



# SwedCOLD

NYHETSBRV # 1 / 2013



UR INNEHÅLLET:

**Ny ordförande i SwedCOLD** SID 2

**Helhetsgrepp på drivgodsförågan** SID 4

**Satellitbaserad mätteknik vinner mark** SID 8 – 9

**Analysis into New Zealand dam surveillance** SID 11

# SwedCOLDs nyhetsbrev – tionde året

– Redaktionskommittén har ordet

Kära läsare, med SwedCOLDs nyhetsbrev vill vi på ett samlat sätt ge information om vad som sker i branschen, både från ägarens och myndighetens perspektiv såväl som ur konsultens och entreprenörens synvinkel. Det första numret gavs ut år 2004 och det ges ut med två nummer per år.

Vi hoppas att nyhetsbrevet bidrar till ökad information och aktivitet inom området och att vi alla hjälps åt att skriva bidrag om pågående händelser. **SwedCOLDs nyhetsbrev blir vad vi alla hjälps åt att göra det till.** Distribution sker via e-post till SwedCOLDs kontaktnät, tillsynsmyndigheter med flera. Nyhetsbrevet delas också ut i tryckt form vid SwedCOLDs temadagar. Respektive artikelförfattare ansvarar för materialet, vilket dock även granskas av en redaktionskommitté.

Vi uppmanar alla branschens aktörer att skicka in bidrag framöver! Fatta pennan och skriv om någon nyhet som du vill förmedla!

## Redaktionskommittén

Lars Hammar / Svensk Energi

Maria Bartsch / Svenska Kraftnät

Gunnar Sjödin / Svensk Energi

Anders Söderström / SWECO Infrastructure

Birgitta Rådman / Vattenregleringsföretagen

## Nästa nr hösten 2013

Nästa nyhetsbrev planeras att komma ut i oktober 2013. Bidragen ska innehålla rubrik, kortfattad text och hänvisning till artikelförfattaren/kontaktperson.

Bidrag ska vara redaktionskommittén tillhanda senast **1 september 2013**.

## OBS! SwedCOLDs e-postadresser är:

**swedcold@sweco.se** sekreterare Anders Söderström

**swedcold@vattenreglering.se** administration Birgitta Rådman

/ Redaktionskommittén

Omslagsbild: Lake Pukaki, Nya Zeeland

Foto: Peter Nijenhuis

## NY ORDFÖRANDE I SWEDCOLD

# Hej!

Jag vill som ny ordförande i SwedCOLD börja med att hälsa alla nya och gamla läsare till vårt nyhetsbrev samt deltagare på temadagar med mera, varmt välkomna.



Jag har med glädje noterat den stora tillströmningen av nya yngre medarbetare inom området och speciellt glädjande är att andelen kvinnor hela tiden verkar vara i ökande.

Samarbetet inom SwedCOLD har gamla anor, sedan 1931, och jag känner mig hedrad att få axla denna mantel. Damm- och dammsäkerhetsarbete är, som ni alla vet en verksamhet som vinner mycket på samverkan mellan företag, myndigheter och andra intressenter och arbetet inom ICOLD och SwedCOLD har alltid präglats av att man tillsammans tar fram samt delar med sig av ny teknik och kunskap. Gemensam utveckling inom ramen för SwedCOLD och ICOLD bidrar till att ge dammsäkerhetsarbetet en förebyggande prägel och säkerställa att vi i Sverige har en dammsäkerhet på god internationell nivå.

/ Lars Hammar, Ordförande SwedCOLD  
Dammsäkerhetscontroller Vattenfall Vattenkraft

## KURS PÅ WEBBEN

Under 2012 kom **ESA Vattenvägar – Kraftverk** ut, säkerhetsanvisningar för arbete i kraftstationer och kraftstationers vattenvägar. Nu kan du på ett enkelt sätt ta till dig de nya anvisningarna genom en kurs på webben.



SwedCOLD  
Exekutiv  
kommitté



Lars Hammar, Svensk Energi  
08 – 739 50 00, Ordförande

Maria Bartsch, Svenska Kraftnät  
08 – 475 80 25, Vice ordförande

Anders Söderström, Sweco  
08 – 695 60 00, Sekreterare

Birgitta Rådman,  
Vattenregleringsföretagen  
063 – 15 08 00, Administration

Johan Berglin, Grontmij  
010 – 480 00 00

Jonas Birkedahl,  
Svensk Energi  
019 – 603 05 00

Lars-Olof Dahlström, NCC  
031 – 771 50 00

Per Elvejerd, Svensk Energi  
0910 – 77 25 95

Tomas Eriksson, Ramböll  
010 – 615 60 00

Per-Olof Gavelin, Skanska  
010 – 448 00 00

Anders Isander,  
Svensk Energi  
040 – 25 50 00

Stefan Lagerholm, ÅF  
010 – 505 00 00

Conrad Ledin, Pöyry  
08 – 739 60 00

Åke Nilsson, WSP  
08 – 688 60 00

Erik Nordström, Sweco  
08 – 695 60 00

Magnus Jewert, Norconsult  
08 – 462 64 30

Gunnar Sjödin, Svensk Energi  
063 – 15 08 00

James Yang,  
Vattenfall Research & development  
026 – 835 64

Gun Åhring-Rundström, Svensk Energi  
08 – 677 25 00

## Bergeforsdammen - en omfattande kunskapsbas

Dammsäkerhet kräver kvalitativt bra data och information när säkerhetsbeslut ska fattas. Ett problem är hur de stora mängder data som byggs upp över tid i dammsäkerhetsarbetet ska hanteras och användas. I Bergeforsen utvecklas nya metoder med stöd av bland annat 3D-modeller.

Utgångspunkt i en datahanteringssatsning är att förstå alla aspekter av dammen och att få denna kunskap hanterad på ett lättillgängligt och användbart sätt. Mängden nödvändig data beror på ett antal faktorer såsom dammstorlek, utskovsutformning, driftkörning, komplexitet hos damm och grundläggning, magasinmiljön, drift- och underhållsaspekter med mera. Med tiden leder detta till att en stor mängd data samlas och att en del av denna förblir relevant över tid, då dammen åldras och tillstånd förändras. De efterföljande stegen innebär kontinuerlig uppdatering och omtolkning av dessa data.

Det slutliga målet är att ha en permanent uppdaterad information och tolkningar tillgängliga. Ett sätt att uppnå målet är att utveckla 3D-visuella modeller av dammarna där alla instrument och data finns geo-refererade i modellen. Relationshandlingar av dammen kan också inkluderas i modellen. 3D-modellen som utgör grunden i denna utveckling av en omfattande kunskapsbas är den som nu växer fram för Bergeforsdammen och som beskrivs nedan.

### Digitaliserade ritningar

Arbetet med Bergeforsens 3D-modell innefattar huvudsakligen konceptutveckling, inventering, insamlande och inläggning av information, fältmätning, skanning och digitalisering av ritningar, koordinattransformering, passning med mera.

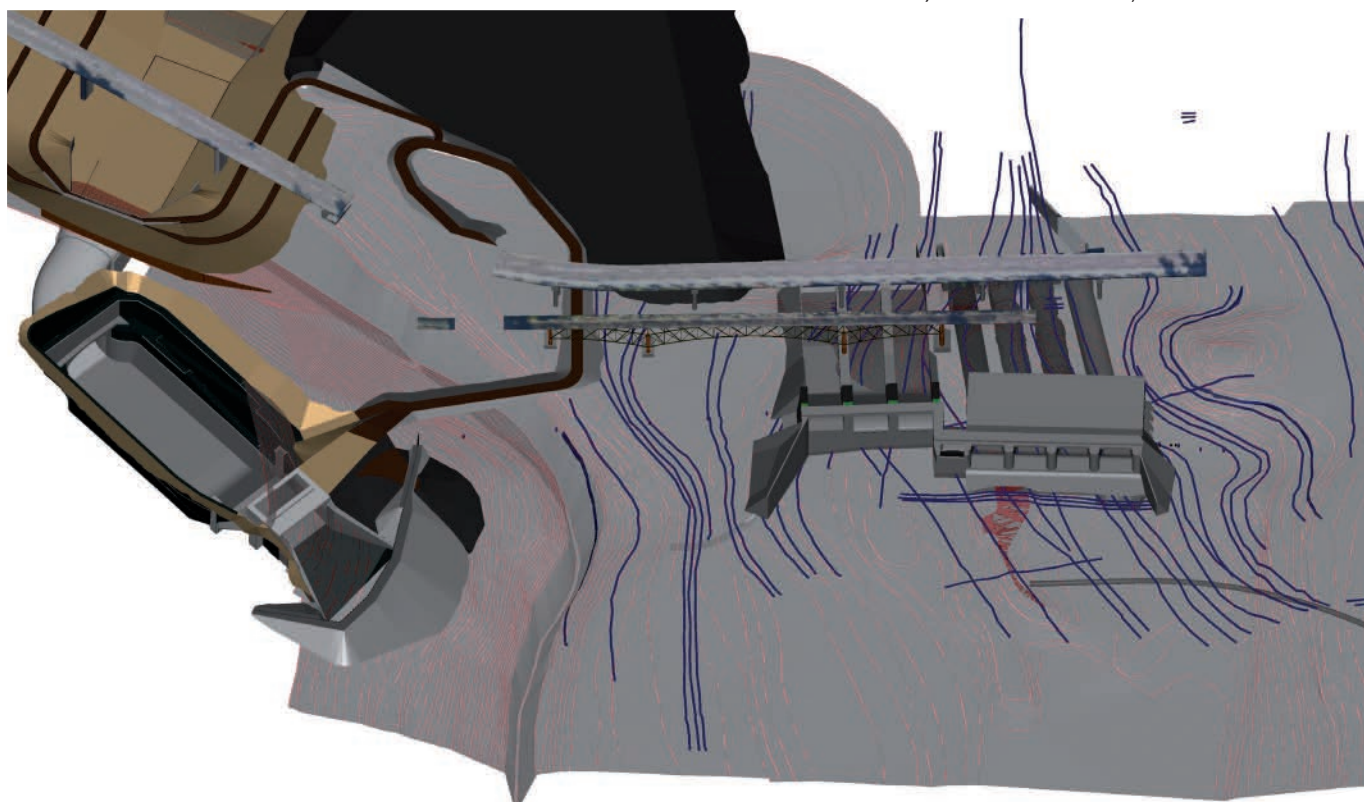
Indata har i huvudsak kommit från; ritningar som digitaliserats (berggrund, topografi), instrumentinformation från CONWIDE, beskrivning av alnogångar från dokument, borrhålsdata från dokument och Excel-ark, ritningar i analogt, tiff- och CAD-format, laserskanning av tunnlar, inmätning av instrument och borrhål med totalstation, batymetridata från båt. Topografin har nyligen laserskannats från flyg och dessa data kommer att förbättra den framtagna modellens noggrannhet.

Viktigt för projektets genomförande är att ha en god förståelse om olika indatas noggrannhet och välja koordinatsystem och baskarta som allt ska transformeras till. För borrhålen och dess instrumentering har vi i detta projekt i huvudsak utgått från laserskanningen av tunnlar och mätningar med totalstation.

Dataprogrammen som använts är Excel, ArcView, Erdas Imagine, Leica Cyclone Model, MicroStation, Acrobat 3D och Acrobat Reader.



De fem ritningarna i Bergeforsens lokala koordinatsystem är hoplagda till en modell.



/ Stefan Berntsson, Vattenfall Vattenkraft

## Helhetsgrepp på drivgodsfrågan



Nipras uppströms Sollefteå kraftverk. Foto: Stina Åstrand

I ett nystartat projekt inom Elforsks dammsäkerhetstekniska utvecklingsprogram ska en vägledning för hantering av drivgods på systemnivå utarbetas. Utvecklingsprojektet syftar till att försöka hitta ett gemensamt arbetssätt inom branschen och består av ett antal olika delar

De olika stegen och delmomenten bidrar till att bygga upp olika delar i en arbetsgång som ska kunna tillämpas i dammsäkerhetsarbetet, för att avgöra sårbarheten för drivgods, vilka åtgärder som kan vara lämpliga/möjliga och slutligen ta fram anläggnings-specifika planer för hantering av drivgods.

Arbetet med att ta fram en metod för att avgöra om en anläggning är utsatt för drivgods och vilka scenarion som bedöms kunna producera drivgods har påbörjats och kommer att avslutas till sommaren. I detta ingår även en beskrivning av yttre faktorer som påverkar drivgodsproduktionen och vid vilka förhållanden (flöden, nederbörd, vind) som den förväntade mängden drivgods "tar språng".

Metoden ska kunna tillämpas på i Sverige förekommande typer av vattendrag och täcka in alla olika typer av drivgods.

*/ För mer information kontakta gärna  
Stina Åstrand, WSP,  
eller Cristian Andersson, Elforsk*

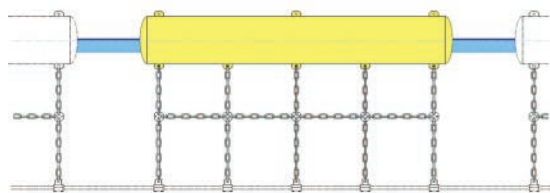
- Scenarioanalys. Fenomen som skapar drivgods, kritiska situationer, kritiska älvsträckor, tröskelnivåer för olika scenarier.
- Sårbarhets- och konsekvensanalys för anläggningar. Anläggningens tekniska samt organisatoriska beskaffenhet att klara av drivgodssituationer.
- Utveckling av verktyglåda. Metoder och åtgärder för att förebygga uppkomst av drivgods och hantera drivgods.
- Analysera hur drivgods kan hanteras med olika metoder eller åtgärder på anläggningen för att bättre klara av drivgodssituationer.
- Pilotstudie på vattendrag där metoden testas. Utvalda sträckor längs Ljungan används som bas.

## Drivgodslänsa vid Halvfari

Vid Halvfari kraftstation belägen i Härjedalen i övre delen av Ljusnan har Sweco på uppdrag av Fortum utrett och projekterat dammsäkerhets-höjande åtgärder.

I samband med detta uppmärksammades risken för att de relativt smala ytutskoven (6 meter fri öppning) sätts igen med drivgods. En drivgodsinventering genomfördes och visade att vid en extrem vädersituation skulle stora mängder drivgods kunna nå fram till utskoven. Anläggande av drivgodslänsor uppströms utskoven bedömdes vara den lämpligaste lösningen för att hantera problemet.

I samarbete med BMT Fleet technology i Kanada genomfördes en förstudie där länsans sträckning samt principiella utformning kunde bestämmas. Med hänsyn till den stora mängd drivgods som kan förväntas under ett extremtillfälle var det inte realistiskt att utforma länsan för att klara av att stoppa allt drivgods. Enstaka träd kan förväntas passera länsan, men anläggningens avbördningskapacitet är tilltagen för att kompensera för en viss reduktion i avbördningskapacitet om enstaka träd når utskoven.



Principskiss för länsan visande flytpontonerna vilka med kedjor är förbundna med bärlinan.

Länsan är utformad som en kraftig bärlina (stålvajer) som löper drygt två meter under magasinets yta. Till bärlinan är cylindriska flytpontonerna av stål fästa med hjälp av kedjor. Pontonerna ligger vid magasinets yta och fångar tillsammans med kedjorna och bärlinan upp drivgodset. Den kraft som drivgodset tillsammans med vind och ström utövar mot länsan förs via bärlinan över till landfundament. På ena sidan har bärlinan dragits över fyllningsdammen till ett fundament placerat nedströms dammen för att undvika ingrepp i själva dammkroppen.

Vid projekteringen av länsan sattes kravet att den inte ska behöva tas upp under vinterperioden, för att undvika risken att länsan inte finns på plats när den verkligen behövs, men också för att slippa det extraarbetet som årlig upptagning medför. Att länsan kommer ligga i vattnet året runt medförde krav på att den ska tåla nötning och väderpåverkan som kan uppstå, inklusive årlig isbelastning.

Regleringsamplituden vid Halvfari är liten (0,4 meter) men vid en extrem situation kan överdämning upp till tät-kärnans överkant (belägen 1,2 meter ovan dämningens gräns) inträffa, varför länsan utformats för att fungera även vid denna överdämning.

För att undvika att länsans pontoner slår mot varandra när den inte är utsatt för belastning av vind eller drivgods spändes den upp med en uppspänningslina, som är tänkt att fungera som en flexibel fjädring vid normala belastningar men ska lösa ut vid extremlastningar.

Drivgodslänsan installerades under hösten 2012.

/ Karl-Erik Löwén, Fortum  
Jörgen Dath, Ola Nilsson, Sweco



Länsan under installation, hösten 2012. Länsan är ännu inte uppspänd.



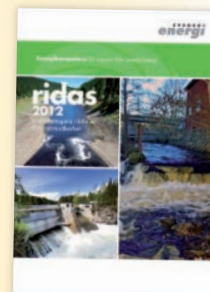
Länsan är uppspänd och installationen är färdigställd. Bilden är tagen tidig vinter 2012 och isen har just lagt sig. I bakgrunden syns kraftstationen, utskovsöppningarna och höger fyllningsdamm.

### FAKTA PÅ WEBB-TJÄNST

#### RIDAS – Kraftföretagens riktlinjer för dammsäkerhet

Den senast reviderade utgåvan av RIDAS och GruvRIDAS – kraftföretagens resp. gruvindustrins riktlinjer för dammsäkerhet, utkom 2012 och 2013.

Till riktlinjerna är tillämpningsvägledningar kopplade. De ger närmare vägledning för hur man praktiskt ska arbeta med riktlinjerna.



## Dammägarnas årsrapportering

Den rutin för rapportering av dammsäkerhet som introducerades av Svenska Kraftnät 2003 tillämpas nu av länsstyrelser i de 19 län där det finns dammanläggningar i konsekvensklass 1A, 1B och 2. Huvudsyftet med årsrapporteringen är att länsstyrelsen som operativ tillsynsmyndighet på ett rationellt sätt ska få dammägarnas svar på de viktigaste frågorna om dammsäkerhet i länet.

Inför 2012 har en översyn av rutinen gjorts. Rapporteringen har bl.a. utökats till att omfatta information om dammägarnas beredningsplaner och larmplaner. Utgående från ägarnas rapportering gör Svenska Kraftnät årligen en nationell sammanställning. Svenska Kraftnät utvärderar rapporteringen och lämnar utgående från inkomna uppgifter vägledning till respektive länsstyrelse om uppföljningen av rapporteringen.

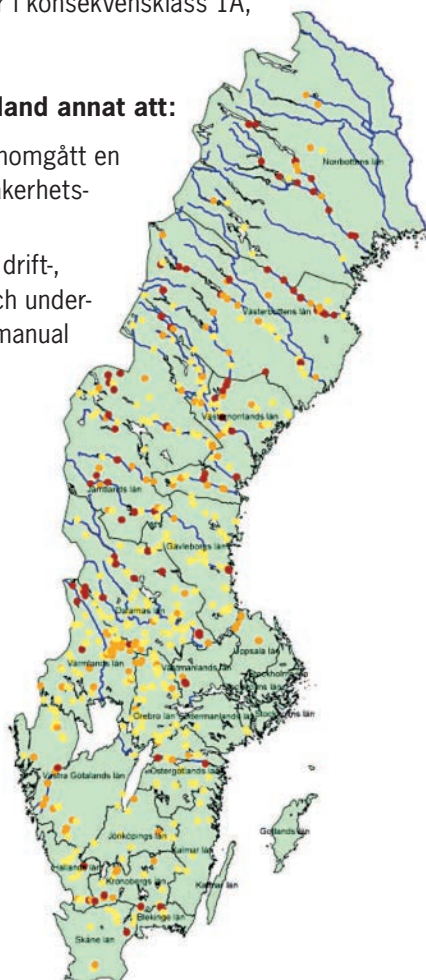
2012 omfattade rapporteringen 547 anläggningar med en eller flera dammar i konsekvensklass 1A, 1B eller 2 (figur 1).

### Av dessa angavs bland annat att:

- 57 procent har genomgått en fördjupad dammsäkerhetsutvärdering, FDU
- 87 procent har en drift-, tillståndskontroll- och underhållsmanual, DTU-manual
- 85 procent har en beredningsplan
- 58 procent har en larmplan

### Konsekvensklass

- 1A
- 1B
- 2



Figur 1. Dammanläggningar i konsekvensklass 1A, 1B och 2.

Svenska Kraftnät konstaterar att andelen dammanläggningar där fördjupade dammsäkerhetsutvärderingar har genomförts har ökat markant jämfört med 2011 års rapport. För dammanläggningar i konsekvensklass 1A och 1B har

en ökning skett från 79 till 85 procent och för dammanläggningar i konsekvensklass 2 från 27 till 38 procent. De anläggningar där fördjupade dammsäkerhetsutvärderingar ännu inte har gjorts ägs av små dammägare med ett fåtal anläggningar samt av större dammägare som prioriterat att genomföra FDU för dammanläggningar i högre konsekvensklasser. Svenska Kraftnät anser att det är angeläget att fördjupade dammsäkerhetsutvärderingar och annan tillståndskontroll genomförs.

Vad gäller dammanläggningar i konsekvensklass 1A och 1B, för vilka en DTU-manual upprättats, har andelen ökat från 94 procent 2010 till 96 procent 2012. För dammanläggningar i konsekvensklass 2 har andelen ökat från 73 till 80 procent. Även här saknas DTU-manualer främst för dammanläggningar som ägs av små dammägare samt av större dammägare, som prioriterat att upprätta DTU-manualer för dammanläggningar i högre konsekvensklasser.

Vidare rapporterar dammägarna att de under år 2011 har identifierat 125 svagheter vid 46 anläggningar, varav ca 30 procent avser svagheter på avbördningsfunktionen. Svagheter identifieras genom i första hand fördjupade dammsäkerhetsutvärderingar och annan tillståndskontroll. Uppgifter om under året genomförda och pågående åtgärder för att avhjälpa allvarliga svagheter lämnades för 49 anläggningar. Omfattningen av rapporterade svagheter och åtgärder ligger i nivå med tidigare år. Det kan konstateras att stora insatser pågår för att underhålla och uppgradera anläggningar till att möta moderna säkerhetskrav.

Rapporteringsrutinen fungerar tillfredsställande. Årsrapporteringen är tänkt att utgöra ett underlag för länsstyrelsernas prioritering av vidare tillsynsinsatser. Svenska Kraftnät erfar att rapporteringen inte fullt ut utnyttjas i detta syfte. Det beror i stor utsträckning på alltför begränsade resurser för egeninitierad tillsyn. Svenska Kraftnät anser det angeläget att länsstyrelserna i sin tillsynsroll ser till att erforderliga åtgärder vidtas utan onödigt dröjsmål.

Som ett komplement till den ordinarie årsrapporteringen, från dammägarna till länsstyrelsen, pågår försök med fördjupad årsrapportering för dammar med särskilt stora konsekvenser i händelse av dammbrott.

### Dammar med särskilt stora konsekvenser i händelse av dammbrott

Svenska Kraftnät arbetar i linje med regeringsuppdrag 2011 och 2012 med vidareutveckling av tillsynsvägledningen avseende dammanläggningar som i händelse av dammbrott skulle förorsaka särskilt stora konsekvenser. Svenska Kraftnät har i samverkan med dammägare inom kraftindustrin identifierat 20-talet dammanläggningar i sju län som i händelse av dammbrott, förutom fara för många människors liv och hälsa, skulle kunna förorsaka allvarliga störningar i samhällsviktiga verksamheter.

I dialog med berörda dammägare och myndigheter har utveckling av rutiner för förstärkt tillsyn och tillsynsvägledning för denna kategori av dammar påbörjats.

Under 2012 har försök med utökad dammsäker-

FORTS ►

## SwedCOLD studiebesök vid Bergforsens kraftverk



SwedCOLD-deltagare under guidning.



Fångdamm vid nya utskovet, uppströms intaget.



Energiomvandlare och tunnel. Intagskonstruktion i bildens nederkant.

FOTON: Maria Bartsch

Den 21 november inbjöds SwedCOLDs medlemsföretag att delta i en studieresa till Bergforsens kraftverk i Indalsälven.

Den deltagande skaran uppgick till 18 personer. SwedCOLD bjöds in av E.ON och Vattenfall. På plats i Bergforsen gavs en guidning av kraftstation, grundläggning och instrumentering under befintliga dammar, rundtur vid den fångdamm som byggts vid det nya utskovet samt en promenad genom den nya utskovstunneln.

Presentationer av Bergforsen finns på SwedCOLDs hemsida under fliken "Verksamhet" och länken "2012-04-17 Stora projekt i befintliga dammar".

/ Anders Söderström, sekreterare

► FORTS

hetsrapportering från dammägare till länsstyrelser, samt uppföljande tillsynsmöten där även Svenska Kraftnät deltagit, bedrivits för elva dammanläggningar i fem län.

En workshop hölls hösten 2012 med berörda länsstyrelser och dammägare med syftet att följa upp och utvärdera verksamheten, och ta vara på erfarenheter. Länsstyrelse-representanter ansåg att den fördjupade årsrapporten utgör en bra utgångspunkt för tillsynen samt att mötet eliminerar vissa missförstånd och möjliggör kompletterande informationsutbyte. En standardiserad metod för rapportering ansågs givande av både dammägare och länsstyrelsehandläggare. Rapporten bedömdes tillsammans med annat material även kunna utgöra ett bra underlag för kommunens tillsyn enligt LSO.



## Tack för denna tid!

Som ni kanske vet så har jag nu avslutat min period som ordförande för SwedCOLD, en period som varat i fyra år.

Under dessa fyra år tycker jag en hel del har hänt inom både SwedCOLD och ICOLD. Vi har inom SwedCOLD bl.a. sett över våra stadgar och ett exempel på det är förtydligandet av medlemsbegreppet. Vi har ju dessutom bytt sekreterare, och i samband med det inrättat vårt kansli hos Vattenregleringsföretagen i Östersund.

Inom ICOLD har också stadgeändringar skett, men framför allt har arbetet i de tekniska kommittéerna resulterat i flera bulletiner, och fler är på väg. Det roliga med det arbetet är det stora engagemang vi har från Sverige i flera av dessa TK. Jag är övertygad om att de svenska bidragen i kommittéarbetet är mycket uppskattat.

När jag ser tillbaka på åren som ordförande tycker jag att våra aktiviteter inom SwedCOLD har varit bra. Vi har haft flera intressanta och givande temadagar där jag vill rikta stort tack till dem som varit med och förberett dem och till dem som hållit bra och inspirerande föredrag. I tillägg till detta har vi ju också haft ett antal mindre workshops, som inte alltid haft så många deltagare, men som i mitt förmenande hållit väldigt god kvalitet.

Vi har, under min period som ordförande, instiftat ett SwedCOLD-stipendium som lämnas till studenter som i sin utbildning visat intresse för branschen, t.ex. genom sina examensarbeten. Stipendiaterna har fått delta i lämpligt arrangemang som anordnas av ICOLD, eller därtill knuten organisation. De stipendiater som hittills fått ta del av detta har varit glada och tacksamma för denna möjlighet. Förhoppningsvis har det inneburit att de stannar i branschen och kan bidra till vår fortsatta utveckling.

Min period som ordförande är över, men jag kommer fortsätta som representant i Exekutivkommittén ett tag till. Därför är det väl sannolikt att vi kommer fortsätta träffas på olika SwedCOLD och ICOLD-arrangemang, vilket jag ser fram emot.

/ Anders Isander, F.d. ordförande

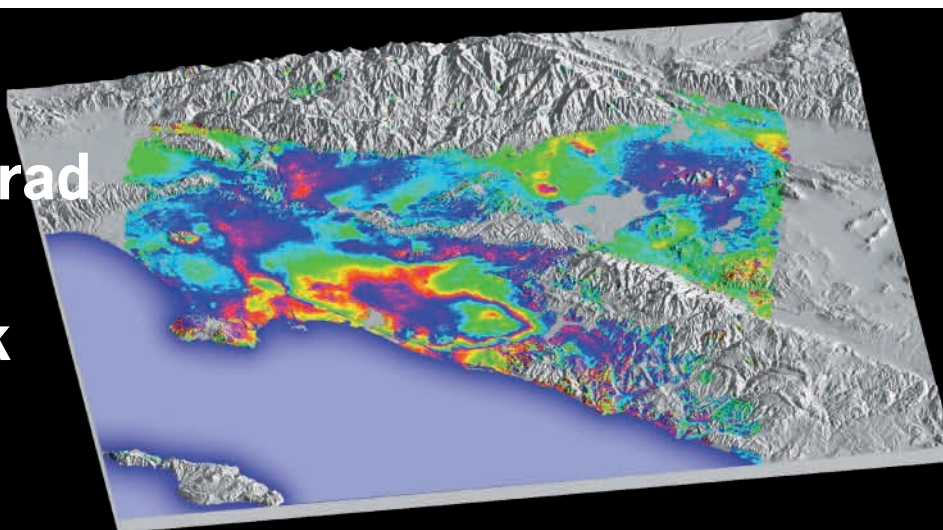
Tillsynsmötena ansågs givande men resurskrävande.

Under 2013 kommer Svenska Kraftnät att bedriva fortsatt försöks- och utvecklingsarbete för förstärkt tillsynsvägledning med utökad dammsäkerhetsrapportering och myndighetsuppföljning. Inriktningen är att fördjupad rapportering och myndighetsuppföljning ska genomföras för samtliga drygt 20 dammar som i händelse av dammbrott har identifierats kunna förorsaka särskilt stora konsekvenser.

Svenska Kraftnät konstaterar, liksom utredaren i SOU 2012:46, att de förstärkta insatserna för tillsynsvägledning förutsätter ökade insatser från länsstyrelsen och dammägarna för att bli verkningsfulla.

/ Maria Bartsch, Svenska Kraftnät, mer information finns på [www.svk.se/dammsakerhet](http://www.svk.se/dammsakerhet)

# Satellitbaserad mätteknik vinner mark

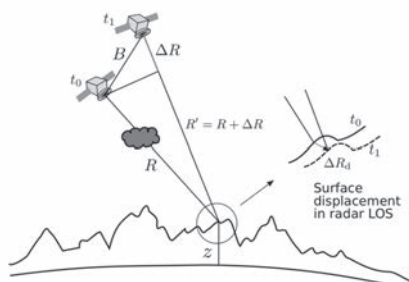


Under de senaste åren har en snabb utveckling skett av satellitbaserad mätteknik med ständigt ökande noggrannhet i positionsbestämning av objekt på marken. Ett av dessa system heter InSAR (differential **I**Nterferometric **S**ynthetic **A**perture **R**adar). Nu har metoden testats i ett pilotprojekt.

InSAR används bl.a. i USA för övervakning av svällning i vulkansidor, vilket kan förebåda ett nära förestående utbrott, och i Italien för att övervaka branta, skredbenägna slänter i alpmrådet och fastställa om stabiliseringsbehov föreligger. Metoden med satellitbaserad övervakning är speciellt lämplig i avlägsna områden där det säsongsvist kan vara svårt med tillgängligheten, eller när deformationerna rör stora ytor så inmätning utifrån fixpunkter är komplicerat. En successiv utveckling av programvaran och bättre upplösning på tillgängliga satellitdata, i kombination med sjunkande priser på beräkningsdatorer och nya satelliter, har medfört att mer omfattande och precisa analyser har kunnat genomföras än tidigare. Även kunskaperna om metodens möjligheter och begränsningar har utvecklats.

## Så fungerar InSAR

InSAR kan förenklat beskrivas som satellitövervakning, där deformationer i ett stort antal mätpunkter över en yta mäts genom jämförelser mellan satellitbilder av samma yta, från olika datum. Minst två satellitbilder behövs för att mäta rörelser på marken. Principerna är snarlika för traditionell stereofotogrammetri och mätningen görs genom att man analyserar fasförskjutningen i reflektionen av pulsen från SAR-satelliten. Metoden kan i vissa fall mäta rörelse ner mot



Figur 1  
Princip för mätning med InSAR-teknik från satellit.

1 mm/år i radarns siktriktning/"Line-Of-Sight" (LOS) och har en hög upplösning i plan ned till en kvadratmeter för kommersiella satelliter idag.

När satelliten passerar objektet som ska analyseras görs ett antal radarobservationer, se *Figur 1*. Radarobservationerna behandlas i efterhand för att skapa en bild med hög rumslig upplösning. Genom att analysera en serie av många radarbilder, tagna vid olika tidpunkter, är det möjligt att mäta relativ rörelse på olika platser på marken.

Precisionen i mätningen är i huvudsak beroende på hur många satellitbilder över det aktuella området som analyseras. Den rumsliga upplösningen som är möjlig att få fram är beroende av upplösningen på satellitdata, vilken varierar mellan olika satelliter. Äldre foton tenderar att ha sämre upplösning. Det är möjligt att använda satellitdata ända till från början av 1990-talet, då den första SAR-datan blev tillgänglig (data från ERS-1 satelliten).

Den normala återkomsttiden för att upprepa en mätning av ett specifikt område beror på satelliten. För ERS-satelliterna är detta 35 dagar, men modernare satelliter har en återkomsttid på ner mot 4 – 12 dagar. Satellitbanan påverkar också vilka data som kan läsas ut av observationerna. Deformation i satellitens siktriktning (LOS) mäts bäst. Rörelse vinkelrätt färdriktningen kan inte registreras lika bra. Detta medför att medan vertikal deformation alltid kan registreras med stor precision, så är mätningar av horisontala deformationer beroende av satellitens rörelse.

Metoden ger möjlighet till en ytövervakning där deformationen i hela dammkroppens yta kan dokumenteras och inte bara i enstaka mätpunkter och underlättar därigenom identifikationen av områden där avvikande rörelsemönster kan misstänkas. En första studie genomfördes i Norge 2011 av fyllningsdammen i Svartevann (NGI 2011), vilken gav positiva indikationer om metodens möjligheter. Utvecklingen av InSAR bedöms utifrån det norska projektet vara så långt gången att den kan antas ha en plats inom deformationsövervakning av dammar. Ett pilotprojekt har därför utförts tillsammans med Fortum där en analys har gjorts av deformationsmönstret i fyllningsdammen i Trängslet.

I pilotstudien har data från satelliterna ERS-1 och ERS-2 använts för analysen, se *Figur 2*. Analysen har genomförts av GlobeSAR i Norge tillsammans med Sweco, med sponsring av Elforsk. För Trängslet, som för många anläggningar, finns det glapp i de manuella mätningarna under framförallt 1980 och 1990-tal. InSAR kunde i detta fall användas för att relatera data från äldre mätningar, mätningar som utförts från olika generationer av fixpunkter, till varandra. Resultaten från InSAR visar en god överensstämmelse med förväntad trend för sättningarna, vilket tidigare varit otydligt i de geodetiska mätningarna.

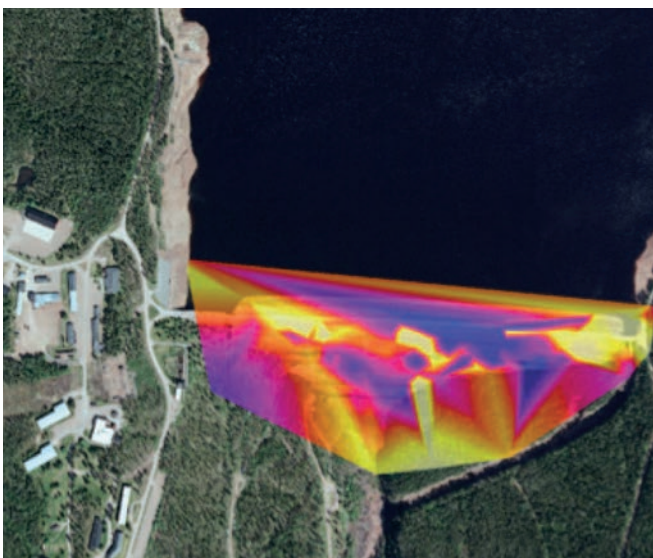
### Fortsatt utvecklingsprojekt

För att säkerställa InSARs tillämplighet för kraftverksdammar i Sverige erfordras dock fler praktiska analyser av lämpliga objekt som utmanar kända och okända begränsningar i metoden. I ett nästa steg genomförs därför en större studie där bl.a. Vattenfall, Statkraft och norska Sira-Kvina ingår på ägarsidan. Studien genomförs med stöd av Norsk Romsenter, Energi Norge, Elforsk, Astrium och tyskt rymdcenter (DLR) och kommer att omfatta minst fem större fyllningsdammar i Sverige och Norge. Anläggningarna har valts ut utifrån bl.a. tillgången på referensdata från geodetiska mätningar, övervakningsbehov och anläggningens lokalisering för att testa satelliternas förmåga att mäta deformation i olika riktningar i förhållande till omloppsbansens läge. För denna studie avses data från satelliten TerraSAR-X användas, vilken har en upplösning på ner till  $1 \times 1$  m i plan, vilket är avsevärt högre upplösning än vad som varit tillgängligt i den första pilotstudien för Trängslet.

### Fördelar med metoden

Några fördelar med InSAR, jämfört med mer traditionella geodetiska metoder för övervakning av rörelser i mätdubbar (se fotnot), är följande:

- Förändring i nivå och läge för en specifik punkt med förhållandevis hög precision erhålls utan att detaljerad avvägning utförs på plats. Fysisk tillgänglighet till anläggningen är ej erforderlig.



Figur 2 Sättningsanalys med InSAR i Trängslet.

- Oberoende av tillförlitligheten i lokala fix-, och mätpunkter. Påverkas inte av tjälning eller andra skador som släntdubbar ofta påverkas av.
- Tillgång finns till arkiverade uppgifter som möjliggör analys av deformationer under de senaste 20 - 25 åren, om det finns historiska satellitdata över intresseområdet. Detta kan användas för att komplettera dokumentationen av historiska rörelser och komplettera mätserier där avbrott finns.
- Möjlighet att verifiera tidigare mätdata från andra mätmetoder och kunna relatera dessa till varandra, samt kalibrera befintliga data inbördes.
- Möjlighet till att se på ett större område (regleringsmagasin, slänter, andra dammar i närheten etc.).

### Begränsningar i metoden

- Många dammar är belägna i hög terräng bland berg där klimatet varierar med snabba förändringar, som t.ex. snötäckets tjocklek. I dessa områden varierar även vegetationen hastigt med årstiderna. Detta kan medföra felaktiga indata, vilket medför att antalet tillförlitliga bilder från dessa områden minskar. För norra Sverige kan topografiska förhållanden även medföra att hela dammens yta inte finns med i siktlinjen från satelliten, varför delar, ofta nedströms dammslänt nära foten i slänter med ytan mot norr, ligger i permanent radarskugga. Detta kan troligtvis kompenseras för med data från en alternativ infallsvinkel.
- Återkomsttiden för satelliternas passage är mellan 4 och 24 dagar beroende på satelliten. Detta gör att metoden kan anses vara ineffektiv i akuta fall, eller där förhållandena är sådana att kontinuerlig övervakning krävs utifrån de brottscenarion som identifierats för anläggningen.

InSAR bedöms främst ha en plats bland metoderna för långtidsövervakning och bedöms preliminärt vara kostnadsmässigt och resultatmässigt konkurrenskraftigt jämfört med mer traditionella metoder.

Detta genom den yttäckande bilden av deformationer som kan erhållas, kombinerat med tillgången till historiska data och metodens oberoende av tillförlitligheten i lokala fix-, och mätpunkter.

Kostnadsmässigt ligger metoden fortfarande marginellt högre än manuella mätningar. Trenden har dock varit under senare år att priset för tillgång till satellitdata sjunkit markant och framöver förväntas denna typ av mätningar finnas tillgängliga för konkurrenskraftiga priser. I priset ska även vägas in det yttäckande resultatet, vilket är vida överlägset punkttätheten i standardiserade manuella mätningar.

/ För mer information kontakta gärna  
Øyvind Lier, Sweco, eller  
Ingvar Ekström, Sweco

### Fotnot:

För att säkerställa att en hög nivå på dammsäkerheten vidmakthålls utförs vanligen rörelsemätning för generell långtidsövervakning av dammar i hög konsekvensklass. Detta utförs traditionellt främst geodetiskt genom inmätning av dubbar i dammkroppen.

## Simulering av ökat läckage i fyllningsdammar

WSP har de senaste åren genomfört flera simuleringar av ökat läckage genom fyllningsdammar med inpumpningsförsök. Ett av de senaste utfördes vid Hällby kraftstation.

Hällby kraftstation ägs av E.ON och ligger i Ångermanälven, ca 10 mil norr om Sollefteå. Anläggningens dämmande konstruktion består av två jordfyllningsdammar, vänster och höger damm. Mellan dammarna finns betongkonstruktioner: två flodutskov, en flottningsränna och kraftstationsintaget.

Dammarna är förhållandevis väl instrumenterade med automatiserad läckageövervakning (flödesmätning av uppsamlat dränagevatten) nedströms båda dammarna, mätning av grundvattenståndet i vattenståndsrör i dammarnas nedströmsslänter och dammtå samt mätning av porttrycket i anslutning till betongkonstruktionerna.

WSP utförde åren 2011/2012 en fördjupad dammsäkerhetsutvärdering (FDU) vid Hällby kraftstation, som är en anläggning i den högsta konsekvensklassen. En FDU genomförs för Hällby vart 9:e år och innebär en grundlig genomgång av dammsäkerheten vid anläggningen. I samband med utvärderingen framkom att osäkerhet fanns om ett ökat läckage genom dammarna kunde upptäckas med befintlig läckageövervakning. Det bestämdes därför att inpumpningsförsök skulle utföras för att simulera ett förhöjt läckage.

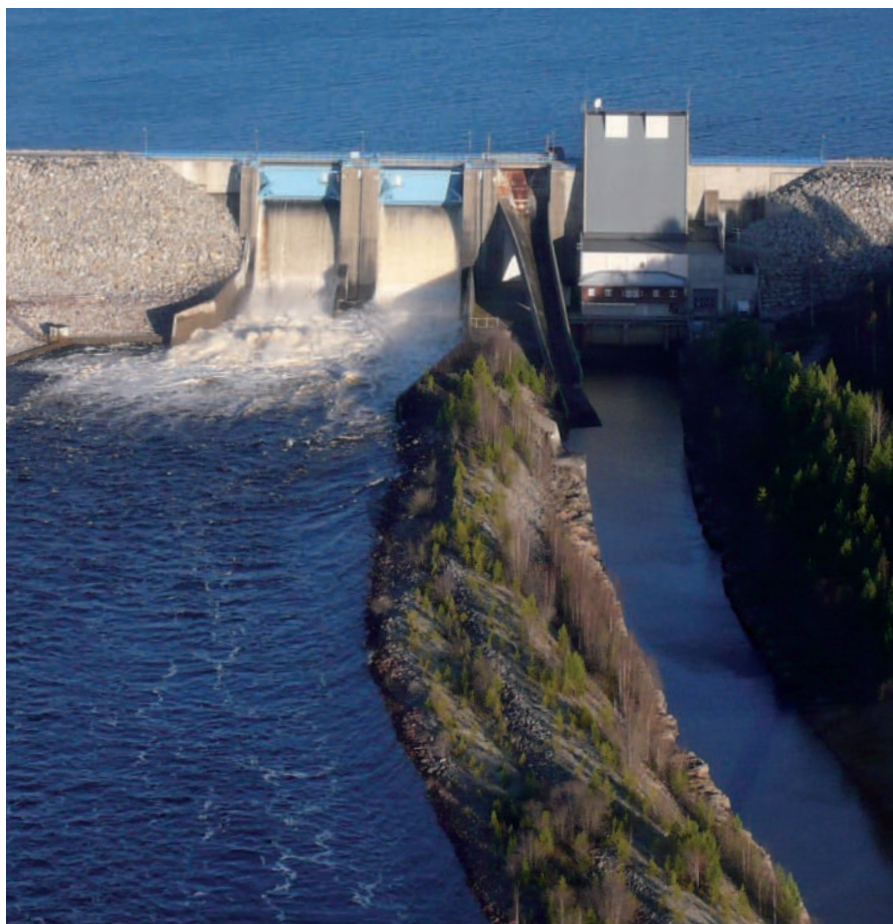
Försöken visar att det är viktigt att verifiera läckagemätningens funktion som oftast är den viktigaste dammätningen. I detta fall har försöken bekräftat att ett förhöjt läckage genom fyllningsdammarna kan upptäckas med instrumenteringen. För att ytterligare öka möjligheterna att upptäcka ett förhöjt läckage planeras ett kompletterande mätöverfall för vänster damm.

Försöken har även använts som underlag för att kunna ange lämpliga varsel- och larmnivåer för olika mätningar vid dammarna.

*För mer information, kontakta*  
*Åke Nilsson, WSP,*

*Johan Axelsson, WSP,*

*eller Jeanette Stenman, E.ON Vattenkraft*

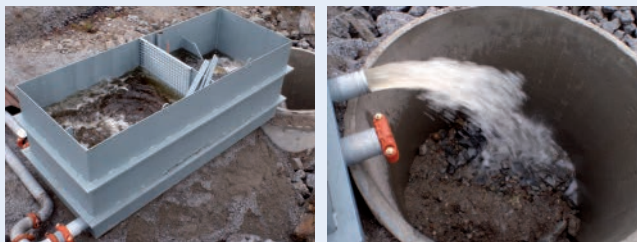


Hällby kraftstation sedd nedströms ifrån FOTO: Stina Åstrand, WSP.

### FAKTA INPUMPINGSFÖRSÖKET I DETALJ

**För att efterlikna ett ökat läckage pumpades vatten från magasinet till dammkrönet där vattnet infiltrerades till filtret nedströms tättkärnan genom för ändamålet installerade brunnar. Infiltration gjordes i två punkter per damm och pågick i cirka tre timmar på varje plats.**

Flödet vid läckageövervakningen och nivån i flertalet av vattenståndsrören hade då stabiliserats. Vid inpumpningsförsöken i vänster damm var dock nivån i ett par av vattenståndsrören fortfarande ökande vid försökens avslut. Under inpumpningen mättes kontinuerligt flödet vid läckageövervakningen (både automatiskt och manuellt), medan vattenståndsrören mättes manuellt ungefär en gång i halvtimmen.



Mätlåda (t v) för mätning av inflödet i infiltrationsbrunnen på dammkrönet (t h). Vid inpumpning i vänster damm kunde endast cirka 20 procent av inpumpat flöde mätas vid mätöverfallet. Däremot upptäcktes en kraftigt ökad vattenströmning i en närliggande brunn där inget flöde mättes. Tillsammans uppskattades flödena motsvara den inpumpade vattenmängden. Nivån i vattenståndsrören påverkades generellt inte nämnvärt av inpumpningen men porttrycksmätarna gav tydliga utslag med en viss tidsfördröjning. Vid inpumpning i höger damm kunde cirka 35 procent av inpumpat flöde mätas i mätöverfallet. Mindre ändring kunde observeras i de flesta vattenståndsrören medan porttrycken inte ändrades nämnvärt. Inpumpningsförsök höger damm – inpumpat flöde vid dammkrön och uppmätt flöde i mätöverfall.

# Analysis into New Zealand dam surveillance



Pukaki Canal, South Island

Instrumentation monitoring practice of New Zealand dams is largely based on instruments installed during construction, supplemented by additional instruments considered either for replacement or to monitor specifically identified dam behaviour.

To identify particular dam monitoring requirements, considering monitoring of site specific dam performance parameters and alignment with New Zealand Dam Safety Guidelines (NZSOLD 2000<sup>1</sup>), a Performance Parameter Review (PPR) approach is commonly used by dam owners.

Performance parameter review was introduced in New Zealand dam safety work in 1999 as a risk management technique to identify the most likely feasible potential dam failure modes. The PPR is based on existing dam safety evaluations, condition assessments and historical records. The PPR process (Campbell 2000)<sup>2</sup>:

- Summarises the performance history of the dam.
- Identifies potentially feasible failure modes.
- Carries out risk assessment to prioritise Failure Modes.
- Identifies monitoring of key parameters to monitor potential failure modes and “general health”.
- Sets expected and unexpected performance standards.
- Integrates the failure mode analyses into the surveillance programme.

The performance parameter review process focuses on what needs to be monitored and visually inspected for the dam through consideration of the potential failure modes as well as consideration of the requirements for monitoring of the general behaviour of the dam.

The PPR process is summarised and reported in a “Performance Parameter Report”. This report becomes a reference document for the dam that summarises and benchmarks the design, construction and performance history of the dam. Acceptable dam safety behaviour is benchmarked and Surveillance staff are aware of visual indications and instrument alarm levels that may indicate

potential failure mode scenarios developing.

The expected life of the Performance Parameter Report is 15-20 years. Regular review is however included as a part of the Comprehensive Safety Review process (cf. Swedish FDU) and intermittent revision and modifications of the Performance Parameter Report may be necessary. This review process is illustrated in Figure 1.

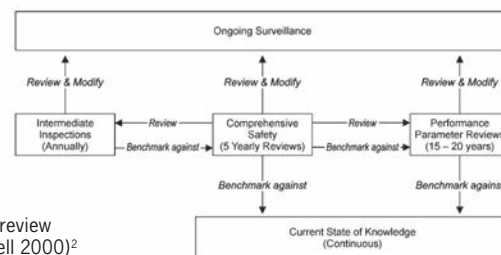


Figure 1:  
The surveillance review process (Campbell 2000)<sup>2</sup>

To sum up and touch on the subject “evolution of long term dam surveillance”; some positive aspects of integrating a potential failure mode approach into the dam surveillance programme are:

- Monitoring of key indicators (instruments or visual observations) for potential failure modes enhances the dam surveillance programme.
- The PPR is used to develop the appropriate dam monitoring regime and to review long term dam surveillance requirements.
- A selective approach of key instrumentation to be automated can be implemented.
- Detailed evaluation of failure mode performance expectations and historic performance review of data is documented for reviewers.

Finally, a key element of the surveillance programme, both in a short and a long term timeframe, is the system used to manage dam safety data and to facilitate its evaluation. Easily accessible and accurate data (data quality assurance) is necessary for correct analysis of the dam performance, emphasised in the long term surveillance perspective by the increased amount of automated data collection.

/ Magnus Ljunggren, Damwatch Services Ltd, Wellington

<sup>1</sup> NZSOLD 2000. New Zealand Dam Safety Guidelines. New Zealand Society on Large Dams, (NZSOLD) publication.

<sup>2</sup> Campbell, P. 2000. The risk analysis process applied to surveillance, In Proceedings NZSOLD Symposium, Wellington, New Zealand, November 2000.



ICOLD Kommitteer	Period	Svensk representant
A Computational Aspects of Analysis and Design of Dams	2011-2014	M. Hassanzadeh
B Seismic Aspects of Dam Design	2009-2013	
C Hydraulics for Dams	2009-2013	J. Yang
D Concrete Dams		E. Nordström
E Embankment Dams	2010-2014	I. Ekström
F Engineering Activities with the Planning Process for Water Resources Projects	2011-2014	
G Environment	2012-2015	
H Dam Safety	2012-2015	M. Bartsch
I Public Safety Around Dams	2010-2013	J. Evertson
J Sedimentation of Reservoirs	2010-2013	
K Integrated Operation of Hydropower Stations and Reservoirs	2011-2015	
L Tailings Dams & Waste Lagoons	2011-2014	A. Bjelkevik
M Operation, Maintenance and Rehabilitation of Dams		A. Isander
N Public Awareness and Education	2012-2015	G. Sjödin
O World Register of Dams and Documentation	2011-2014	
Q Dam Surveillance	2012-2015	S. Johansson
S On Flood Evaluation and Dam Safety	2011-2015	A. Söderström
U Dams and River Basin Management	2012-2015	
X Financial and Advisory	2011-2012	
Y Climate change		
Z Capacity Building and Dams	2012-2015	
Young Engineers Forum (YEF)		P. Elvnejd
Europaklubbkommittén "Dam Safety and Risk Assessment and Management".		A. Marklund

## NÅGRA KOMMANDE EVENEMANG

**16-18 april 2013**

**Addis Ababa, Etiopien. Water Storage and Hydropower Development for Afrika**

**22 april 2013**

**Dammsäkerhetsansvarig, Svensk Energi.**

För mer information besök [www.svenskenergi.se](http://www.svenskenergi.se)

**23 april 2013**

**Temadag RIDAS, Svensk Energi.**

För mer information besök [www.svenskenergi.se](http://www.svenskenergi.se)

**12-16 augusti 2013**

**Seattle, USA. ICOLD 2013 81th Annual Meeting**

**26 september 2013**

**Vattenkraftdagen, Svensk Energi**

För mer information besök [www.svenskenergi.se](http://www.svenskenergi.se)

**23 oktober 2013**

**SwedCOLDs Temadag höst**

