

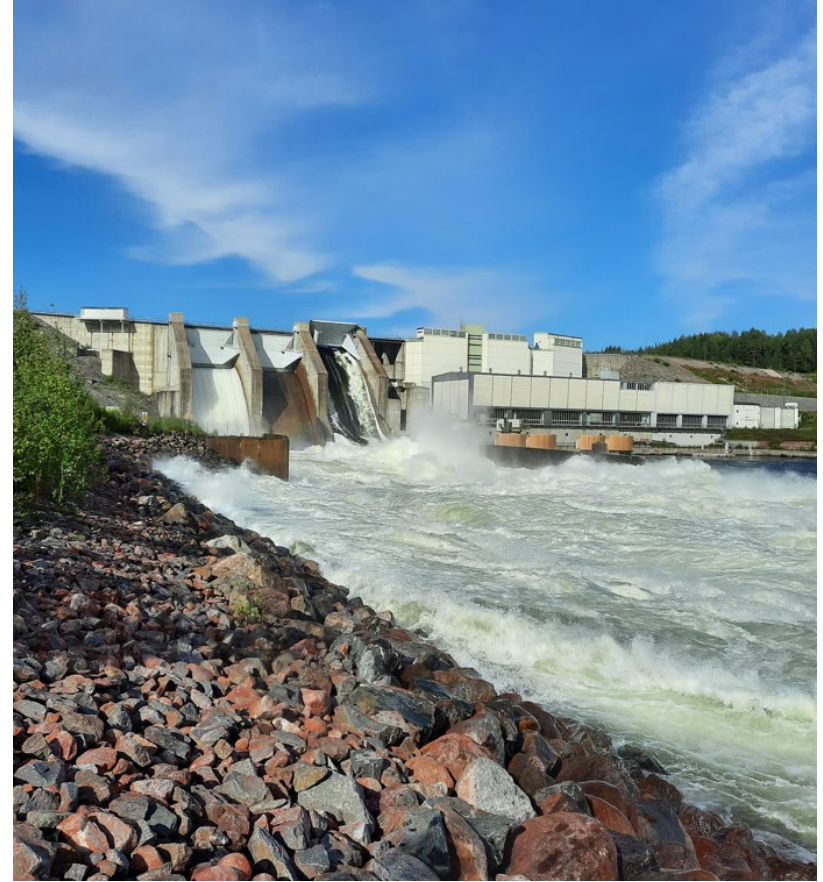
# Tillförlitlighet av dammanläggningar i ett förändrat driftlandskap

2026-04-13

Johanna Sipola Äijä, Vattenfall Vattenkraft AB  
Romanas Wolfsborg, Vattenfall Vattenkraft AB

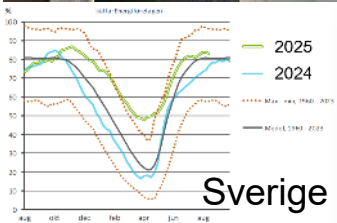
# Agenda

- **Behov av ökad systemförståelse och ökad tillförlitlighet vid dammanläggningar**
- **Ett förändrat driftlandskap**
- **Lessons Learned – Avvikelser, händelserapporter**
- **Slutsatser**

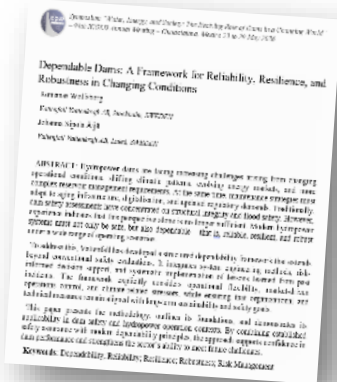
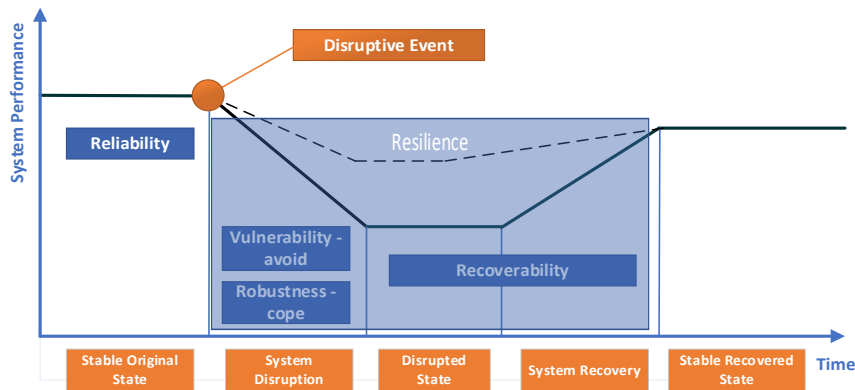
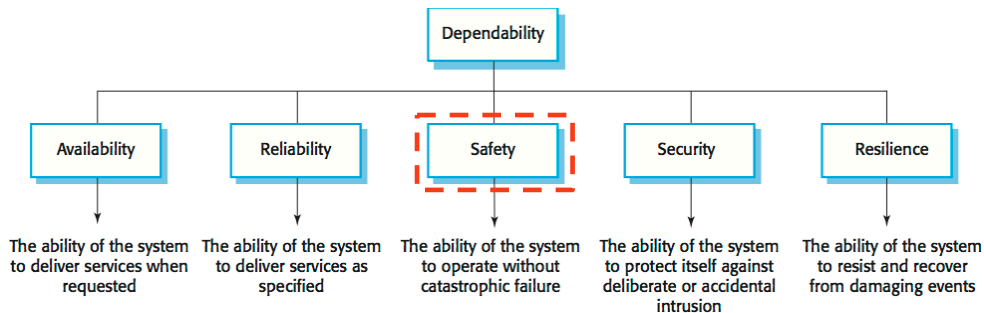




# Signaler, triggers och dammägarnas respons



Från **säkerhet** till **pålitlighet** – Dependability Management (IEC 60300)



Wulfborg & Sipola Äijä (2026)

# Ett förändrat driftlandskap

Varför gå från traditionellt säkerhetstänk till att tänka i termer av Tillförlitlighet ?

- Marknadsdrivet nyttjande av hela anläggningen, inte bara aggregaten
- Flödeshantering är inte längre bara ett hydrologiskt problem, utan tenderar att bli ett tillförlitlighetsproblem.
- Åldrande anläggningar i kombination med accelererad degradering

**Vikten av robusthet sett till anläggningens förmåga att motstå det oväntade**



# Ett förändrat driftlandskap

Marknadsdrivet nyttjande av hela anläggningen – inte bara aggregaten

- Kraftproduktion on-demand (15-minuters-handel)
- Ökad betydelse av flexibilitet och förmågan att tillhandahålla systemtjänster
- Mer frekvent avbördning via utskov vintertid

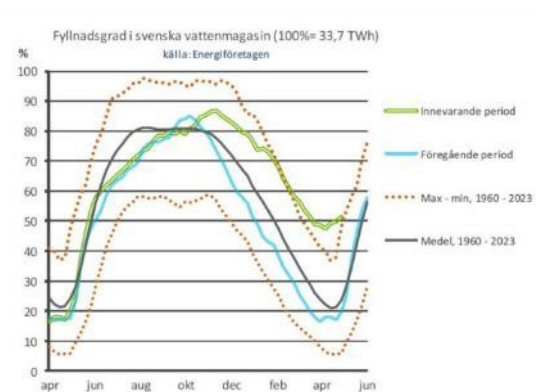
**Ställer höga krav på robusthet under ovanliga eller oväntade driftförutsättningar**



# Ett förändrat driftlandskap

Flödeshantering är inte längre bara ett hydrologiskt problem, utan tenderar att bli ett tillförlitlighetsproblem.

- Högre vattenflöden under vintern – isdämmor som påverkar både älvsystem och dammanläggningarna
- Högre andel restmagasin än historiskt sett, förmågan att dämpa flöden och oväntade tillrinningar minskar
- Mer frekvent förekommande extremväder?



**ICOLD**  
International Commission on Large Dams  
PROPOSED TECHNICAL BULLETIN No. 1

## Dam Safety Monitoring and Assessment Under Extreme Hydrological Conditions

*A Systems Life-Cycle Approach Integrating Hazard Analysis, Next-Generation Monitoring, AI Risk Assessment, Digital Twins Dam Response DSS, and Resilience Engineering*

Bulletin Development Plan — Version 1.0  
March 2026

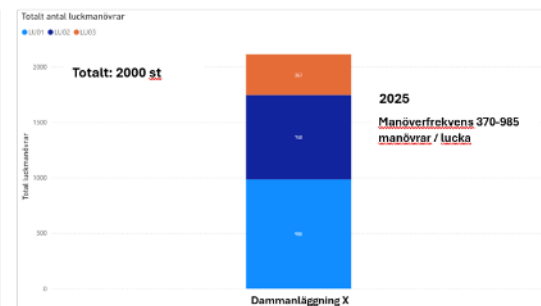
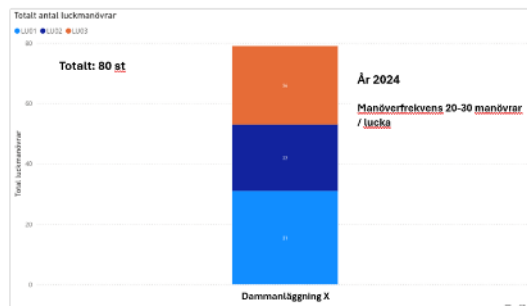
Prepared by  
**Romanas Wolfsbogg**  
Sweden, SwedCOLD, Vattenfall  
[romanas.wolfsbogg@vattenfall.com](mailto:romanas.wolfsbogg@vattenfall.com)  
[wolfsbogg@outlook.com](mailto:wolfsbogg@outlook.com)

# Ett förändrat driftlandskap

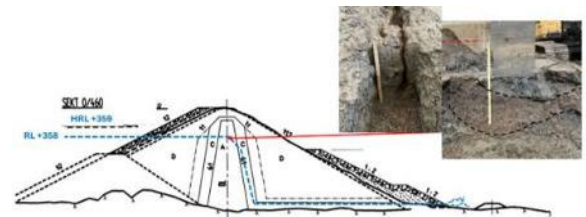
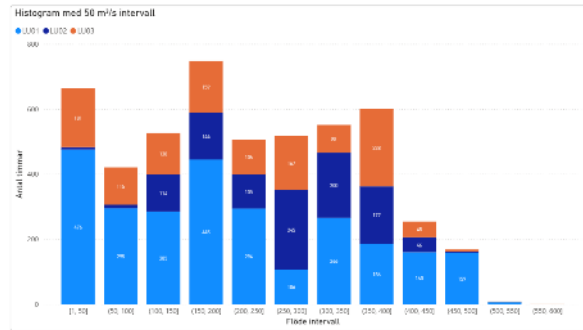
Åldrande anläggningar i kombination med accelererad degradering

- Åldrande anläggningar byggda motsvarande rådande förutsättningar för 50-80 år sedan.
- Accelererad degradering på grund av förändrade lastpåkänningar
- Driftförändringar: Ökad frekvens för start och stop vilket kan förändra dominerande nedbrytningsmekanismer
- Risker: Acceleration av nedbrytning med residualrisk i form av otillgänglig avbördningskapacitet

Antal luckmanövrar per år



# Tillförlitliga Anläggningar



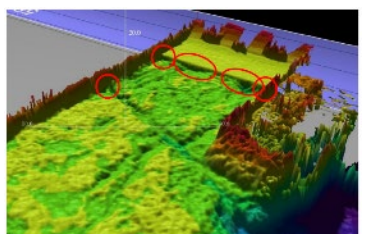
Termer av robusthet ska appliceras vid vidmakthållande av dammanläggningar.

**Assessing robustness of embankment dams at high reservoir levels**

1. Study Area  
2. Problem Statement  
3. Methodology  
4. Discussion  
5. Conclusion

**INTRODUCTION**

Overlooking the maintenance of dams is the major cause of dam incidents. During the last decades, the worldwide number of dam failures has increased. In the last 10 years, there have been 100 dam failures worldwide, with a total loss of 100 billion USD. The majority of dam failures are caused by structural failure, which is often the result of poor design, construction, or operation. The present study aims to assess the robustness of embankment dams at high reservoir levels. The study is based on a review of the literature and a series of numerical simulations. The results show that the robustness of embankment dams is significantly affected by the reservoir level. The study also identifies the key factors that influence the robustness of embankment dams. The study concludes that the robustness of embankment dams should be assessed at high reservoir levels. The study also recommends that the robustness of embankment dams should be improved by the use of advanced design and construction techniques.



# Lessons Learned

Felmod: Otillgänglig avbördningsförmåga

Felorsak: Felaktig dimensionering av system

System för isfrihållning – tillförlitlighet vid förändrade driftförhållanden?



VATTENFALL 



System för isfrihållning – Strålvärmare



# Lessons Learned

Utskovsluckor som återkommande gick i blockad

Felmod: Otillgänglig avbördningsförmåga

Felorsak: Huvudsäkringar löste ut kopplat till utmattning pga. höga startströmmar och utökat antal regleringar.



Meddelande	Meddelandennummer	Meddelandedatum	Systemposition	Utrustning	Kommentar DS
Lucka C ej tillgänglig	33615791	2025-02-24	PK005-100157		Händelserapport - kopplat till reglering av luckan ca 100 ggr sedan årsskiftet pga kraftbalansspill.
Lucka C ej tillgänglig	33615801	2025-03-25	PK005-100157		Händelserapport - kopplat till reglering av luckan ca 100 ggr sedan årsskiftet pga kraftbalansspill.
Lu C ej tillgänglig	33629305	2025-05-20	PK005-100157		Händelserapport

# Lessons Learned

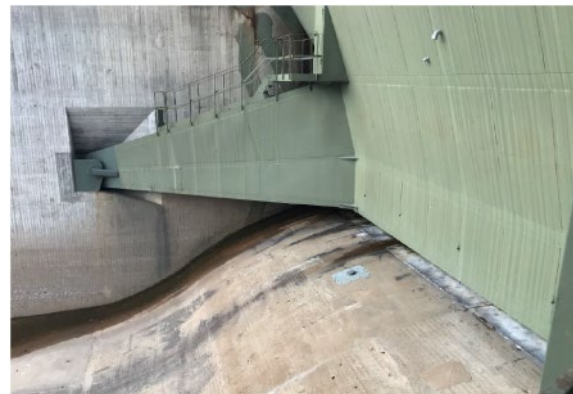
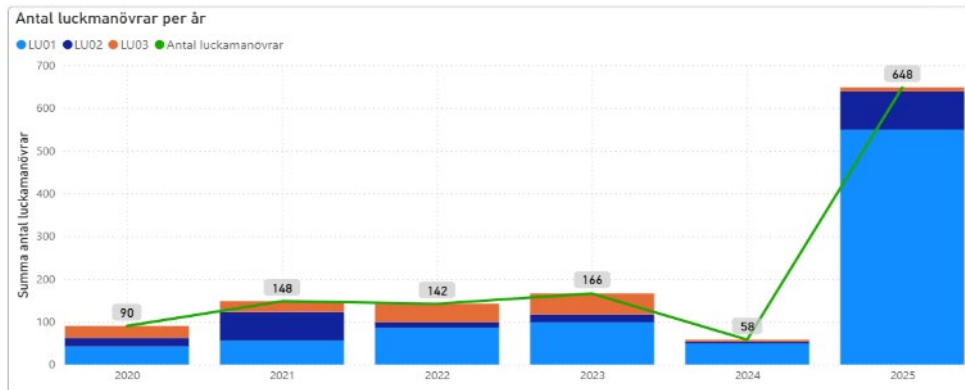
Fastfrusna utskovsluckor

Felmod: Otillgänglig avbördningsförmåga

Felorsak: Läckage på tätningar gör att luckorna fryser fast.

Driftmeddelande: Utskov C används i sista hand och ej för kraftbalanspill

Bedömning av historik och "normalt förfarande" för manöverfrekvens av utskov (Kraftbalansspill ej vanlig på anläggning X)

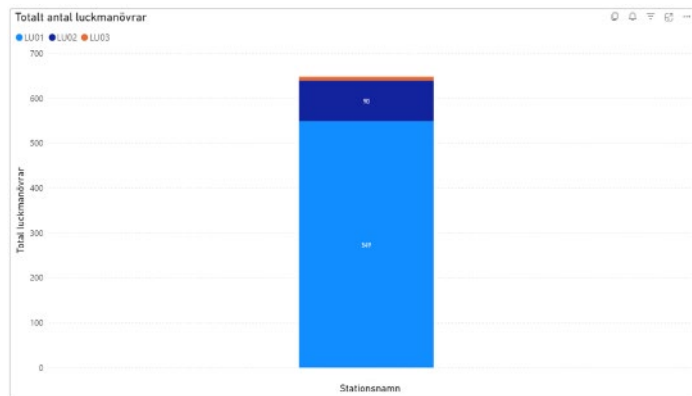


# Lessons Learned

Manöverfrekvens: 549 ggr för Lucka A (2025)

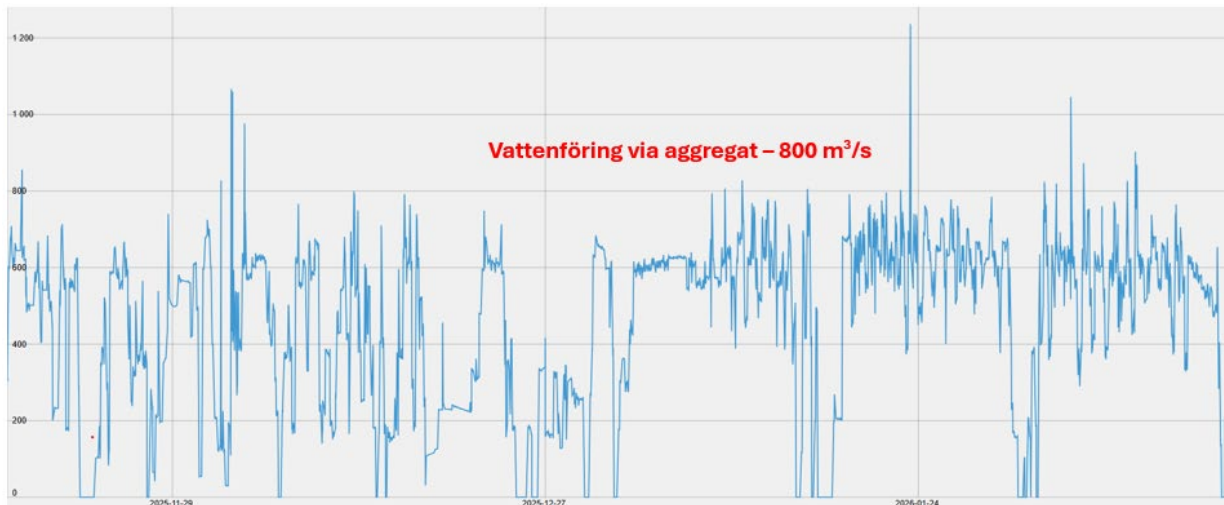
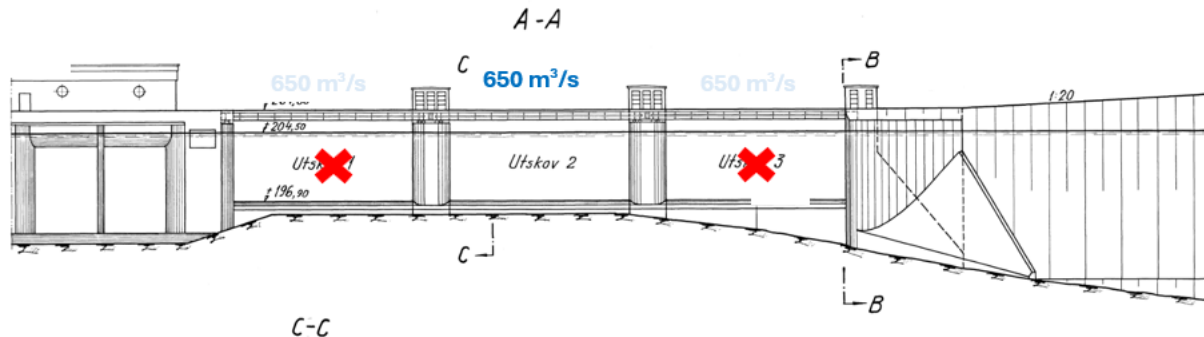


Foto av botten tätning för lucka A 260216.



Lucka A 260216. Läckage med ispåbyggnad över nästa hela skibordet. Läckage genom sidotätning.

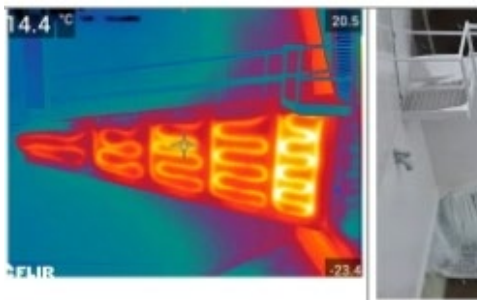
# Lessons Learned



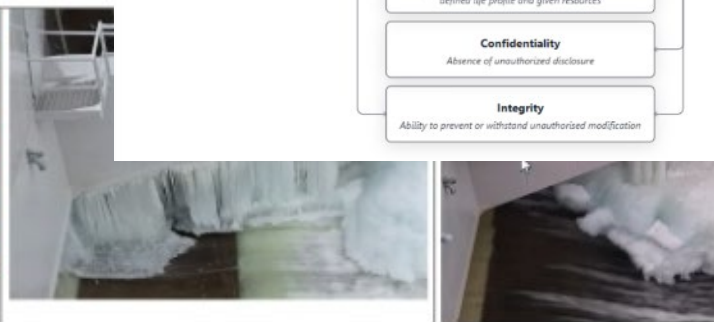
- Driftmeddelande – avsänt yta.
- Krav på erforderlig beredskap och uthållighet hos underhållsorganisationen kopplat till att hålla utskov is-fria. Att ständigt vara på tårna!
- Mer operativ närvaro – observant på förändrade körsätt och mer TK.
- Utökat underhåll – byte av tätningar.  
"Gammal" strategi att stybba luckor för att minska läckage funkar mindre bra, utmaning när luckorna ska hållas tillgängliga för kraftbalansspill.

# Åtgärder och förbättringar

- Utbildning Produktionsteam
- Driftmeddelanden om kontroll av luckor vid avbördning.
- Checklista vinterspill – observationspunkter.
- Underhållsprojekt för att minska underhåll vintertid



Figur 2



Figur 3

Figur 4

## Vinterdrift



## Checklista vinterspill

- Kontroll av falsvärme (strömförbrukning, [panelvisare](#))
- Kontroll av sidotättningsvärme (strömförbrukning, [panelvisare](#))
- Kontroll av isfrihållning uppströms
- Okulär kontroll falsar, värmeplåtar, bottenfals – är det isfritt kring dessa anordningar?

Fotografera nedanstående delar i samband med rond och märk med datum.

**A:** Kontroll av [ispåbyggnad](#) mellan [luckben](#) och betongmonolit.

**B:** Kontroll av is kring [lucklager](#).

**C:** Kontroll av is på [luckben](#).

**D:** Kontroll av is på täckplåtar nedströms samt [ispåbyggnad](#) kring sidotätningar.

**E:** Kontroll av [ispåbyggnad](#) på betongmonoliter.

**F:** Kontroll av [ispåbyggnad](#) ledmurar (uthängande sjök behövs knackas/ tinas bort)

**G:** Kontroll av [ispåbyggnad](#) kring stödhjul (funktion för att luckan ska gå rakt).



Figur 2 Känsliga områden för påkänningar vid hård belastning av is.

## Utskovsluckor Vinterspill

Spill ska **lucka A** prioriteras.

Detta på grund av värmeproblem för tröskelvärme för lucka B och C.

Vid spill är **minsta avbördning 80 m<sup>3</sup>/s** för att minska risken för ispåbyggnad.

Vid spill **över 100 m<sup>3</sup>/s** skall vakthavande kallas ut för upptagning av isfrihållningsutrustning.

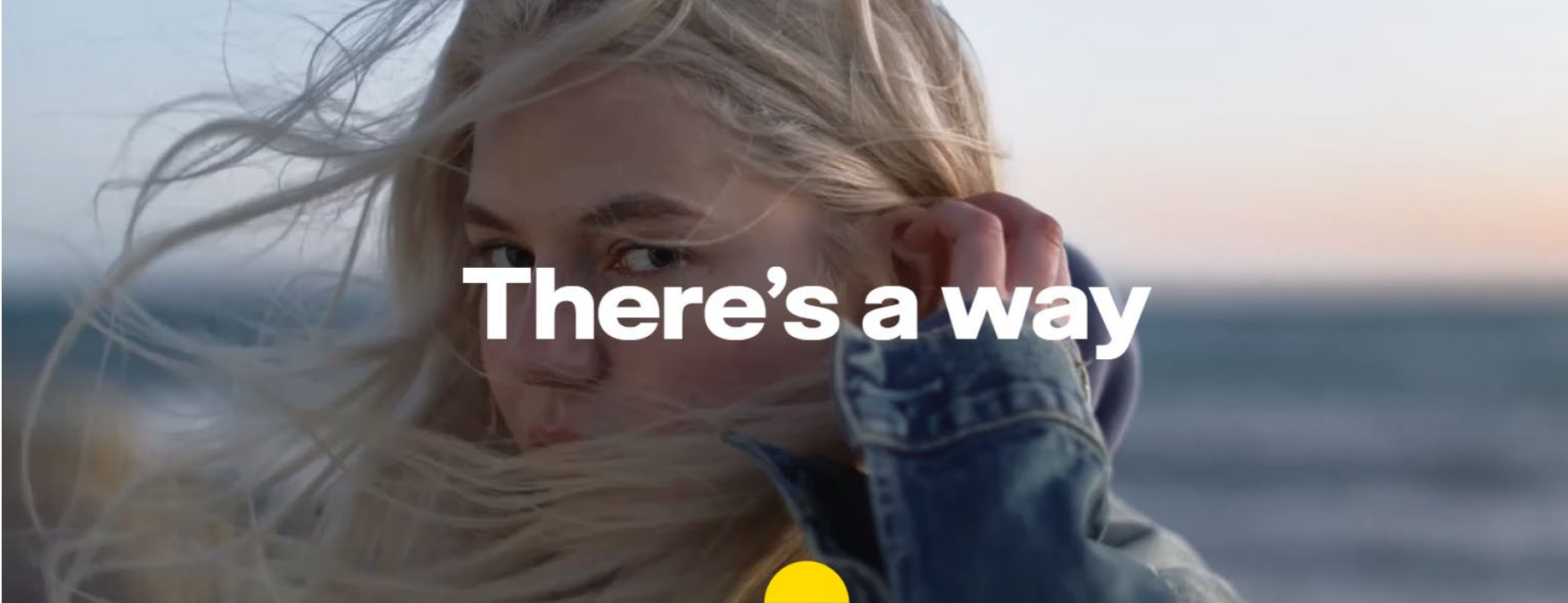
Vid minskning av spill eller stängning av lucka ska **manuell kontroll** göras på plats, för bedömning av ispåbyggnad i underkant av luckan.

Denna is är ej möjlig att tina bort utan måste hanteras med ökat spill innan luckan kan stängas.

# Slutsatser

- Genom att systematisera lärdomar som uppdateringar av scenarier, barriärer och funktionsbevis, stärker ramverket både säkerhet och den **långsiktiga operativa tillförlitligheten**, vilket stödjer industrins förmåga att möta framtida utmaningar
- Traditionella metoder för dammsäkerhet som fokuserar på flödesdimensionering, strukturell integritet är fortfarande grundläggande, men räcker inte fullt ut för att säkerställa säker drift under **kombinationer** av påfrestningar och driftstillstånd, osäkerhet och variabilitet - **väder/miljö, marknad, asset status**
- Moderna vattenkraftssystem måste inte bara vara säkra, utan också pålitliga ur flera aspekter (**Dependability**) - tillförlitliga, motståndskraftiga, underhållbara etc. och robusta under ett brett spektrum av driftscenarier
- Tillförlitlighet och resiliens är ofta **älvsystemövergripande** (väderhändelser/hydrologiska laster har inga ägargränser) - risknivå och samordning mellan ägarna är grundläggande





**There's a way**



**VATTENFALL**

**VATTENFALL** 