



RIDAS – om dammätning

SwedCOLD 2020-10-20

Claes-Olof Brandesten
Ordförande Energiföretagens dammsäkerhetsgrupp
Ordförande Flödeskonferensen
Ledamot SwedCOLDs Exekutivkommitté
Dammsäkerhetscontroller Vattenfall

Disposition

1. Dammätning i **RIDAS** huvuddokument 1 bild
2. Dammätning i **RIDAS TV 4** – Dammsäkerhetsutvärdering 1 bild
3. Dammätning i **RIDAS TV 7** – Drift och beredskap 1 bild
4. Dammätning i **RIDAS TV 8** – Underhåll 1 bild
5. Dammätning i **RIDAS TV 9** – Konstruktion och utformning 2 bilder
6. Dammätning i **RIDAS** – Slutsatser 1 bild

Dammätning i **RIDAS HD** – berörs i fem av kapitlen

4. Dammsäkerhetsutvärdering

- Dammsäkerhetsutvärdering genomförs för att ge en helhetsbild av anläggningens säkerhet med förekommande risker och hantering av dessa.
- Dammsäkerhetsutvärdering är en fortlöpande och iterativ aktivitet som är lämplig att utföra stegvis och vartefter sammanställa till en helhet.
- Medlemsföretagets uppföljning av daglig drift och underhåll med övervakning och identifiering av eventuella långtids-trender är en del av den information och de erfarenheter som ger underlag för utvärderingen.

4.3 Riskidentifiering

- Hur är tillståndet ?
- Vilka hot finns ?
- Vad leder till funktionsfel ?

- För förståelse av hur dammanläggningen fungerar är det lämpligt att använda olika typer av modeller, vilket kan omfatta modeller för vattenströmning / läckage genom en damm, stabilitet och rörelser hos en damm, hydraulisk kapacitet för utskov och vattenvägar, energiomvandling, manövrering av utskov, skyddsfunktioner med mera.

7. Drift och beredskap

- Drift av en dammanläggning omfattar driftåtgärder genom fjärrmanöver eller lokal manöver, övervakning för driftändamål samt aktivering av personal för beredskapsändamål.
- Driftåtgärder, data insamlad genom övervakning, inträffade händelser, underrättelser till myndigheter och ifyllda checklistor i samband med beredskapssituationer dokumenteras och arkiveras i enlighet med de rutiner som medlemsföretaget tillämpar (avsnitt 6.2). Denna information ligger till grund för efterföljande analyser (kapitel 4), rapportering (avsnitt 6.3) och erfarenhetsåterföring (kapitel 11).
- Driftövervakning med avseende på dammsäkerhet kan omfatta magasin-nivåer, läckage genom damm, utskovsluckors lägen och felindikeringar, brand- och inbrottslarm, samt bortfall av skyddsfunktioner, fjärrövervakning och fjärrstyrning.

10. Genomförande av projekt

- Under projektgenomförandet kan det behövas särskild tillståndsovervakning. Den kan omfatta vattennivåer upp- och nedströms, läckageflöde och rörelser hos fångdamm, läns-pumpning med mera. Tillståndsovervakning kan vara manuell eller automatiseras och förses med larm.

8. Underhåll

- På dammanläggningar genomförs olika typer av inspektioner och andra underhållsaktiviteter med varierande syfte, omfattning och frekvens enligt nedan. De fem första aktiviteterna ingår i samlingsbegreppet övervakning
 - Driftmässig inspektion.
 - Inspektion.
 - Fördjupad inspektion.
 - Tillståndsovervakning.
 - Verifikationstest.
 - Funktionskontroll.
 - Rutinmässigt underhåll.
- Tillståndsovervakning omfattar damm-mätning för analys av dammanläggningens tillstånd och funktion. Tillståndsovervakning omfattar även driftövervakning som beskrivs i avsnitt 7.2.
- Mätdata samlas in med syfte att följa och utvärdera eventuella förändringar och ge underlag för en långsiktig bedömning av anläggningens tillstånd.

9. Konstruktion och utformn.

- Den kontrollerande funktionen omfattar driftcentralfunktioner, kontrollanläggning samt ingående mät-, styr- och reglersystem. De dämmande och avbördande funktionerna instrumenteras och tillståndsovervakningen av dammanläggningen utformas med hänsyn till identifierade felmoder, skick, utformning och dammsäkerhetsklass.
- Vattennivåmätningssystem omfattar pglar uppströms och nedströms dammanläggningen. Dessa utformas och placeras på sådant sätt att korrekt nivå mäts i förhållande till vattenhushållningsbestämmelser och utskovens placering.
- För dämmande delar kan instrumenteringen exempelvis omfatta mätning av läckage, portryck, upptryck och rörelse.
- För avbördningsanordningar kan instrumenteringen omfatta exempelvis mätning av luckläge, motorströmmar och temperatur.

Dammätning i **RIDAS TV 4** - Dammsäkerhetsutvärdering

- ? då TV 4 inte är klar, men
- dammätning med utvärdering och långtidstrender underlag vid **riskidentifiering 4.3**
- modellering baserad på mätdata ger förståelse av funktion vid **4.2 och riskanalys 4.4**
- dammätning kan vara en lämplig **riskhanteringsåtgärd 4.6**



Dammätning i RIDAS TV 7 – Drift och beredskap

1. Drift

- Drift är den operativa verksamhet som utförs inom driftcentralfunktionen och vid anläggningar som syftar till att övervaka och styra anläggningar.
- I drift ingår driftplanering, driftövervakning, styrning samt dokumentation, uppföljning och rapportering. Åtgärder för övervakning och styrning kan utföras genom fjärrkontroll eller genom lokal avläsning av mätvärden och manövrering.

1.1.1 Driftpersonal

- Driftpersonal utför driftövervakning och driftåtgärder vid dammanläggningar, till exempel manuell avläsning av vattenstånd, lokal manövrering av utskovsluckor samt uttryckning och lokal hantering av larm efter utkallning.

1.1.2 Driftcentralfunktion

- Driftcentralfunktionen har bland annat till uppgift att fjärrövervaka och fjärrstyra anläggningar och att kalla ut och övervaka personal för driftåtgärder och akut avhjälpande underhåll vid anläggningarna.

1.3.1 Övervakning för driftändamål

- Övervakning för driftändamål ligger till grund för att upprätthålla en bild av läget i vattendrag och vid anläggningar som underlag för driftplanering, styrning och beslut om normal respektive anpassad drift. Övervakning för driftändamål kan bland annat omfatta:
 - vattennivåer i magasin och nedströms anläggningar
 - utskovsluckors läge och funktion
 - skyddsfunktioner
 - fjärrkontrollsystem
 - dammläckage
 - brandlarm.

1.3.4 Fjärrövervakning

- Vid fjärrövervakning är det väsentligt dels att de mätvärden som registreras och överförs har tillräcklig upplösning och frekvens för att fånga relevanta förändringar vid anläggningen, dels att fjärravlästa värden avspeglar det verkliga tillståndet i vattendrag och vid anläggningar. RIDAS avsnitt 9.4 behandlar instrumentering och presentation av mätvärden som en del av dammanläggningens kontrollerande funktion. Medlemsföretaget genomför verifikationstester för att säkerställa att fjärravlästa mätvärden överensstämmer med värden som avläses på plats, vilket ingår i arbetet med förebyggande underhåll som beskrivs i RIDAS kapitel 8.
- Det förekommer att relevanta parametrar inte kan mätas direkt utan behöver härledas från tillgängliga mätvärden. I sådana fall behöver medlemsföretaget upprätta driftinstruktioner som dokumenterar sambandet mellan avlästa värden och dessa parametrar.

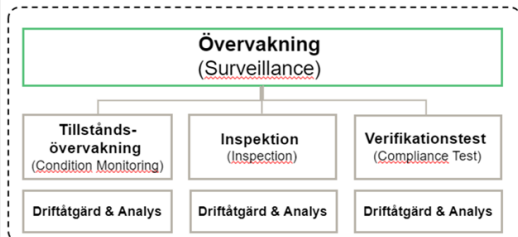
1.6 Drift som riskhanteringsåtgärd

- Medlemsföretaget anpassar driften för att minska risken för dammhaveri. Driftövervakningen kan påvisa förhållanden som medför otillräckliga säkerhetsmarginaler eller fara för dammhaveri. Driftåtgärder som kan reducera sannolikheten för dammhaveri är exempelvis lastbegränsningar, ändrad användning av utskov och intensifierad driftövervakning.

Dammätning i RIDAS TV 8 – Underhåll (prel)

Terminologi

- Termen övervakning används som samlingsbegrepp i ICOLD bulletin 158 [2] för aktiviteter som ligger till grund för analyser och eventuella driftåtgärder.
- Övervakning omfattar underhållsaktiviteter som:
 - Tillståndsovervakning (exempelvis dammätning)
 - Inspektioner
 - Verifikationstest



Tillståndsovervakning

- Med tillståndsovervakning menas aktivitet vilken kan genomföras antingen manuellt eller automatiskt, med avsikt att, vid förutbestämda intervall, mäta en enhets egenskaper och parametrar för det aktuella fysiska tillståndet.
- Tillståndsovervakning utförs med syfte att upptäcka, följa och utvärdera eventuella förändringar över tid och ge underlag till en långsiktig bedömning av dammanläggningens status.
- Det finns ingen skarp gräns mellan övervakning för underhållsändamål och driftövervakning vilket medför att dammanläggningens mätutrustning och sensorer kan användas för båda dessa syften.
- Mätdata för detektering av långtidstrender kan vara av annan upplösning eller noggrannhet jämfört med mätdata för driftövervakning.

- Övervakning för underhållsändamål kan innefatta till exempel mätning av dammkroppens rörelser, mätning av porttryck vid dammens grundläggning och mätning av läckageflöde genom/under dammen.
- Det är även lämpligt att mäta temperatur och nederbörd vid dammanläggningen för att kunna korrelera dessa data mot mätvärden erhållna från övervakning av dammanläggningen.

Mätprogram

- För varje dammanläggning upprättas ett specifikt mätprogram som innefattar samtliga mätningar som utförs vid dammanläggningen avseende dammsäkerhet.

Utveckling

- Medlemsföretaget beaktar och tar hänsyn till utveckling inom området mätning, modellsimulering och dataanalys vid förbättringsarbete och genomförande av förändringar.

Mätdatakvalitet

- Mätdata kvalitetsgranskas och kontrolleras för att verifiera om det finns orimliga, felaktiga eller saknade värden. Likaså ska rimligheten av mätvärden värderas mot årstid, magasin nivå, väderförhållanden mm. Till hjälp för detta kan automatiska dataanalyrutiner för granskning användas.
- Medlemsföretaget förvissas sig om att insamlade värden ger "förväntade resultat" för att värdera rimligheten i datamaterialet.
- Insamlade mätdata serier ska vara av sådan beskaffenhet att de ska kunna nyttjas för kalibrering och validering av eventuella simuleringsmodeller som används. Exempelvis kan för fyllnadsdammar termiska förlopp, erosion och vattenströmningar modelleras och kopplas mot kritiska felmodsförlopp.

Dammätning i RIDAS TV 9 – Konstruktion och utformning 1 (2)

TV 9 – GRUNDLÄGGNING

- Vidare rekommenderas att det genom mätningar verifieras att dammens och grundens beteende följer förväntat beteende.

Vattenförlustmätning

- Bergets vattengenomsläpplighet undersöks t.ex. genom vattenförlustmätning på olika nivåer i borrhål. Detta är aktuellt vid nybyggnad och kan även vara tillämpligt som tillståndskontroll av befintliga dammar.

6.1 Injektering

- Observationsmetoden – observation av beteendet: tryck, flöde, bergytans rörelse.
- ... vattenförlustmätningar ...
- ... portryckmätning ...

TV 9 – Fyllningsdamm

7 Överhöjning och fribord

- Erforderlig överhöjning ökas vid behov med den del av sätningen som bedöms återstå när fyllningen framskridit till krönnivån. För detta bör sättningsmätningar utföras från det att dammen grundläggs.

7 Andra typer av tätande zoner

- Bleckets täthet på djupet kan övervakas med vattentryckmätning eller annan instrumentering för att notera förändringar i gradienten.

10 Övervakning / instrumentering

- Fyllningsdamm ska instrumenteras så att gjorda antaganden vid projekteringen kan verifieras och så att det kan kontrolleras att dammen fungerar som avsett.
- Målet med instrumenteringen är att mätningar ska ge information som möjliggör att åtgärder kan vidtas innan eventuella förändringar utvecklas så att de allvarligt påverkar dammens säkerhet.
- Instrumentering görs normalt i flera led, med olika syften under dammens livslängd:
 - Under projekteringskedet, för att samla information för utformning och konstruktion
 - Under och omedelbart efter uppförande. För att verifiera projekteringsantaganden och övervaka byggmoment och dämningssupptagning
 - Under drifttiden för långtidsövervakning

Tabell 15 Exempel på instrumentering för fyllningsdamm

Typ av övervakning	Dammsäkerhetsklass		
	A	B	C
Läckage (mätöverfall)	kontinuerlig	kontinuerlig	veckovis
Sättning och sidorörelser i tätkärna (brunnar i dammkrön)	årligen	årligen	vart tredje år
Vattenstånd i nedströms filter eller i stödfyllning	veckovis	veckovis	månadsvis
Vattenstånd/portryck i undergrund ⁽¹⁾	veckovis	veckovis	månadsvis

TV 9 – BETONGDAMMAR - prel

9.1.3 Upptäck

- För att få tillgodoräkna dränagehålens upptäckreducerande effekt krävs att hålets funktion övervakas. Ett sätt att övervaka funktionen är att mäta portrycket nedströms dränagehålen.

11 Övervakning / instrumentering

- Några vanliga typer av mätningar som lämpar sig för betongdamm är:
 - Krönrörelser (särskilt på höga lamell-damm) mätt med hängande pendel.
 - Rörelser i grundläggningen eller i kontakten mellan betong och berg genom inverterade pendlar eller med extensometrar.
 - Förskjutningar mellan konstruktionsdelar eller sprickviddsförändringar mätt med relativa rörelsegivare (sprickgivare/LVDT-givare).
 - Läckagemätning (från grunden, genom fogar eller sprickor/skador i betong) med Thomsonöverfall.
 - Portrycksmätningar i grundläggningen med portrycksgivare.
 - Temperatur i betongkonstruktioner, reservoar och omgivande luft med temperaturgivare.

Dammätning i **RIDAS TV 9** – Konstruktion och utformning 2 (2)

TV 9 – ÖVRIGA DAMMAR

6. Fångdammar

- Eftersom fyllning av en fångdammskonstruktion **sällan kan göras med samma utförandekontroll** som för en permanent fyllningsdamm (ex vid fyllning i vatten) är risken större för inbyggda svagheter i dammen.
- Det är därför särskilt viktigt med **övervakning i form av visuell kontroll och läckagemätning** för sådana dammar.

TV 9 – KONTROLLERANDE FUNKTION

4 Övervakning och instrumentering

- Övervaknings- och instrumenteringssystem kan framförallt behövas för:
 - Fyllningsdammar.
 - Betongdammar.
 - Vattennivåmätning.
 - Lucklägesövervakning.
 - Elektriska och mekaniska/hydrauliska system.
- Kompletterande **mätningar av nederbörd, utetemperatur, vind, vattentemperatur, grumling samt kameraövervakning kan behövas för att** tillsammans med övriga instrumenteringssystem **analysera mätdata**
- **Kvaliteten** på de mätdata som erhålls från olika mätsystem är grunden för ett välfungerande övervaknings- och instrumenteringssystem.
- För övervakning och styrning av motormanövrerade utskovsluckor erfordras, beroende på anläggningsförutsättningarna, ett mer eller mindre omfattande system av övervakningsfunktioner.

4.1 Systembeskrivning

4.2 Övergripande funktionskrav

4.3 Vattennivåmätning

4.4 Lucklägesövervakning

4.5 Elektriska och mekaniska/hydrauliska system

TV 9 – LASTER OCH DIMENSIONERINGSFÖRUTSÄTTNINGAR – prel

- Innehåller inget särskilt om dammätning

Dammätning i **RIDAS** - Slutsatser

- Dammätning är en viktig del av det dammsäkerhetsarbete som beskrivs i RIDAS.
- Olika aspekter av dammätning, instrumentering och övervakning ingår i huvuddokumentets kapitel 4, 7, 8, 9 och 10.
- Till kapitel 4, 7, 8 och 9 hör tillämpningsvägledningar som utvecklar frågor om dammätning, instrumentering och övervakning ytterligare.
- Det saknas inte skäl att ägna dessa frågor stort intresse – t ex genom en SwedCOLD temadag !