



# Dammsäkerhetsutvärdering och helhetsbedömning - Utveckling från FDU

SwedCOLD 19 oktober, 2021

Claes-Olof Brandesten  
Dammsäkerhetscontroller Vattenfall  
Ordförande Flödeskonferensen  
Brandesten Consulting

Sara Töyrä  
RIDAS-ansvarig LKAB  
Ordförande AGDA, Svemin

# FDU 1

—

# FDU 2

—

# DSU

## Orientering

**Arkivuppgifter** – underlag, allmänt, berggrund, fyllningsdammar, avbördning, betongkonstruktioner, mekanisk, elektrisk utrustning

**Drifterfarenheter** – driftmässig tillsyn, inspektioner, besiktningar

**Organisation, beredskap & kompetens**

**Dammbesiktning** – av nämnda delar

**Säkerhetsanalys, säkerhetsutvärdering och rekommendationer**

**Sammanställning av svagheter med värdering ur**

**dammsäkerhetssynpunkt** – för nämnda delar

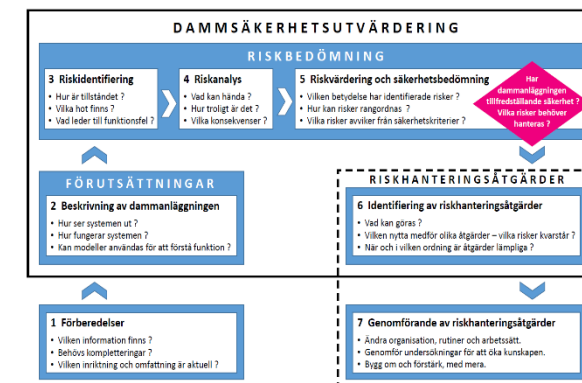
## Inledning & Omfattning

**Underlag** – arkivgenomgång, dammätningar, intervjuer, beställarmöte, inspektion

**Analys, beräkningar & kontroller** – anläggningsbeskrivning, drifterfarenheter & åtgärder, systemnedbrytning, hot- & felmodsanlys, stabilitet & andra frågor

**Beskrivning & värdering av svagheter/avvikelser**

**Sammanfattande utvärdering**



## Fokus på anläggningens delar

**FDU 2000 J&W**

AKKATS KRAFTSTATION  
FÖR DJUPAD DAMMSÄKERHETSUTVÄRDERING 2000  
SLUTRAPPORT 2001-05-21

Innehåll	Flik
Rapport	
Bilaga 1 Riktlinjer för fördjupad dammsäkerhetsutvärdering av Vattenfalls dammar	1
Bilaga 2 Arkiv, Ritningar	2
Bilaga 3 Drifterfarenheter, ritningar	3
Bilaga 4 Foton från dammbesiktning 5-6 oktober 2000	4
Bilaga 5 Ritningar kvarstående spont utpaträms utskov	5
Bilaga 6 Vågberäkningar	6
Bilaga 7 Utvärdering av temperaturmätningar 1992-98	7
Bilaga 8 Vänster fyllningsdamm - läckage vid sektion 0/205	8

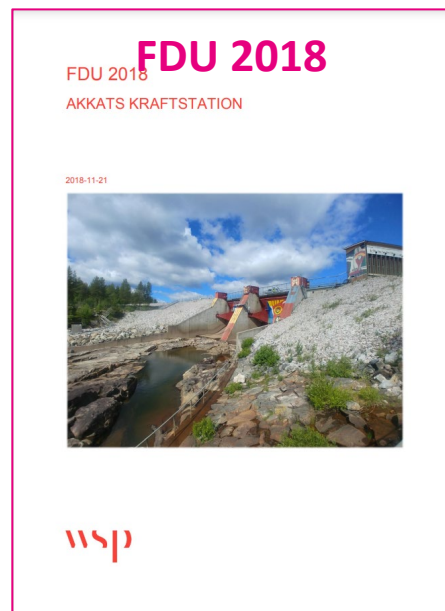
J&W Samhällsbyggnad  
Vattenbyggnad

Håkan Bond

© Uppdragsnr 050514/01/0101, Årsm 7107/01, Rapport Rapportnr 4

Vattenbyggnads- och avdelning inom affärsenheten J&W Samhällsbyggnad, AB Jacobsons & Wijkström (Svea) i  
121 88 Stockholm, Östern, Brink, Annarskyrka 7, Tel 08-698 60 00, Fax 08-688 68 13  
www.jw.se Org.nr 555657-4880 Styrelsen:säte: LÖNIGP

## Fokus på vad som görs i FDU



## Fokus på metodik & systemsyn

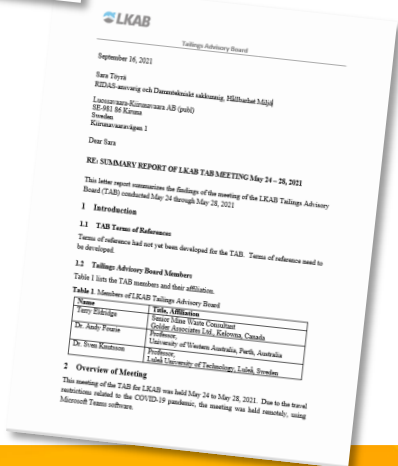
- DSU 2028**
- 1 Förberedelser
  - 2 Beskrivning av dammanläggningen
  - 3 Riskidentifiering
  - 4 Riskanalys
  - 5 Riskvärdering och säkerhetsbedömning
  - 6 Identifiering av riskhanteringsåtgärder
  - 7 (Genomförande av riskhanteringsåtgärder)
- VATTENFALL

# FDU – DSU i Gruvbranschen

FDU



Oberoende  
granskningspanel



Fokus på metodik och systemsyn.  
Engagerar ägarföretaget att driva processen.

# DSU – föreslår standardiserade metoder

Metod	Metoden lämplig för dammsäkerhetsklass	3. Risk-identifiering	4. Riskanalys			5. Riskvärdering och säkerhetsbedömning	6. Identifiering av riskhanteringsåtgärder	7. Genomförande av riskhanteringsåtgärder	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				
Felträäd	A B C		4.4.3						
Händelseträäd	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

... där de metoder välj som passar dammportföljen och verksamheten i övrigt ...

... för detta utformas sedan företagets riskregister ...

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)

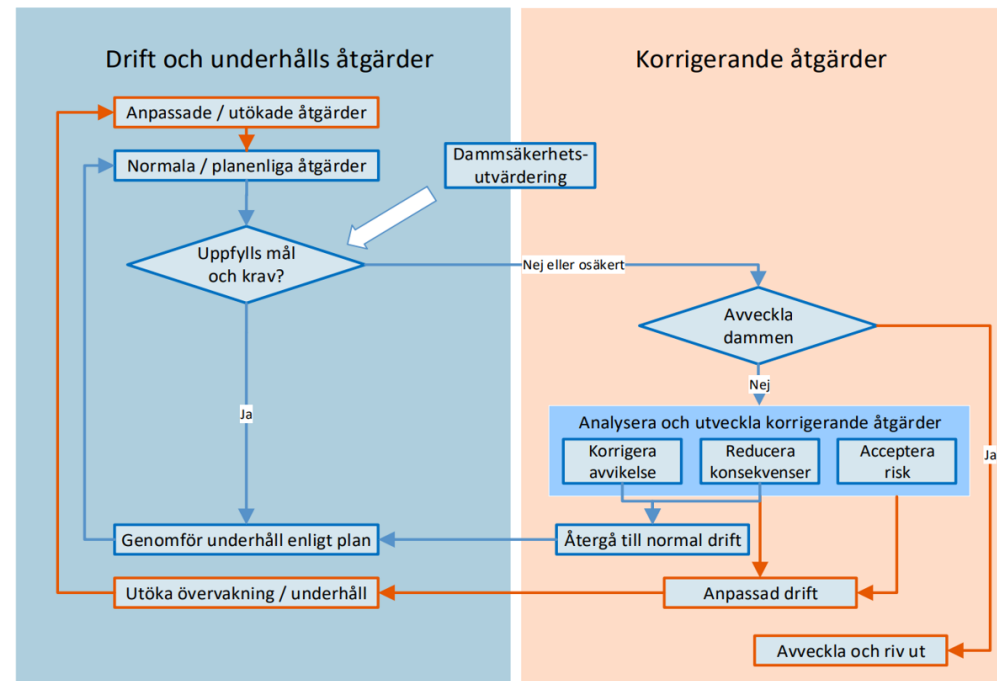
5 - RISKVÄRDERING				
5.1	5.2	5.3	5.4	5.5
Beskrivning av säkerhets-kriterium / krav	Verifiering av uppfyllnad av säkerhets-kriterium / krav	Säkerhets-bedömning Ja / Nej / Vet ej	Riskvärdering Oacceptabel / Ej önskvärd / Acceptabel	Säkerhets-bedömning

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

# DSU – blir som en process för högre klassade anläggningar

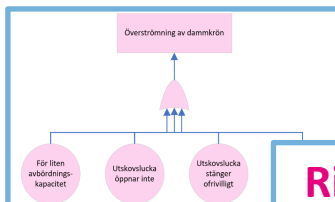


Dammsäkerhetsklass	FDU	Dammsäkerhetsutvärdering - 10 års cykel med aktiviteter									
		År 1	År 2	År 3	År 4	År 5	År 6	År 7	År 8	År 9	År 10
A	X	Åtgärd			FI	Åtgärd	Åtgärd	Åtgärd		FI	S&R*
B	X			Åtgärd	FI		Åtgärd			FI	S&R*
C	X			Åtgärd						FI	S&R*
D	(X)				Åtgärd					FI	S&R
E									Åtgärd		S&R

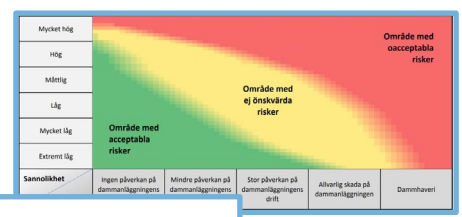
# DSU – ger systematik med metodstöd

Referens	Systemfunktion	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
2020/5.2.1	Regler utlösning av var hög påbörjning	7,7	8,7	1	0,5	0,8	0,28				
2020/5.2.2	Fel i framdrivnings Utövers	7,7	8,7	1	0,5	0,8	0,28				
2020/5.2.3	Fel i framdrivnings Utövers	7,7	8,7	1	0,5	0,8	0,28				
2020/5.2.4	Fel i framdrivnings Utövers	7,7	8,7	1	0,5	0,8	0,28				
2020/5.2.5	Kompletterande kassa Strömar i utlösning	7,7	8,7	1	0,5	0,8	0,28				
2020/5.2.6	Charakteristiska kassa Strömar i utlösning	7,7	8,7	1	0,5	0,8	0,28				
2020/5.2.7	Charakteristiska kassa Strömar i utlösning	7,7	8,7	1	0,5	0,8	0,28				
2020/5.2.8	Charakteristiska kassa Strömar i utlösning	7,7	8,7	1	0,5	0,8	0,28				

CHECKLISTA FÖR IDENTIFIERING AV YTTRE HOT MOT EN DAMMANLÄGGNING	
Systemets funktion	Systemets funktion
Systemets tillstånd	Systemets tillstånd
Systemets hot	Systemets hot



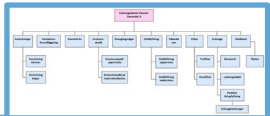
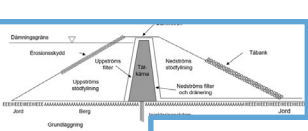
Stående funktion	Kanver dammanläggningen eller utöversluts som är på väg?	Är den enda funktionen som är på väg?	Är den enda funktionen som är på väg?	Är den enda funktionen som är på väg?	Vad är konsekvensen på utöversluts systemet?
Ja	Ja	Nej	Nej	Nej	Ingen
Nej	Nej	Ja	Ja	Ja	Ingen
Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Den överdröms
Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Ingen
Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Mycket överdröms
Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Den överdröms
Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Överdröms till punkt för punkt



**Risikanalys är framåt-syftande med stöd av historiken**

**Identifiera risker systematiskt med kunskap om funktion, tillstånd, sårbarheter och hot**

**Sätt upp kriterier för säkerheten och hur värdera inom företaget**



**Använd etablerad systemteknik för att beskriva dammanläggningen**

**Lista vad som kan göras och hur nuvarande riskhantering påverkas. Rangordna åtgärderna**

**Planera väl och ta fram den information som behövs i tid!**

**Fatta beslut om och genomför åtgärder. Följ upp!**

3 - RISKIDENTIFIERING						
Referensinformation	Huvudfunktion som analyseras	Delsystem och enhet som analyseras	Enhetens funktioner	Analys av orsak och verkan	Nuvarande hantering av risken	Ösakerheter i riskidentifiering (1-5)
3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7

RING	
4.1	4.4
4.2	4.3

RING AV ÅTGÄRDER	
5.4	5.5
5.6	5.7

7-PLANERING GENOMFÖRANDE					
Beskrivning av möjliga åtgärder	Åtgärdens omfattning	Åtgärd	Bedömning av konsekvens av åtgärden (1-5)	Bedömning av sannolikhet att åtgärden är effektiv (1-5)	Rangordning av åtgärder
7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6

PPFÖLJNING GENOMFÖRANDE		
Tidpunkt för genomförd åtgärd	Riskhantering efter implementerad åtgärd	Tidpunkt för implementerad riskhantering
8.1	8.2	8.3
8.4	8.5	8.6



# Kritiska riskkontroller

- ◆ Inom ramen för DSU utses anläggningens kritiska riskkontroller.
  - ◆ Kommer från Global Industry Standard on Tailings Management.
- ◆ Kontrollpunkter av särskild betydelse för att förhindra ett dammhaveri.
  - ◆ Urval av tillståndsovervakning
  - ◆ Inspektioner
- ◆ Kopplas till en särskild handlingsplan
  - ◆ Trigger Action Respons Plan



Driftläge		Händelsekedjor				
		Läckage	Instabilitet	Högflöde/ överströmning	Inre Erosion	Yttre Erosion
5	Dammhaveri	- Dammhaveri  - Stort läckage med utströmning av material	- Dammhaveri  - Stort läckage med utströmning av material	- Dammhaveri  - Kraftig överströmning	- Dammhaveri  - Succesiv ökning av piping	- Dammhaveri  - Stort läckage med utströmning av material
4	Risk för dammhaveri	- Kraftigt succesivt ökande läckage, avviker från trend. Larmnivå 4.  - Synligt, kraftigt succesivt ökande läckage genom nedströmsslänt eller undergrund.	- Skred eller ras i upp- eller nedströms dammslänt.  - Utglidning i dammtå med risk för bakåtskridande erosion.	- Igensättning av utskov.  - Vattennivå över tillståndsgiven nivå.	- Större sjunkhål i dammkropp som succesivt ökar.  - Mindre utvecklad piping.  - Sättningar i dammkropp.	- Skred eller ras i upp- eller nedströms dammslänt.  - Utglidning med risk för ras och bakåtskridande erosion.
3	Skarpt läge	- Kraftigt succesivt ökande läckage, avviker från trend. Larmnivå 3.  - Ökat läckage med materialtransport.  - Ökat läckage som avviker från trend och/eller utveckling av sjunkhål.	- Större sättningar och sprickbildning som ökar.  - Utbuktning av dammslänt eller dammtå.	- Delvis igensättning av utskov.  - Stigande vattennivåer över fördefinierad nivå.  - Konstaterad vårfod.	- Sjunkhål och sättningar i dammkropp och/eller ökat läckage.  - Ökat läckage med materialtransport.	- Erosion bortom erosionskydd eller nedströms släntskydd.
2	Ökad uppmärksamhet	- Grumligt läckage.  - Synligt ökat läckage i dammtå.  - Ökande läckage, avviker från trend. Larmnivå 3.	- Mindre sättningar och sprickbildning i dammkropp.  - Mindre utbuktning av dammslänt eller dammtå.  - Larm från över tillståndsövervakning.	- Förväntad vårfod.  - Snötäcke i kombination med plusgrader och nederbörd.	- Mindre sättningar och sprickbildning i dammkropp.  - Grumligt läckage.	- Ytlig erosion på erosionskydd, nedströms släntskydd eller tåsten.
1	Normal drift	Normal drift	Normal drift	Normal drift	Normal drift	Normal drift



# Definiera driftläge

Definiera driftläge utifrån anläggningens förväntade beteende.



Driftläge	Erforderlig SF (dränerad)	Erforderlig SF (odränerad peak)	Erforderlig SF (odränerad residual)
5. Dammhaveri	<1,0	<1,0	
4. Risk för dammhaveri	1,0-1,1	1,0-1,1	
3. Brådskande åtgärder	1,1-1,3	1,1-1,3	<1,0
2. Ökad uppmärksamhet	1,3-1,5	1,3-1,5	1,0-1,2
1. Normal drift	>1,5	>1,5	>1,2

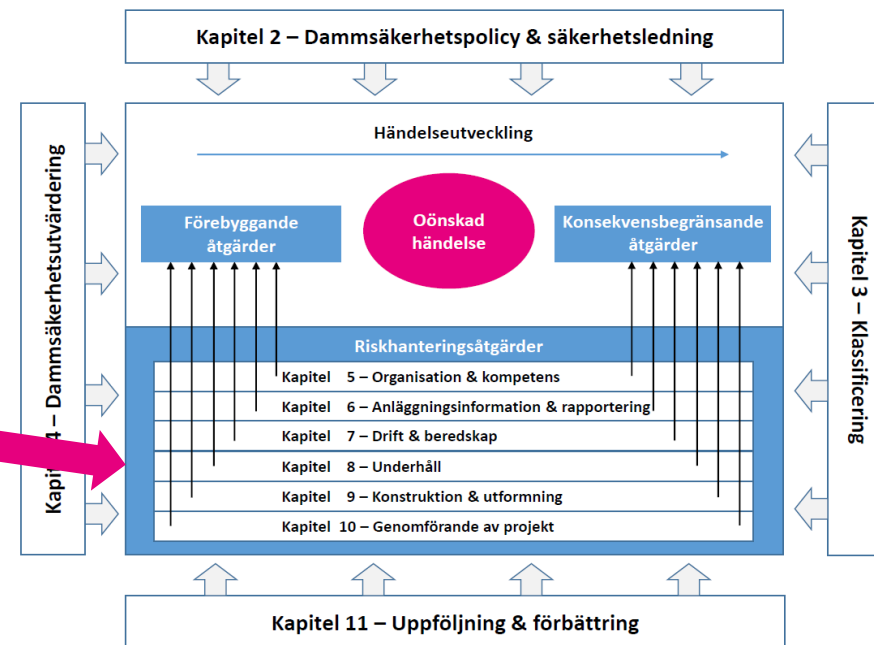
# Handlingsplan för kritiska riskkontroller

Trigger mekanism: Stabilitet	
Driftläge	Åtgärd:
5	Larma SOS  Initiera krisorganisationen och larma enligt intern larmlista.
4	Larma intern krisorganisation enligt intern larmlista.  Vidtag åtgärder, tex utläggning av stödbank, i samråd med krisorganisation.  Stäng ner förädlingsprocessen för att minska tillflöde.  Sänk vattennivån i magasinet.
3	Vidtag åtgärder, tex stödbank, i samråd med DS.  Justera deponeringen om deponering sker i närheten.  Bibehåll täta intervaller för driftmässiga inspektioner.
2	Öka intervallet för driftmässiga inspektioner.  Ökad uppmärksamhet.
1	Normala drifrutiner.

# DSU – ger svar på frågor



# DSU – driver fram lämpliga åtgärder



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

- 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).

**Kritiska riskkontroller**  
särskild handlingsplan

# DSU – rapporteras till länsstyrelsen (om A, B eller C)



- **Anläggningsbeskrivning** - Översiktlig beskrivning av anläggningen
- **Metodik** - Beskrivning av arbetsgång/metod för helhetsbedömningens genomförande
- **Resultat och åtgärdsbehov** – Beskrivning av resultat som gäller dammanläggningens konstruktion och funktion, samt organisation och verksamhet vid anläggningen, inklusive en sammanställning över identifierade utrednings- och åtgärdsbehov
- **Samlad säkerhetsbedömning** - Samlad bedömning av dammanläggningens säkerhet
- **Förteckning över underlag** - Lista över huvudsakligt underlag som ligger till grund för helhetsbedömningen