskap. 	
H. Elektriska eller kontrollerande delsystem	<ul style="list-style-type: none"> Övervaknings- och styrsystem med sensorer, signalbehandling, manöveranordning. Driftcentral. Skyddssystem. Tillvalsvarer. Bror och brorbanor Stegvägar. Stöpelar. Skyddsanordningar. Reservoarer. Reservoarer, för- och Organisation. Styrning. Reserver. Kompetens. Metoder, arbetssätt och praxis för konstruktion och utförande, underhåll, drift och beredskap. 	
I. Infrastruktur eller arbetarutrustning (Inkluderar allt utöver vad som nämns ovan som stöder och möjliggör verksamheten i form av infrastruktur och arbetarutrustning)	<ul style="list-style-type: none"> Tillvalsvarer. Bror och brorbanor Stegvägar. Stöpelar. Skyddsanordningar. Reservoarer. Reservoarer, för- och Organisation. Styrning. Reserver. Kompetens. Metoder, arbetssätt och praxis för konstruktion och utförande, underhåll, drift och beredskap. 	

CHECKLISTA FÖR IDENTIFIERING AV YTTRE HOT MOT EN DAMMANLÄGGNING		
Område	Typ av yttre hot	Följeverkningar
A. Hydrologiska och meteorologiska hot.	<ul style="list-style-type: none"> Höga vattennivåer. Intensiva regn. Extrem vind. Åska. Extrema temperaturer. 	<ul style="list-style-type: none"> Höga vattennivåer. Erosion och skred. Väglidning, medfallna träd. Blåttedlag, skogsbrand. Tillgång, isolering, krut, frost sprängning, värmeöverföring.
B. Seismiska hot	<ul style="list-style-type: none"> Naturliga rörelser i undergrunden. 	<ul style="list-style-type: none"> Jordbävning. Förkastning.
C. Andra verksamheter och magasinmiljö	<ul style="list-style-type: none"> Fel i elnät - distribution Fel i elnät - transmissionsnät. Fel i tele/datanät Dammenläggning uppströms. Annan verksamhet uppströms. Allmän väg på damm. Grunddrift och vattenmagasin. Farmgödsel. Utlopp från vattenöverskar. Ras och skred i strandområden, vijor och branter. Vattenboskallfäshet. Vegetation. Djurliv. 	<ul style="list-style-type: none"> Förkastning/utlösnings. Förkortad leveransförmåga. Förkortad tal/fakta kommunikation. Dammenläggning uppströms. Havigt ändrat flöde. Utlopp av skadliga ämnen. Trafikfäster. Inducerade rörelser i grunden. Påköllning, utsläpp. Erosion och sedimentation. Dämnis och flyttids. Rusgräppning. Grogräppning, avgräppning. Rusgräppning. Grogräppning, avgräppning.
D. Antagonistiska hot och pandemi.	<ul style="list-style-type: none"> Brottlighet. Vandalism. Abstinens. Terrorism. Pandemi. 	<ul style="list-style-type: none"> Inbrott, stöld, IT-attacker. Skadligt elvet. Hot mot personal. Hot mot verksamheten Brist på tillgång till personal.

TV 4 – DSU – Riskidentifiering – Checklistor – Bilaga G

CHECKLISTA FÖR IDENTIFIERING AV FELMODER		
ÖVERGRIPANDE FELMOD	FELMOD	FEL / FELORSAK
OVER-STRÖMNING SOM LEDER TILL FORTGÅENDE EROSION	Otillräcklig avbördningsförmåga	<ul style="list-style-type: none"> Fyllningen överstiger summan av avbördningsförmågan och magasineringsförmågan Magasinet regleras inte på föreskrivet sätt
	Otillräcklig avbördningsförmåga	<ul style="list-style-type: none"> Bristfälligt underhåll av avbördningsanordningarna Slumpmässigt funktionsfel
	Otillräckligt fribord	<ul style="list-style-type: none"> Vind / våg belastning överstiger erosionsskyddets kapacitet Överskridande av fribord till följd av dammhaveri uppströms eller jordskred i magasinet
Oftförmåga att upptäcka och åtgärda		<ul style="list-style-type: none"> Fel och brister i avbördande funktion och fribord upptäcks eller åtgärdas inte. Fel och brister i dämmande funktion upptäcks eller åtgärdas inte.
BRISTANDE MOTSTÅNDSKRAFT SOM LEDER TILL SÖNDERFALL	Otillräcklig stabilitet	<ul style="list-style-type: none"> Matsviktigheter (stjälning, glidning, vridning, ras & skred) Först av stöd / bärkraft från grund och anslutningar
	Otillräcklig tätet	<ul style="list-style-type: none"> Läckage genom tätkärna, anslutningar, tätningar, sprickor & grund Otillräcklig / förlust av dräneringskapacitet i filter, dränerings- och pumpsystem
	Otillräcklig beständighet och hållfasthet	<ul style="list-style-type: none"> Gradvis försvagning (line erosion, krossning, nedbrytning, kemisk urlutning) Momenten tillståndsförändring (sprickbildning, skjivning, hydraulisk spräckning & lövfaktor)

TV 4 – DSU – Riskidentifiering – Checklistor – Bilaga C & D

CHECKLISTA FÖR IDENTIFIERING AV DELSYSTEM SOM KAN HA SÅRBARHETER	
Sårbarhet i	Delsystem på lägre nivå
E. Dämmande delsystem (Omfattningen som här beskrivs skiljer sig något från den som avser funktion i RIDAS avsnitt 9.2. Fokus är på byggnadstekniska konstruktioner.)	<ul style="list-style-type: none"> Magasinsbotten och stränder. Grundläggning. Fyllningsdammar. Betongdammar. Övriga dammar. Anslutningar.
F. Avbördande delsystem (Omfattningen som här beskrivs skiljer sig något från den som avser funktion i RIDAS avsnitt 9.3. Fokus är på byggnadstekniska konstruktioner.)	<ul style="list-style-type: none"> Inloppskanaler. Intag till utskov och kraftstation. Utskovsöppningar. Skibord. Utskovskanal. Energiomvandlare. Utlopp.
G. Mekaniska delsystem	<ul style="list-style-type: none"> Utskovsluckor. Intagsluckor. Lyftanordningar. Avstängningsanordningar.
H. Elektriska eller kontrollerande delsystem	<ul style="list-style-type: none"> Kraftförsörjning. Övervaknings- och styrsystem med sensorer, signalöverföring, manöverutrustning. Driftcentral. Skyddssystem.
I. Infrastruktur eller arbetsrutiner (inkluderar allt utöver vad som nämnts ovan som stödjer och möjliggör verksamheten i form av infrastruktur och arbetsrutiner)	<ul style="list-style-type: none"> Tillfartsvägar. Broar och brobanor Stegvägar. Stängsel. Skyddsanordningar. Reservmassor. Reservdelar, förråd. Organisation. Styrning. Resurser. Kompetens. Metoder, arbetssätt och praxis för konstruktion och utformning, underhåll, drift och beredskap.

CHECKLISTA FÖR IDENTIFIERING AV YTTRE HOT MOT EN DAMMANLÄGGNING		
Område	Typ av yttre hot	Följdverkningar
A. Hydrologiska och meteorologiska hot.	<ul style="list-style-type: none"> Höga flöden. Intensiva regn. Extrem vind. Åska. Extrema temperaturer. 	<ul style="list-style-type: none"> Höga vattennivåer. Erosion och skred. Vågbildning, nedfallna träd. Blixtnedslag, skogsbrand. Isläggning, ispåväxt, kravis, frostsprängning, värmeutvidgning.
B. Seismiska hot	<ul style="list-style-type: none"> Naturliga rörelser i undergrunden. 	<ul style="list-style-type: none"> Jordbävning. Förkastning.
C. Andra verksamheter och magasinmiljön	<ul style="list-style-type: none"> Fel i elnät - distribution Fel i elnät - transmission. Fel i tele/datanät Dammanläggning uppströms. Annan verksamhet uppströms. Allmän väg på damm. Gruvdrift och vattenmagasin. Fartygstrafik. Utlopp från vattendrag. Ras och skred i strandområden, nipor och branter. Vattenbeskaffenhet. Vegetation. Djurliv. 	<ul style="list-style-type: none"> Förlorad kraftförsörjning. Förlorad leveransförmåga. Förlorad tal/data kommunikation. Hastigt ändrat flöde. Utsläpp av skadliga ämnen. Trafiklaster. Inducerade rörelser i grunden. Påkörning, utsläpp. Erosion och sedimentation. Dämning och flytgodis. Urlakning, korrosion, nötning. Rotsprängning. Gropgrävning, avgnagning.
D. Antagonistiska hot och pandemi.	<ul style="list-style-type: none"> Brottslighet. Vandalism. Aktivism. Terrorism. Pandemi. 	<ul style="list-style-type: none"> Inbrott, stöld, IT-intrång. Skadegörelse. Hot mot personal. Hot mot verksamheten Brist på tillgång till personal.

TV 4 – DSU – Riskidentifiering – Checklistor – Bilaga G

CHECKLISTA FÖR IDENTIFIERING AV FELMODER		
ÖVERGRIPANDE FELMOD	FELMOD	FEL / FELORSAK
ÖVERSTRÖMNING SOM LEDER TILL FORTGÅENDE EROSION	Otillräcklig avbördningsförmåga	<ul style="list-style-type: none"> Tillrinningen överstiger summan av avbördningsförmågan och magasineringsförmågan Magasinet regleras inte på föreskrivet sätt
	Otillgänglig avbördningsförmåga	<ul style="list-style-type: none"> Bristfälligt underhåll av avbördningsanordningarna Slumpmässigt funktionsfel
	Otillräckligt fribord	<ul style="list-style-type: none"> Vind / våg belastning överstiger erosionsskyddets kapacitet Överskridande av fribord till följd av dammhaveri uppströms eller jordskred i magasinet
	Oförmåga att upptäcka och åtgärda	<ul style="list-style-type: none"> Fel och brister i avbördande funktion och fribord upptäcks eller åtgärdas inte. Fel och brister i dämmande funktion upptäcks eller åtgärdas inte.
BRISTANDE MOTSTÅNDSKRAFT SOM LEDER TILL SÖNDERFALL	Otillräcklig stabilitet	<ul style="list-style-type: none"> Massrörelser (stjälplning, glidning, vridning, ras & skred) Förlust av stöd / bärkraft från grund och anslutningar
	Otillräcklig täthet	<ul style="list-style-type: none"> Läckage genom tätkärna, anslutningar, tätningar, sprickor & grund Otillräcklig / förlust av dräneringskapacitet i filter, dränerings- och pumpsystem
	Otillräcklig beständighet och hållfasthet	<ul style="list-style-type: none"> Gradvis försvagning (inre erosion, krossning, nedbrytning, kemisk urlakning) Momentan tillståndsförändring (sprickbildning, skjuvning, hydraulisk spräckning & likvifaktion)

TV 4 – DSU – Riskidentifiering – Checklistor – Bilaga E

CHECKLISTA FÖR IDENTIFIERING AV INRE HOT – ORGANISATORISKA FÖRMÅGOR	
Förmåga	Dokumentation, planer, instruktioner, rutiner och erfarenhet att bedöma
Drift (RIDAS kapitel 7)	<ul style="list-style-type: none"> • Magasinsövervakning. • Mätdatainsamling. • Larmhantering, aktivering av personal i beredskap, och uppföljning av larm. • Prognosering av flöden. • Vattenreglering. • Driftplanering. • Avställningshantering. • Eventuella driftsrestriktioner.
Beredskap (RIDAS kapitel 7)	<ul style="list-style-type: none"> • Beredskapsplaner. • Aktivering av beredskapsplaner. • Eskaleringsrutiner. • Övningar. • Händelser – rutiner för hantering och erfarenhetsåterföring.
Underhåll (RIDAS kapitel 7)	<ul style="list-style-type: none"> • Underhållsplanering och underhållsplaner. • Underhålls- och skötselinstruktioner. • Dokumentation av genomfört rutinmässigt och avhjälpande underhåll. • Tillgång till och användning av utrustning och specialverktyg. • Verifikationstest • Funktionskontroll • Mätningar och mätutvärderingar. • Inspektioner – driftmässig, årliga, fördjupade.
Genomförande av projekt (RIDAS kapitel 10)	<ul style="list-style-type: none"> • Projektplan - Innehåll och omfattning på projektet • Krav på genomförandet med avseende på driften av anläggningen under projektets olika faser samt eventuell anpassning av drift, underhåll, och beredskap.

Styrning och uppföljning (RIDAS kapitel 2 och 11)	<ul style="list-style-type: none"> • Dammsäkerhetspolicy, roll- och funktionsbeskrivningar, ansvarsfördelning och delegeringar • Personalens kunskap, förståelse och efterlevnad av krav • Rapportering, uppföljning, beslutsfattande och planeringsprocess (för att säkerställa att dammsäkerhetsbrister identifieras, rapporteras, prioriteras, planläggs och åtgärdas) • Skriftliga förebilder drift, underhåll och tillståndskontroll (aktuell och med rätt innehåll för att säkerställa att dammanläggningen hanteras med hänsyn till dammsäkerhet) • Informationshantering (avseende tillgänglighet och kontroll av viktiga dammsäkerhetsdokument och annan viktig information t.ex. drifterfarenheter)
Dammsäkerhetsutvärdering (RIDAS kapitel 4)	<ul style="list-style-type: none"> • Beskrivning av dammanläggningen och dess funktion • Driftförutsättningar och säkerhetskrav • Värdering av anläggningens säkerhetsnivå baserat analys av mätningar, resultat från tillståndskontroll och sårbarheter. • Bedömning (beslut) om dammanläggningens säkerhetsnivå • Förvaltningsplan, åtgärdsbehov och åtgärdsplan

TV 4 – DSU – Riskidentifiering – Checklistor – Bilaga F

CHECKLISTA FÖR IDENTIFIERING AV INRE HOT – MÄNSKLIG TILLFÖRLITLIGHET	
Faktorer som påverkar mänskliga egenskaper och förmågor	
Situationsfaktorer	<ul style="list-style-type: none"> • Arbetsmiljöns utformning. • Kontrollrumsutformning. • Arbetstid och raster. • Skiftrotation och nattarbete. • Tillgänglighet och användbarhet för special utrustning/verktyg och förbrukningsvaror. • Bemanning. • Organisations struktur och åtgärder av andra. • Belöning, erkännande och förmåner.
Uppgifts- och utrustningsfaktorer	<ul style="list-style-type: none"> • Uppfattningsförmåga (perception). • Motoriska krav. • Kontroll-display förhållanden. • Krav på förutseende. • Tolkning. • Beslutsfattande. • Komplexitets-/Informations-belastning. • Frekvens och upprepning. • Hur kritisk arbetsuppgiften är. • Krav på lång- och korttidsminne. • Beräkningskrav. • Feedback. • Dynamisk kontra steg-för-steg aktivitet. • Gruppstruktur och dynamik. • Människa-Maskin gränssnitt.

Psykologiska faktorer	<ul style="list-style-type: none"> • Hur plötsligt något skall hanteras. • Varaktighet för stress. • Hur snabbt arbetsuppgiften behöver göras. • Belastning under arbetsuppgiften. • Arbete förenat med fara. • Hot vid fel/förlust av arbete. • Monoton, förnedrande eller meningslöst arbete. • Långa perioder av avsaknad av händelser med krav på hög vaksamhet. • Målkonflikter avseende arbetsprestation. • Uppmuntran och erkännande saknas eller är negativ. • Sensorisk vaksamhet blockerad. • Störningar (ljud, skarpt ljus, rörelser, flimmer, färger). • Inkonsekvens i beslut och arbetsuppgifter.
Fysiologiska faktorer	<ul style="list-style-type: none"> • Belastningens varaktighet. • Trötthet. • Smärta eller obehag. • Hunger eller törst. • Temperaturextremer. • Strålning. • Höga G-krafter. • Luftkvalitet. • Vibrationer. • Rörelsebegränsning. • Brist på fysisk träning. • Störd dygnsrytm.
Organisatoriska faktorer	<ul style="list-style-type: none"> • Hur lång tid sedan senaste utbildning/övning. • Nuvarande praxis eller skicklighet. • Personligheter och attityder. • Motivation och attityder. • Kunskap om förväntad arbetsprestation. • Fysiska förhållanden. • Attityder baserade på inflytande från familj och andra externa personer eller organisationer/sammanslutningar.

TV 4 – DSU – Riskidentifiering – Checklistor – Bilaga H

GLOBAL FELMOD	FELMOD	FUNKTIONSFEL	YTTRE HOT				INRE HOT				
			Hydrologiska / meteorologiska hot	Seismiska hot	Annan verksamhet / magasin-miljön	Antagonistiska hot	Sårbarhet dämpande delsystem	Sårbarhet avbördande delsystem	Sårbarhet mekaniska delsystem	Sårbarhet elektriska / kontrollerande delsystem	Sårbarhet infrastruktur / arbetsrutiner
ÖVERSTRÖMNING SOM LEDER TILL FORTGÅENDE EROSION	Otillräcklig avbördningskapacitet	Tillrinningen överstiger magasinerings- och avbördningsförmågan	1 / A	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
	Otillgänglig avbördningskapacitet	Magasinet regleras inte på föreskrivet sätt.	2 / A	2 / B	2 / C	2 / D	2 / E	2 / F	2 / G	2 / H	2 / I
		Slumpmässigt funktionsfel vid behov	3 / A	3 / B	3 / C	3 / D	3 / E	3 / F	3 / G	3 / H	3 / I
		Bristfälligt underhåll eller bibehållande av avbördningsförmåga	4 / A	4 / B	4 / C	4 / D	4 / E	4 / F	4 / G	4 / H	4 / I
	Otillräckligt fribord	Överskridande av fribord beroende på skred eller dammhaveri uppströms	5 / A	5 / B	5 / C	5 / D	5 / E	n/a	n/a	n/a	5 / I
		Vind / våg belastning överstiger erosionsskyddets kapacitet	6 / A	6 / B	6 / C	6 / D	6 / E	n/a	n/a	n/a	6 / I
	Oförmåga att upptäcka och åtgärda	Bristande förmåga att upptäcka och åtgärda brister i den avbördande funktionen	7 / A	7 / B	7 / C	7 / D	7 / E	7 / F	7 / G	7 / H	7 / I
Bristande förmåga att upptäcka och åtgärda brister i den dämmande funktionen		8 / A	8 / B	8 / C	8 / D	8 / E	8 / F	8 / G	8 / H	8 / I	
BRISTANDE MOTSTÅNDSKRAFT SOM LEDER TILL SÖNDERFALL	Otillräcklig stabilitet för aktuella laster	Massrörelser (ras / skred / stjälpning / glidning)	9 / A	9 / B	9 / C	9 / D	9 / E	9 / F	9 / G	9 / H	9 / I
		Förlust av stöd / bärcraft från grund och anslutningar	10 / A	10 / B	10 / C	10 / D	10 / E	10 / F	10 / G	10 / H	10 / I
	Otillräcklig vattentäthet	Läckage förbi gränssytor (anslutningar / grund / tätningar)	11 / A	11 / B	11 / C	11 / D	11 / E	11 / F	11 / G	11 / H	11 / I
		Transport av läckage genom dammen (filter / dräner / pumpar)	12 / A	12 / B	12 / C	12 / D	12 / E	12 / F	12 / G	12 / H	12 / I
	Otillräcklig beständighet / hållfasthet	Strukturell och gradvis försvagning (inre erosion / AAR / krossning / sprickbildning)	13 / A	13 / B	13 / C	13 / D	13 / E	13 / F	n/a	n/a	13 / I
		Momentan tillståndsförändring (likvifaktion / hydraulisk spräckning / sprickbildning)	14 / A	14 / B	14 / C	14 / D	14 / E	14 / F	14 / G	14 / H	14 / I

Bilagefigur 15.

Hot- och felmodsmatris med ej tillämpbara celler (beige) och förslag på

numrering

TV 4 – DSU – Riskidentifiering – Checklistor – Bilaga H

GLOBAL FELMOD	FELMOD	YTTRE HOT				INRE HOT			
		Kan en hydrologisk / meteorologisk händelse ...	Kan en seismisk händelse ...	Kan annan verksamhet eller magasinmiljön ...	Kan skadegörelse, sabotage eller antagonistiska hot ...	Kan en sårbarhet i en dämmande konstruktion ...	Kan en sårbarhet i en avbördande konstruktion ...	Kan en sårbarhet i ett mekaniskt delsystem ...	Kan en sårbarhet i ett elektriskt eller kontrollerande delsystem ...
ÖVERSTRÖMNING SOM LEDER TILL FORTSKRIDANDE EROSION	Otillräcklig avbördningsförmåga	... leda till att tillrinningen är större än summan av magasinerings- och avbördningskapaciteten som leder till dammhaveri ?							
	Otillgänglig avbördningsförmåga	... leda till att reglerna för magasinets hantering inte kan följas som leder till dammhaveri ? ----->							
		... leda till ett slumpmässigt funktionsfel vid behov som leder till dammhaveri ? ----->							
		... leda till att avbördningskapaciteten inte underhålls eller bibehålls som leder till dammhaveri ? ----->							
	Otillräckligt fribord	... leda till kraftig höjning av magasinens nivå till följd av skred eller dammhaveri uppströms som leder till dammhaveri ? ----->					Nej - sådana orsakssamband finns inte.		----->
		... leda till otillräcklig vågbrytningsförmåga som leder till dammhaveri ? ----->					Nej - sådana orsakssamband finns inte.		----->
Oförmåga att upptäcka och åtgärda	... förhindra att fel på den avbördande funktionen upptäcks och åtgärdas som leder till dammhaveri ? ----->								
	... förhindra att fel på den dämmande funktionen upptäcks och åtgärdas som leder till dammhaveri ? ----->								
BRISTANDE MOTSTÅNDSKRAFT SOM LEDER TILL SÖNDERFALL	Otillräcklig stabilitet för aktuella laster	... leda till massrörelse som leder till dammhaveri ? ----->							
		... leda till otillräcklig stabilitet i grund eller anslutningar till naturlig mark som leder till dammhaveri ? ----->							
	Otillräcklig vattentäthet	... leda till läckage förbi gränssytor (anslutningar / grund / tätningar) som leder till dammhaveri ? ----->							
		... orsaka fel i transport av läckage genom dammen (filter / dräner / pumpar) som leder till dammhaveri ? ----->							
Otillräcklig beständighet / hållfasthet	... orsaka strukturell försvagning (inre erosion / AAR / krossning / sprickbildning / etc.) som leder till dammhaveri ? ----->						Nej - sådana orsakssamband finns inte.		----->
	... orsaka momentan tillståndsförändring (likvifaktion / hydraulisk spräckning) som leder till dammhaveri ? ----->								

Bilagefigur 16. Hot- och felmodsmatris med stödfrågor för identifiering av kopplingar mellan hot och felmoder för en dammanläggning.

TV 4 – DSU – Riskidentifiering – Checklistor – Bilaga I

EXEMPEL PÅ HÄNDELSEKEDJOR FÖR ORSAK OCH VERKAN	
Fel och feleffekt - sammanhang	Tänkbar orsak
<ul style="list-style-type: none">• Luckvajer går av > Lucka otillgänglig > Reducerad tillgänglig avbördningskapacitet > Högre sårbarhet för höga flöden > Flöde som överskrider tillgänglig avbördningskapacitet inträffar innan felavhjälpning gjord > <u>Dammincident</u> och potentiellt dammhaveri pga. överströmning.	<ul style="list-style-type: none">• Otillräckligt underhåll.• Feldimensionerad från början.• Utmattning – Karakteristisk livslängd förbrukad.
<ul style="list-style-type: none">• Injekteringsridå degraderad > Ökade läckage i undergrund > Ökad materialtransport i kontaktzon mellan grund och damm > Läckage ökar ytterligare när läckagevägen ökar sin storlek > Underminering av damm > Sjunkhål på damm eller bakåtskridande erosion i dammtå > Skadeutveckling leder till stor skada eller dammhaveri.	<ul style="list-style-type: none">• Kemiska processer.• Feldimensionerad.• Dåligt byggd.• Bristande kontroll och hantering av felutvecklingen.
<ul style="list-style-type: none">• Genomgående kritisk spricka i dämmande monolit i en betongdamm > Minskad säkerhetsmarginal mot stjälpning > Rostande kraftarmering (degradering) i sprickan > Ytterligare minskad säkerhetsmarginal mot stjälpning > Delar av kraftarmeringen tappar sin bärförmåga > Skador och eventuellt dammhaveri (Kommentar: förloppet som helhet långt i tid men själva brottförloppet snabbt)	<ul style="list-style-type: none">• Krympning.• Frostsprängning.• Effekter av tidigare överbelastningar.• Degradering av materialegenskaper.
<ul style="list-style-type: none">• Osv.	<ul style="list-style-type: none">•

EXEMPEL 1: AVBÖRDANDE FUNKTION - LUCKVAJER

3 - RISKIDENTIFIERING						
3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7
Referens-information	Huvudfunktion som analyseras	Delsystem och enhet som analyseras	Enhetens funktion/er	Analys av orsak och verkan	Nuvarande hantering av risken	Osäkerheter i riskidentifieringen (1 - 5)

3.1 Referensinformation

Datum: 2021-06-08

Enhet: Utskovslucka L1

Risk.nr: 01

3.2 Huvudfunktion

Avbördande

3.3 Delsystem och enhet

Delsystem: Lyftmaskineri, utskovslucka 1

Enhet: Luckvajer

3.4 Enhetens funktion

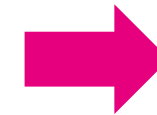
Överföra spelets rotationskraft till infästning på utskovsluckan.

EXEMPEL 1: AVBÖRDANDE FUNKTION - LUCKVAJER

3 - RISKIDENTIFIERING						
3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7
Referens-information	Huvudfunktion som analyseras	Delsystem och enhet som analyseras	Enhetens funktion/er	Analys av orsak och verkan	Nuvarande hantering av risken	Osäkerheter i riskidentifieringen (1 - 5)

Sårbarheter och hot att bygga samband av:

- Luckans betydelse – L1 står för 1/3-del av dammanläggningens avbördningskapacitet (exkl. kraftstation)
- Kända sårbarheter, avvikelser och brister (från t.ex. underhåll och drifterfarenheter)
 - Vajer i dåligt skick
 - Möjligheter till nödlyft av luckan saknas
- Yttre hot:
 - Höga flöden, lång belastningstid
- Inre hot (hantering):
 - Användning av luckan ändrad. Inte bara reglering i högflödesituationer men ingår nu även i frekvensreglering med påtagligt ökad drifttid som följd.
 - Förbyggande underhåll otillräckligt för att vidmakthålla ett gott skick
 - Reservvajer saknas och måste beställas. Åtgärdstid kan bli långvarig



3.5 Analys av orsak och verkan

Luckvajer går av under användning -> Luckan blir otillgänglig -> Avbördningskapaciteten reduceras med en 1/3-del -> Högre sårbarhet för höga flöden -> Flöde som överskrider tillgänglig avbördningskapacitet inträffar innan felavhjälpning gjord -> Dammincident och potentiell dammhaveri p.g.a av överströmning

På samma sätt kan risken analysera med andra sammanhang. T.ex. Drift och driftstörningar sommar och vintertid mm.

EXEMPEL 1: AVBÖRDANDE FUNKTION - LUCKVAJER

3 - RISKIDENTIFIERING						
3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7
Referens-information	Huvudfunktion som analyseras	Delsystem och enhet som analyseras	Enhetens funktion/er	Analys av orsak och verkan	Nuvarande hantering av risken	Osäkerheter i riskidentifieringen (1 - 5)

3.6 Nuvarande hantering av risken

Förebyggande hantering i UH otillräckligt att vidmakthålla gott skick på vajrarna.

Inga driftbegränsningar.

Inga beredskapsåtgärder är förberedda.

3.7 Osäkerheter i riskidentifiering

Förväntad kvarstående livslängd med nuvarande användning?

Tid att adhoc ordna nödlyft av luckan om felet inträffar under flöden som det ser ut nu?

Tillgänglig tid till kritisk överdämningsnivå?

Dammarnas överdämningsförmåga?

Möjlighet att skapa tid u/s?

EXEMPEL 2: DÄMMANDE – MONOLIT I LAMMELLKRÖNDAMM

3 - RISKIDENTIFIERING						
3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7
Referens-information	Huvudfunktion som analyseras	Delsystem och enhet som analyseras	Enhetens funktion/er	Analys av orsak och verkan	Nuvarande hantering av risken	Osäkerheter i riskidentifieringen (1 - 5)

3.1 Referensinformation

Datum: 2021-06-08

Enhet: Monolit X i lamellkröndamm

Risk.nr: 01

3.2 Huvudfunktion

Dämmande

3.3 Delsystem och enhet

Delsystem: Monoliter i lamellkröndamm

Enhet: Monolit X, den högsta

3.4 Enhetens funktion

Överföra magasinlasterna från monolitens frontplatta till grunden.

Många krav kopplat till t.ex.:

- Monolitens egna styrka
- Grundens bärighet
- Lastfall

EXEMPEL 2: DÄMMANDE – MONOLIT I LAMMELLDAMM

3 - RISKIDENTIFIERING						
3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7
Referens-information	Huvudfunktion som analyseras	Delsystem och enhet som analyseras	Enhetens funktion/er	Analys av orsak och verkan	Nuvarande hantering av risken	Osäkerheter i riskidentifieringen (1 - 5)

Sårbarheter och hot att bygga samband av:

Dammen har klass B och tidigare flödesdimensioneringsklass I

I tidigare analysen så har man funnit att grunden bedöms kunna överföra lasterna utan problem.

Monoliten har genomgående spricka som ligger 2/3-delar upp på pelaren.

Sprickan är vad det verkar torr och uppvisar inga spår av tidigare läckage i form av kalkutfällningar, rost eller andra missfärgningar.

Magasinet ligger

Beräkningar visar att monoliten:

- Har erforderlig säkerhet mot normala vattenstånd
- Har viss begränsad avvikelse för dimensionerande vattenstånd
- Att säkerheten mot dimensionerande islast 200 kN/m, med avseende på sprickan inte möter rekommenderad stabilitetsnivå. Nuvarande bedömning är att den tål 75 kN/m med rekommenderad stabilitetsnivå.

3.5 Analys av orsak och verkan

Omfattande istäcke bildas magasinet -> lasten som verkar på monoliten övervinner bärförmåga armering och friktion i sprickan. > Frontplatta böjer sig då den övre delen av monoliten rör på sig -> krafterna övervinner fogar mellan frontplattorna och brobanans överföringspunkter på monoliten.-> Frontplattans och monolitens övre del förlorar sin bärförmåga -> Omfördelningen av laster då monoliten överströmmas leder till dominobrott som stälper några ytterligare monoliter



EXEMPEL 2: DÄMMANDE – MONOLIT I LAMMELLDAMM

3 - RISKIDENTIFIERING						
3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7
Referens-information	Huvudfunktion som analyseras	Delsystem och enhet som analyseras	Enhetens funktion/er	Analys av orsak och verkan	Nuvarande hantering av risken	Osäkerheter i riskidentifieringen (1 - 5)

3.6 Nuvarande hantering av risken

Sprickan hålls under uppsikt och mäts inom ramen för den ordinarie tillståndskontrollen.

Dammen försågs med isfrihållning när beräkningarna erhöles. Isfrihållningen läggs ut som en del av vinterförberedelsena varje år.

Inga driftbegränsningar.

Inga specifika beredskapsåtgärder är förberedda.

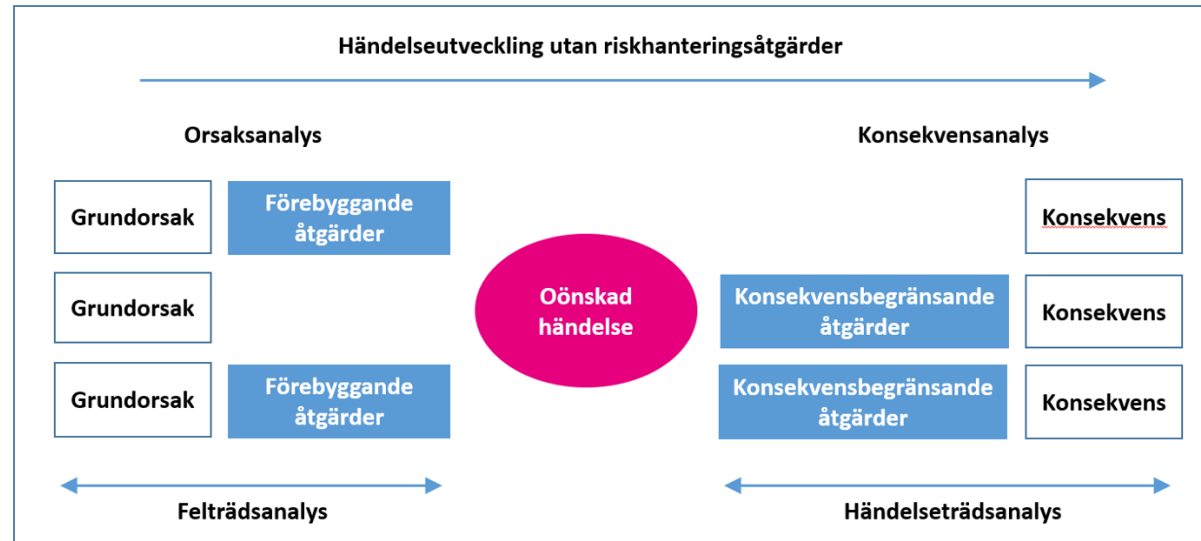
3.7 Osäkerheter i riskidentifiering

Tillståndet på frontplattans u/s sida och potentiell påverkan från framtida läckage.

Armeringskorrosion i sprickan trots att avsaknad av visuella indikationer?

Kan andra islastfall uppkomma som inte har beaktas så här långt? Uppbyggnad av isdämmor u/s pga mer aggressiv vattenreglering vintertid? Inga erfarenheter av det än så länge, men det har hänt för andra anläggningsägare i andra älvar.

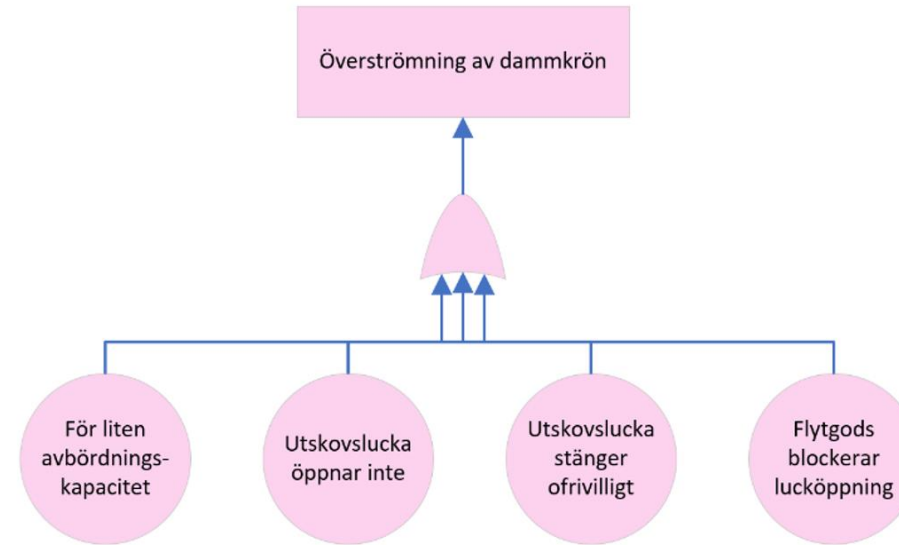
TV 4 – DSU – Riskanalys – Bowtie



Figur 10. Förenklat Bowtie eller flugdiagram

- Analys med stöd av flugdiagram – eller **Bowtie-analys** – är en metod som med utgångspunkt utifrån en vald **oönskad händelse** ger en struktur för att identifiera de orsaker som kan leda till händelsen och de möjliga konsekvenser som kan uppkomma till följd av den.
- De önskade händelser som kan vara aktuella vid en dammanläggning ges av de risker som identifierats i enlighet med avsnitt 3. Sådana kan exempelvis omfatta att
 - En utskovslucka öppnar inte vid behov,
 - En damm har haft ett ökande läckage under några år,
 - Driftpersonal har svårt hinna fram och öppna utskovsluckor vid stationsfrånslag.

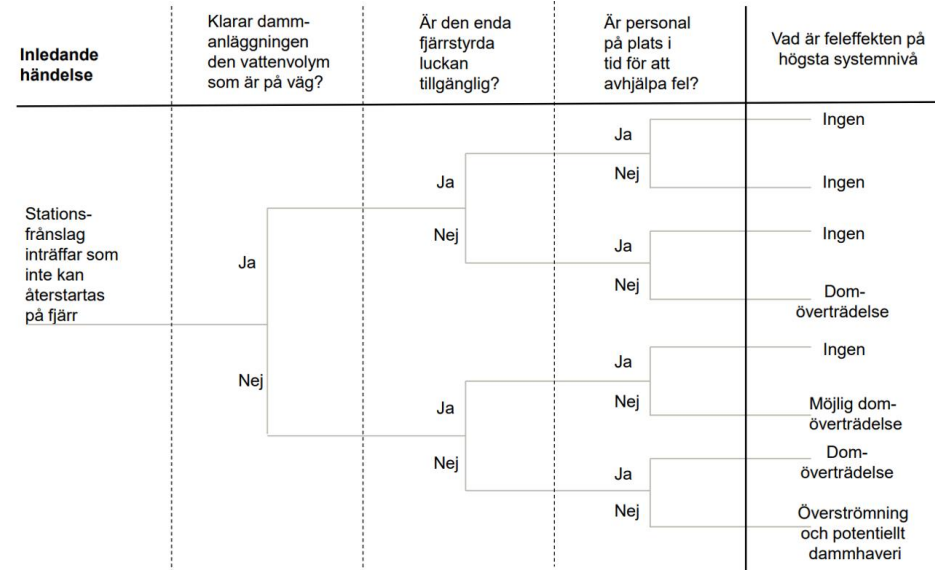
TV 4 – DSU – Riskanalys – Felträd



Figur 11. Exempel på ett felträdsdiagram

- Som indikeras i Figur 10 kan orsaksanalysen utvecklas till en **felträdsanalys**.
- Felträdsanalys är en metod för att identifiera och analysera orsaker som kan leda till en oönskad händelse.
- En sådan mer formell analys kan vara aktuell för dammanläggningar i de högsta dammsäkerhetsklasserna.

TV 4 – DSU – Riskanalys – Händelseträd



Figur 12. Exempel på händelseträdsdiagram för stationsfrånslag som inledande händelse

- Som indikeras i Figur 10 kan konsekvensanalysen stödjas av en **händelseträdsanalys**.
- Händelseträdsanalys är en metod för att identifiera möjliga händelseutvecklingar utifrån en inledande – oönskad – händelse.
- En sådan mer formell analys kan vara aktuell för dammanläggningar i dammsäkerhetsklass A och B.

TV 4 – DSU – Riskanalys – FMEA [REDACTED] – Bilaga J

FMEA													
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14
Referens nummer för enheten	Enhetens namn	Delsystem som enheten ingår i	Huvudfunktion som enheten ingår i	Enhetens funktion	Krav på prestanda för enheten	Verifierad prestanda för enheten	Felmod för enheten	Felorsak för enheten	Feleffekt för enheten	Feleffekt för delsystemet	Feleffekt för högsta systemnivå	Metoder för upptäckt av felmoden	Metoder för hantering av felmoden



Figur 15. Förslag på utformning av kolumner i ett arbetsblad för feleffektanalys (FMEA) på enhetsnivå [REDACTED]

TV 4 – DSU – Riskanalys – Sannolikhet

Tabell 4. Förslag på skala för gradering av sannolikhet att inträffa

Skalvärde	Beskrivning av sannolikhet	Kan förväntas inträffa	Frekvens per år
6	Mycket hög	Årligen	> 1
5	Hög	Under en 10-års period	0,1 – 1
4	Måttlig	Under dammens livslängd	0,01 – 0,1
3	Låg	För någon liknande damm under dess livslängd	0,001 – 0,01
2	Mycket låg	Knappast troligt alls – enstaka fall kända	0,0001 – 0,001
1	Extremt låg	Inte alls – inga kända fall	< 0,0001

- I Tabell 4 redovisas ett **förslag på skala för gradering av sannolikheter**, eller trolighet att inträffa. Den skala som redovisas avser att omfatta medlemsföretag med dammar i de högsta dammsäkerhetsklasserna. Om medlemsföretaget inte har A eller B dammar kan "Extremt låg" sannolikhet utelämnas och skalvärdena justeras därefter.

TV 4 – DSU – Riskanalys – Konsekvens

Tabell 5. Förslag på skala för gradering av konsekvenser (feleffekter) för en dammanläggning

Skalvärde	Beskrivning av konsekvens för dammanläggningen	Konsekvensen / feleffekten omfattar	Konsekvens för systemnivå
5	Dammhaveri	Dammanläggningen har inga huvudfunktioner kvar	Dammanläggning
4	Allvarlig skada på dammanläggningen	Omedelbara och mycket omfattande åtgärder och reparationer krävs	Huvudfunktion
3	Skada med stor påverkan på dammanläggningens drift	Omedelbara driftrestriktioner behöver införas och omfattande åtgärder kan krävas	Huvudfunktion / Delsystem
2	Skada med begränsad påverkan på dammanläggningens drift	Skada inom ett delsystem som är lämplig att åtgärda omedelbart	Delsystem
1	Mindre skada utan påverkan på dammanläggningens drift	Skada inom en enhet eller delsystem på låg nivå där åtgärder ej krävs omedelbart	Enhet / delsystem

- Tabell 5 redovisar ett **förslag på gradering av konsekvenser**, eller feleffekter, för en damm eller dammanläggning. Med hänsyn till den systemnedbrytning som görs för dammanläggningen är det lämpligt att konsekvenser också relateras till olika nivåer i en sådan struktur.

EXEMPEL 1: AVBÖRDANDE FUNKTION - LUCKVAJER

4 - RISKANALYS			
4.1	4.2	4.3	4.4
Beskrivning av sannolikhet att inträffa	Bedömning av konsekvens (1 - 5)	Bedömning av sannolikhet att inträffa (1 - 5)	Bedömning av osäkerheten i riskanalysen (1 - 5)

4.1 Beskrivning av sannolikhet att inträffa

Sannolikhet för allvarlig skada eller dammhaveri föreligger om felet uppstår innan flödesperiod eller uppkommer vid användning under flödet samt att tillrinningen överstiger tillgänglig avbördningskapacitet. Sannolikhet för att vajer går till haveri under den normala användningen under året bedöms till 25% med tanke på ökad användning. Flödessäsongerna vår/ höst motsvarar ca 5 månader om året. Avhjälpningstid uppskattas till 4 månader. Alltså bedöms sannolikheten att fel inte är avhjälpt om det inträffat innan en flödesperiod till $5/12 * 4/12 \sim 14\%$. Sannolikhet kvarstående fel $\sim 14\% * 25\% \sim 3,5\%$. Sannolikheten för att fel uppkommer under användning i flödesperioden bedöms med tanke på statusen till 10%. Totalt uppskattning för otillgänglig under flödesperioderna ett enskilt år pga. detta fel: $\sim 14\%$

Allvarlig skada bedöms uppkomma för alla flöden som medför att tätkärnan övertoppas. Avbördningskapacitet vid tätkärnans överkant för de två kvarstående utskoven är $300 \text{ m}^3/\text{s}$. För denna anläggning motsvaras det av ett flöde med återkomsttid om 42 år.

Dammhaveri bedöms uppkomma för alla flöden som medför att dammkrönet övertoppas. Avbördningskapaciteten för de återstående kvarstående utskoven är $360 \text{ m}^3/\text{s}$. För denna anläggning motsvaras det av ett flöde med återkomsttid om 150 år.

Alltså sannolikhet för allvarlig skada : $\sim 14\% * 1/42 \sim 0,33\% (1/300)$. Sannolikhet för dammhaveri: $\sim \sim 14\% * 1/150 \sim 0,093\% (1/1070)$

EXEMPEL 1: AVBÖRDANDE FUNKTION - LUCKVAJER

4 - RISKANALYS			
4.1	4.2	4.3	4.4
Beskrivning av sannolikhet att inträffa	Bedömning av konsekvens (1 - 5)	Bedömning av sannolikhet att inträffa (1 - 5)	Bedömning av osäkerheten i riskanalysen (1 - 5)

4.2 Bedömning av konsekvens

Konsekvensen av att luckvajern går av skulle som enskild händelse ger nivå 2-3.

Haveri luckvajer + flöde som trycker upp vattenståndet ovan tätkärnans överkant ger nivå 3-4.

Haveri + flöde som leder till vattenstånd över dammkrönet ger antingen allvarlig skada på dammen eller dammhaveri alltså nivå 4-5.

Tabell 5. Förslag på skala för gradering av konsekvenser (feleffekter) för en dammanläggning

Skalvärde	Beskrivning av konsekvens för dammanläggningen	Konsekvensen / feleffekten omfattar	Konsekvens för systemnivå
5	Dammhaveri	Dammanläggningen har inga huvudfunktioner kvar	Dammanläggning
4	Allvarlig skada på dammanläggningen	Omedelbara och mycket omfattande åtgärder och reparationer krävs	Huvudfunktion
3	Skada med stor påverkan på dammanläggningens drift	Omedelbara driftrestriktioner behöver införas och omfattande åtgärder kan krävas	Huvudfunktion / Delsystem
2	Skada med begränsad påverkan på dammanläggningens drift	Skada inom ett delsystem som är lämplig att åtgärda omedelbart	Delsystem
1	Mindre skada utan påverkan på dammanläggningens drift	Skada inom en enhet eller delsystem på låg nivå där åtgärder ej krävs omedelbart	Enhet / delsystem

EXEMPEL 1: AVBÖRDANDE FUNKTION - LUCKVAJER

4 - RISKANALYS			
4.1	4.2	4.3	4.4
Beskrivning av sannolikhet att inträffa	Bedömning av konsekvens (1 - 5)	Bedömning av sannolikhet att inträffa (1 - 5)	Bedömning av osäkerheten i riskanalysen (1 - 5)

4.3 Bedömning av sannolikhet att inträffa

Sannolikhet att luckvajern går av i vårt exempel
Hög – Skalvärde 5.

Sannolikhet för allvarlig skada på dammen i vårt exempel
Låg – Skalvärde 3.

Sannolikhet för dammhaveri i vårt exempel
Låg – Skalvärde 3.

Tabell 4. Förslag på skala för gradering av sannolikhet att inträffa

Skalvärde	Beskrivning av sannolikhet	Kan förväntas inträffa	Frekvens per år
6	Mycket hög	Årligen	> 1
5	Hög	Under en 10-års period	0,1 – 1
4	Måttlig	Under dammens livslängd	0,01 – 0,1
3	Låg	För någon liknande damm under dess livslängd	0,001 – 0,01
2	Mycket låg	Knappast troligt alls – enstaka fall kända	0,0001 – 0,001
1	Extremt låg	Inte alls – inga kända fall	< 0,0001

EXEMPEL 1: AVBÖRDANDE FUNKTION - LUCKVAJER

4 - RISKANALYS			
4.1	4.2	4.3	4.4
Beskrivning av sannolikhet att inträffa	Bedömning av konsekvens (1 - 5)	Bedömning av sannolikhet att inträffa (1 - 5)	Bedömning av osäkerheten i riskanalysen (1 - 5)

4.4 Bedömning av osäkerheten i riskanalysen

Bedömningen av sannolikhet för haveri på luckvajern är mycket osäker.

Om fel redan uppkommit så ökar sannolikheten för allvarlig skada och dammhaveri högst påtagligt.

Angivna avbördningskapaciteter har en osäkerhet på ca +/- 10%. Vid minus 10% blir risken ungefär dubbelt så stor.

- 10% lägre avbördningskapacitet ökar risken för allvarlig skada från 1/300 till 1/158
- 10% lägre avbördningskapacitet ökar risken för dammhaveri från 1/1070 till 1/496

Det är troligt de allvarliga konsekvenserna är en aning överskattade då de ofta tål överdämning en viss tid.

OBS! Innan slutlig värdering görs av hela avbördande funktionen, så behöver andra möjligheter till fel också beaktas, samt andra kombinationer av fel.

EXEMPEL 2: DÄMMANDE – MONOLIT I LAMMELLDAMM

4 - RISKANALYS			
4.1	4.2	4.3	4.4
Beskrivning av sannolikhet att inträffa	Bedömning av konsekvens (1 - 5)	Bedömning av sannolikhet att inträffa (1 - 5)	Bedömning av osäkerheten i riskanalysen (1 - 5)

4.1 Beskrivning av sannolikhet att inträffa

Islast betraktas enligt RIDAS som ett normal lastfall som kan uppkomma inom en anläggnings livslängd.

Men på den här platsen så uppkommer ytterst sällan heltäckande istäcken, vilket talar för att sannolikheten för dimensionerade laster kan vara mindre än 1/100.

Isfrihållning utmed hela dammen har införts varför risken torde vara ytterst begränsad. Kontroll av isfrihållningen ingår rondens som sker 1 ggr/vecka. Drifterfarenheter goda under de 5 år som systemet varit på plats.

Fenomen som kan öka risken är degradering av frontplattan, armeringskorrosion i sprickan och inte minst framtida besparingsiver i underhållet.

EXEMPEL 2: DÄMMANDE – MONOLIT I LAMMELLDAMM

4 - RISKANALYS			
4.1	4.2	4.3	4.4
Beskrivning av sannolikhet att inträffa	Bedömning av konsekvens (1 - 5)	Bedömning av sannolikhet att inträffa (1 - 5)	Bedömning av osäkerheten i riskanalysen (1 - 5)

4.2 Bedömning av konsekvens

I händelse av tillräckligt stora islaster mot dammen så kommer skadorna leda till allvarliga skador på dammanläggningen och eventuellt dammhaveri.

Skalvärde 4-5.

Tabell 5. Förslag på skala för gradering av konsekvenser (feleffekter) för en dammanläggning

Skalvärde	Beskrivning av konsekvens för dammanläggningen	Konsekvensen / feleffekten omfattar	Konsekvens för systemnivå
5	Dammhaveri	Dammanläggningen har inga huvudfunktioner kvar	Dammanläggning
4	Allvarlig skada på dammanläggningen	Omedelbara och mycket omfattande åtgärder och reparationer krävs	Huvudfunktion
3	Skada med stor påverkan på dammanläggningens drift	Omedelbara driftrestriktioner behöver införas och omfattande åtgärder kan krävas	Huvudfunktion / Delsystem
2	Skada med begränsad påverkan på dammanläggningens drift	Skada inom ett delsystem som är lämplig att åtgärda omedelbart	Delsystem
1	Mindre skada utan påverkan på dammanläggningens drift	Skada inom en enhet eller delsystem på låg nivå där åtgärder ej krävs omedelbart	Enhet / delsystem

EXEMPEL 2: DÄMMANDE – MONOLIT I LAMMELLDAMM

4 - RISKANALYS			
4.1	4.2	4.3	4.4
Beskrivning av sannolikhet att inträffa	Bedömning av konsekvens (1 - 5)	Bedömning av sannolikhet att inträffa (1 - 5)	Bedömning av osäkerheten i riskanalysen (1 - 5)

4.3 Bedömning av sannolikhet att inträffa

Sannolikhet för dammhaveri med nuvarande status och hantering av isfrihållning bedöms vara Extremt låg.

Skalvärde 1.

Tabell 4. Förslag på skala för gradering av sannolikhet att inträffa

Skalvärde	Beskrivning av sannolikhet	Kan förväntas inträffa	Frekvens per år
6	Mycket hög	Årligen	> 1
5	Hög	Under en 10-års period	0,1 – 1
4	Måttlig	Under dammens livslängd	0,01 – 0,1
3	Låg	För någon liknande damm under dess livslängd	0,001 – 0,01
2	Mycket låg	Knappast troligt alls – enstaka fall kända	0,0001 – 0,001
1	Extremt låg	Inte alls – inga kända fall	< 0,0001

EXEMPEL 2: DÄMMANDE – MONOLIT I LAMMELLDAMM

4 - RISKANALYS			
4.1	4.2	4.3	4.4
Beskrivning av sannolikhet att inträffa	Bedömning av konsekvens (1 - 5)	Bedömning av sannolikhet att inträffa (1 - 5)	Bedömning av osäkerheten i riskanalysen (1 - 5)

4.4 Bedömning av osäkerheten i riskanalysen

Bedömningen av sprickans betydelse är osäker. Status och eventuella förutsättningar för degradering skulle behöva utredas vidare för att bedömas säkrare.

Bedömningen av återkomsttiden för islaster är osäker, men bedömningen är att dimensionerande islastnivåer inte uppkommer har mycket låg sannolikhet att uppkomma inom en 100års-period för den här anläggningen.

Det finns viss risk att isfrihållningen inte fungerar när den behövs. Men den bör vara liten så länge det ingår i anläggningens underhåll att aktivera systemet inför vintern och att det kontrolleras under rondens varje vecka.

TV 4 – DSU – Riskvärdering – Regler

Som grund för de värderingar som medlemsföretaget gör är det lämpligt att ställa upp ”**regler**” för hur dessa kan göras.

För ett medlemsföretag med flera dammanläggningar torde det också vara av intresse att **värderingar görs efter en gemensam skala** för företaget och inte lämnas till de individer som genomför DSUn.

Regler kan formuleras i skrift eller i form av en riskmatris. Några exempel på regler för ett medlemsföretag kan mot bakgrund av Tabell 5 och Tabell 4 vara:

- Risker som har hög eller mycket hög sannolikhet att inträffa och kan leda till skada med stor påverkan på dammanläggningens drift **är inte acceptabla**.
- Risker som har mycket låg sannolikhet att inträffa och endast kan leda till skada med begränsad påverkan på dammanläggningens drift **är acceptabla**.

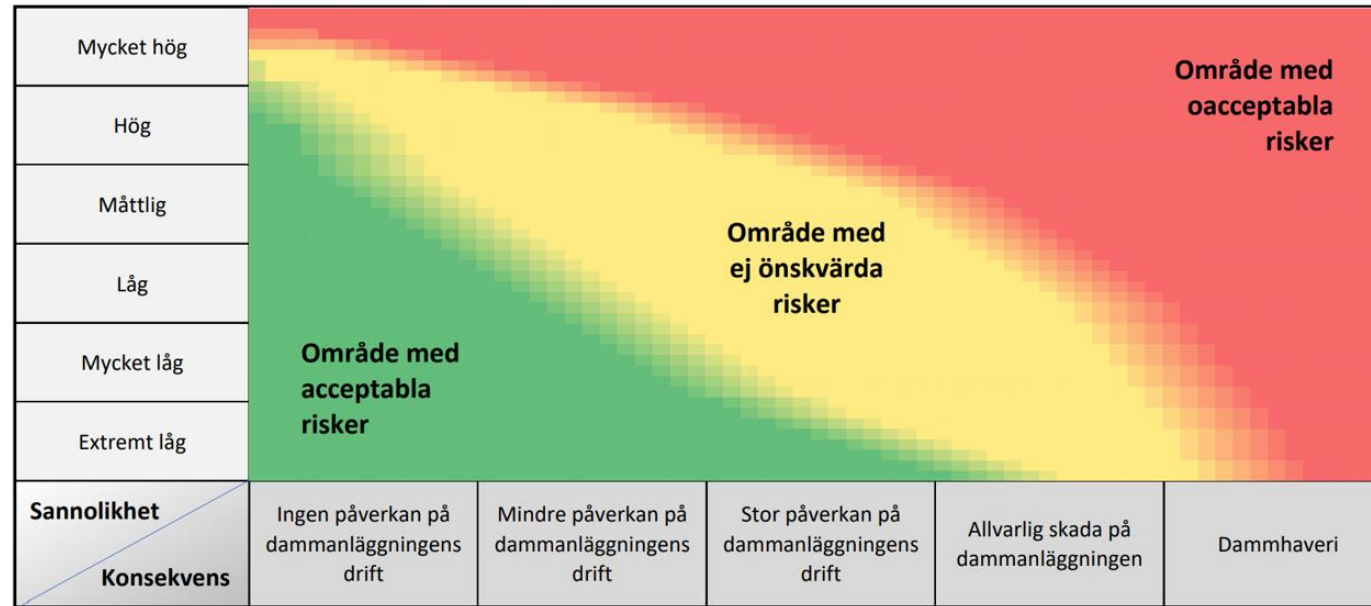
TV 4 – DSU – Värdering

OBS! Frekvensbaserat säkerhetsmål som tankestöd

Tabell 4. Förslag på skala för gradering av sannolikhet att inträffa

Skalvärde	Beskrivning av sannolikhet	Kan förväntas inträffa	Frekvens per år	A-anläggning kort sikt		A-anläggning lång sikt	
				Allvarlig skada	Dammhaveri	Allvarlig skada	Dammhaveri
6	Mycket hög	Årligen	> 1				
5	Hög	Under en 10-års period	0,1 – 1				
4	Måttlig	Under dammens livslängd	0,01 – 0,1				
3	Låg	För någon liknande damm under dess livslängd	0,001 – 0,01				
2	Mycket låg	Knappast troligt alls – enstaka fall kända	0,0001 – 0,001				
1	Extremt låg	Inte alls – inga kända fall	< 0,0001				

TV 4 – DSU – Riskvärdering – Riskmatris



Figur 13. Exempel på en riskmatris

- I en riskmatris kan bedömningar av konsekvens och sannolikhet åskådliggöras för att ge en sammantagen uppfattning om aktuell risk.
- Det är lämpligt för ett medlemsföretag att ta fram en riskmatris som används för de DSUer som är aktuella och dokumentera den i en instruktion för DSU.

TV 4 – DSU – Riskvärdering – FMEA/FMECA – Bilaga J

FMEA													
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14
Referens nummer för enheten	Enhetsnamn	Delsystem som enheten ingår i	Huvudfunktion som enheten ingår i	Enhetsfunktion	Krav på prestanda för enheten	Verifierad prestanda för enheten	Felmod för enheten	Felorsak för enheten	Feleffekt för enheten	Feleffekt för delsystemet	Feleffekt för högsta systemnivå	Metoder för upptäckt av felmoden	Metoder för hantering av felmoden

FMECA						
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Allvarlighet för högsta systemnivå	Sannolikhet att felmoden initieras	Sannolikhet att felmoden utvecklas till fel	Svårighet upptäcka felmod	Svårighet hantera felmod	Enhets belastningsfrekvens 1/år	Kritikalitetsindex

ÅTGÄRD
Å1
Uppenbar åtgärd för vidare analys

PRIORITERING	
P1	P2
Prioritering av felmod	Notering om risk överförs till riskregister

Figur 15. Förslag på utformning av kolumner i ett arbetsblad för feleffektanalys (FMEA) på enhetsnivå med kritikalitetsbedömning (FMECA)

TV 4 – DSU – Riskvärdering – Säkerhetsbedömning

DSU syftar till att göra en samlad säkerhetsbedömning för den dammanläggning som utvärderas. Den samlade säkerhetsbedömningen föreslås av Svenska kraftnät [3] att utvärderas mot en tregradig skala som kan beskrivas:

- Dammanläggningen bedöms **ha tillfredställande säkerhet.**
- Dammanläggningen bedöms **ha villkorat tillfredställande säkerhet.**
- Dammanläggningen bedöms **inte ha tillfredställande säkerhet.**

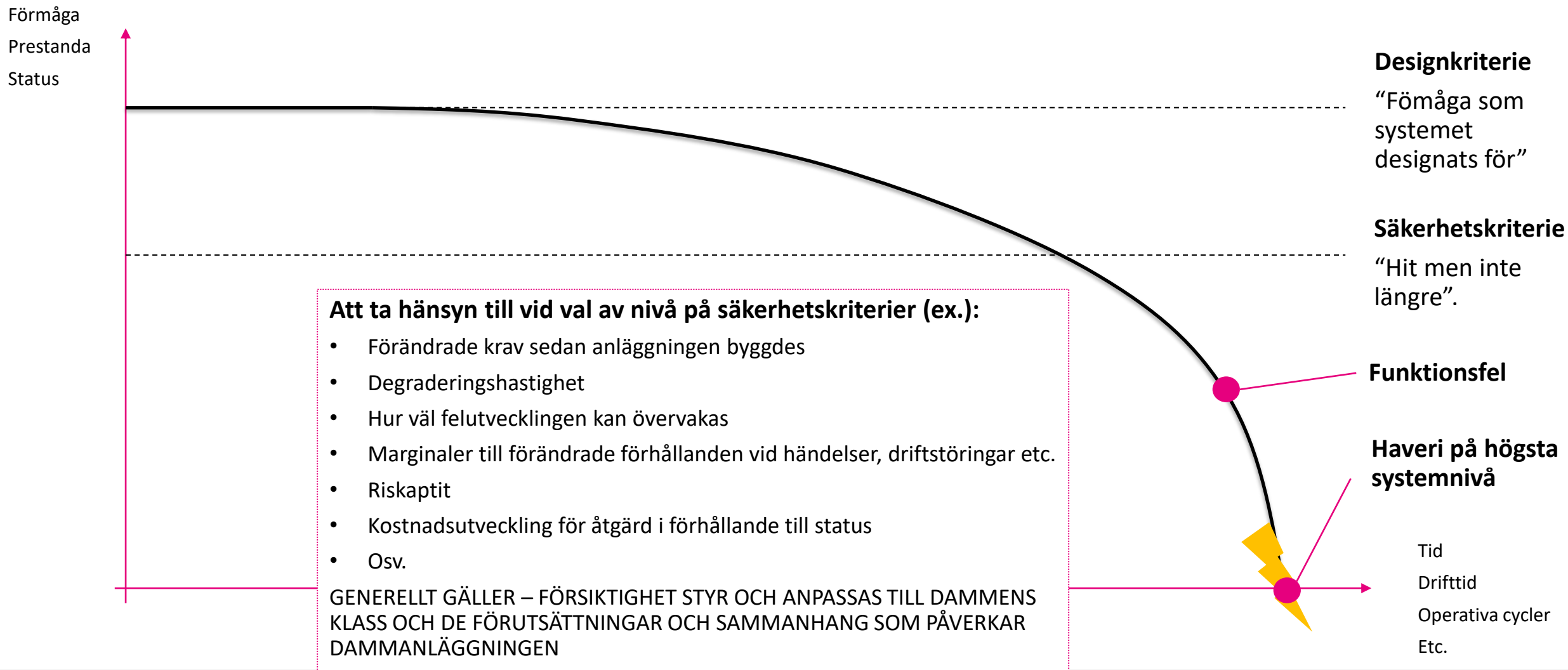
De centrala frågorna och vad behöver vi veta/ta reda på för att besvara dem?



Typiska följdfrågor som medlemsföretaget behöver gå igenom

- Vad förväntas dammanläggningen klara av ?
- Vilka egenskaper och prestanda behöver dammanläggningen då ha ?
- Vilka avvikelser finns i dammanläggningens tekniska förmåga och vilken betydelse har dessa avvikelser?
- Vad krävs av organisationen för att hantera dammanläggningen på ett säkert sätt med hänsyn till dammanläggningens konsekvenser och avvikelser ?
- Hur hanteras dammanläggningen och räcker det för att uppnå tillfredställd säkerhet (drift, underhåll, beredskap)?

Designkriterie kontra säkerhetskriterie – vad är skillnaden? (med avseende på status och degradering)



Säkerhetsprinciper till grund för formulering av tekniska säkerhetskriterier

- Säkerhetsmarginaler (med avseende på degradering, tid, osäkerheter i egenskaper)
- Inneboende säkerhet
- Livslängdsprincipen
- Fail-Safe
- Redundans, diversifiering, funktionell separation, fysisk separation
- Konsekvensstyrning

Regler för hantering som säkerhetskriterier (Obs! exempel)

Underhåll

- Uppfyllandegraden i det förebyggande underhåll skall vara $> X\%$
- Hindertiden för avhjälpande underhåll i säkerhetskritiska system hållas $< X$ dagar
- När vattenytan i magasinet når nivå $+XXX,XX$ skall dammanläggningen Y rondas varje dag
- ...

Drift

- Respektavstånd till dämningens gränns som anpassas till olika driftsituationer och tillrinningsnivåer
- Personal ska skickas ut direkt då störningar uppstår i säkerhetskritiska system för felavhjälpning och vid behov fortsatt hantering
- ...

Beredskap

- När kommunikationen förloras skall anläggningen bemannas
- Inställetider för anläggningarna
- Eskaleringsrutiner och resursplanering för uthållighet
- ...

EXEMPEL 1: AVBÖRDANDE FUNKTION - LUCKVAJER

5 - RISKVÄRDERING				
5.1	5.2	5.3	5.4	5.5
Beskrivning av säkerhets-kriterium / krav	Verifiering av uppfyllnad av säkerhetskriterium / krav	Säkerhets-bedömning Ja / Nej / Vet ej	Riskvärdering Oacceptabel / Ej önskvärd / Acceptabel	Säkerhets-bedömning

5.1 Beskrivning av säkerhets-kriterium / krav

I detta exempel: Detta är en dammanläggning i klass C med flödesdimensioneringsklass II.

- 1) Sannolikheten för allvarlig skada där flöde kombineras med enskilt fel skall ligga i bedömning Låg eller bättre.
- 2) Sannolikheten för dammhaveri där flöde kombineras med enskilt fel skall ligga i bedömning Mycket Låg eller bättre.
- 3) Dammanläggningen skall kunna passera 100års flöde med tillhörande överlast från överdämning motsvarande n-1 utan att dammen havererar om realistiska beredskapsåtgärder saknas för att hantera kritiska fel. 100års-flödet för anläggningen antas här vara 340 m³/s.

OBS! Dessa kriterier har presentatören hittat på.

EXEMPEL 1: AVBÖRDANDE FUNKTION - LUCKVAJER

5 - RISKVÄRDERING				
5.1	5.2	5.3	5.4	5.5
Beskrivning av säkerhets-kriterium / krav	Verifiering av uppfyllnad av säkerhetskriterium / krav	Säkerhets-bedömning Ja / Nej / Vet ej	Riskvärdering Oacceptabel / Ej önskvärd / Acceptabel	Säkerhets-bedömning

5.2 Verifiering av uppfyllnad av säkerhetskriterium / krav

Kriterium / Krav	Resultat	Kommentar
Sannolikheten för potentiell allvarlig skada där flöde kombineras med enskilt fel skall ligga i bedömning Låg eller bättre.	OK	Kriteriet klaras men är känsligt för kombination av ytterligare brister i avbördningsfunktionen.
Sannolikheten för dammhaveri där flöde kombineras med enskilt fel skall ligga i bedömning Mycket Låg eller bättre.	Ej OK	Ligger precis på gränsen. Men med hänsyn till osäkerhet i avbördningskapacitet så bedöms säkerheten inte vara tillräcklig samt fortsatt degradering kommer bara öka risken med tid.
Dammanläggningen skall kunna passera 100års flöde med tillhörande överlast från överdämning motsvarande n-1 utan att dammen havererar om realistiska beredskapsåtgärder saknas för att hantera kritiska fel.	Ej OK	Ligger precis på gränsen. Men med hänsyn till osäkerhet i avbördningskapacitet så bedöms säkerheten inte vara tillräcklig.

EXEMPEL 1: AVBÖRDANDE FUNKTION - LUCKVAJER

5 - RISKVÄRDERING				
5.1	5.2	5.3	5.4	5.5
Beskrivning av säkerhets-kriterium / krav	Verifiering av uppfyllnad av säkerhetskrite-rium / krav	Säkerhets-bedömning Ja / Nej / Vet ej	Riskvärdering Oacceptabel / Ej önskvärd / Acceptabel	Säkerhets-bedömning

5.3 Säkerhetsbedömning

Uppfylls säkerhetskriterier / krav med avseende på denna risk ? NEJ

EXEMPEL 1: AVBÖRDANDE FUNKTION - LUCKVAJER

5 - RISKVÄRDERING				
5.1	5.2	5.3	5.4	5.5
Beskrivning av säkerhets-kriterium / krav	Verifiering av uppfyllnad av säkerhetskriterium / krav	Säkerhetsbedömning Ja / Nej / Vet ej	Riskvärdering Oacceptabel / Ej önskvärd / Acceptabel	Säkerhetsbedömning

5.4 Riskvärdering

Är risken oacceptabel / Ej önskvärd / Acceptabel ?

Ej önskvärd i ett kort perspektiv (1-3 år)

Oacceptabel i ett längre perspektiv (3år->)

OBS!

Risken övergår direkt till oacceptabel nivå då vajern tappar sin funktion eftersom det i detta exempel saknas tillräckligt med ytterligare säkerhetsmarginaler i övrig konstruktion och/eller hantering för att hålla risken på en acceptabel nivå.

Slutsats: Åtgärder bör initieras omgående.

EXEMPEL 2: DÄMMANDE – MONOLIT I LAMMELLDAMM

5 - RISKVÄRDERING				
5.1	5.2	5.3	5.4	5.5
Beskrivning av säkerhets-kriterium / krav	Verifiering av uppfyllnad av säkerhetskrite-rium / krav	Säkerhets-bedömning Ja / Nej / Vet ej	Riskvärdering Oacceptabel / Ej önskvärd / Acceptabel	Säkerhets-bedömning

5.1 Beskrivning av säkerhetskriterium / krav

I detta exempel: Detta är en dammanläggning i klass B med flödesdimensioneringsklass I.

Anläggningen bör klara någon av nedanstående kriterier.

- 1) Dammanläggningen bör kunna motstå en dimensionerande islast på 200 kN/m om inga andra skyddsåtgärder föreligger om det inte kan anses orimligt med avseende på dammanläggningens plats, driftförutsättningar och fysiska förutsättningar.
- 2) Dammanläggningen med tillhörande hantering ska kunna hantera vinterförhållande som kan skapa dimensionerande islast upp till 200 kN/m.

OBS! Dessa kriterier har presentatören hittat på.

EXEMPEL 2: DÄMMANDE – MONOLIT I LAMMELLDAMM

5 - RISKVÄRDERING				
5.1	5.2	5.3	5.4	5.5
Beskrivning av säkerhets-kriterium / krav	Verifiering av uppfyllnad av säkerhetskriterium / krav	Säkerhets-bedömning Ja / Nej / Vet ej	Riskvärdering Oacceptabel / Ej önskvärd / Acceptabel	Säkerhets-bedömning

5.2 Verifiering av uppfyllnad av säkerhetskriterium / krav

Kriterium / Krav	Resultat	Kommentar
Dammanläggningen bör kunna motstå en dimensionerande islast på 200 kN/m om inga andra skyddsåtgärder föreligger om det inte kan anses orimligt med avseende på dammanläggningens plats, driftförutsättningar och fysiska förutsättningar.	Nej	Det är inte troligt att så stora islaster kan uppkomma på den här anläggningen, men det finns fortfarande osäkerheter kvar om islastbildning via isdämmor som bör undersökas.
Dammanläggningen med tillhörande hantering ska kunna hantera vinterförhållande som kan skapa dimensionerande islast upp till 200 kN/m.	Ja (Vet ej)	Det är inte troligt att så stora islaster kan uppkomma på den här anläggningen, men det finns fortfarande osäkerheter kvar om islastbildning via isdämmor som bör undersökas. Skyddsåtgärd är etablerad i form av isfrihållning av hela betongdammens längd.

EXEMPEL 2: DÄMMANDE – MONOLIT I LAMMELLDAMM

5 - RISKVÄRDERING				
5.1	5.2	5.3	5.4	5.5
Beskrivning av säkerhets-kriterium / krav	Verifiering av uppfyllnad av säkerhetskrite-rium / krav	Säkerhets-bedömning Ja / Nej / Vet ej	Riskvärdering Oacceptabel / Ej önskvärd / Acceptabel	Säkerhets-bedömning

5.3 Säkerhetsbedömning

Uppfylls säkerhetskriterier / krav med avseende på denna risk ? JA (Vet ej)

EXEMPEL 2: DÄMMANDE – MONOLIT I LAMMELLDAMM

5 - RISKVÄRDERING				
5.1	5.2	5.3	5.4	5.5
Beskrivning av säkerhets-kriterium / krav	Verifiering av uppfyllnad av säkerhetskriterium / krav	Säkerhets-bedömning Ja / Nej / Vet ej	Riskvärdering Oacceptabel / Ej önskvärd / Acceptabel	Säkerhets-bedömning

5.4 Riskvärdering

Är risken oacceptabel / Ej önskvärd / Acceptabel ?

Acceptabel i ett kortare perspektiv om 10 år

Ej önskvärd i ett längre perspektiv så länge inte kompletterande utredningar genomförts som klargör vilka förutsättningar som finns för att skapa islaster genom isdämmor.

Det behövs troligen även kompletterande undersökningar avseende status på sprickan i ett längre perspektiv.

EXEMPEL 2: DÄMMANDE – MONOLIT I LAMMELLDAMM

6 - IDENTIFIERING & BEDÖMNING AV ÅTGÄRDER					
6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6
Beskrivning av möjliga åtgärder	Beskrivning av åtgärdens omfattning	Riskhantering efter åtgärd	Bedömning av konsekvens (1 - 5)	Bedömning av sannolikhet att inträffa (1 - 5)	Rangordning av åtgärder

6.1 Möjliga åtgärder

- Förstärk monoliten och bli av med frågan
- Drifta som det står och klargör osäkerheter
 - Kompletterande utredningar avseende monolitens och sprickans status
 - Utredning om förväntad kvarstående livslängd med tolerabla säkerhetsmarginaler med avseende på alla relevanta lastfall för dammen
 - Överväg kompletterande aktiviteter i inspektionsprogrammet för dammen och monoliten specifikt.

EXEMPEL 2: DÄMMANDE – MONOLIT I LAMMELLDAMM

6 - IDENTIFIERING & BEDÖMNING AV ÅTGÄRDER					
6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6
Beskrivning av möjliga åtgärder	Beskrivning av åtgärdens omfattning	Riskhantering efter åtgärd	Bedömning av konsekvens (1 - 5)	Bedömning av sannolikhet att inträffa (1 - 5)	Rangordning av åtgärder

6.6 Rangordning av åtgärder

- Förstärk monoliten och bli av med frågan
- Drifta som det står och klargör osäkerheter
 - Kompletterande utredningar avseende monolitens och sprickans status
 - Utredning om förväntad kvarstående livslängd med tolerabla säkerhetsmarginaler med avseende på alla relevanta lastfall för dammen
 - Överväg kompletterande aktiviteter i inspektionsprogrammet för dammen och monoliten specifikt.

Diskussion – hur skulle ni resonera om åtgärdsprioritering här ?

TV 4 – DSU - Riskhanteringsåtgärder

6 - IDENTIFIERING & BEDÖMNING AV ÅTGÄRDER					
6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6
Beskrivning av möjliga åtgärder	Beskrivning av åtgärdens omfattning	Riskhantering efter åtgärd	Bedömning av konsekvens (1 - 5)	Bedömning av sannolikhet att inträffa (1 - 5)	Rangordning av åtgärder

Del av DSU

7 - PLANERING GENOMFÖRANDE			
7.1	7.2	7.3	7.4
Ägare av risken	Kostnad för åtgärd	Tidplan År / Månad	Ansvarig för genomförande

Ej del av DSU

8 - UPPFÖLJNING GENOMFÖRANDE			
8.1	8.2	8.3	8.4
Åtgärd genomförd Ja / Nej	Tidpunkt för genomförd åtgärd År / Månad	Riskhantering efter åtgärd implementerad Ja / Nej	Tidpunkt för implementerad riskhantering År / Månad

TV 4 – DSU – Identifiering av riskhanteringsåtgärder

Som exempel på åtgärder med hänvisning till kapitel 5-10 i RIDAS kan nämnas följande;

- Utbildning, förändring av organisationen, öka resurser för olika aktiviteter (kapitel 5).
- Genomföra fältundersökningar och förbättra anläggningsinformationen (kapitel 6).
- Ändra förutsättningar för drift och beredskap genom övningar, mm (kapitel 7).
- Reparationer och förändringar av underhållsrutiner (kapitel 8).
- Utforma förslag till anläggningsändringar (kapitel 9 och genomföra sådana (kapitel 10).

TV 4 – DSU – Genomförande av riskhanteringsåtgärder

För att ge förutsättningar för genomförande av aktuella riskhanteringsåtgärder bedöms det vara lämpligt att följande steg utförs i planeringen:

- Ange ansvarig inom organisationen (ägare av risken).
- Uppskatta kostnaden för åtgärden.
- Gör en tidplan för genomförande.
- Ange ansvarig för genomförande.

TV 4 – DSU – Uppföljning av riskhanteringsåtgärder

Uppföljning av genomförande av riskhanteringsåtgärder kan vara lämpligt att hantera i riskregistret i ett samlat sammanhang. Följande delar kan ingå i denna del som också kan vara lämplig att infoga i riskregistret med separata kolumner:

- Ange om åtgärd är genomförd
- Ange tidpunkt för genomförd åtgärd.
- Ange om riskhantering efter åtgärd är implementerad.
- Ange tidpunkt för implementerad riskhantering.

EXEMPEL 1: AVBÖRDANDE FUNKTION - LUCKVAJER

6 - IDENTIFIERING & BEDÖMNING AV ÅTGÄRDER					
6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6
Beskrivning av möjliga åtgärder	Beskrivning av åtgärdens omfattning	Riskhantering efter åtgärd	Bedömning av konsekvens (1 - 5)	Bedömning av sannolikhet att inträffa (1 - 5)	Rangordning av åtgärder

6.1 Möjliga åtgärder

- 1) Byt vajer
- 2) Byt vajer + sätt upp regel för vid vilken statusnivå som vajrar skall bytas
- 3) Byt vajer + sätt upp tidstyrda byten i UH-plan
- 4) Byt vajer + öka dammens överdämningsförmåga för att göra den mindre sårbar för kritiska fel
- 5) Byt vajer + bredda brobana, gör justeringar på utskoven, inför beredskapsplan för att säkerställa nödlyft
- 6) Osv.....

EXEMPEL 1: AVBÖRDANDE FUNKTION - LUCKVAJER

6 - IDENTIFIERING & BEDÖMNING AV ÅTGÄRDER					
6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6
Beskrivning av möjliga åtgärder	Beskrivning av åtgärdens omfattning	Riskhantering efter åtgärd	Bedömning av konsekvens (1 - 5)	Bedömning av sannolikhet att inträffa (1 - 5)	Rangordning av åtgärder

6.6 Rangordning av åtgärder

- Byt vajer
- Byt vajer + sätt upp regel för vid vilken statusnivå som vajrar skall bytas
- Byt vajer + sätt upp tidstyrda byten i UH-plan
- Byt vajer + öka dammens överdämningsförmåga för att göra den mindre sårbar för kritiska fel
- Byt vajer + bredda brobana, gör justeringar på utskoven, inför beredskapsplan för att säkerställa nödlyft
- Osv.....

Diskussion – hur skulle ni resonera om åtgärdsprioritering här ?

TV 4 – DSU – Slutbild



Figur 4. Dammsäkerhetsutvärdering (DSU) – steg och frågeställningar

3 - RISKIDENTIFIERING						
3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7
Referens-information	Huvudfunktion som analyseras	Delsystem och enhet som analyseras	Enhetens funktion/er	Analys av orsak och verkan	Nuvarande hantering av risken	Osäkerheter i riskidentifieringen (1 - 5)

4 - RISKANALYS			
4.1	4.2	4.3	4.4
Beskrivning av sannolikhet att inträffa	Bedömning av konsekvens (1 - 5)	Bedömning av sannolikhet att inträffa (1 - 5)	Bedömning av osäkerheten i riskanalysen (1 - 5)

5 - RISKVÄRDERING				
5.1	5.2	5.3	5.4	5.5
Beskrivning av säkerhetskriterium / krav	Verifiering av uppfyllnad av säkerhetskriterium / krav	Säkerhetsbedömning Ja / Nej / Vet ej	Riskvärdering Oacceptabel / Ej önskvärd / Acceptabel	Säkerhetsbedömning

6 - IDENTIFIERING & BEDÖMNING AV ÅTGÄRDER					
6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6
Beskrivning av möjliga åtgärder	Beskrivning av åtgärdens omfattning	Riskhantering efter åtgärd	Bedömning av konsekvens (1 - 5)	Bedömning av sannolikhet att inträffa (1 - 5)	Rangordning av åtgärder

7 - PLANERING GENOMFÖRANDE			
7.1	7.2	7.3	7.4
Ägare av risken	Kostnad för åtgärd	Tidplan År / Månad	Ansvarig för genomförande

8 - UPPFÖLJNING GENOMFÖRANDE			
8.1	8.2	8.3	8.4
Åtgärd genomförd Ja / Nej	Tidpunkt för genomförd åtgärd År / Månad	Riskhantering efter åtgärd implementerad Ja / Nej	Tidpunkt för implementerad riskhantering År / Månad