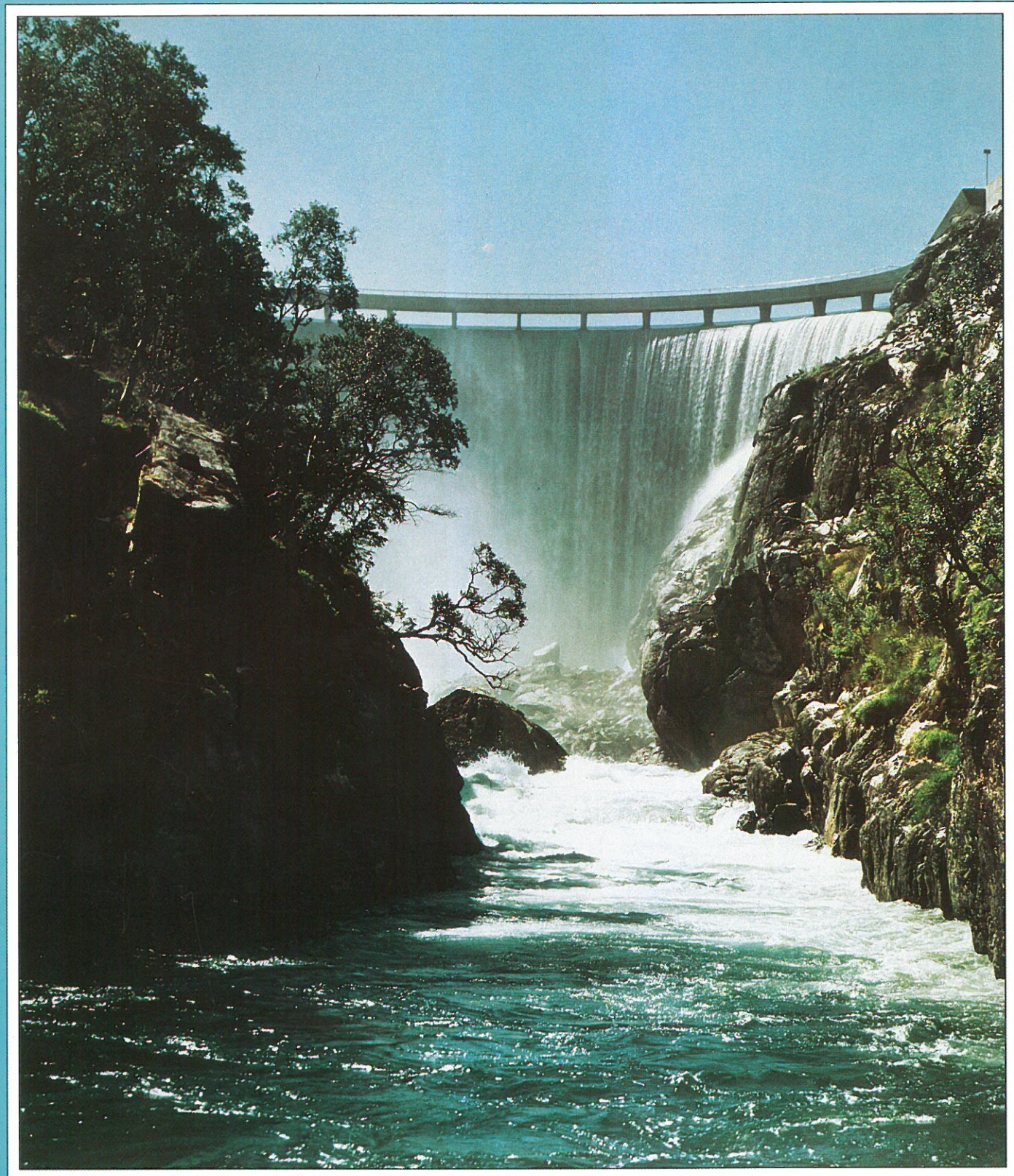


Prosjekt damsikkerhet

Desember 1992

Sammendragsrapport



Prosjektansvarlige:

NVE Tilsyns- og beredskapsavdelingen (NVE-T)

Vassdragsregulantenes Forening (VR)

PROSJEKT DAMSIKKERHET

SAMMENDRAGSRAPPORT

NVE Tilsyns- og beredskapsavdelingen (NVE-T)

Vassdragsregulantenenes Forening (VR)

Innhold	Side
Dammer og ulykker	1
Målgruppe	2
Prosjektets rapporter	3
Ansvar og arbeidsdeling	7
Internkontroll	9
Risikoanalyse-metoder	10
Bruddkapasitetsvurdering	10
Konsekvensavhengig sikkerhet, klassifiseringssystem for dammer	11
Behov for endring i damforskriftene	11
Rehabiliteringsbehov	11
Damsikkerhet i driftsfasen	12
Planleggings og byggedokumentasjon	13
Driftsrutiner	14
Beredskapsarbeid	14
Inspeksjonsrutiner	16
Instrumentering	16
Sikkerhetsvurderinger	17
Skade og uhellrapportering	18
Registrering av ytre påkjenninger	19
Flomsikkerhet	19
Flomløpsanalyse	21
Tilstopping av flomløp	21
Driftsikkerhet ved manøvrerbare flomløp	22
Lekkasjer ved fyllingsdammer	23
Overtopping av fyllingsdammer	24
Aldring av betongdammer	25
Ras i magasin	26

Forsidebildet viser dam Kilen, Sira-Kvina Kraftverk

SAMMENDRAGSRAPPORT

Dammer og ulykker

Moderne norsk dambygging startet omkring århundreskiftet, da vi tok til å utnytte våre vannkraftressurser. Innledningsvis dominerte mur- og betongdammene, men særlig etter 1950 kom de store fyllingsdammene inn i bildet for fullt. I hele det aktuelle tidsrommet har norsk damteknologi holdt et høyt nivå, og dammene har hevdet seg godt internasjonalt med hensyn til kvalitet og sikkerhet.

Et vannmagasin bak en dam representerer et enormt energipotensiale som vil kunne forårsake katastrofale ødeleggelser dersom dammen bryter sammen.

For alle som tar del i etablering og drift av en dam er det selvsagt at sikkerheten ved en damkonstruksjon må være så høy at muligheten av et dambrudd oppleves som helt utenkelig.

Vi vet imidlertid at dambruddskatastrofer har skjedd, de skjer også i vår tid, og i høyt teknologisk utviklede land. I Norge har vi ikke hatt større damkatastrofer. Vi har imidlertid en rekke brudd på mindre dammer under 15 m høyde.

En dam kan ikke betraktes som et absolutt sikkert byggverk. Det er gjennom erkjennelse av at risikomomenter er tilstede at en kan arbeide for å fjerne og redusere risikomomentene slik at summen utgjør et akseptabelt nivå.

I den intense utbyggingsperioden vi har vært gjennom i de senere tiår, har begrepet damsikkerhet i sterk grad vært knyttet til planlegging og bygging, der beregningsmetoder, laster, materialegenskaper og utførelse har vært nøkkelbegreper. Men damsikkerhet avhenger også i sterk grad av hvordan vi overvåker, manøvrerer og tar vare på dammene, hvor godt vi forstår og er forberedt på ulike hendelser og situasjoner som kan oppstå i driftsfasen. Det er særlig dette som var bakgrunn for NVE i 1987, da de tok initiativ til et samarbeidsprosjekt med VR og dameiere om damsikkerhet. Forprosjektet utga rapporten: "Risikoanalyse for dammer" i 1987 og selve hovedprosjektet star

tet med etablering av et styringsutvalg høsten 1988. Prosjektlederen tiltrådte i april 1989, og fra da av kom det praktiske arbeidet i gang. Prosjektet ble avsluttet i 1992.

Styringsgruppen har bestått av:

- * Sjefingeniør Bjarne Nicolaisen, NVE (form.).
- * Sjefingeniør Jan Daleng, VR.
- * Prof. Dagfinn Lysne, Inst. for vassbygging, NTH.
- * Sjefingeniør Thorleif Hoff, Statkraft.

Prosjektleder har vært sivilingeniør Svein Larsen.

Prosjektet har tatt utgangspunkt i dagens situasjon og har foreslått opplegg for hvordan damsikkerheten i driftsfasen kan ivaretas, og en har fått utredet ulike spørsmål som har betydning for damsikkerheten i driftsfasen, slik som aldring, flomavledning, overtopping, lekkasjer, funksjonssikkerhet av flomluker og beredskapsplanlegging. Dessuten behandles erfaringsinnsamling, dambruddstatistikk og risikovurderinger.

Målgruppe

- * Alle kategorier dameiere representert ved de personer som har ansvar for planlegging, bygging, drift, tilsyn og vedlikehold av dammer.
- * Rådgivere som gir assistanse til dameiere.
- * Offentlig myndighet som har forvaltningsansvar for dammers sikkerhet.
- * Offentlig myndighet som har ansvar for redningstjeneste ved katastrofer.

Prosjektets rapporter

Prosjektet har utgitt følgende rapporter:

Hovedrapport

Sammendragsrapport

Delrapportene:

- Rapport nr. 1: Aldring og sikkerhet av betongdammer
- Rapport nr. 2: Beredskapsplanlegging for unormale situasjoner
- Rapport nr. 3: Sikkerhet av fyllingsdammer mot lekkasjebrudd
- Rapport nr. 4: Tilstopping av flomløp
- Rapport nr. 5: Overtopping av tetningskjernen i fyllingsdammer
- Rapport nr. 6: Funksjonssikkerhet ved del I og II flomluker
- Rapport nr. 7: Alkalireaksjoner i betongdammer

Rapport nr. 1: Aldring og sikkerhet av betongdammer

Denne delrapport tar for seg historikk omkring bygging av betongdammer i Norge og hvordan den teknologiske utviklingen har vært. Den omtaler ulike skadeformer og vurderer sikkerhetsmessige konsekvenser. De enkelte damtypene behandles særskilt mht. utførelse, bestandighet, sikkerhet og utbedring.

Det er karakteristisk for betongdammer at de skader som oppstår stort sett viser seg tydelig på overflaten og derfor er lette å observere med det blotte øye. Det kan være riss, sprekker, vanngjennomgang, kalkutvasking og større eller mindre sår og forvittringer.

Hvor alvorlige er disse skadene, påvirker de damsikkerheten, hva er den videre utvikling og hva kreves av tiltak? Skjer det også en indre nedbryting som ikke er synlig på betongoverflaten? Dette er spørsmål som det er naturlig å stille, og i denne delrapporten, finner man vurderinger og konklusjoner om dette. Kort

sammenfattet kan man si at betongdammer ikke skulle gi oss noen avgjørende sikkerhetsmessige overraskelser.

Rapport nr. 2: Beredskapsplanlegging for unormale situasjoner.

Denne delrapporten presenterer 2 eksempler på beredskapsplanlegging.

Det er vår intensjon at dameierne gjennom eksemplene får impulser og momenter til utarbeidelse av tilsvarende planer for egne anlegg.

Det er viktig at beredskapsarbeidet tilpasses forholdene hos den enkelte dameier, og dammenes bruddkonsekvens. Arbeidet er i første rekke viktig for de dameierne som har dammer med store bruddkonsekvenser.

Beredskapsplanleggingen med tanke på kritiske naturgitte situasjoner ved dammer bør bli en del av en samlet helhet, og grensene for arbeidet må tilpasses aktiviteter som f.eks.

- dameierens normale drifts-, tilsyn- og vedlikeholds-program for sine dammer.
- beredskapsplanleggingen vedr. krig, sabotasje o.l. for dammene.
- samfunnets generelle beredskaps- og redningstjeneste ved store ulykker.
- dameiers beredskapsplanlegging for andre anleggstyper som f.eks. kraftstasjoner, fabrikanlegg o.l.

Rapport nr. 3: Sikkerhet av fyllingsdammer mot lekkasjebrudd.

Vi har i Norge hatt flere tilfelle av indre erosjon med øket lekkasje ved våre fyllingsdammer, fenomenet er også blant de vanligste brudd og skadetyper etter internasjonal statistikk.

Den vanlige fyllingsdamtype i Norge er imidlertid steinfyllingsdammen, mens brudd og alvorlige skader mest har skjedd på jordfyllingsdammer.

Det vanligste er at slike lekkasjetilfelle oppstår under første gangs magasinfylling, og

det aktuelle spørsmål er om slike lekkasjetilfelle også kan oppstå ved eldre dammer hvor en tidligere ikke har registrert slik unormal tilstand, hvordan et slikt lekkasjeforløp kan arte seg, og hvordan en kan redusere en evt. slik sikkerhetsrisiko med analyser og evt. tiltak på dammene.

I denne delrapporten tas disse spørsmålene opp til vurdering.

Rapport nr. 4: Tilstopping av flomløp

Denne rapporten gjengir resultatene av modellforsøk som er gjort for å klarlegge betingelsene for at tilstopping skjer ved et fast overløp. Det er også gjort forsøk for å fastlegge kreftene som virker på drivgodset ved evt. oppsamling.

En fullstendig vurdering av et flomløps avledningsevne bør inneholde vurderinger om tilstopping. Vurderingen bør være 3-delt:

- Hva blir konsekvensen dersom flomløpet tilstoppes?
- Hva slags, og hvilke mengder drivgods kan forventes å komme?
- Hvilken mulighet har en til å avlede eller stoppe drivgodset?

Delrapporten vil være til hjelp under sistnevnte vurdering.

Rapport nr. 5: Overtopping av tetningskjernen i fyllingsdammer.

En klarlegging av fyllingsdammers motstandsevne mot brudd p.g.a. at magasinnivået stiger over topp kjerne (overtopping) er en analyse som bør gjennomføres i forbindelse med PMF-analyser og beredskapsplanlegging.

Delrapporten inneholder synspunkter, veiledning og råd for gjennomføring av slike analyser.

Det er viktig å være oppmerksom på at det er flere ulike bruddmekanismer (erosjon og utglidning) som kan bestemme det største magasin-nivå som en dam tåler.

Norske steinfyllingsdammer med en forsterket damtå av storstein vil kunne tåle gjennomstrømning av store vannmengder. Det er imidlertid også i Norge enkelte dammer hvor nedstrøms støttefylling og damtå består av jord, grus eller usortert tunnelstein/sprengstein. Slike dammer vil kun tåle gjennomstrømning av mindre vannmengder, og det bør vurderes å forsterke damtåen ved slike dammer.

Rapport nr. 6: Funksjonssikkerhet ved flomluker

Flomløp som ikke funksjonerer som forutsatt kan utløse dambrudd, og det er nødvendig å sikre at flomløp med manøvrerbare organ har en tilstrekkelig funksjonssikkerhet.

Som ledd i dette kan det utføres funksjonssikkerhetsanalyser hvor en klarlegger avledningskapasiteten ved ulik grad av lukemanøvreringsvikt.

Denne delrapport viser med eksempler hvordan slike vurderinger kan gjennomføres.

Det klarlegges hvilke muligheter som finnes for eventuell manøvreringsvikt, og hvilke tiltak som kan iverksettes for å bedre funksjonssikkerhet.

Av praktiske hensyn er rapporten delt i 2 deler.

Rapport nr. 7: Alkalireaksjoner i betongdammer

Erkjennelsen av at alkalireaksjoner kan være årsak til betongskader i Norge er forholdsvis ny, selv om slike reaksjoner har forekommet i mange år. Siden 1989 har det pågått et større forskningsprosjekt om alkalireaksjoner ved Sintef FCB. En oppsummering av resultatene fra dette forskningsprosjektet pr. 1.1.92 er presentert i denne delrapporten (del 1).

Det har så langt vært få data om hvor store utvidelsene har vært pga. alkalireaksjoner ved ulike konstruksjoner i Norge. Ved dam Votna har man ved hjelp av deformasjonsmålinger som er foretatt siden dammen ble bygget, kunnet rekonstruere utvidelsestakten bakover i historien. Dette er presentert i del 2 i delrapporten. Konklusjonen er at de siste 10 årene har skjedd en betongutvidelse lik total

ca. 0,4%, og at nåværende utvidelsestakt er ca 0,06 % pr. år.

Forskningen i Norge omkring alkalireaksjoner har så langt i liten grad fokusert på de virkninger som reaksjonene har på krefter og spenninger i de enkelte konstruksjonstyper, og hva dette betyr sikkerhetsmessig. I del 3 er dette belyst.

Virkninger kan oversiktsmessig grupperes i 4 deler:

- Konstruksjonen får en deformasjon som kan føre til lukefastkiling, fugegjenklemming o.l.
- Konstruksjonen får en oppsprekking i overflaten som åpner for andre nedbrytende prosesser.
- Betongens egenskaper som permeabilitet, elastisitet, trykk, strekk og skjærstyrke endres.
- Den indre utvidelse i betongen fører til tilleggsspenninger i armering, betong og evt. oppspenningskabler. Virkningen er annerledes enn en utvidelse pga. temperatur.

Konstruksjonsutvidelsen pga. alkali kan være av størrelse 0,5%, og dette alene gir tilleggsspenninger i armeringer som er av betydelig størrelse. Utvidelsen vil for enkelte konstruksjoner føre til tilleggsmomenter, og en full oversikt over dette får en kun med en analyse av den enkelte konstruksjon.

Ansvar og arbeidsdeling

Det er naturlig å inndelegge dam sikkerhetsarbeidet i 2 hoveddeler.

Den første gjelder arbeidet som er direkte knyttet til enkelte damanlegg. Den andre omfatter en generell del som indirekte er til nytte i sikkerhetsarbeidet for det enkelte anlegg.

Det vil være et naturlig samspill mellom de to delene ved at erfaringer fra enkelte dammer påvirker og gir bakgrunn for innholdet i den

generelle del. Både hva gjelder lover, forskrifter og retningslinjer, normer og erfaringer.

Omvendt vil innholdet i den generelle del danne basis for sikkerhetsarbeidet for det enkelte damanlegg.

Det er 2 hovedparter som idag har ansvar for damsikkerhet.

- * Dameier
- * NVE Tilsyns og beredskapsavdelingen (NVE-T)

Det er viktig for damsikkerheten at rollemønster, arbeidsdeling og type av ansvar er kjent og gjensidig akseptert mellom de 2 parter.

I slike forhold vil en ofte kunne finne at det eksisterer et reelt rollemønster som avviker fra det formelle. Blir avviket for stort kan det føre til svekkelse av damsikkerheten.

Sikkerhetsarbeid for det enkelte damanlegg

Den enkelte dameier har hovedrollen i dette damsikkerhetsarbeidet fordi:

- * Den enkelte dameier skal sørge for at damsikkerheten er på et tilstrekkelig nivå for de dammer han eier.

NVE-T's rolle er diktert ut fra deres hovedoppgave:

- * NVE-T skal på vegne av almenheten kontrollere og gi dameier godkjenning for at sikkerheten av hans dammer er tilstrekkelig.

Et viktig element i damsikkerhetsarbeidet er å fastlegge hva som er et tilstrekkelig sikkerhetsnivå. Begge parter har et selvstendig ansvar for dette.

Generelt sikkerhetsarbeid

NVE-T har hovedansvaret for lover, forskrifter og damforskriftenes del II. Utvikling og vedlikehold av dette bør imidlertid skje i et nært samarbeid med dameierorganisasjonene,

dameierne og bransjens øvrige ressurser (rådgivende ingeniørfirma, forskningsinstitutter, leverandører og entreprenører).

I utvikling og vedlikehold av uformelle retningslinjer, normer og erfaringer deltar alle i bransjen, men det synes naturlig at hovedansvar for dette faller hos dameierorganisasjonene og NVE-T.

Internkontroll

Vassdragsbransjen og NVE har i felleskap satt igang "prosjekt internkontroll" for å lage retningslinjer for hva et internkontrollsystem skal inneholde og hvordan det skal fungere. Retningslinjene vil foreligge i midten av 1993.

Innen feltet damsikkerhet har vi i dag et omfattende forskriftsverk som setter krav til dameieren ved planlegging og bygging av en dam. Internkontrollsystemer som bidrar til å sikre at disse krav blir overholdt har en klar oppgave. Å klarlegge dameierens og NVE-T's oppgaver og rolle i dette kontrollarbeidet bør være en naturlig del av "internkontrollprosjektet".

Når det gjelder krav til dameier under driftsfasen er forskriftsverket i dag meget magert. Dameier har ansvar for damsikkerheten i driftsfasen men det er i liten grad forskriftsbestemt hva dette innebærer. For at et internkontrollsystem skal ha noen mening er det en forutsetning at nærmere krav blir fastlagt i en driftsforskrift for dammer. Dette bør skje gjennom det vanlige forskriftsverket, og ikke gjennom "internkontrollregler". "Internkontroll" er ikke å fastlegge kravene som skal overholdes, men å utforme et opplegg som skal sikre at kravene blir etterlevet.

"Internkontroll" i sin egentlige betydning innebærer bl.a. også at tilsynsetaten (NVE) skal legge om sin virksomheten fra å kontrollere dammene til å kontrollere dameieres internkontrollopplegg.

Vurdering av konsekvensene for damsikkerheten ved en slik omlegging bør vurderes nærmere før

en fastlegger dette som det offentlige tilsynsmønster. Våre største dammer representerer så store ulykkespotensiale at det er rimelig at NVE med visse intervall selvstendig vurderer slike dammers sikkerhet.

En vurdering av NVE's tilsynsopplegg i et fremtidig internkontrollopplegg bør gjennomføres i "Internkontrollprosjektet". Dersom NVE's fremtidige tilsynsopplegg ikke samsvarer med andre tilsynsetaters internkontrollopplegg bør NVE benytte en annen betegnelse enn "internkontroll" på sitt opplegg for å unngå misoppfatninger.

Risikoanalyse-metoder

I damsikkerhetsarbeid kan bruk av risikoanalysemetoder gi en bredere basis for å klarlegge risiko forbundet med dammer enn de tradisjonelle måter å fremstille sikkerhet.

Beregninger av dambruddbølger og dambruddkonsekvenser har tradisjonelt vært utført av det tidligere KSFN, som nå utgjør beredskapsaksjonen i NVE-T.

Vi anser at dameierne selv bør ha ansvar for å gjennomføre slike vurderinger. En kan imidlertid ikke forvente at et slikt arbeid vil bli tatt opp av dameierne uten at en nærmere avklaring i spørsmålet har kommet fra NVE-T.

Bruddkapasitetsvurderinger

Sikkerheten ved dammer har tradisjonelt vært analysert og uttrykt ved dimensjonerende situasjoner og laster. Ved å analysere bruddsituasjoner vil en kunne få et mer direkte uttrykk for sikkerheten mot enkelte hendelser da dammer kan ha forskjellig evne til å tåle påkjenninger utover den dimensjonerende situasjon.

For alle nyanlegg bør det bli standard å gjennomføre slike bruddkapasitetvurderinger.

For eksisterende anlegg bør det avhengig av bruddkonsekvensene gjennomføres slike vurderinger.

Konsekvensavhengig sikkerhet, klassifiseringssystem for dammer

Vi kan regne med at det i Norge finnes omkring 2500 dammer som har slik størrelse på damlegeme eller magasin at de kommer inn under NVE-T's tilsyn.

Størrelsen på disse dammene spenner fra 2 m til 140 m høyde. Det er grunn til å anta at et brudd på en av våre store dammer med stort skadepotensiale vil representere en ulykke av verste tenkelige dimensjon i Norge. Brudd på en av våre mindre dammer vil imidlertid kunne skje uten at noe særlig stor skade skjer. Med dette som bakgrunn burde det synes selvsagt at de målsettinger som bør stilles til sikkerhet ved damanlegg burde variere avhengig av skadepotensiale ved dambrudd.

Hensikten med en klassifisering er å få en inndeling av damobjektene i grupper hvor det er naturlig å stille noenlunde ens krav for dammene innen den enkelte gruppe.

Behov for endring i damforskriftene

Gjennom det arbeid som prosjektet har fått utført innen forskjellige felt har det blitt avdekket mulige behov for enkelte forskrifts- endringer. Som et resultat av dette presenteres i vedlegg 1 "Forslag til endringer i damforskriftene." Det bør understrekes at prosjektet ikke har gjennomført noen fullstendig gjennomgang av damforskriftene med tanke på et revisjonsarbeid.

NVE-T bør ta initiativ til å få gjennomført en slik fullstendig gjennomgang av damforskriftene, og i neste om gangen revisjon av forskriftene. Arbeidet bør skje i samarbeid med bransjen, og det bør stå sentralt i dette arbeidet å utforme forskrifter og "regler og anbefalinger" (damforskriftene del II) for driftsfasen.

Rehabiliteringsbehov

Det kan pekes på følgende mulige rehabiliteringsbehov ved våre dammer på bakgrunn av

sikkerhetsmessige forhold:

- * Ombygging/fjerning av broer over fast overløp
- * Strossing av tunneler og sjakter ved overløp
- * Påbygging av damtopp på eldre fyllingsdammer, alternativt oppsetting av bølgeskvetttskjerm i betong.
- * Utlekking av storsteintå ved eksisterende fyllingsdammer.
- * Forbedre oppstrøms skråningsvern på fyllingsdammer
- * Øke flomløpskapasiteten i lukedammer
- * Installering av flere ulike reservesystem for manøvrering av flomluker.
- * Ombygging av eldre nåleløp/bjelkeløpsdammer
- * Rehabilitering av betongdammer
- * Rehabilitering av tre og stålbukkkdammer

Damsikkerhet i driftsfasen

Dameier har ansvar for at sikkerheten ved hans dam er tilfredstillende.

Med damsikkerhet menes sikkerhet mot at det fra dammen kommer ukontrollerte, skadelige vannutslipp (som følge av feilmanøvrering eller dambrudd) eller at det i magasinet oppstår skadelige vannstander høyere enn forutsatt.

For å oppfylle sitt ansvar skal dameier utarbeide, gjennomføre og kontrollere programmer for de aktiviteter han anser nødvendig for sikkerheten i driftsfasen. Omfang og innhold i programmene skal være tilpasset damtype, sikkerhetsnivå og dambruddkonsekvens.

Dameier skal ha en organisasjon med tilhørende kompetanse og økonomi som gjør han istand til å gjennomføre de ovenstående oppgaver. Enkelte

oppgaver krever egenkompetanse, mens kompetanse for andre typer oppgaver kan leies. Dameierens opplegg for ivaretagelse av sikkerheten må også tilpasses hans organisasjonsstruktur, størrelse og egenkompetanse. Behov for ekstern kompetanse må klargjøres i et totalbilde.

Dameiers programmer må også være bygget opp slik at de kan danne grunnlag for NVE-T's tilsyn.

NVE-T's tilsyn.

- * NVE-T har ansvar for å føre tilsyn med at dameier oppfyller sitt ansvar om å ivareta sikkerheten.

I sitt tilsyn kan NVE-T legge opp til mange forskjellig grader av tilsyn. NVE-T bør gradere sitt tilsyn etter dambruddkonsekvensene. Dammer som har store bruddkonsekvenser bør ha et mer omfattende tilsyn fra NVE-T enn dammer med små bruddkonsekvenser.

Planleggings og byggedokumentasjon

Fra planleggings og byggefasen skal det foreligge en dokumentasjon som klargjør alle forhold av betydning for dammen og som i prinsipp skal inneholde følgende:

Det er selvsagt viktig at dokumentasjonen også omfatter de endringer som er foretatt under dammens byggefase. Slike endringer kan være kilde til skader eller dambrudd.

Dokumentasjonen bør foreligge i flere former.

For dammer som er bygget før damforskriftene kom vil dokumentasjonen i en del tilfelle være meget mangelfull.

I hvilken grad dokumentasjonen bør suppleres bør avhenge av muligheten og nytten av å fremskaffe dokumentasjonen. For eldre dammer med små bruddkonsekvenser bør dokumentasjons supplement begrenses til et minimum.

Dammens sikkerhet er dels basert på detaljerte, konkrete offentlige sikkerhetskrav, og

dels på dameierens skjønn om hva som er tilfredstillende sikkerhet. Dameieren bør sørge for at det finnes en egen dokumentasjon på at alle detaljerte, konkrete offentlige sikkerhetskrav er tilfredsstilt.

I likhet med dameier bør også NVE-T utforme et slikt system internt for å ha oversikt over pålegg som er gitt og dokumentasjon som er mottatt fra dameier.

Driftsrutiner

Den daglige drift for en dameier vil ha som siktemål å produsere kraft eller levere drikkevann og rutinene for dette vil være mange.

Når det i denne rapporten benyttes begrepet driftsrutiner menes imidlertid kun de rutiner som har med ivaretagelse av dammens operative sikkerhet å gjøre.

Dette vil i hovedsak være driftsrutiner vedr. vannstandsregistreringer og flomavledning.

Følgende driftsrutiner bør inngå i programmet:

- * Overordnede driftsregler vedr. flomavledning.

De overordnede krav kan i en viss grad være motstridende. De overordnede driftsregler bør klarlegge enkelte prinsipielle veivalg i en flomavledningssituasjon for de som står med ansvaret i en aktuell situasjon.

Programmet må være realistisk og gjennomtenkt. Det vil i alle tilfelle være en rekke detaljavgjørelser som en ikke kan dekke opp med overordnede driftsregler.

En må være oppmerksom på at evt. motstridende overordnede krav i en flomsituasjon kan være en av grunnene til at en avklaring av driftsreglene ikke finner sted, fordi forsøk på avklaring vil klargjøre at enkelte krav er motstridende.

Beredskapsarbeid

Begrepet beredskap er generelt og benyttes i mange sammenhenger. For kraftselskaper er

begrepet tradisjonelt knyttet til det arbeid det tidligere kraftforsyningens Sivilforsvarsnemd (KSFN) sto for og som i dag videreføres av Beredskapsseksjonen i NVE (NVE-TB). Hensikten med dette beredskapsarbeid var i første rekke å sikre at energiforsyningen fungerte i en krigssituasjon og i en beredskapssituasjon (perioder forut for krig).

For et kraftselskap vil det i en storm og uværsituasjon ofte være et hovedmål å sikre at strømforsyningen fungerer. Det må imidlertid ikke glemmes at kraftselskapet også kan ha ansvar for dammer med et ekstremt stort skadepotensiale i tilfelle dambrudd, og at sikkerheten for disse dammene blir satt på prøve i den samme situasjonen.

I prosjektet har vi kun tatt for oss beredskapsarbeid for damsikkerhet ved naturskapte situasjoner. Det er imidlertid viktig at alt beredskapsarbeid som har tilknytningspunkter blir samordnet.

Hvordan kan damsikkerheten bedres gjennom beredskapsarbeid

Ved å gjennomføre et beredskapsarbeid vil dameieren bedre damsikkerheten på følgende vis:

- * Ved å ha deltatt i planarbeid og ved å ha en operativ beredskapsplan vil dameierens mannskaper, ledelse og organisasjon bedre kunne mestre kritiske situasjoner uten at dambrudd eller andre uønskede hendelser inntreffer.
- * Gjennom planarbeidet kan svake punkter avdekkes og rettes før en evt. kritisk situasjon inntreffer. Slike svake punkter kan være av ulike karakter:
 - Teknisk utforming av anlegg
 - Deler av operativ beredskapsplan
 - Ressurser til bruk i kritiske situasjon
- * Gjennom beredskapsplanarbeidet dokumenteres dameierens beredskapstiltak ovenfor NVE-T. Dette gir NVE-T en mulighet til å vurdere dette i en samlet vurdering av dammens sikkerhet, og påtale evt. lave sikkerhetsnivåer.

Inspeksjonsrutiner

Dameiers inspeksjoner utgjør en viktig del av sikkerhetsarbeidet for konstruktiv sikkerhet, og det har alltid vært vanlig å gjennomføre inspeksjoner, men etter at damforskriftene ble innført i 1981 er arbeidet blitt gjennomført mer systematisk.

Dagens normale praksis med hensyn til inspeksjoner er i stor grad tilfredsstillende, og prosjektet har derfor ikke funnet det nødvendig å gi dette tema noen særlig plass i sitt arbeid.

Vi vil imidlertid peke på at det i tillegg til visuelle inspeksjoner i mange tilfelle bør vurderes å gjennomføre undervannsinspeksjoner og materialundersøkelser.

Behovet for inspeksjoner er imidlertid sterkt varierende avhengig av damtype og dammens generelle tilstand og sikkerhetsnivå. Dette bør gjenspeiles i inspeksjonsopplegget.

Instrumentering

Instrumentering av dammer for måling av deformasjoner, poretrykk, spenninger, vanngjennomgang, temperatur eller andre fysiske størrelser vil være en del av dameiers sikkerhetsoppfølging.

Dameier må ha et program for sine målinger. Programmet må være tilpasset damtype, alder og tilstand. Programmet må settes opp etter en klar filosofi og hensikt med målingene. Målingene må følges opp med faglige vurderinger av kompetent personell. Omfanget av målingene bør revurderes i intervaller på ca 10-20 år. Behov for målinger vil avta etter de første 10 år av dammens levetid.

Behovet for nye målinger må også vurderes i forbindelse med skade eller unormal tilstand ved dammen. Spesielle målebehov kan oppstå ved meget gamle dammer og den teknologiske utvikling fører også med seg nye muligheter for målinger.

Daminstrumenteringen vil helt generelt ha som formål å registrere dammens tilstand og vil

være en del av opplegget for å ivareta den konstruktive sikkerheten.

Instrumentering har også en plass i programmet for den operative sikkerhet. Slik instrumentering vil ha som formål å registrere magasin-vannstand, lukestillinger og andre tekniske forhold vedrørende lukemanøvrering.

Sikkerhetsvurderinger

Den samlede sikkerhet mot en fare eller last består i prinsippet av en basis-sikkerhet fra den tid da konstruksjonen var ny, og en endring av denne med tiden.

Inspeksjonsoppleggene og instrumenteringsoppleggene klarlegger hvilke endringer som skjer med konstruksjonen, men dette alene gir ingen oversikt over sikkerheten. For å klarlegge dette må dameierne gjennomføre sikkerhetsvurderinger med dagens sikkerhetsnormer som utgangspunkt.

Ulike farer eller laster

Sikkerhetsvurderinger rettes inn mot forskjellige farer, laster, eller som en samlet sikkerhetsvurdering. I damsikkerhetsprosjektet har vi nærmere behandlet enkelte slike farer/laster eller problemstillinger knyttet enkelte konstruksjonselementer.

Dameier bør klargjøre og begrunne hvilke revurderinger av sikkerhet en anser nødvendig å gjennomføre, og deretter drøfte dette med NVE-T.

En må regne med at dameierne kan ha vanskelig for å foreslå at revurderinger blir gjennomført i enkelte tilfelle. Det kan være en vanskelig vurderingssak å avgjøre hva som er nødvendig og hva som er unødvendig å gjennomføre. I en slik situasjon vil en ofte støtte seg til hva andre dameiere gjør, og hva som utgjør en vanlig praksis. Endringer i praksis er dermed vanskelig å få til.

Klargjøring av nytte og behov for sikkerhetsvurdering, og påpekninger av at det er dameiers ansvar å klargjøre nødvendighet (eller

fravær av nødvendighet) for slike vurderinger vil kunne bidra til en praksisendring.

NVE-T bør imidlertid også selv vurdere behov for slik revurdering av sikkerhet for enkelte faretyper (f.eks. tilstopping av flomløp, eller utglidning av hvelvdamfundament), og planmessig og samordnet pålegge grupper av dameiere å gjennomføre slike revurderinger der det anses nødvendig.

Forskriftsendringer

En endring av praksis slik at dameiere selv i større grad foretar revurdering av sikkerhet kan oppnås ved å ta med bestemmelser om dette i forskriftsverket.

Vårt nåværende system er slik at vi gjennom damforskriftene har bestemmelser om:

- * Hva slags sikkerhetsvurderinger som skal gjøres.
- * Fastlegging av hva som er tilfredstillende sikkerhetsnivå.

Disse bestemmelsene gjelder for planlegging og bygging.

Der nye forskrifter for dammer inneholder bestemmelser som enten er nye eller avviker vesentlig fra tidligere praksis kan en ta med bestemmelser om at det også for tidligere bygde og godkjente dammer skal sendes inn sikkerhetsdokumentasjon.

Skade og uhellrapportering

Rapportering om skader og unormale driftshendelser, og oppfølging av slike tilfelle, utgjør et viktig element i damsikkerheten. Rapporteringen har flere formål.

- * Den skal sikre en forsvarlig intern behandling av saken.
- * Den skal sikre NVE-T's innsyn og påvirkningsmulighet i saken.
- * Den skal sikre informasjonsflyt til et

samlet register over skader og uhell med relevans til damsikkerhet.

Rapportering av skader/unnormale situasjoner bør skje gjennom tre rutiner.

- * Normal rapportering vedr. tilsyn, drift og vedlikehold.
- * Akutt skade/uhellrapportering.
- * Skadestatistikkrapportering.

Registrering av ytre påkjenninger

Hovedlastene på en dam vil være fastlagt på grunnlag av teoretiske beregninger. Både beregningsgrunnlag og teoretisk beregningsmodell kan inneholde store usikkerheter. En registrering av de laster som virkelig opptrer på en damkonstruksjon vil være et viktig element for å oppdage feilvurderinger i fastlegging av disse lastene.

Følgende historie fra Sveits illustrerer betydningen av å registrere store opptredende flommer. Etter ca 20 års drift ble en dam utsatt for en stor flom. Dammen ble overtoppet, gikk til et delvis brudd og 17 mennesker omkom. Flommens størrelse ble beregnet til 3 x dimensjonerende flom. Ved en nærmere gjennomgang av data viste det seg at dimensjonerende flom var blitt overskredet hele 6 ganger i løpet av dammens 20 årige levetid.

Etter ulykken ble dammen bygget om og gitt en større flomavledningsevne.

Registrering av vind og bølger bør settes igang ved et utvalg av dammer slik at de ulike distrikter dekkes. NVE-T bør koordinere dette og gi pålegg til et utvalg av dameiere om å gjennomføre dette.

Flomsikkerhet

Med flomsikkerhet menes sikkerheten mot brudd p.g.a. flom. Et slikt brudd vil normalt utvikles som en overtopping. Dette har vært hendelsesutviklingen ved mange dambrudd, og overtopping under flom må ansees for å være en

av de større potensielle dambruddårsaker. Bruddet vil også kunne utvikles ved erosjon i flomløpets vannvei.

Overtopping vil rent teknisk kunne skyldes:

- * Opptrådte flommer er mer omfangsrike enn hva som er forutsatt ved bygging (større vannmengder, mer drivgods, vanskeligere totalsituasjon).
- * Dammen tåler ikke så store vannstander som forutsatt.
- * Flomløpet har ikke den forutsatte kapasitet.

I de tilfelle at flomløpet har mindre kapasitet enn forutsatt skyldes dette:

- Flomløpets faktiske kapasitet ved åpent løp er mindre enn hva som teoretisk var beregnet.
- Flomløpet er tilstoppet.
- Luker, nåler o.l. i flomløpet er ikke blitt åpnet som forutsatt.

Analysen av dammers sikkerhet mot brudd ved storflommer bør inneholde vurderinger av alle de ovennevnte punkter. Det har dessverre vært normalt å begrense flomvurderinger og kapasitetsvurderinger til rene vannmengdebetraktninger ved åpne løp. En ekstrem flom er en katastrofesituasjon som må analyseres.

Sikkerhetsrevurderinger

Det anbefales at dameierne gjennomfører fullstendige analyser av sikkerheten mot brudd p.g.a. flommer for alle nye anlegg og alle eksisterende anlegg. Omfanget av analysene bør tilpasses dambruddkonsekvensene. Dette gjelder især tilstoppingsanalyser og analyser av funksjonssvikt ved manøvrerbare flomorgan.

Det er spesielt viktig at revurderinger gjennomføres for anlegg som er sårbare for økte flomlaste. Dette vil i første rekke være:

- * anlegg med tunnel/sjakt i flomløp
- * anlegg med luker i flomløp

Flomløpsanalyse

En flomløpsanalyse bør inneholde følgende elementer:

- * Kapasitetsvurdering
- * Erosjonsvurdering
- * Tilstoppingsvurdering
- * Vurdering av driftsikkerhet ved man-
øvrerbare flomorgan.

Tunnel/sjakt/flomløp

Anlegg hvor flomløpet består av et tunnel/-sjakt-system nedenfor et fast overløp eller luke er anlegg med mindre sikkerhetsmessige reserver enn normalt. Det bør også settes en viss sikkerhetsstandard for slike anlegg som kan være strengere enn hva som ble lagt til grunn når anlegget ble prosjektert.

En revurdering av kapasiteten til slike flomløp bør derfor gjennomføres i forbindelse med en flomsikkerhetsanalyse.

Tilstopping av flomløp

Tilstopping av flomløp ved drivgods er ikke uvanlig i flomsituasjoner. Særlig i situasjoner der det går løsmasseras i bratte lier kan store mengder trær med røtter og greiner havne i vassdraget, jfr. det som skjedde ved Palagnedra dam i Sveits. Beretningene fra "Storofsen" i 1789 forteller at dalsider med hus, skog o.a. gled nedover og endte i og ved Lågen.

Vi har også eksempler fra Norge på at snøras/-steinsprang har blokkert overløp.

Tilstopping av flomløp er en av de viktigste risikoelementene som kan føre til at flomløp har mindre kapasitet enn forutsatt og at dammer dermed går til brudd.

En tilstoppsvurdering bør inngå som en ulykkeslastvurdering og første trinn bør være en vurdering av konsekvensene dersom full tilstopping skjer.

Driftsikkerhet ved manøvrerbare flomløp

Det vil alltid være en mulighet for at flomløpskapasiteten i en flomsituasjon er mindre enn forutsatt pga. svikt ved manøvreringen.

En fullstendig analyse av kapasitet ved manøvrerbare flomløp må derfor inneholde vurderinger knyttet til svikt ved manøvreringen.

Prosjektet har fått gjennomført eksempler på slike analyser, og disse er presentert i delrapport 6, del 1 og del II.

Manøvrerbare flomløp vil i praksis si enten lukeflomløp eller nåle/bjelkestengsel.

Hensikten med analysen

En funksjons-sikkerhetsanalyse av et manøvrerbart flomløp vil kunne inngå som et ledd i flere sammenhenger.

*** Beredskapsplan.**

Analysen vil kunne inngå som en del av analysedelen i en beredskapsplanlegging, og legge grunnlag for en innsatsplan i

tilfelle funksjonsvikt.

*** Reservemuligheter.**

Analysen kan klargjøre hvordan en kan bedre reservemulighetene ved anlegget.

*** Teknisk utforming, organisasjon.**

Analysen kan gi grunnlag for beslutning om å endre teknisk utforming eller organiseringen av arbeidet i flomsituasjoner.

*** Sikkerhetsvurdering.**

Analysen kan gi en bedre oversikt over den samlede sikkerhet mot overtopping. Samlet sannsynlighet for overtopping vil generelt bestå av 2 ledd.

- sannsynlighet for overtopping med alle flomløp åpne.
- sannsynlighet for overtopping med

ulike typer av funksjonsvikt.

Analysen kan peke ut de avgjørende typer av funksjonssvikt og angi sannsynlighetsnivåer.

*** Driftsikkerhet for kraftproduksjon.**

Prosjektets utgangspunkt for å foreslå funksjonsikkerhetsanalyser er hensynet til driftsikkerheten. Slike analyser kan også ha en misjon for å minske økonomiske driftstap.

Opplegg for analysen

En analyse bør gjennomføres ved et samarbeid mellom driftspersonale som er lokalkjent på anlegget, og en fagperson (ekstern eller intern) som kan se problemstillingene med "nye, friske øyne". En viss assistanse av personell med kompetanse innen analysemetoder kan være ønskelig ved større analysearbeid.

Lekkasjer ved fyllingsdammer

Vi vet fra internasjonal statistikk at brudd eller skader ved dammer som skyldes lekkasje utgjør en vesentlig del av de totale tilfeller ved fyllingsdammer.

Unormale lekkasjetilfeller har også oppstått ved norske damanlegg, og dambruddet ved Roppa i 1976 var et resultat av lekkasje.

Internasjonal statistikk synes imidlertid å fastslå at ingen store steinfyllingsdammer er gått til brudd selv om store lekkasjer har oppstått. Dette skyldes for det første at oppståtte lekkasjer tross alt har vært begrenset og at nedstrøms damtå har kunnet avlede lekkasjen uten at det har oppstått ustabilitet i tåa.

Når det gjelder jorddammer viser internasjonal statistikk at det har skjedd brudd på en rekke dammer hvor årsaken ansees å være indre erosjon. Bruddene har oftest skjedd ved første gangs fylling av magasinet, men også etter mange år i drift og dette gir tydelig til kjenne at indre erosjon kan utvikles over lang tid.

I Norge har vi foruten våre steinfyllingsdammer også et anselig antall mindre jordfyllingsdammer. Det er især for disse at lekkasjer utgjør en bruddrisiko.

Vi anbefaler at dameiere gjennomfører vurderinger av fyllingsdammers sikkerhet mot brudd som følge av lekkasje. Slike vurderinger bør inngå som en rutinemessige beregning ved bygging av nye dammer. Vurderingene bør også gjennomføres for eksisterende dammer.

Lekkasjemålesystem

Registrering av lekkasje gjennom dammer er viktig for å registrere evt. unormal tilstand for en dam.

Dameier må legge opp til et målesystem som ivaretar de formål han anser nødvendig. Fyllingsdammer med store bruddkonsekvenser bør ha automatisk, fjernoverført måling av lekkasje.

Fyllingsdammer som har hatt store plutselige lekkasjemengder bør også ha slik automatisk fjernoverført måling av lekkasje.

Dameierens opplegg for måling av lekkasje må foruten av det rent tekniske måleopplegg bestå av vurderings- og rapporteringsrutiner.

Overtopping av fyllingsdammer

Dambrudd som følge av overtopping av fyllingsdammer er blant de hyppigste forekommende bruddtyper i verden.

Bruddtypen er også av en slik karakter at sannsynligheten ikke avtar etter hvert som dammen blir eldre.

En klarlegging av sikkerheten ved fyllingsdammer bør derfor omfatte en analyse av slike dammers motstandsevne mot brudd ved overtopping (bruddgrense). Slike analyser kan være aktuelt å gjennomføre i flere sammenheng.

- * Ved en vurdering om en dam tåler aktuelle ulykkeslaster uten å bryte sammen. Ulykkeslaster kan f.eks. være vannstand høyere enn dimensjonerende flomvannstand

som følge av påregnelig maksimal flom eller gjenstopping av flomløp.

- * Ved en beredskapsplanlegging vil det inngå å klarlegge ved hvilken vannstand dammen vil bryte sammen.
- * Ved en risikovurdering av dammer vil også en slik klarlegging av dammers bruddgrense inngå.

Det er vår oppfatning at det for alle fyllingsdammer bør utarbeides en overtoppingsanalyse som klargjør hvilken vannstand dammen tåler uten at brudd inntreffer.

Aldring av betongdammer

Begrepet aldring av dammer gir uttrykk for at dammer gjennomgår endring gjennom årene. Damkonstruksjonen og fundamentet utsettes for nedbrytende krefter, som også kan føre til endrede belastninger. Nedbrytingsprosessene skjer langsomt eller hurtig, alt etter betongens og fundamentets egenskaper og de påkjenninger disse utsettes for.

Aldring alene gir ingen indikasjon på en dams tilstand og sikkerhet. Dette kan først tas stilling til ved klarlegging av:

- * Dammens tilstand og sikkerhet da den ble tatt i bruk.
- * Hvilke nedbrytningsprosesser dammen er utsatt for.
- * Hvor raskt prosessene går og hvor langt de er kommet.
- * Hvilken virkning nedbrytningen har på dammens funksjonsdyktighet og sikkerhet.

Oppdaging av farlige aldringsprosesser

Det er av grunnleggende betydning for å kunne sette inn tiltak mot farlige aldringsprosesser at dameier oppdager den farlige utvikling.

Dette må skje gjennom det tilsynsprogram som dameier legger opp til. I mange tilfelle består dette tilsynsprogram kun av visuelle inspeksjoner. Først når en visuell inspeksjon

gir mistanke om at farlige nedbrytende prosesser er igang setter en inn nærmere undersøkelser.

Vi anser at en større grad av systematiske undersøkelser av tilstanden for betongdammer bør innføres. En må heller ikke glemme de deler av konstruksjonen som i årevis ligger under vann. Undervannsinspeksjoner med dykker eller video må være elementer i et samlet tilsynsprogram.

For å få en noenlunde samlet oversikt over utviklingen ved norske betongdammer bør dam-eierne som gruppe, gjennom f.eks. Vassdragsregulantenenes forening, i samarbeid med NVE-T følge utviklingen for et utvalg av dammer gjennom et systematisk, varig undersøkelsesprogram.

Ras i magasin

Skred/ras-mulighetene i et magasinområde eller nedslagsfelt påvirker damsikkerheten ved muligheten for at skredbølger i magasin ødelegger dammer eller ved at flomløp settes ut av funksjon av rasmasser eller drivgods som er ført ut i vassdraget av ras.

Eksempler på ras med store rasbølger har vi i Loen og Taffjord. Hadde disse rasene gått ned i oppdemmede magasin kunne man fått dambrudd med ytterligere tap av liv og eiendom.

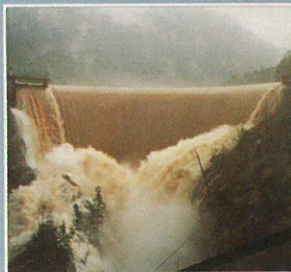
Meget kjent er utrasningene av en hel fjellside i magasinet for Vajont-dammen i Italia. Dammen tålte en ca. 80 m høy bølge over toppen, men ca. 2600 mennesker omkom likevel nedstrøms.

Dameier må gi sin vurdering av rasfaren, og NVE-T må (eventuelt i samråd med dameiers eksperter) konkludere med om det skal stilles krav om at dammen skal tåle ras i magasinet. Ras i magasinet må betraktes som en ulykkeslast, og det bør i første rekke være dammer med store bruddkonsekvenser som bør tåle slike store laster.

Utgitte rapporter

Prosjekt damsikkerhet

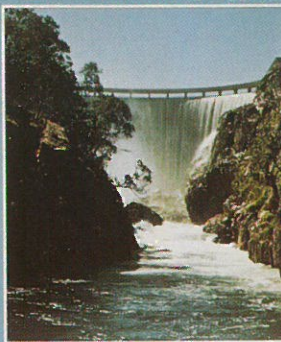
Desember 1992 Hovedrapport



Prosjektansvarlige:
NVE Tilsyns- og beredkapsavdelingen (NVE-T)
Vassdragsregulantenens Forening (VRF)

Prosjekt damsikkerhet

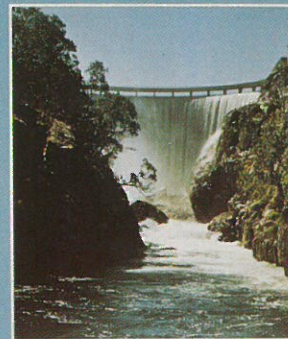
Desember 1992 Sammen dragsrapport



Prosjektansvarlige:
NVE Tilsyns- og beredkapsavdelingen (NVE-T)
Vassdragsregulantenens Forening (VRF)

Dam Safety

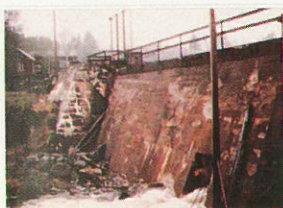
December 1992 Summary Report



Norwegian Water Resources and Energy Administration
Water System Management Association
NORWAY

Prosjekt damsikkerhet

Mar 1991 Rapport nr. 1

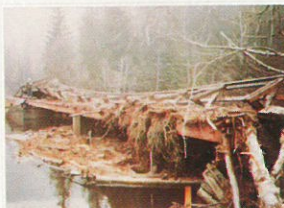


Ingeniør Ctr. F. Grøner a.s.
Aldring og sikkerhet av betongdammer

Prosjektansvarlige:
NVE Tilsyns- og beredkapsavdelingen (NVE-T)
Vassdragsregulantenens Forening (VRF)

Prosjekt damsikkerhet

Desember 1991 Rapport nr. 2



Berdal Strømme a.s. - Grøner Anlegg Miljø a.s.
Beredkapsplanlegging for unormale situasjoner

Prosjektansvarlige:
NVE Tilsyns- og beredkapsavdelingen (NVE-T)
Vassdragsregulantenens Forening (VRF)

Prosjekt damsikkerhet

Januar 1992 Rapport nr. 3



Norges Geotekniske Institutt
Sikkerhet av fyllingsdammer mot lekkasjebrudd

Prosjektansvarlige:
NVE Tilsyns- og beredkapsavdelingen (NVE-T)
Vassdragsregulantenens Forening (VRF)

Prosjekt damsikkerhet

Februar 1992 Rapport nr. 4



Sintef NHL
Tilstopping av flomlop

Prosjektansvarlige:
NVE Tilsyns- og beredkapsavdelingen (NVE-T)
Vassdragsregulantenens Forening (VRF)

Prosjekt damsikkerhet

Mar 1992 Rapport nr. 5

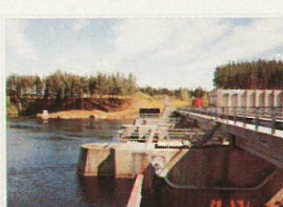


Norges Geotekniske Institutt - Sintef NHL
Overtopping av tetningskjernen i fyllingsdammer

Prosjektansvarlige:
NVE Tilsyns- og beredkapsavdelingen (NVE-T)
Vassdragsregulantenens Forening (VRF)

Prosjekt damsikkerhet

Mar 1992 Rapport nr. 6 Del I

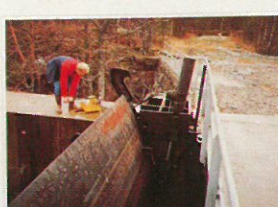


Nybro-Bjerk as
Funksjonssikkerhet ved flomluker

Prosjektansvarlige:
NVE Tilsyns- og beredkapsavdelingen (NVE-T)
Vassdragsregulantenens Forening (VRF)

Prosjekt damsikkerhet

Mar 1992 Rapport nr. 6 Del II



Berdal Strømme a.s.
Funksjonssikkerhet ved flomluker

Prosjektansvarlige:
NVE Tilsyns- og beredkapsavdelingen (NVE-T)
Vassdragsregulantenens Forening (VRF)

Prosjekt damsikkerhet

November 1992 Rapport nr. 7



Grøner Anlegg Miljø a.s. - Sintef FCB
Alkalireaksjoner i betongdammer

Prosjektansvarlige:
NVE Tilsyns- og beredkapsavdelingen (NVE-T)
Vassdragsregulantenens Forening (VRF)

Norges vassdrags- og energiverk
Postboks 5091, Maj
0301 Oslo

Telefon: 22 95 95 95
Telefax: 22 95 90 00

Vassdragsregulantenens Forening
Postboks 145
1371 Asker

Telefon: 66 78 00 65
Telefax: 66 79 51 03