



NVE

EKSTERN RAPPORT NR. 1 / 2026

Samfunnsøkonomisk vurdering av damsikkerhetsforskriften

SKREVET AV Oslo Economics og Safetec

NVE Ekstern rapport nr. 1/2026

Samfunnsøkonomisk vurdering av damsikkerhetsforskriften

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat
Redaktør: Anne Marit Ruud
Forfattere: Oslo Economics og Safetec v. Guro Landsend Henriksen, Eirik Nøren Stenersen,
Omslagsbilde: Espen Bakken Waagø-Wiborg, Øystein Skogvang og Martin Hassel
x

ISBN: 978-82-410-2527-3
ISSN: 2535-8235
Saksnummer: 202514096-4

Sammendrag: Oslo Economics og Safetec har vurdert gjeldende sikkerhetsnivå for norske dammer, belyst sikkerhetsmål og prinsipper for ressursbruk i andre sektorer, og vurdert hvilke sikkerhetsmål- og prinsipper som er egnet for norsk damsikkerhet. Deres anbefalinger er gitt i denne rapporten.

Emneord: Damsikkerhet, Forskriftsrevisjon, Samfunnsøkonomi, Sikkerhetsnivå

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 22 95 95 95
E-post: nve@nve.no
Internett: www.nve.no

Innholdet kan brukes videre mot kreditering.

Februar 2026

Forord

NVE ga Oslo Economics i oppdrag å utarbeide en rapport som vurderer samfunnsnyttien av damsikkerhetsforskriften. Rapporten skulle belyse norske sikkerhetsmål innen damsikkerhet mot sikkerhetsmål i andre samfunnssektorer med sammenliknbart katastrofepotensiale, vurdere hvilke sikkerhetsprinsipper som er egnet for norsk damsikkerhet, samt belyse ressursbruk og kost-nyttevurderinger på tvers av sektorer. Et sentralt element i oppdraget var å identifisere hvilket sannsynlighetsnivå for dambrudd som ligger til grunn for dagens damsikkerhetsforskrift, og sammenligne dette med andre sektors tilnærming til katastroferisiko og akseptabelt sikkerhetsnivå.

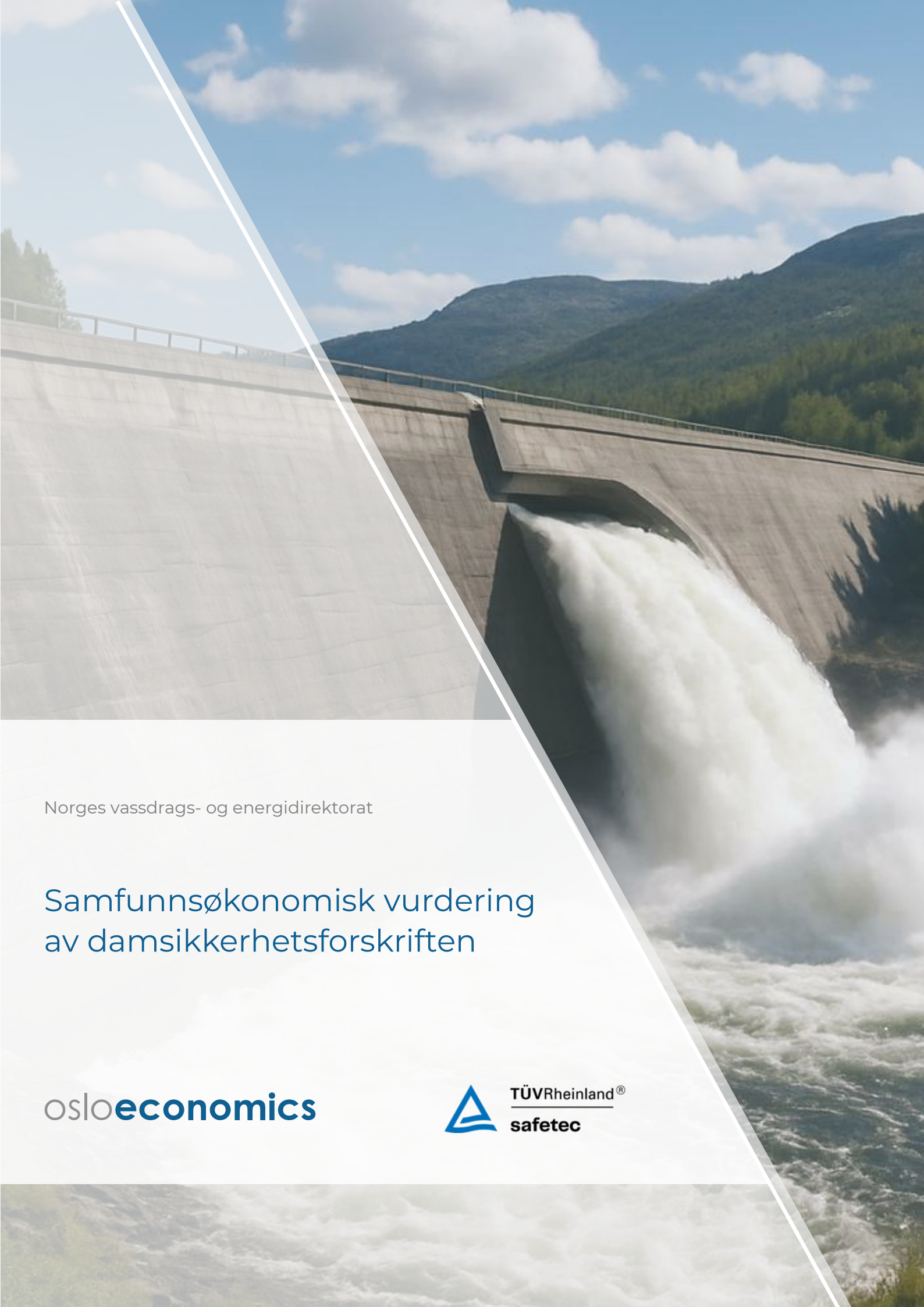
NVE takker Oslo Economics for godt gjennomført arbeid. Rapporten gir et solid faglig grunnlag for videre arbeid med revisjon av damsikkerhetsforskriften.

Oslo, 3. februar

Andreu Barrufet
seksjonssjef
Seksjon for damsikkerhet

Anne Marit Ruud
sjefingeniør

Dokumentet sendes uten underskrift. Det er godkjent i henhold til interne rutiner.



Norges vassdrags- og energidirektorat

Samfunnsøkonomisk vurdering av damsikkerhetsforskriften

oslo**economics**

 **TÜVRheinland®**
safetec

Tittel: Samfunnsøkonomisk vurdering av damsikkerhetsforskriften

Utarbeidet av: Oslo Economics

Oppdragsgiver: NVE

Publisert: September 2025

Rapportnummer: [2025-61]

Kontaktperson: Guro Landsend Henriksen / Partner

E-post: glh@osloeconomics

Tel: 92 80 46 48

Foto/illustrasjon forside: Bilde generert med DALL-E

Innhold

Sammendrag	4
1. Innledning	6
1.1 Bakgrunn	6
1.2 Mandat	6
1.3 Metode	6
1.4 Definisjoner	7
1.5 Avgrensninger	7
1.6 Rapportstruktur	7
2. Regulering av damsikkerhet i Norge	8
2.1 Dammer i Norge	8
2.2 Dambrudd i Norge	8
2.3 Dambrudd internasjonalt	9
2.4 Regulering av damsikkerhet i Norge	9
2.5 Forvaltning av damsikkerhetsforskriften	10
2.6 Bruk av konsekvensklasser	11
3. Gjeldende sikkerhetsnivå for norske dammer	13
3.1 Teoretisk sikkerhetsnivå	13
3.2 Faktisk sikkerhetsnivå	13
3.3 Oppsummerende vurdering	14
4. Erfaringer fra andre sektorer	15
4.1 Transportsektoren	15
4.2 Bygg- og anleggssektoren	16
4.3 Petroleumssektoren	16
4.4 Virksomheter underlagt storulykkeforskriften	18
4.5 Innsikt fra andre sektorer og overførbarhet til damsikkerhet	18
5. Egnede sikkerhetsmål og -prinsipper	21
5.1 Samfunnsøkonomiske prinsipper for vurdering av damsikkerhet	21
5.2 Innsikt fra intervjuer	21
5.3 Vurdering av egnet sikkerhetsmål	24
5.4 Vurdering av egnede sikkerhetsprinsipper	27
5.5 Vurdering av formålsbestemmelsen	33
6. Referanser	34

Sammendrag

Eiere av dammer som kan forårsake skade på mennesker, miljø eller eiendom ved brudd, er i Norge underlagt bestemmelser i damsikkerhetsforskriften. Forskriften forvaltes av NVE, og skal nå gjennom en større revisjon. Som et ledd i revisjonsarbeidet har Oslo Economics og Safetec vurdert gjeldende sikkerhetsnivå for norske dammer, belyst sikkerhetsmål og prinsipper for ressursbruk i andre sektorer, og vurdert hvilke sikkerhetsmål- og prinsipper som er egnet for norsk damsikkerhet. Vår anbefaling er å innføre eksplisitte sikkerhetsmål for norske dammer. Videre anbefaler vi konstruktiv sikkerhet videreført som det ledende prinsipp for norsk damsikkerhet, men at det legges til rette for mer dialog, mer bruk av risikoanalyser og større grad av fleksibilitet i forvaltningen av regelverket.

Metode og informasjonsgrunnlag

Informasjonsgrunnlaget inkluderer intervjuer med dameiere, tilsynsmyndigheter, statsforvaltere og eksperter, samt dokumentstudier og analyser av regelverk og praksis i andre sektorer. Rapporten bygger også på innsikt fra NVEs forprosjekt og tidligere relevante rapporter.

Sikkerhetsnivået ved norske dammer er høyt

Gjennom damsikkerhetsforskriften og tilhørende veiledere stilles krav til norske dameiere som gir flere uavhengige lag med sikkerhetsmarginer. En viktig bærebjelke i reguleringen er konservative krav til konstruktiv sikkerhet. Videre følger krav til overvåking og instrumentering, og til beredskap. Til sammen gir dette en sikkerhet som teoretisk sett er høy, gitt at kravene følges.

I praksis forteller informanter vi har intervjuet, både dameiere og uavhengige eksperter, at de opplever sikkerhetsnivået til norske dammer som høyt. Hvor høyt sikkerhetsnivået er, kan vanskelig anslås presist. Det finnes ikke et offisielt norsk sikkerhetsmål for årlig brudds sannsynlighet per dam, men ut fra krav til dimensjonering, anslag fra store dameiere og historiske dambrudd, er det rimelig å anta at de fleste større dammer har et sikkerhetsnivå tilsvarende 10^{-5} per dam-år eller høyere. Et sikkerhetsnivå på 10^{-5} betyr at den årlige sannsynligheten for at dammen bryter sammen er 1 til 100 000.

Tallfestede sikkerhetsmål og kost/nytte-vurderinger er mer brukt i andre sektorer

Damsikkerhetsforskriften inneholder ingen eksplisitte sikkerhetsmål, men fastslår at vassdragsanlegg til enhver tid skal ha et tilstrekkelig høyt sikkerhetsnivå, slik at det ikke inntreffer brudd, svikt eller feilfunksjon. Videre er ikke kost-nytte-vurderinger formelt sett en del av NVEs beslutningsgrunnlag når de vurderer behov for tiltak.

I flere andre sektorer med katastrofepotensial ligger eksplisitte sikkerhetsmål til grunn for forvaltningen av regelverket. For industrivirksomheter som er underlagt storulykkeforskriften, er målsettingen at den årlige sannsynligheten for alvorlige ulykker skal være lavere enn 10^{-5} , mens for store passasjerfly aksepteres en individuell dødsrisiko per flytur på rundt 10^{-6} . Også petroleumssektoren opererer med eksplisitte sikkerhetsmål. Petroleumssektoren er videre den sektoren hvor spørsmål om ressursbruk, og forholdet mellom kostnader og effekt på sikkerhet har størst plass i forvaltningen av regelverket. Sikkerheten i sektoren styres etter ALARP-prinsippet, som krever at aktørene må gjøre mer hvis det ikke er et misforhold mellom hva sikkerhetstiltakene koster og hva man oppnår med risikoreduksjon og andre nytteeffekter.

Samtidig som det er forskjeller i nivå og format på sektorenes sikkerhetsmål, er det også forskjeller på hvilke type aktører det er som reguleres, og hvem det er som utsettes for risiko. Innenfor damsektoren er det et stort antall aktører som er underlagt forskriften, og kun et fåtall har betydelige ressurser til å arbeide aktivt med sikkerhet. Et annet kjennetegn ved damsektoren er at svært få av de som er eksponert for risikoen har kontroll over den. Sektorens særegenheter er viktig å hensynta både i fastsettelsen av sikkerhetsmål, sikkerhetsprinsipper og i forvaltningen av regelverket.

Et tallfestet sikkerhetsmål for norske dammer kan lede til mer effektiv ressursbruk

Vi anbefaler å sette tallfestede sikkerhetsmål for norske dammer, for eksempel årlig sannsynlighet for tap av liv. Et felles referansepunkt for dameiere og myndigheter vil etter vår vurdering kunne lede til bedre vurderinger av

ressursbruk, både innad i sektoren og mot andre sektorer. Ulempen er at konkrete sikkerhetsmål kan skape en falsk trygghet og potensielt undergrave føre-var-prinsippet som ligger til grunn for norsk damsikkerhet. Innføringen av tallfestede sikkerhetsmål endrer ikke det faktum at å anslå sannsynligheten for et dambrudd, samt hvilken reduksjon i sannsynlighet et gitt tiltak kan gi, er svært krevende. Tallfestede sikkerhetsmål anbefales derfor ledsaget av standarder eller veiledere for hvordan dammer i ulike konsekvensklasser skal bygges og vedlikeholdes for å oppnå målet. Dette er særlig viktig for mindre dameiere.

Som i dag bør ikke veiledere være absolutte. Alternative løsninger bør aksepteres dersom dameier dokumenterer likeverdig eller lavere risiko gjennom risikovurderinger og andre analyser. Videre bør forholdsmessighet vurderes ved store oppgraderinger av eldre dammer. Det er rom for slik vurderinger også i dag, men dameiere har til dels svært ulike oppfatninger av NVEs aksept for alternative løsninger. Innføring av et eksplisitt sikkerhetsmål, samt eventuelt ALARP som et overordnet styringsprinsipp, vil etter vår vurdering gjøre det tydeligere hvordan og under hvilke forutsetninger standardiserte krav kan fravikes.

Konstruktiv sikkerhet bør være det førende prinsipp for norsk damsikkerhet

Robuste konstruksjoner bør fortsatt være grunnmuren for norsk damsikkerhet. Dammer har lang levetid og i løpet av den tiden kan eierskap, ansvarlig personell og sentrale rammevilkår endre seg. Mange anlegg ligger også utilgjengelig til – særlig vinterstid. Høy konstruksjonssikkerhet gjør anleggene mindre sårbare for svikt hos enkeltpersoner eller mindre selskaper med store variasjon i tilgjengelig kapasitet og kompetanse. Samtidig bør overvåking og beredskap få noe større vekt: godt vedlikehold, systematisk inspeksjon/instrumentering kan avdekke avvik tidlig og gode beredskapsplaner kan redusere konsekvenser dersom en hendelse likevel oppstår. En mer balansert tilnærming, med fortsatt tydelige konstruksjonskrav, men med økt fokus på overvåking og beredskap der det er effektivt, kan heve sikkerheten og bedre den samfunnsøkonomiske lønnsomheten.

I lys av dette vurderer vi det som hensiktsmessig at beredskap og konsekvensbegrensning tas inn i formålsbestemmelsen til damsikkerhetsforskriften. Dagens formålsbestemmelse vektlegger forebygging, men nevner ikke eksplisitt beredskap eller konsekvensbegrensning, selv om slike krav finnes i forskriften. Å ta inn håndtering og konsekvensbegrensning i formålet vil derfor primært være en presisering, men kan bidra til økt fokus på overvåking og beredskap som viktige sikkerhetstiltak, og vil også være en presisering i tråd med regelverk i andre sektorer (f.eks. storulykkeforskriften).

Forvaltningen av regelverket bør bli mer fleksibel, og klassifiseringen mer nyansert

Hvilke krav som stilles til dammer avhenger av konsekvensklasse. Vi vurderer at dette videreføres, men at klassifiseringen av dammer justeres for å bedre speile faktisk skadepotensial og risiko for tap av liv. Slik vi forstår det, kan bygg i praksis vurderes som «berørt» selv ved liten påvirkning og lav fare (f.eks. vann til grunnmur). Veilederen åpner for mer nyanserte vurderinger basert på vannstand og hastighet, men ikke alle dameiere opplever at nyanser aksepteres av NVE. Siden metode og kartgrunnlag er blitt langt bedre enn da forskriften tredde i kraft, bør denne nyanseringen formaliseres gjennom oppdatert veiledning/malverk slik at anlegg med samme reelle skadepotensiale behandles likt.

Foreslåtte endringer stiller krav til kompetanse i NVE og mer samarbeid i bransjen

Endringene vi forslår innebærer en videreføring av detaljerte tekniske krav, supplert med veiledere og standarder. Samtidig innebærer endringene at detaljerte krav i større grad skal kunne utfordres dersom risikovurderinger kan dokumentere at sikkerhetsmål er nådd og/eller at alternative tiltak kan oppnå samme sikkerhet eller bedre.

For det første fordrer dette at veiledere og standarder er oppdaterte, kunnskapsbaserte og legitime. Flere informanter peker på at noen veiledere er utdatert og at praksis delvis har løpt fra dokumenterte krav. For det andre fordrer det at NVE har nødvendig kapasitet og kompetanse til å kunne kontrollere om fastsatte sikkerhetsmål nås, og vurdere om alternative tiltak kan aksepteres. Vi har ikke foretatt en gjennomgang av eksisterende kompetanse og kapasitet i NVE, men det vil trolig være behov for flere ressurser. Videre bør NVE styrke systematisk samarbeid med bransjen og academia, gjerne gjennom faste fagfora, for å revidere veiledere, forbedre metodikk for konsekvens- og risikovurderinger, og legge til rette for trygg deling av data. En mer åpen og forutsigbar prosess kan øke tillit og etterlevelse og gi mer effektiv ressursbruk.

1. Innledning

NVE arbeider med en større revisjon av damsikkerhetsforskriften, og som et ledd i dette arbeidet har Oslo Economics og Safetec utarbeidet et kunnskapsgrunnlag for å vurdere hvilke sikkerhetsmål staten/myndighetene bør legge seg på for sikkerhet ved vassdragsanlegg.

1.1 Bakgrunn

En dam er et byggverk som demmer opp vann i en innsjø eller elv, og danner et vannmagasin. Disse magasinene brukes til ulike formål, som kraftproduksjon, drikkevannsforsyning, næringsvirksomhet og friluftsliv. I Norge har det over de siste hundre årene først og fremst vært vannkraftproduksjon som har motivert utbygging av dammer. Mange dammer har et betydelig skadepotensial ved brudd, og gjennom damsikkerhetsforskriften (Damsikkerhetsforskriften, 2010) stilles det krav som skal sikre at dammene til enhver tid har et tilstrekkelig høyt sikkerhetsnivå, slik at det ikke inntreffer brudd, svikt eller feilfunksjon.

I løpet av 2024 ble det gjennomført et forprosjekt for en mulig revisjon av damsikkerhetsforskriften. Med utgangspunkt i forprosjektrapportens konklusjoner besluttet NVEs direktørmøte i februar 2025 at NVE skal gå videre med et revisjonsprosjekt for damsikkerhetsforskriften (NVE, 2025).

1.2 Mandat

Som et ledd i det videre arbeidet med revisjonen av damsikkerhetsforskriften har NVE bedt om en samfunnsøkonomisk vurdering av damsikkerhetsforskriften.

Oppdraget skal gi et grunnlag for å vurdere hvilke sikkerhetsmål staten/myndighetene bør legge seg på for sikkerhet av vassdragsanlegg. Dette skal gjøres gjennom å

- Belyse norske sikkerhetsmål innen damsikkerhet mot sikkerhetsmål i andre samfunnssektorer med sammenliknbart katastrofepotensiale og gi en anbefaling for hva som kan være egnet sikkerhetsmål innen damsikkerhet
- Belyse og anbefale hvilke sikkerhetsprinsipper som er egnet for norsk damsikkerhet og damsikkerhetsforskriften

- Belyse ressursbruk og kost/nytte-vurderinger på tvers av sektorer.

I tillegg ligger det til utredningen å vurdere om forebygging, håndtering og begrensning av konsekvenser av damulykker bør inn i formålsbestemmelsen i damsikkerhetsforskriften.

1.3 Metode

Oppdraget er gjennomført i fire, dels overlappende, steg. Innledningsvis i prosjektet gjorde vi oss kjent med problemstillingen, utformet intervjuguider og identifiserte informanter. Neste steg omfattet gjennomføring av intervjuer med dameiere, tilsynsmyndigheter, statsforvalter og andre eksperter på området. Utvalget av aktører til intervju ble foretatt i samråd med NVE, og inkluderte følgende aktører:

Dameiere:

- Svorka
- Østfold Energi
- Hafslund
- Troms kraft
- Statkraft
- Bergen kommune
- Kristiansand kommune
- Nedre Romerike VA (NRVA)

Tilsynsmyndigheter, andre bransjer

- Havtil
- Luftfartstilsynet
- DSB
- Sporveien og jernbane

Statsforvalter

- SF i Rogaland

Andre aktører

- NTNU
- NGI

I forkant av intervjuene fikk intervjuobjektene tilsendt en intervjuguide med overordnede tema og spørsmål. Alle spørsmålene var ikke nødvendigvis like relevante for alle aktører. Intervjuene hadde derfor en fleksibel form, hvor både rekkefølgen på spørsmålene og antall spørsmål ble tilpasset den enkelte aktør.

Parallelt med intervjuene gjennomførte vi det tredje steget, som var en gjennomgang av relevante dokumenter som omhandler

damsikkerhet og reguleringen av sikkerhet i andre sektorer med mulige katastrofehendelser.

Avslutningsvis har vi arbeidet sammen internt i prosjektgruppen for å vurdere egnede sikkerhetsmål og -prinsipper, og produsert denne rapporten.

Oppdraget hadde oppstart 16. juni 2025. Intervjuene ble gjennomført i perioden 23. juni til 18. august. Endelig rapport ble levert 5. september 2025.

1.4 Definisjoner

Dambrudd: Fullstendig eller delvis svikt i en dam som fører til ukontrollert utslipp av vann fra magasinet

Sikkerhetsprinsipper (overordnede/normative): Grunnleggende styrings- og beslutningsprinsipper for hvordan sikkerhet skal vurderes og oppnås. Eksempelvis: ALARP, føre-var, robusthet, fleksibilitet og nullvisjon.

Sikkerhetsmål: Et mål for hvor trygt noe skal være. Følger gjerne av de overordnede sikkerhetsprinsipper. Kan være eksplisitt uttrykt (sannsynligheten for dambrudd skal ikke overstige 1×10^{-5}) eller implisitt uttrykt (de tekniske og driftsmessige kravene i forskriften skal sikre at sannsynligheten for dambrudd er meget lav).

Risikoakseptkriterium: En øvre grense for hvilken risiko som kan aksepteres. Sikkerhetsmålet må alltid ligge høyere enn akseptkriteriet – sikkerhetsmålet peker fremover, mens akseptkriteriet setter en nedre grense.

Sikkerhetsprinsipper (operasjonelle): Praktiske virkemidler og tekniske strategier for å sørge for at man oppnår fastsatte sikkerhetsmål. Kan for eksempel sorteres under konstruktiv sikkerhet (konstruksjonssikkerhet), overvåkning og beredskap

Sikkerhetsnivå/risikonivå: Et uttrykk for hvor trygt/farlig noe er. Beregnes med utgangspunkt i sannsynligheten for at noe skjer multiplisert med konsekvensene hvis det skjer. Innenfor damsikkerhet er konsekvensene hvis noe skjer (skadepotensialet) avgjørende for hvilken konsekvensklasse dammer havner i, og dermed hvilke krav som stilles til sikkerhet.

Kost-nytte: Et sentralt begrep innen samfunnsøkonomiske analyser. Sammenstiller samfunnets samlede kostnader og samlede nytte av et tiltak, en regulering, eller annet. Vil være førende for våre anbefalinger om eventuelle endringer i damsikkerhetsforskriften. Målet er en

forskrift som sørger for at det investeres i sikkerhet inntil det nivået hvor en krone ekstra bruk på sikkerhet tilsvarer en krone ekstra nytte for hele samfunnet i form av et økt sikkerhetsnivå.

1.5 Avgrensninger

Oppdraget skal *ikke* vurdere dammenes funksjon for samfunnssikkerhet i stort (rent drikkevann, sikker strømforsyning med mer), men vurdere hva som er et hensiktsmessig sikkerhetsnivå knyttet til å unngå skade på *mennesker, miljø og eiendom* fra dambrudd, iht. forskriftens formål.

Oppdraget skal *ikke* vurdere selve utformingen av forskriften, og spørsmålet om funksjonsbaserte eller detaljerte sikkerhetskrav er best egnet.

1.6 Rapportstruktur

Rapporten er i det videre bygget opp som følger:

Kapittel 2 gir en oversikt over damsikkerhet i Norge. Her beskrives dammenes rolle og utbredelse, historiske hendelser med dambrudd både nasjonalt og internasjonalt, og hvordan dagens regulering og forvaltning er organisert. Kapitlet presenterer også hvordan konsekvensklassene brukes som sentralt virkemiddel i forskriften.

Kapittel 3 vurderer sikkerhetsnivået for norske dammer. Det skilles mellom det teoretiske sikkerhetsnivået, basert på krav og dimensjonering, og det faktiske nivået, basert på erfaringer og observasjoner. Kapitlet avsluttes med en samlet vurdering.

Kapittel 4 presenterer erfaringer fra andre sektorer som er relevante for damsikkerhet, inkludert transport, bygg- og anlegg, petroleum og virksomheter underlagt storulykkeforskriften. Kapitlet peker på fellestrekk og forskjeller, og vurderer i hvilken grad innsikter kan overføres til damsektoren.

Kapittel 5 drøfter egnede sikkerhetsmål og -prinsipper for dammer. Kapitlet bygger på samfunnsøkonomiske vurderinger, funn fra intervjuene, og innsikt fra andre sektorer. Her kommer vi med anbefalinger omkring hva som bør være sikkerhetsmål for norske dammer, vektning av ulike sikkerhetsprinsipper, bruk av risikovurdering, økt samarbeid med bransjen og academia, om innføring av ALARP-prinsippet, samt behovet for å eventuelt justere formålsbestemmelsen i forskriften.

2. Regulering av damsikkerhet i Norge

Av rundt 4 800 registrerte dammer i Norge er det i underkant av 2 300 som er vurdert å kunne forårsake skade på mennesker, miljø eller eiendom ved et brudd. Regelverket som skal sikre samfunnet tilstrekkelig beskyttelse mot risikoen for dambrudd, har utviklet seg gradvis gjennom flere tiår, og i dette kapitlet gis en nærmere beskrivelse av hvordan damsikkerhet er regulert i dag.

2.1 Dammer i Norge

NVE har registrert rundt 4 800 dammer i sin damdatabase, og dammene varierer betydelig i utforming og funksjon. Vanlige konstruksjonstyper inkluderer fyllingsdammer, murdammer og ulike former for betongdammer (se faktaboks). Det er også store forskjeller i alder, teknisk tilstand, magasin størrelse, høyde og hvilken konsekvens et eventuelt dambrudd vil medføre. Noen dammer er små og lavrisikoanlegg, mens andre holder tilbake enorme vannmengder og kan gi alvorlige konsekvenser ved svikt. Det er i underkant av 2 300 dammer som er vurdert å kunne forårsake skade på mennesker, miljø eller eiendom ved et brudd.

2.2 Dambrudd i Norge

Det skjer om lag ett dambrudd i året i Norge, men dammene som bryter sammen er gjerne små. Dette gjør at konsekvensene av disse dambruddene er svært begrenset,

Damulykker med fare for liv og helse er sjeldne, men kan være katastrofale når de skjer. Det verste kjente dambruddet inntraff i 1791 ved bruddet på Kobberdammen i Trondheim, som tok 22 menneskeliv. På 1900-tallet har Norge opplevd ett dambrudd som ledet til tap av liv. Det skjedde i 1916 ved Osfallet kraftverk i Innlandet. Vårflommen det året førte til at en nybygd steinfyllingsdam brast. En damvokters mor mistet livet da flommen rev med seg deler av anlegget. Etter 1916 har ingen dødsulykker skjedd som følge av dambrudd i Norge, men det har skjedd dambrudd som har forårsaket stor skade.

Roppadammen som brast i 1976 regnes som den mest alvorlige damulykken i nyere norsk historie – en nesten ny fyllingsdam sviktet plutselig og forårsaket en flodbølge av vann og masser nedover

dalene. Flere gårder ble ødelagt, men fordi bruddet skjedde på dagtid 17. mai, var mange folk borte fra sine hjem, og én gårdbruker rakk å varsle resten. Ingen mennesker omkom.

Noen år etterpå, i 1979, brast dam Storvatn ved russergrensen i Sør-Varanger, også et av de mest dramatiske dambruddene i nyere tid. Ingen liv gikk tapt, men bygda Tårnet ble delt, noen hytter og det lokale bedehuset gikk med i vannmassene.

Ulike type dammer i Norge

Fyllingsdammer

Fyllingsdammer bygges hovedsakelig av naturlige materialer som jord, grus og sprengstein. De består av oppfylte og komprimerte masser. Når minst 50 prosent av volumet består av sprengstein, betegnes de som steinfyllingsdammer. Disse dammene er fleksible og tilpasser seg setninger i undergrunnen, men krever god drenering og filtrering for å hindre intern erosjon (NVE, 2012).

Murdammer

Murdammer er bygget av stein eller steinblokker og er avhengige av egen vekt for å stå stabilt. De spenner fra enkle konstruksjoner til komplekse kombinasjoner med sentral kjerne og støttefyllinger. Noen murdammer kan klassifiseres som gravitasjonsdammer av mur, mens andre minner om fyllingsdammer med en sentral røysfylling (NVE, 2011).

Betongdammer

Betongdammer deles hovedsakelig inn i tre typer (NVE, 2005):

- *Gravitasjonsdammer:* Massive betongkonstruksjoner som står imot vanntrykket med sin egen vekt. De har gjerne trekantformet tverrsnitt, vertikal vannside og en bunnbredde tilsvarende 80–90 % av dammens høyde.
- *Platedammer:* Består av en skråstilt betongplate støttet av piler. Stabiliteten opprettholdes gjennom vertikalt vanntrykk på platen. Denne typen var særlig utbredt i midten av 1900-tallet
- *Hvelvdammer:* Buet i horisontalplanet, slik at vanntrykket overføres til sidekanter. Disse er mindre vanlige i Norge, men brukes der topografien tillater det.

I august 2023 kollapset deler av Braskereidfoss dammen, en klasse 1 dam i Innlandet, etter ekstremværet «Hans». En feil gjorde at turbinene på kraftverket stanset og flomlukene ble ikke åpnet som de skulle. Flommen førte til overtopping av dammen, som til slutt ga etter. Det ble iverksatt

evakuering nedstrøms, og kraftverket fikk store skader. I etterkant pekte granskinger bl.a. på svikt i automatiseringen og menneskelige/operative forhold som medvirkende årsaker.

2.3 Dambrudd internasjonalt

Internasjonalt viser statistikk fra ICOLD (International Commission on Large Dams) at det frem til 2019 var registrert om lag 320 store dambrudd (definert som dammer høyere enn 15 meter) på et samlet antall på rundt 36 000 dammer globalt (ICOLD, 2019).

Internasjonalt skyldes de fleste dambrudd et begrenset sett av tilbakevendende årsaker (NGI, 2016). Den hyppigste er overtopping – når vann strømmer ukontrollert over damkronen, ofte som følge av utilstrekkelig flomavledningskapasitet eller feilmanøvrering, og fører til erosjon og svikt i damkroppen. Deretter følger indre erosjon (piping), som særlig rammer fyllingsdammer og oppstår når vann danner skjulte kanaler i dammens indre og gradvis svekker konstruksjonen. Andre vanlige årsaker er konstruktiv svikt (sprekkdannelse, materialfeil), fundamentproblemer (ustabil grunn, setninger) og menneskelige feil, som feilmanøvrering av luker eller manglende vedlikehold. I tillegg kan enkelte brudd skyldes eksterne faktorer som jordskjelv eller ekstremvær. Felles for mange dambrudd er at flere svakheter samvirker – både tekniske, organisatoriske og naturgitte – og at disse utvikler seg over tid.

2.4 Regulering av damsikkerhet i Norge

Som respons på teknologisk utvikling, endret risikobilde og behov for tydeligere ansvarsforhold har damsikkerhetsregelverket i Norge utviklet seg gradvis gjennom flere tiår. I 1981 ble det første forskriftsfestede regelverket for sikkerhet ved vassdragsanlegg innført («Forskrifter for dammer»), og i 1982 kom den første tilsynsforskriften for dammer. Disse ble erstattet av nye forskrifter i 1992 (revidert tilsynsforskrift) og 2001 (revidert damforskrift).

2001-forskriften ble utgitt i forbindelse med at vannressursloven ble vedtatt i 2000. To separate forskrifter om kvalifikasjoner og klassifisering ble også utgitt. Disse forskriftene etablerte blant annet prinsippene om klassifisering av dammer etter konsekvens, krav til vassdragsteknisk ansvarlig (VTA), og rutiner for kontroll og tilsyn (NVE, 2025). 2001-forskriften var mindre detaljert enn den av 1981, og inneholdt kun funksjonskrav.

Dagens damsikkerhetsforskrift, formelt *Forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg*, ble fastsatt 18. desember 2009 og trådte i kraft 1. januar 2010 (FOR-2009-12-18-1600). Den innebar en betydelig modernisering og samordning av tidligere regelverk, og er hjemlet i vannressursloven § 36. Revisjonen innebar noen nye krav, men hovedtrekkene fra forskriftene av 2001 ble videreført, og mange bestemmelser var uendret innholdsmessig. I praksis ble tre forskjellige forskrifter (sikkerhetsforskriften, samt de egne forskriftene om kvalifikasjoner og klassifisering) slått sammen til én. Noen av de nye kravene ble hentet fra eksisterende retningslinjer og var en bekreftelse av etablert forvaltningspraksis (NVE, 2025). Forskriften fra 2010 har en miks av detalj- og funksjonskrav, jfr. Forprosjekt til mulig revisjon av damsikkerhetsforskriften (NVE, 2025)

Den siste revisjonen av damsikkerhetsforskriften kom i 2023 og innebar tydeligere hjemmel for NVE til å kreve sektoravgift for å dekke deres tilsyn, kontroll og godkjenningsarbeid

Damsikkerhetsforskriften har som formål å fremme sikkerhet ved vassdragsanlegg og forebygge skader på mennesker, miljø og eiendom. Et sentralt trekk ved damsikkerhet er at formålet i hovedsak er å beskytte tredjeparter nedstrøms. Et dambrudd kan ramme mennesker, boliger, infrastruktur og natur langt fra selve anlegget. Dette skiller dammer fra mange andre tekniske systemer, hvor sikkerheten primært beskytter eierens ansatte, drift eller eiendom. Dette preger både forskriftens struktur og innretning.

Innholdsmessig dekker forskriften alle vesentlige aspekter ved planlegging, bygging, drift og nedlegging av alle typer vassdragsanlegg (dammer, magasiner, tunneler etc.).

2.4.1 Sikkerhetsmål- og prinsipper

Et sikkerhetsmål (eller akseptabelt risikonivå) er en definert målsetting for hvor trygg en aktivitet eller et system bør være. Dette kan ta form av kvantitative kriterier – f.eks. «årlig risiko for tap av liv skal være under 1×10^{-6} » – eller mer kvalitative ambisjoner som «ingen liv skal gå tapt» (nullvisjon).

Sikkerhetsmålet fungerer som retning for forbedringsarbeid og er gjerne bestemmende for hvilke krav som stilles til ansvarlige for den aktuelle aktiviteten eller systemet.

Damsikkerhetsforskriften har ingen kvantitative sikkerhetsmål, men et implisitt sikkerhetsmål er uttrykt i forskriftens § 5-1. Der står det at vassdragsanlegg til enhver tid skal ha et tilstrekkelig høyt sikkerhetsnivå, slik at det ikke

inntreffer brudd, svikt eller feilfunksjon. Sikkerhetsmålet for norsk damsikkerhet kan dermed sies å være at dambrudd som kan medføre fare for skade på mennesker, miljø eller eiendom ikke skal forekomme.

Selv om det overordnede målet er at dambrudd ikke skal forekomme, stiller forskriften krav til at det skal planlegges for «verstefallsscenario», eksempelvis gjennom beredskapsplaner. Disse er imidlertid å anse som sekundærbarrierer. Det er den konstruktive sikkerheten som skal sikre at målet om å unngå brudd nås.

2.5 Forvaltning av damsikkerhetsforskriften

Forvaltningen av damsikkerhet i Norge er bygget opp rundt et klart linjeansvar fra eier til tilsynsmyndighet, i kombinasjon med samarbeid mellom beredskapsaktører. Regelverket, med damsikkerhetsforskriften som kjerne, legger hovedansvaret på dameier, mens NVE fører tilsyn og fastsetter krav. Statsforvalteren og andre sektormyndigheter inngår i beredskaps- og tilsynsarbeidet. I det videre gis en nærmere beskrivelse av de ulike aktørenes roller.

2.5.1 NVEs rolle

NVE er underlagt Energidepartementet og fungerer som nasjonal myndighet for sikkerhet ved vassdragsanlegg. NVE lager forslag til forskrifter som fastsettes ved kongelig resolusjon, og lager veiledere, godkjenner klassifiseringer og behandler meldinger om nye tiltak.

Som tilsynsmyndighet fører NVE både dokumenttilsyn (vurdering av sikkerhetsdokumentasjon, rapporter og revurderinger) og feltbasert tilsyn/inspeksjoner. Dersom krav ikke oppfylles, kan NVE fatte vedtak om pålegg, tvangsmulkt eller stans.

NVE har videre en veilederrolle, og har i tillegg til damsikkerhetsforskriften utviklet et sett med veiledere og retningslinjer. Veilederne er utviklet for å gi tolkningshjelp og vise måter å tilfredsstille forskriftens krav på. Veilederne er ikke absolutte og dersom tilsvarende sikkerhet kan dokumenteres med andre løsninger, kan det også aksepteres. Det finnes for eksempel konkrete veiledere for dimensjonering av ulike type dammer, klassifisering av vassdragsanlegg og sikringstiltak ved vassdragsanlegg.

Noen retningslinjer er fra før 2010, og er dermed tilknyttet sikkerhetsforskriften av 2001. I de tilfeller det ikke er samsvar mellom nyeste forskrift og

retningslinjer til tidligere forskrift, er det nyeste forskrift som gjelder.

Dersom veiledere er under revisjon eller utdaterte, utarbeider NVE også i noen tilfeller egne skriv eller tillegg som forklarer forvaltningspraksis. Disse lages som et tillegg, i påvente av oppdatert/ revidert veileder.

2.5.2 Dameiers rolle og ansvar

Etter damsikkerhetsforskriften § 2-2 er det eier av dammen som har det overordnede ansvaret for at alle krav i forskriften etterlevs. Dette omfatter bl.a.:

- å få anlegget klassifisert og følge vedtak om konsekvensklasse,
- å sørge for overvåking og regelmessig revurdering av sikkerheten,
- å oppfylle tekniske krav i prosjektering, bygging, drift og vedlikehold,
- samt å ha oppdaterte beredskapsplaner.

Den ansvarlige skal søke om å få godkjent vassdragsteknisk ansvarlig (VTA) av NVE med nødvendige kvalifikasjoner for anlegg i klasse 1–4, og for klasse 2–4. Det skal også utpekes en stedfortredende VTA. VTA har det faglige ansvaret for å følge opp sikkerheten og skal bl.a. sørge for at anleggenes sikkerhet overvåkes og revurderes, og at forhold som kan ha betydning for sikkerheten rapporteres internt og følges opp. Leder skal sikre at internkontroll utøves og VTA skal utarbeide og holde internkontrollsystemet oppdatert. Rapportering til NVE skjer etter forskriften, særlig § 2-10 (innrapportering) og § 7-11 (melding om ulykke/uønsket hendelse). Dameier finansierer både forebyggende tiltak, kontroll og eventuelle oppgraderinger.

Eksempler på eiere inkluderer kraftselskap, kommuner (vannforsyning), Bane NOR (strømforsyning) og industriselskaper (deponidammer).

2.5.3 Kommune og statsforvalterens roller

Etter damsikkerhetsforskriften skal dameier utarbeide en beredskapsplan for alle anlegg i konsekvensklasse 2 til 4, basert på dambruddsbølgeberegninger. Resultatene fra beregningene skal sendes til NVE for vurdering og deretter formidles til myndigheter med ansvar for evakuering og redning. Kommunene er hovedmottaker av beregningene. Sammen med lokalt politi og redningstjeneste er kommunen ansvarlig for lokal beredskap. Kommunen har ansvar for planlegging for, håndtering av og oppfølging etter en hendelse, og integrerer beregningene i sine beredskapsplaner og i arealplanleggingen.

Statsforvalter er også mottaker av underlag for beredskapsplaner. Statsforvalteren har ansvar for å samordne regional beredskap og samfunns-sikkerhet, og kan også derfor spille en viktig rolle i utvikling av planverk, øvelser og håndtering av dambruddshendelser. Statsforvalteren deltar også i øvelser, og ved større, reelle hendelser koordinerer Statsforvalteren innsats med politi, kommune og nasjonale myndigheter.

2.6 Bruk av konsekvensklasser

Som beskrevet i kapittel 2.1 er det stor variasjon mellom norske dammer. Variasjonen innebærer at behovet for sikkerhetstiltak varierer fra dam til dam. Hvilke krav som stilles til en dam avhenger av type dam og hvilken konsekvensklasse dammen er plassert i.

Alle norske damanlegg skal vurderes og plasseres i én av fem konsekvensklasser (0, 1, 2, 3 eller 4) basert på hvilke konsekvenser et brudd eller feil ved anlegget kan påføre omgivelsene. Klassifiseringen tar utgangspunkt i konsekvensene – altså hvor alvorlige skader et ukontrollert dambrudd kan påføre omgivelser og samfunn – og ikke sannsynligheten for brudd.

Konsekvensklasse 0 benyttes for anlegg der et dambrudd anses å ha ubetydelige konsekvenser, mens klassene 1–4 benyttes dersom brudd kan medføre fare for skade på mennesker, miljø eller eiendom. Konsekvensklassene er gradert slik at brudd i en klasse 4-dam vil føre til de mest alvorlige konsekvensene. Se Tabell 2-1 for en forenklet oversikt over kriteriene (NVE, 2014).

Klassifisering av dammer i Norge følger et konservativt prinsipp: dersom det er usikkerhet eller tvil om konsekvensnivået, skal anlegget normalt plasseres i den høyeste aktuelle konsekvensklassen (NVE, 2014).

2.6.1 Beregning av berørte boenheter

Som det fremgår av kriteriene, er antall berørte boenheter et nøkkeltall for klassifisering av dammer. Eneboliger og leiligheter regnes om til boenheter uavhengig av hvor mange som bor der. Andre bygninger (skoler, hytter og arbeidsplasser) omregnes til boenheter etter hvor mange personer som er til stede, og hvor lang tid de oppholder seg der. Bygningene regnes så om til helårs boliger etter en omregningsfaktor (ca. 2,2 personer per boenhet) (NVE, 2014).

Når konsekvenser beregnes, legges det til grunn at alle berørte boenheter i flomsonen kan være utsatt for fare. Det tas i utgangspunktet ikke hensyn til at oversvømmelser med begrenset vannhøyde kan

Tabell 2-1: Klassifiseringskriterier i damsikkerhetsforskriften

Konsekvensklasse	Boenheter	Infrastruktur og samfunnsfunksjoner	Miljø og eiendom
KK1	Få eller ingen fastboende (<1 boenhet)	Kun skader på mindre trafikkert vei eller annen infrastruktur	Skade på miljøverdier eller fremmed eiendom
KK2	1 – 20	Skader på middels trafikkert vei/jernbane eller annen infrastruktur av stor betydning for liv/helse	Stor skade på viktige miljøverdier eller fremmed eiendom
KK3	21 – 150	Skade på sterkt trafikkert vei/jernbane eller annen infrastruktur med kritisk betydning	Stor skade på spesielt viktige miljøverdier eller spesielt stor skade på fremmed eiendom
KK4	>150	Eventuelt spesielt store konsekvenser for infrastruktur, samfunnsfunksjoner, miljø eller eiendom. Disse dammene underlegges følgelig det strengeste sikkerhetsregimet i forskriften	

Kilde/Note: (NVE, 2014)

være mindre alvorlige enn dype, og at avstand fra dammen kan bety mye for risikobildet. Tilsvarende hensyntas ikke farten vannet har når det treffer boenhetene som berøres. Det er dermed en konservativ tilnærming som ligger til grunn for beregningen av antall berørte boenheter, og følgelig dammenes konsekvensklasse. Samtidig åpner NVEs veileder for bruk av skjønn. Dersom det kan dokumenteres at risikoen for tap av liv, miljøskade eller økonomiske verdier er langt lavere enn det som utgangspunktet er lagt til grunn kan NVE akseptere en lavere konsekvensklasse. I slike tilfeller kan det tas hensyn til vannhøyde og fart på vannet, og dette praktiseres dersom det er gjort nøyaktige og avanserte beregninger med godt kartgrunnlag.

2.6.2 Konsekvensklassers betydning for tiltak

Konsekvensklassen har direkte innvirkning på hvilke tekniske krav som stilles til et damanlegg. Blant annet dimensjoneres flomløp og damkonstruksjon for større belastninger jo høyere klassen er. For eksempel må en klasse 4-dam dimensjoneres for 1000-årsflom, og kunne håndtere ekstremflommer (ofte Påregnelig maksimalflom, PMF) uten å kollapse, mens en klasse 1-dam dimensjoneres for lavere flomstørrelse (f.eks. 500-

årsflom) men må håndtere en 1,5x500 årsflom (ulykkesflom) uten å kollapse. I tillegg påvirker konsekvensklasse krav til tilsynsfrekvens, krav til kvalifikasjoner hos både VTA og rådgivende ingeniører, inspeksjoner og beredskapsplaner – dammer i klasse 2–4 må gjennomgå periodisk revurdering minst hvert 15. år (hvert 20. år for klasse 1)

Dersom sikkerhetsrevisjonen avdekker manglende samsvar med dagens krav, kan det utløse krav om tekniske tiltak – som stabilitetsforbedringer, utvidelse av flomløp, plastring eller installasjon av overvåkningsutstyr. Informanter har trukket frem tilfeller der dette har ført til at eiere har valgt å søke om riving av dammer som ikke lenger er i bruk, da kostnaden ved å oppgradere til dagens standard overstiger nytten.

Behov for tiltak kan også utløses om det bygges boliger eller annen sårbar infrastruktur i området som kan berøres av at dambrudd. Dette kan føre til at dammens konsekvensklasse må oppjusteres, og at ytterligere sikringstiltak må iverksettes. Det er dameiers ansvar å påse at klassifiseringen til enhver tid er korrekt og oppdatert i tråd med faktiske forhold.

3. Gjeldende sikkerhetsnivå for norske dammer

Et sikkerhetsmål angir en ambisjon for hvor trygt noe skal være, mens sikkerhetsnivået viser hvilken sikkerhet som oppnås i praksis. I dette kapitlet vurderes hva som er det gjeldende sikkerhetsnivået for norske dammer.

3.1 Teoretisk sikkerhetsnivå

Damsikkerhet i Norge bygger på flere lag med sikkerhetsmarginer. Først kommer de konstruktive kravene: En dam i klasse 2 skal minst tåle en 1,5x1000-årsflom uten å kollapse, mens dammer i de høyeste konsekvensklassene (KK3 og KK4) kontrolleres for Påregnelig maksimalflom (PMF) eller tilsvarende, samt seismiske hendelser med lav sannsynlighet (typisk 1/475). I tillegg legges det på etablerte sikkerhetsmarginer, blant annet minstekrav til stabilitet, krav til fundamentering, og materialfaktorer. Overløpskapasitet fastsettes ved dimensjoneringsflom med fribord, klimapåslag og følsomhetsanalyser. Lastkombinasjoner av flom, is, vind og bølge skal håndteres samtidig. Deretter følger krav til overvåking og instrumentering, som skal fange opp eventuelle avvik i konstruksjonens oppførsel over tid. Til sist stilles det krav til beredskap: varsling, evakuering og skadebegrensende tiltak dersom en hendelse likevel skulle inntreffe.

Dette gir et teoretisk sikkerhetsnivå som er svært høyt – så høyt at sannsynligheten for ukontrollert dambrudd i praksis anses som neglisjerbar. Det er imidlertid viktig å påpeke at dette sikkerhetsnivået kun kan opprettholdes så lenge kravene i forskriften følges, og at ressursene til konstruksjon, overvåking og beredskap er tilstrekkelige. Med dette som bakteppe ser vi i det videre nærmere på hva som synes å være det faktiske sikkerhetsnivået for norske dammer.

3.2 Faktisk sikkerhetsnivå

Statistikk fra ICOLD viser at det i perioden 2000–2018 ble registrert 40 dambrudd internasjonalt, fordelt på om lag 33 470 store dammer. Dette tilsvarer en frekvens på om lag 0,66 dambrudd per 10 000 dam-år, det vil si et sikkerhetsnivå i størrelsesorden 10^{-4} . Nasjonalt er statistikkgrunnlaget mer begrenset, og det er derfor vanskelig å beregne dambrudds sannsynlighet direkte.

I Norge har vi ca. 330 dammer over 15 meter, og det har ikke vært brudd på noen av de store dammene, noe som tilsier en empirisk bruddfrekvens godt under $1 \cdot 10^{-4}$. Hovedgrunnen til dette er at de fleste dammene er steinfillingsdammer fundamentert på fjell, selv om hendelser har vært observert, spesielt lekkasjer. Men ingen dam ferdigstilt etter 1975 har vist tegn på alvorlige skader (NGI, 2016).

For å få et begrep om det gjeldende sikkerhetsnivået for norske dammer, har vi diskutert dette med samtlige informanter vi har intervjuet (se kapittel 1.3). Deres vurderinger gjengis i det videre.

3.2.1 Informantenes vurderinger

Generelt oppleves sikkerhetsnivået ved norske dammer som høyt. Vurderingene varierer likevel noe, avhengig av om det er store dammer i høye konsekvensklasser eller mindre dammer i lavere konsekvensklasser det er snakk om.

Det er særlig for dammer i de høyeste konsekvensklassene at sikkerhetsnivået i Norge oppleves som høyt. Informanter med erfaring fra arbeid med damsikkerhet internasjonalt mener sikkerhetsnivået til norske dammer er høyere enn i mange andre land. En forklaring på det høye sikkerhetsnivået som trekkes frem er at Norge over tid har hatt et forskriftsfestet regelverk for damsikkerhet. Regelverket krever blant annet at analyser og vurderinger må oppdateres med jevne mellomrom, og det er informanter som trekker frem at både myndigheter og dameiere i andre land har sett til den norske modellen i utviklingen av egne regelverk og praksiser.

Av enkelte informanter blir det understreket at sikkerheten er betinget av at forskriftens krav etterlevs i praksis, og flere informanter opplever at sikkerhetsnivået er lavere for mindre dammer i lavere konsekvensklasser. Dette skyldes naturligvis at kravene som stilles til sikkerhet er lavere for dammer i lavere konsekvensklasser, men det vises også til at uklare ansvars- og eierforhold og manglende vedlikehold forekommer oftere for de mindre dammene. Videre blir det også vist til at dammer i mindre konsekvensklasser kan ha høy driftskompleksitet. Et eksempel er elvekraftverk med flomluker, hvor både driftskompleksitet og høy flomhendelsesfrekvens kan gi økt sannsynlighet for svikt. Hendelsen ved Braskereidfoss i 2023 var et eksempel på dette.

3.2.2 Dameiernes egne beregninger

Flere store aktører benytter kvantitativ risikoanalyse (QRA) for å vurdere brudds sannsynlighet og

prioritere tiltak, og noen oppgir interne mål i størrelsesorden 10^{-5} til 10^{-6} per dam-år der liv og helse kan berøres, og nærmere 10^{-4} for anlegg uten fare for liv. Dette er interne styringsmål, ikke myndighetskrav.

Informanter forteller at det gjennom egne vurderinger identifiseres dammer som ikke tilfredsstillende ønsket sikkerhetsnivå, og setter da inn tiltak for å redusere risiko. Samtidig stilles det spørsmål ved ressursbruken, da enkelte dammer som de vurderer har svært lav risiko (f.eks. på 10^{-6} -nivå) fortsatt kan være gjenstand for kostbare myndighetspålagte tiltak. Dette omtales nærmere i kapittel 5.2.

Mindre dameiere har gjerne ikke kapasitet og kompetanse til å gjennomføre egne systematiske risikovurderinger. Disse aktørene kan derfor i liten grad angi et eksplisitt sikkerhetsnivå for sine dammer. Flere informanter peker på at direkte kvantifisering av risiko er krevende og beheftet med betydelig usikkerhet. I praksis benyttes derfor en mer pragmatisk tilnærming, der spørsmålet «oppfyller dammen kravene?» fungerer som en indirekte vurdering av om risikoen kan anses som akseptabel.

3.3 Oppsummerende vurdering av sikkerhetsnivå

Internasjonalt tilsier tall på antall dambrudd et sikkerhetsnivå i størrelsesorden 10^{-4} , men vi vurderer at sikkerhetsnivået til norske dammer ligger høyere enn dette. Dette gjelder særlig for dammer i de høyeste konsekvensklassene.

Det høye sikkerhetsnivået følger for det første av en høy teoretisk sikkerhet, bygget opp av flere uavhengige lag med marginer. Først kommer konservative krav til konstruktiv sikkerhet. Deretter følger krav til overvåking og instrumentering, og til sist stilles det krav til beredskap.

For det andre forteller informanter om at sikkerhetsnivået også i praksis oppleves som svært høyt. Hvor høyt sikkerhetsnivået er, kan vanskelig anslås presist. Det finnes ikke et offisielt norsk sikkerhetsmål for årlig bruddsannsynlighet per dam, men ut fra krav til dimensjonering (1000-årsflom i KK2–4, kombinert med kontroll for PMF i KK3 og KK4, sikkerhetsfaktorer og last-kombinasjoner), anslag fra store dameiere og historikk er det rimelig å anta at de fleste større dammer ligger i størrelsesorden 10^{-5} – 10^{-6} per dam-år.

4. Erfaringer fra andre sektorer

Når damsikkerhetsforskriften nå skal revideres, er det ønskelig med et sikkerhetsnivå som harmonerer med sikkerhetsnivået til andre sektorer med lignende skadepotensiale. Med dette som bakteppe går vi i dette kapitlet nærmere inn på sikkerhetsprinsipper, risikoakseptkriterier og sikkerhetsnivå i utvalgte sektorer

4.1 Valg av sektorer

I gjennomgangen av andre sektorer bygger vi videre på arbeidet som ble gjort med kartlegging og sammenligninger med andre bransjer fra forprosjektet. Basert på funnene fra forprosjektet er følgende sektorer valgt ut for nærmere vurderinger:

- Transportsektoren (veg og jernbane)
- Bygg og anlegg
- Petroleumssektoren
- Industrivirksomheter underlagt storulykkeforskriften

For hver sektor foretar vi en gjennomgang av hvilke forskrifter som regulerer aktiviteten i sektoren, særegenheter ved sektoren, samt sikkerhetsprinsipper, risikoakseptkriterier, sikkerhetsnivå og ressursbruk. Til slutt i kapitlet oppsummeres hvilken relevans funnene har for arbeidet med damsikkerhet. Viktige informasjonskilder er, foruten regelverk og standarder i de utvalgte bransjene, og kjennskap til myndighetsutøvelsen i bransjene, intervjuer med utvalgte informanter som representerer ulike aktører og ulike roller i de valgte sektorene.

4.2 Transportsektoren

For veg og vegtrafikk er det veglova LOV-1963-06-21-23) med underliggende forskrifter som regulerer forvaltning og sikkerhetsstyring, herunder krav til infrastruktur og sikkerhetsmål (Veglova, 1964) (Vegsikkerhetsforskriften, 2011) (Tunnelsikkerhetsforskriften, 2007). Statens vegvesen ved Vegdirektoratet er forvaltningsorgan, og det er Vegtilsynet som fører tilsyn med sikkerhetsarbeidet i hele etaten. Vegdirektoratet har utarbeidet en rekke normaler og håndbøker som angir de konkrete tekniske kravene til infrastruktur, og krav til oppfølging og styring av forhold som har betydning for sikkerheten. Det er i

stor grad Vegdirektoratet som håndhever krav, og håndterer eventuelle søknader om å få fravike krav.

For jernbane er det jernbaneloven LOV-1993-06-11-100) og underliggende forskrifter som regulerer forvaltning og sikkerhetsstyring, både innen infrastruktur og rullende materiell (Jernbaneloven, 1993). Det er Statens jernbanetilsyn som fører tilsyn med aktørene i bransjen. For det nasjonale jernbanenettet er det Bane NOR som er infrastrukturforvalter, og fastsetter konkrete sikkerhetsmål for sin infrastruktur, blant annet gjennom krav i teknisk regelverk, og gjennom krav til sin egen sikkerhetsstyring (Bane NOR, 2025). Det er i stor grad Statens jernbanetilsyn som håndhever krav, og fører tilsyn med at virksomhetene håndterer eventuelle fravik fra krav i eget regelverk på en tilfredsstillende måte, herunder krav til risikoanalyser og sikkerhetsstyring.

Når det gjelder sikkerhet i bransjen, og eksponering for risiko, er det noen fellestrekk som fremheves:

- De som er eksponert for risikoen innen transport (veg, bane, luft, sjø) har også en nytte av å være eksponert. Innen vegtrafikken har den eller de som er eksponert også en viss kontroll med hvor stor risiko de er eksponert for. For eksempel kan man velge å overholde, eller ikke overholde fartsgrenser, kjøre etter forholdene, la være å sitte på eller la være å kjøre når sjåføren er enten ruspåvirket, syk eller ikke har førerkort.
- De som er eksponert for risiko betaler direkte eller indirekte for økt sikkerhet selv, for eksempel gjennom billettprisen, ved å betale bompenger på en del nyere og sikrere veger enn alternativene og gjennom valg av kjøretøy (nye og dyre biler eller tog og busser er gjerne også sikrere enn gamle kjøretøy).

Når det gjelder sikkerhetsmål/-prinsipper har Statens vegvesen en uttalt nullvisjon, men for de nærmeste årene er det i NTP en uttalt målsetning om maks. 50 drepte i 2030 og ingen drepte i 2050 (Nasjonal transportplan 2025-2036 (Samferdselsdepartementet, 2024)).

Innenfor jernbanen, da særlig for regelverket innenfor infrastruktur som Bane NOR er underlagt, er det to sikkerhetsprinsipper som ofte fremheves:

1. Prinsippet om enkeltfeil – en enkeltfeil skal ikke alene kunne medføre en alvorlig ulykke. Dette innebærer at det er krav om å ha flere uavhengige barrierer, minst to.

2. ALARP-prinsippet, som innebærer at myndigheter og selskaper arbeider med risikoreduksjon "så langt som praktisk mulig", også etter at minimumskrav er tilfredsstillt.

I tillegg har Bane NOR formulert kvantitative kriterier for akseptabel risiko for å hensynta særskilte grupper, og når det er store forskjeller på hvordan man ivaretar sikkerheten til ulike grupper som eksponeres på veldig forskjellige måter.

Bane NORs risikoakseptkriterier (Bane NOR, 2019):

- For drift og vedlikehold av eksisterende strekninger er risikoaksept for ansatte i jernbanevirksomhet for eksempel at risikoen for mest utsatte individ ikke overstiger en dødsrisiko på 1×10^{-3} per år.
- For nye strekninger skal følgende akseptkriterier brukes:
 - Risikoen for mest utsatte individ (passasjer eller tredjepart) skal ikke overstige en dødsrisiko på 1×10^{-4} pr år.
 - Samfunnsrisikoen for nye strekninger skal ikke overstige 0,15 døde pr million togkilometer.
- Ved endringer i jernbanesystemet, organisasjon, operasjonelle rutiner og regelverk skal risiko enten være likt eksisterende akseptert risikonivå eller reduseres.

Innen både veg og jernbane er ressursbruken på sikkerhetstiltak i infrastrukturen i stor grad styrt av krav i regelverket og tilhørende tekniske standarder, slik som vegvesenets normaler og teknisk regelverk hos Bane NOR. Ytterligere sikkerhetstiltak kan vurderes hvis det ikke er et misforhold mellom hva det koster og hva man oppnår med risikoreduksjon og andre nytteeffekter. Den risikoreduserende effekten av tiltak kartlegges, beskrives og vurderes gjerne ved hjelp av egne kvalitative eller kvantitative risikovurderinger.

4.3 Bygg- og anleggssektoren

Bygg og anleggssektoren er styrt av kravene i Plan- og bygningsloven (LOV-2008-06-27-71), med tilhørende forskrifter, blant annet av krav i tekniske forskrifter (som for eksempel byggt teknisk forskrift (TEK17)) (Plan- og bygningsloven, 2009). For de fleste tiltak som utløser krav etter plan- og bygningsloven, er kommunen planmyndighet. Unntak gjelder ved tiltak med regional eller nasjonal betydning, der fylkeskommunen eller staten kan ha ansvar. Samtidig er det en rekke statlige aktører som kan gi innsigelser til planer før gyldig vedtak kan gjøres i kommunen. Dersom det som bygges er av betydning for infrastruktur av

nasjonal eller regional betydning, som veg, jernbane, sykehusbygg, kraftverk eller industri, kan det være andre myndigheter som kan ha en rolle i sikkerhetsarbeidet, som for eksempel DSB, statsforvaltere m.fl.

Kjennetegn ved bygg- og anleggssektoren er behovet for teknisk kompetanse, godkjenning av prosjekter og ansvarlig prosjektering. Plan- og bygningsloven har tydelige krav til uavhengig kontroll og ansvarsfordeling.

Bygg- og anleggsregelverket er i liten grad risikobasert, og sikkerhetskravene i bygg tar ofte utgangspunkt i forskriftsstandarder og brukskrav, ikke samfunnskritiske konsekvenser ved svikt. Tekniske krav av betydning for sikkerheten er i stor grad formulert som preaksepterte løsninger. Disse angir et definert minstenivå for sikkerhet: følger man løsningen slik den står i forskrift eller standard, anses risikonivået som akseptabelt, og det er normalt ikke behov for ytterligere analyser eller dokumentasjon. Planlegger man derimot å bygge noe annet enn den preaksepterte løsningen, må man gjennom en risikovurdering dokumentere at sikkerheten blir like god eller bedre med den alternative løsningen.

En slik praksis skal sikre at man både ivaretar et minimumsnivå for sikkerheten, og tillater en viss fleksibilitet i å kunne fremme alternative løsninger som kan ivareta både økonomi, sikkerhet og andre hensyn bedre enn preaksepterte standardløsninger.

Byggt teknisk forskrift (TEK17) bruker ofte forventet årlig tap (EAL) som vurderingsgrunnlag (Byggt teknisk forskrift (TEK17), 2017). Risikoaksept for dødsfall ved "ufrivillig risiko" (ufrivillig eksponering) er ofte rundt 10^{-5} dødsfall per 100.000 personer per år, tilsvarende 10^{-4} til 10^{-5} per bygning/person.

I bygg- og anleggssektoren styres ressursbruk til sikkerhet i stor grad av forskriftskrav, slik som TEK17. Preaksepterte løsninger viser hvordan kravene kan oppfylles. Alternative løsninger kan brukes dersom de dokumenterer likeverdig eller bedre sikkerhet. Kostnad kan ikke begrunne lavere sikkerhet enn minimum; er minimumskravene ikke oppfylt, må nødvendige tiltak gjennomføres uansett kostnad. Tiltak som går utover minimum vurderes derimot på kost-nytte-basis, og gjennomføres normalt ikke hvis risikoreduksjonen og øvrige gevinster står i åpenbart misforhold til kostnaden.

4.4 Petroleumssektoren

Petroleumssektoren er styrt av Petroleumsloven (LOV-1996-11-29-72), med underliggende forskrifter, blant andre rammeforskriften (Petroleumsloven,

1997) (Rammeforskriften, 2011). Det er i hovedsak Havindustritilsynet som fører tilsyn med aktørene i bransjen.

Petroleumssektoren har et risikobasert regelverk og funksjonskrav, der selskapene selv har ansvar for å dokumentere hvordan sikkerheten ivaretas¹. All petroleumsvirksomhet har behov for robuste

Faktaboks: Praktisering av ALARP-prinsippet innenfor petroleumssektoren

Fra Forskrift om helse, miljø og sikkerhet i petroleumsvirksomheten og på enkelte landanlegg (rammeforskriften, FOR-2010-02-12-158), hvor ALARP-prinsippet slås fast:

«§ 11 Prinsipper for risikoreduksjon

Skade eller fare for skade på mennesker, miljø eller materielle verdier skal forhindres eller begrenses i tråd med helse-, miljø- og sikkerhetslovgivningen, herunder interne krav og akseptkriterier som er av betydning for å oppfylle krav i denne lovgivningen. Utover dette nivået skal risikoen reduseres ytterligere så langt det er mulig.

Ved reduksjon av risiko skal den ansvarlige velge de tekniske, operasjonelle eller organisatoriske løsningene som etter en enkeltvis og samlet vurdering av skadepotensialet og nåværende og framtidig bruk gir de beste resultater. Dette gjelder så lenge kostnadene ikke står i et vesentlig misforhold til den risikoreduksjonen som oppnås.

Dersom man mangler tilstrekkelig kunnskap om hvilke virkninger bruk av de tekniske, operasjonelle eller organisatoriske løsningene kan ha for helse, miljø eller sikkerhet, skal det velges løsninger som reduserer usikkerheten om virkningen av løsningene.

Faktorer som kan volde skade eller ulempe for mennesker, miljø eller materielle verdier i virksomheten skal erstattes med faktorer som etter en samlet vurdering har mindre potensial for skade eller ulempe.

Vurderinger som er nevnt i denne paragrafen skal gjøres i alle faser av virksomheten.

¹ Eksempel: Gjennom krav til barrierer i styringsforskriftens § 5: «... Operatøren eller den som står for driften av en innretning eller et landanlegg, skal fastsette de strategiene og prinsippene som skal legges til grunn for utforming,

tekniske løsninger og høy pålitelighet i anleggene, og det vil medføre store potensielle konsekvenser ved svikt.

Aktørene i bransjen er typisk både store og pengesterke, og de er underlagt et strengt og kostbart regime. Samtidig er gevinstene ved aktivitetene potensielt store. Betalingsvilligheten for sikkerhet er derfor stor.

De fleste som er i umiddelbar fare ved alvorlige hendelser er ansatte som både er betalt for å gjøre jobben og å være utsatt for risiko gjennom arbeidet. De er underlagt krav om kompetanse, slik at de skal være i stand til både aktivt redusere konsekvensene ved hendelsene når de skjer, og være i stand til å redde seg selv og andre.

Risikoeksponeringen for ansatte er i stor grad tidsbegrenset til varigheten av et oppdrag eller et skift.

- Hendelser i olje- og gassvirksomhet eller skipsfart skjer som regel i et lukket eller definert operasjonsområde der det finnes prosedyrer, kommunikasjonsmidler, systemer og tilgjengelighet for akutt innsats og redning.
- I petroleumsvirksomheter er det ofte etablert sterke sikkerhetskulturer med stor grad av læring på tvers av selskaper og internasjonale grenser. Dette inkluderer åpne rapporteringssystemer og revisjonsrutiner.

Kvantitative risikoanalyser er utbredt. Myndigheter og selskaper jobber mye med risikoreduksjon "så langt som praktisk mulig" (ALARP-prinsippet), utover gjeldende krav (Se faktaboks).

I petroleumssektoren er ressursbruken på sikkerhetstiltak styrt av krav i regelverket, men gjennom ALARP-prinsippet krever regelverket også at aktørene må gjøre mer hvis det ikke er et misforhold mellom hva sikkerhetstiltakene koster og hva man oppnår med risikoreduksjon og andre nytteeffekter. Kvantitative risikoakseptkriterier, som at selskapene fastsetter mål eller kriterier for sin virksomhet, om at risikoen for ansatte eller tredjepart skal være under for eksempelvis 10^{-4} eller 10^{-5} pr. år, tilsier at aktørene og bransjen selv i stor grad kan bestemme hvor strengt sikkerhetsregime de krever av seg selv. Det er vanlig å sette betydelig strengere kriterier for tredjepart enn for eksempel for egne ansatte.

bruk og vedlikehold av barrierer, slik at barrierenes funksjon blir ivaretatt gjennom hele innretningens eller landanleggets levetid....» (FOR-2010-04-29-611)

4.5 Virksomheter underlagt storulykkeforskriften

Storulykkeforskriften FOR-2016-06-03-569 er hjemlet i bl.a. brann- og eksplosjonsvernloven. Det er Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) som fører tilsyn med virksomheter underlagt storulykkeforskriften (Brann- og eksplosjonsvernloven, 2002) (Storulykkesforskriften, 2016). Virksomhetene følges i mange tilfeller også opp av lokale brannvesen (dvs. kommunen) som en del av arbeidet med industrivern og tilsyn med særskilte brannobjekt.

Eksempler på typer virksomhet som er underlagt storulykkeforskriften er «ethvert privat eller offentlig foretak hvor farlige kjemikalier forekommer, og der mengden kjemikalier er lik eller større enn grenseverdiene i vedlegg I ...» (fra § 3 definisjoner i forskriften), for eksempel:

- Petrokjemiske anlegg (håndterer store mengder ammoniakk, propan, etylen og andre farlige stoffer).
- Olje- og gassinstallasjoner (håndterer gass under trykk, eksplosjonsfare og store lagre av brennbare gasser).
- Tanklagre og distribusjonsterminaler (lagrer store mengder bensin, diesel og andre brennbare væsker).
- Industrielle gassanlegg (lagrer og distribuerer oksygen, acetylen, hydrogen og andre industrigasser).
- Avfallsbehandlingsanlegg for farlig avfall.
- Eksplosivlagre og ammunisjonsfabrikker.
- Spesial-kjemikalieprodusenter.

Storulykkevirksomheter forholder seg til potensielt store hendelser med lav sannsynlighet, men høy konsekvens. Storulykkeforskriften krever at virksomheter identifiserer og forebygger storulykker, og at hensynssoner fastsettes. Videre inneholder veiledere til forskriften, fra både DSB og Miljødirektoratet, kvantifisering av hensynssoner (for eksempel 10^{-5} for omkomne utenfor anlegget). I tillegg legger storulykkereguleringen vekt på kontinuerlig dokumentasjon og revisjon av sikkerhetsstyring.

Noen særtrekk ved virksomheter som er underlagt kravene i storulykkeforskriften er listet opp under:

- Storulykkevirksomheter opererer med eksplisitte, kvantitative akseptkriterier for både individrisiko og samfunnsrisiko, og det er etablert formelle metoder for soneinndeling og risikokommunikasjon til offentligheten..
- Storulykkeforskriften (inkl. temaveiledninger) har et sterkt fokus på arealplanlegging som

virkemiddel for å redusere konsekvenser av uønskede hendelser, med klare føringer for hensynssoner rundt anleggene.

- Virksomheter underlagt storulykkeforskriften har tradisjon for å være i tett dialog med og aktivt samarbeide med både statsforvalter og kommune når det gjelder arealplanlegging som kan berøre eller bli berørt av sikkerhetssoner rundt virksomhetene.
- Storulykkeforskriften forutsetter at sikkerheten er et dynamisk ansvar som kontinuerlig oppdateres og dokumenteres gjennom sikkerhetsrapporter, revisjoner og handlingsplaner.

For storulykkesvirksomheter er ressursbruken på sikkerhetstiltak i infrastrukturen i stor grad styrt av krav i regelverket og tilhørende krav til å kvantitativt dokumentere at sannsynligheten for eksempel for dødsfall som følge av en eksplosjon, er under definerte grenser for ulike soner rundt et anlegg. Dermed tvinges aktørene til å sikre tredjepart mot den type risikoer, og til å bruke et minimum av ressurser for å ivareta deres sikkerhet, selv om aktøren selv ikke direkte har økonomisk interesse i å bruke ressurser på den risikoreduksjonen.

4.6 Innsikt fra andre sektorer og overførbarhet til damsikkerhet

Valg av sikkerhetsprinsipper- og mål innenfor ulike sektorer følger til en viss grad av sektorenes særegenheter og likheter. Før vi i det videre oppsummerer bruk sikkerhetsprinsipper, sikkerhetsmål/risikoakseptkriterier i andre sektorer, hvilket sikkerhetsnivå ulike sektorer ligger på, og diskuterer overføringsverdi til damsektoren, drøftes derfor sektorenes særegenheter og likheter.

4.6.1 Særegenheter og likheter

En viktig forskjell mellom damsikkerhet og trafikk-sikkerhet gjelder de som er eksponert for risikoen. I vegtrafikken er majoriteten av de som er eksponert for risiko også de som selv har stor nytte av å la seg eksponere, ved at man for eksempel kommer raskt frem. Mange opplever selv å ha stor innflytelse, eller kontroll, over hvor stor risiko man er utsatt for, ved for eksempel å velge et trygt kjøretøy (bil fremfor motorsykel), om man følger trafikkreglene eller ikke, etc. Det gjelder ikke alle (for eksempel velger ikke barn på skoleveien hvilke typer kjøretøy og sjåfører de møter der de går langs veien), men det gjelder for en stor andel av de som er eksponert for risikoen. Risiko ved dambrudd er det svært få av de som er eksponert for risikoen som har noen kontroll over. Kjører man bil vet man at risikoen er større om

det er glatt, mørkt, eller om man er beruset, og de fleste vil velge å enten tilpasse kjøringen, eller ikke å kjøre, når risikoen er større enn akseptabelt. Bor, jobber eller ferdes man nedstrøms en dam, har man selv ingen kontroll over risikoen fra et mulig dambrudd, den risikoen dammen representerer, eller hvordan den risikoen kan endre seg på grunn av for eksempel operative forhold, vedlikehold, værforhold eller store naturhendelser.

For bygg- og anleggsbransjen ligger forskjellen i at bygg- og anleggsregelverket i liten grad er risiko-basert på samme måte som damsikkerhetsregelverket, og at sikkerhetskravene i bygg ofte tar utgangspunkt i forskriftsstandarder og brukskrav, ikke samfunnskritiske konsekvenser ved svikt. Et fellestrekk mellom bygg- og anleggssektoren og damsikkerhet er behovet for teknisk kompetanse, godkjenning av prosjekter og ansvarlig prosjektering. Forskjeller kan beskrives slik:

1. Bygg- og anleggsregelverket, særlig gjennom plan- og bygningsloven, er i stor grad standard- og normbasert, med vekt på tekniske ytelser og krav til ferdigstillelse. Damsikkerhet handler i større grad om å håndtere risiko gjennom hele anleggets levetid, inkludert kontinuerlig overvåking, revurdering og beredskap.
2. Ansvarsstrukturen i bygg og anlegg er typisk fordelt på mange aktører med spesifikke roller i et tidsavgrenset prosjekt, mens damsikkerheten legger større vekt på et varig, entydig ansvar hos eier, og ofte nøkkelpersonell (f.eks. VTA) som følger anlegget gjennom hele livsløpet.
3. Sikkerheten i byggesektoren rettes i hovedsak mot brukerne av byggverket, og i mindre grad mot tredjepart i nærområdet. Damsikkerhet retter seg derimot eksplisitt mot vern av liv og verdier langt utenfor selve anlegget, inkludert store nedstrømsområder og uforvarende allmennhet.

Dammer representerer i langt større grad en varig og kontinuerlig risiko for tredjepart enn vanlige byggverk.

Forskjeller mellom damsikkerhet og virksomheter under damsikkerhetsforskriften og petroleumssektoren ligger i at risiko innen petroleumsvirksomhet i hovedsak gjelder ansatte som er trent, betalt og forberedt på risiko, mens dambrudd kan ramme uforvarende tredjepersoner. Virksomhetene i petroleumssektoren er gjerne store og ressurssterke, og de er mer homogene enn selskapene som er underlagt damsikkerhetsforskriften.

Hendelser i olje- og gassvirksomhet skjer som regel i et lukket eller definert operasjonsområde der det

finnes prosedyrer, kommunikasjonsmidler, systemer og tilgjengelighet for akutt innsats og redning, mens damhendelser ofte rammer ubemannet infrastruktur og kan gi store konsekvenser i områder langt fra dammen – ofte med liten eller ingen tid til varsling og evakuering.

Damsikkerhet og storulykkevirksomheter har til felles at de forholder seg til potensielt store hendelser med lav sannsynlighet, men høy konsekvens. Forskjeller mellom damsikkerhet og virksomheter underlagt kravene i storulykkeforskriften er likevel at storulykkevirksomheter opererer med eksplisitte, kvantitative akseptkriterier for både individrisiko og samfunnsrisiko, og det er etablert formelle metoder for soneinndeling og risikokommunikasjon til offentligheten. Damsikkerhet har i mindre grad slike tallfestede kriterier, og vurderingene er ofte mer kvalitative og faglig skjønnsbaserte.

4.6.2 Sikkerhetsprinsipper

Regelverket i de sektorene som er beskrevet i dette kapittelet tillater en viss fleksibilitet i å la aktørene selv definere hva som er «sikkert nok», og vurdere og dokumentere at virksomheten deres er i tråd med de sikkerhetsmålene eller akseptkriteriene som er satt og forvaltningspraksis.

Storulykkeforskriften legger vekt på kontinuerlig dokumentasjon og revisjon av sikkerhetsstyring, mens damsikkerhet i dag er mer regelstyrt og mindre dynamisk i sin tilnærming. Innen petroleumssektoren viser ressursbruken, bruken av ALARP-prinsippet og kost-/nyttevurderinger, at aktørene selv har sterke interesser i å overgå krav og sikre et *så lavt risikonivå som praktisk mulig* (ALARP).

4.6.3 Sikkerhetsmål/risikoakseptkriterier

Både sannsynlighet og konsekvens er sentrale størrelser når risiko skal vurderes og aksepteres. I andre sektorer legges det mer vekt på å vurdere sannsynligheten for at en alvorlig hendelse medfører tap av liv mer enn det damsikkerhetsforskriften legger opp til. Damsikkerhetsforskriften legger opp til at en vurderer konsekvensene ved dambrudd, og kategoriserer dammer etter konsekvensklasser.

Når andre sektorer vurderer risiko opp mot egne kvantitative risikoakseptkriterier og sikkerhetsmål, er det risiko for tap av liv som inngår i beregningen, mens hendelser uten tap av liv ikke er relevante. Slike sannsynlighetsvurderinger/-beregninger brukes for å vurdere om virksomheten drives på det reelle sikkerhetsnivået man ønsker, og vurdere behovet for tiltak og prioritere mellom tiltak.

DSBs veiledere til storulykkesforskriften har mer eksplisitte, kvantitative akseptkriterier for både individ- og samfunnsrisiko, og tydelige krav til arealplanlegging rundt anleggene.

4.6.4 Sikkerhetsnivå

Når det gjelder sikkerhetsnivået i andre bransjer, sammenlignet med sikkerhetsnivået for dammer, kan man oppsummere med at målsetningen i for eksempel industri underlagt storulykkesforskriften er en årlig sannsynlighet på $<10^{-5}$ for alvorlige ulykker, mens for store passasjerfly aksepteres en individuell dødsrisiko per flytur på rundt 10^{-6} . Innen jernbane, veg og petroleum har de krav som er på linje med, eller ikke fullt så strenge, med minst ett forbehold: Akseptkriterier og sikkerhetsmål er ikke angitt likt for samme gruppe av eksponerte grupper (passasjerer, naboer eller ansatte).

Uansett kan man si at dette viser at damsektoren i Norge – uten eksplisitt å angi det – opererer med krav til oppnådd sikkerhetsnivå som er på linje med kravene i andre sikkerhetskritiske samfunnssektorer.

4.6.5 Fokuserområder

I andre sektorer fastsettes i større grad eksplisitte kvantitative sikkerhetsmål enn innenfor damsektoren. Sikkerhetsmålene er en rettesnor når man skal prioritere risikoreducerende tiltak for å oppnå målene. Riktig prioritering er en stor diskusjon i de bransjene vi har sett på, på samme måte som det også er det innenfor damsikkerhet.

Eksplisitte sannsynlighetsberegninger eller -vurderinger bidrar til at sikkerhetstiltakene er treffende for å forebygge hendelser som har stor sannsynlighet for å skje.

For ressursbruk og kost-/nyttevurderinger er det flere forskjeller mellom sektorene vi har undersøkt og damsektoren. En viktig begrunnelse for å ha et strengt regime for damsikkerhet er å sørge for at det brukes tilstrekkelig med ressurser for å sikre

tredjepart mot farer som følge av et potensielt dambrudd. Sikkerhetskrav, oppfølging fra myndigheters side og fra aktørene i bransjene selv står sentralt i alle sektorene som er vurdert.

4.6.6 Overførbarhet

I de bransjene hvor det er et stort skadepotensial for tredjepart er det momenter som er verdt å ta med seg i videreutviklingen av damsikkerhetsforskriften. Dette gjelder særlig for industri underlagt storulykkesforskriften.

Storulykkesforskriften (inkl. temaveiledninger) har et sterkt fokus på arealplanlegging som virkemiddel for å redusere konsekvenser av uønskede hendelser, med klare føringer for hensynssoner rundt anleggene. Damsikkerhetsforskriften inneholder ikke tilsvarende systematikk, til tross for at konsekvensene ved dambrudd ofte kan være mer geografisk omfattende.

Virksomheter underlagt storulykkesforskriften har tradisjon for å være i tettere dialog med og mer aktivt samarbeide med både statsforvalter og kommune når det gjelder arealplanlegging som kan berøre eller bli berørt av sikkerhetssoner. Dameiere er i mindre grad involvert i slike prosesser, og er dermed prisgitt at statsforvalter eller kommune gjør relevante vurderinger, og eventuelt kommer med innsigelse til planene, knyttet til hvordan arealplaner nedstrøms dammene påvirker konsekvenskategorisering av dammer, med tilhørende krav og kostnader for dameiere.

Storulykkesforskriften forutsetter at sikkerheten er et dynamisk ansvar som kontinuerlig oppdateres og dokumenteres gjennom sikkerhetsrapporter, revisjoner og handlingsplaner. Innen damsikkerhet er sikkerhetsarbeidet i større grad knyttet til faste sykluser for revurdering, med mindre vekt på kontinuerlig revisjon og tilpasning av sikkerhetsstrategi basert på nye trusler eller læring.

5. Egnede sikkerhetsmål og -prinsipper

I dette kapitlet vurderes hva som er egnet sikkerhetsmål for damsektoren, hva som er egnede sikkerhetsprinsipper, samt om forebygging, håndtering og begrensning av konsekvenser av damulykker bør inn i formålsbestemmelsen.

5.1 Samfunnsøkonomiske prinsipper for vurdering av damsikkerhet

Til oppdraget ligger det å vurdere hva som kan være egnet sikkerhetsmål innen norsk dam-sikkerhet, samt hvilke sikkerhetsprinsipper norsk damsikkerhet bør bygge på.

Våre vurderinger bygger på at mål og prinsipper skal sikre effektiv bruk av samfunnets ressurser. Det betyr at tiltak for å trygge norske dammer bør gi størst mulig risikoreduksjon per krone, og i tråd med NOU 2012:16 Samfunnsøkonomisk analyse (NOU 2012:16, 2012) bør ressursbruken til risikoreducerende tiltak synliggjøres og kunne sammenlignes på tvers av sektorer med tilsvarende risiko for tredjepart for å gi bedre prioriteringer.

Informasjonsgrunnlaget vi baserer våre vurderinger på, er innsikt fra de tidligere kapitler om sikkerhetsnivå innenfor damsektoren sammenlignet med andre sektorer, vurderinger fra NVEs forprosjektrapport og andre relevante rapporter, samt innsikt fra intervjuer.

I det videre oppsummeres hovedinnsiktene fra intervjuene, før vi gir våre vurderinger av egnet sikkerhetsmål, egnede sikkerhetsprinsipper og en hensiktsmessig utforming av formålsbeskrivelsen til damsikkerhetsforskriften.

5.2 Innsikt fra intervjuer

Intervjuer er gjennomført med dameiere, tilsynsmyndigheter, statsforvalter og andre eksperter på damsikkerhet (se kapittel 1.3). Intervjuene omhandlet temaene sikkerhetsmål, sikkerhetsprinsipper og ressursbruk². Samtidig var det rom for at informantene kunne ta opp andre tema som de mente var av betydning for videreutviklingen av damsikkerheten i Norge.

² Oppsummering av informantenes vurderinger av sikkerhetsnivå er gjort i kapittel 3.2.1.

Hovedinnsikten fra intervjuene er oppsummert under følgende tema:

- Bruk av risikovurderinger
- Balanse mellom konstruktiv sikkerhet, overvåking og beredskap
- Fleksibilitet i krav
- Nyansering i klassifisering
- Roller og ansvar
- Kompetansedeling og samarbeid

5.2.1 Bruk av risikovurderinger

Hovedbudskapet til flere av informantene er at bruk av risikovurderinger bør benyttes i større grad innenfor damsektoren. Som vi kommer tilbake til er det vurderinger som går på at kravene til konstruktiv sikkerhet er for rigide, og at NVE ved å pålegge krav basert på konsekvenser ved brudd, og ikke sannsynlighet for brudd, pålegger tiltak som koster mye uten å lede til merkbare forbedringer av sikkerhet. Hvis risikovurderinger hadde blitt brukt som grunnlag for klassifisering og tiltaksvurdering, mener disse informantene at resultatet ville vært en mer effektiv ressursbruk.

Samtidig blir det av andre påpekt at det er krevende å regne på sannsynligheter for ulike bruddmekanismer, da datagrunnlaget er begrenset. Fra Norge er det begrenset med data på dambrudd og kalibrering av internasjonale data gir bare et omtrentlig bilde på risikoprofilen til det som i mange tilfeller er særnorske damkonstruksjoner. Noen peker også på at sannsynlighetsvurderingene ofte ikke baserer seg på kvantitative data, men på skjønnsmessige vurderinger. Videre blir det påpekt at stor usikkerhet/dårlig kvalitet på datagrunnlag gjør at beregninger får et stort usikkerhetsspenn, og at dameiers antakelser og skjønn som legges til grunn kan ha stort utslag på resultatene. I tillegg kan det være krevende for NVE å forstå underlaget for risikoanalysene og hvordan usikkerheten påvirker resultatene.

Også de som ønsker økt bruk av risikoanalyser virker å være klar over usikkerheten knyttet til begrenset datagrunnlag og ulike metodevalg. Likevel mener de at dette ikke er grunn nok til å begrense bruken av risikoanalyser, og viser til hvordan det i andre sektorer har blitt arbeidet med å utvikle og videreutvikle metoder for å vurdere risiko. En annen fordel som trekkes frem gjennom økt bruk av risikovurderinger, er at dameier «tvinges» til å tenke gjennom alt som kan gå galt

med dammen. Selv om det kan være krevende å fastslå sannsynligheter for alle hendelser, kan analyseprosessen gjøre dameier kjent med risikofaktorer som ellers ville blitt oversett. En av dameierne trekker frem at dette var resultatet da de foretok en nærmere gjennomgang av dammer i lavere konsekvensklasser. Nettopp det at man gjennom risikoanalyser får et samlet bilde over risikopåvirkende faktorer ved dammen, gir dameier en bedre evne til å identifisere de mest risikoreduserende tiltakene, og tiltakene som er mest samfunnsøkonomisk lønnsomme.

5.2.2 Balanse mellom konstruktiv sikkerhet, overvåking og beredskap

Gjennom intervjuene virker det å være konsensus at fokuset på konstruktiv sikkerhet har vært viktig for å sikre at sikkerhetsnivået til norske dammer er høyt. Kravene til robuste konstruksjoner har skapt en høy minstestandard for sikkerheten ved norske dammer, og innebærer at dammene står, selv når «alt annet» går galt. Dette gjelder mer eller mindre uavhengig av dameieres ressurser og kompetanse. Som en av informantene påpeker, har det en verdi for befolkningen å vite at dammene er trygge, uavhengig av hvem som eier dem.

Samtidig er det flere som peker på at et for ensidig fokus på konstruktiv sikkerhet kan ha gått på bekostning av overvåking og spesielt beredskap, og at rigide standardkrav kan gi en falsk sikkerhet. Et innspill fra intervjuene har vært at det ikke bør være en fast vektning mellom de tre pilarene, men at det riktige vil være å tilpasse ut ifra dammens egenskaper og risikobilde (jamfør diskusjon om bruk av risikovurderinger). I stedet for å bygge sikre dammer litt sikrere, kan det være mer effektivt å forbedre overvåkingen av dammen gjennom å ansette flere personer eller ta i bruk flere sensorer. Dameiere peker blant annet på muligheten for å ta i bruk ny teknologi, mer instrumentering (poretrykkmålere, seismiske sensorer mv.) og økt bruk av varslingsystemer. Slike løsninger blir stadig rimeligere og kan forkorte tiden fra feil oppstår, til de blir detektert og til tiltak iverksettes. Dette kan være særlig effektive tiltak for dammer hvor tilsyn og inspeksjon er krevende – f.eks. dammer med høy driftskompleksitet, utilgjengelig beliggenhet eller vinterforhold som gjør inspeksjoner vanskelige.

Beredskap blir av flere pekt på som et område som bør forbedres. Selv om sannsynligheten for dambrudd er ekstremt lav, må konsekvensene kunne håndteres. Dagens beredskapsplaner oppleves å variere i kvalitet, og det kan være krevende å evakuere befolkningen raskt nok under en ekstremflom eller dambrudd. Koordinering og samvirke med politi, kommuner og Statsforvalter er

avgjørende. Flere informanter mener det må legges mer vekt på at beredskapsplaner er realistiske, inkluderer alle berørte aktører og at det øves regelmessig med relevante samvirkeaktører.

Samtidig mener en informant at godt beredskapsarbeid vanskeliggjøres av manglende underlagsdata (eksempelvis risikoanalyser som identifiserer og beskriver mulige hendelsesforløp). Noen peker på at det hender at beredskapsplaner blir nedprioritert. NVE opplever også at de gjennom tilsyn finner flest avvik knyttet til kravene til overvåking og beredskap og drift.

5.2.3 Fleksibilitet i krav

Selv om det er enighet om at damsikkerhetsforskriften understøtter et høyt sikkerhetsnivå innenfor damsektoren, er det ulike oppfatninger om nødvendigheten og muligheten til å kunne fravike kravene til konstruktiv sikkerhet som NVE pålegger.

Det er særlig større dameiere og eksperter på damsikkerhet som mener at kravene i forskriften er for rigide og ikke nødvendigvis fører til de tiltakene som gir mest risikoreduksjon per krone investert. Enkelte aktører mener at detaljerte krav bør fjernes helt fra forskriften. Flere mener et funksjonsbasert regelverk, supplert med veiledere som beskriver preaksepterte løsninger, er mest hensiktsmessig. Samtidig påpeker én informant at det kan være krevende å utforme slike preaksepterte løsninger som treffer alle damtyper og lokale forhold. Videre mener flere informanter at det i større grad bør åpnes for andre løsninger enn de preaksepterte, om det kan dokumenteres at disse vil gi samme eller bedre sikkerhetsnivå.

Det er flere som trekker frem prosesser etter reklassifisering av dammer som eksempler på når ulønnsomme tiltak blir pålagt. Om en dam får en høyere konsekvensklasse, kan det pålegges omfattende konstruktive tiltak, og flere informanter viser til eksempler der mer målrettet overvåking eller beredskap kunne gitt større sikkerhetsgevinst til lavere kostnad, enn pålagte konstruktive tiltak. Konkrete eksempler på dette er:

- **Overløpsdammer av steinfylling:** Noen steinfyllingsdammer er utformet slik at vann kan renne kontrollert over en betongseksjon (uten luker). Selv om det er stor klaring mellom normalvannstand og dimensjonerende flom, og reell overtopping er høyst usannsynlig, stilles det likevel krav om erosjonssikring med stein på nedstrøms side. Dette har i visse tilfeller medført store investeringer uten merkbar økning i sikkerheten ifølge en av våre informanter.

- **Platedammer:** Platedammer har i noen tilfeller fått krav om full ombygging til fyllingsdam. En dameier peker på at forsterkning av eksisterende konstruksjon kunne gitt tilstrekkelig sikkerhet, og en ombygging medfører store kostnader.

Blant små og mellomstore dameiere er det imidlertid flere av informantene som ikke ser behovet for økt fleksibilitet. Som vist i kapittel 2.5 har NVE også i dag adgang til å fravike kravene, og disse informantene opplever at disse unntaksbestemmelsene gir tilstrekkelig fleksibilitet. Noen peker på at NVE har gitt god veiledning i disse prosessene og også på eget initiativ gjort vurderinger av grunnlag for dispensasjon fra krav der de har ment at investeringene ikke vil være rasjonelle å gjennomføre for dameier.

5.2.4 Nyansering i klassifisering

Jevnt over mener informantene at en form for klassifisering av dammer basert på konsekvensgrad er et hensiktsmessig utgangspunkt for vurdering av hvilke krav som skal stilles til sikkerhet. Det blir imidlertid stilt spørsmål ved om fire klasser gir tilstrekkelige nyanser. Med fire klasser kan dammer med svært ulikt skadepotensial ende i samme kategori. Ressurser kan dermed spres for bredt, i stedet for å konsentreres om dammene med aller størst konsekvens ved brudd. Noen foreslår å dele opp klasse 4 eller innføre en særkategori for anlegg med særskilt potensiale for nasjonale katastrofer.

Flesteparten av informantene mener det er viktig og riktig å dele opp klassifiseringen etter konsekvens, men det er også flere som stiller spørsmål ved måten NVE beregner konsekvens. Som redegjort for i kapittel 2.6 har NVE i utgangspunktet en konservativ tilnærming til grunn når de setter konsekvensklasse. Opplevelsen til flere av informantene vi har snakket med er at dette gjør at det ikke trekkes et skille mellom hvorvidt et hus får vann i hagen eller rives av grunnmuren. De samme informantene etterlyser mer nyanserte vurderinger og viser til at det for enkelte damtyper, særlig store fyllingsdammer, vil være svært vanskelig å gå til brudd, mens for andre dammer er det flere mekanismer som kan føre til rask svikt.

Samtidig nevnes det, som også vist i kapittel 2.6, at det er rom for å gjøre mer detaljerte analyser – som gir et mer nyansert bilde på sannsynlig skadepotensiale, og som kan inngå i dokumentasjon ved klassifisering av dammer. Enkelte informanter forteller at de har gjennomført slike analyser og at disse har gitt grunnlag for tilpasninger ved klassifisering fra NVE. De fleste informantene nevner ikke denne muligheten. Dette

kan indikere at det er ulik kjennskap til muligheten for å legge denne type vurderinger til grunn for klassifisering av dammen. Eventuelt at eksterne konsulenter som i mange tilfeller utarbeider underlag til klassifisering, har som praksis å velge en konservativ tilnærming. Intervjuene indikerer også at det kan være ulik praksis blant saksbehandlere på ulike regionskontorer i NVE.

5.2.5 Roller og ansvar

Et sentralt prinsipp innenfor damsikkerhet er ansvarsprinsippet, som sier at det er dameier som har ansvar for sikkerheten (se kapittel 2.5.2) Prinsippet er godt forankret, men flere informanter peker på behovet for å styrke kompetansekravene til eierne. Forslag inkluderer krav om kompetanseplaner for VTA og uavhengig kvalitetssikring av kritiske beslutninger. Videre er det informanter som tar til orde for en rolleavklaring. Det vises både til eksempler hvor det er uklart hvem som eier en dam, samt eksempler hvor det er uklart hvem som egentlig er ansvarlig når det er en kommune som står som eier av en dam.

Det er også flere som har kommentert rollen til VTA-ene, og utfordringer med rekruttering. Flere får fritak fra krav om fast ansettelse og kan leies inn på deltid. Markedet er imidlertid dimensjonert for normalsituasjon, ikke i en flomsituasjon når alle trenger VTA. Enkelte VTA-er har ansvar for svært mange dammer og det er ikke klart hvordan VTA-er med ansvar for flere dammer skal prioritere sin innsats i en krise. Bedre samordning, felles VTA-pooler eller ordninger for gjensidig bistand ble foreslått som mulige løsninger på VTA-utfordringene. Det ble også trukket frem at retningslinjene til forskriften bør oppdateres, da de er gamle, utdaterte og stiller for høye krav til VTA. En informant mener at retningslinjene har for detaljerte krav som overgår forskriftens intensjon.

5.2.6 Kompetansedeling og samarbeid

Fra intervjuene kommer det frem ulike vurderinger av kompetansenivå, -deling og samarbeid innenfor damsektoren. Det blir hevdet at særlig små aktører kan mangle både ressurser og kompetanse. Ofte har VTA-er en portefølje av mindre selskaper som hen jobber for, og en av informantene hevder VTA-er har sluttet som følge av uforsvarlig lavt kompetansenivå hos aktører.

Samtidig oppleves det at det er god kompetansedeling og kommunikasjon på tvers av bransjen når noe skjer. VTA-forum blir trukket frem som et godt samarbeidsforum for VTA-er. Prosjektet *Damsikkerhet i et helhetlig perspektiv* blir trukket frem som et bra tiltak for å etablere en «beste praksis» og ta i bruk ny kunnskap om damsikkerhet.

Samtidig er det enkelte som peker på at både akademien og bransjen i for liten grad involveres i utvikling av standarder og veiledere, selv om de ofte er premissleverandører for metodeutvikling og beste praksis. Generelt har ulike aktører ulike opplevelser av NVEs vilje til samarbeid. Slik vi tolker informasjon fra intervjuene virker det som om mindre aktører med mindre kompetanse opplever å få god hjelp av NVE og gehør for sine innsigelser og søknad om unntak. Store dameiere opplever på den andre siden at NVE er mer rigide. Flere peker imidlertid på at NVE trenger mer ressurser og refererer til lang saksbehandlingstid. Det trekkes også frem en usikkerhet knyttet til hvorvidt NVE besitter tilstrekkelige ressurser og kapasitet til å utvikle den nødvendige kompetansen. Dette anses som nødvendig for at ønskene om et mer funksjonsbasert regelverk og økt bruk av risikoanalyser skal kunne realiseres.

5.3 Vurdering av egnet sikkerhetsmål

Det foreligger ingen eksplisitte sikkerhetsmål for norsk damsikkerhet, men implisitt er målet at dambrudd ikke skal forekomme. Som redegjørt for innledningsvis vurderer vi at et sikkerhetsmål for norske dammer bør legges til rette for effektiv bruk av ressurser, og flere av våre informanter har tatt til orde for at dagens praksis leder til ineffektiv ressursbruk.

Et alternativ for å fremme en mer effektiv ressursbruk kunne være å ha som mål å investere i sikkerhet inntil samfunnets nytte av den økte sikkerheten tilsvarte kostnadene ved tiltaket. Et slikt mål vil imidlertid være krevende å implementere i praksis. Årsaken er at det er vanskelig å vurdere sannsynligheten for dambrudd, og dermed hvilken nytte investering faktisk gir. Utfordringen med å vurdere sannsynlighet gjelder ikke bare for damsektoren, men for andre sektorer med stort katastrofepotensial, men lave sannsynligheter for at katastrofen skal inntreffe.

I samfunnsøkonomiske analyser av situasjoner med mulig katastrofepotensial og en antatt ikke-neglisjerbar sannsynlighet for katastrofe, påpekes det i NOU 2012:16 Samfunnsøkonomiske analyser kapittel 8.6 (2012) at standard analysemetode vil kunne undervurdere, kanskje i betydelig grad, kostnaden knyttet til at samfunnet utsettes for en ukjent grad av katastroferisiko. Og videre at «Tradisjonelle nytte-kostnadsanalyser vil da ikke være egnet til å beregne et optimalt sikkerhetsnivå.» (NOU 2012:16, 2012).

Vår anbefaling er at det fastsettes et konkret sikkerhetsmål for norske dammer, og at dette ledsages av standarder/veiledere for hvordan målet kan nås. Videre i dette delkapitlet gis en nærmere begrunnelse for hvorfor vi anbefaler et konkret sikkerhetsmål, hvilke implikasjoner dette kan få, samt hva vi vurderer kan være et egnet mål. Hvilke prinsipper som bør legges til grunn for å nå målsettingen drøftes i kapittel 5.4.

5.3.1 Hvorfor et konkret sikkerhetsmål for norske dammer?

NOU 2012:16 anbefaler ikke en standard samfunnsøkonomisk analysemetode som grunnlag for vurdering av tiltak innenfor sektorer med mulig katastrofepotensial og en antatt ikke-neglisjerbar sannsynlighet for katastrofe, men at beslutninger bør forankres i en eksplisitt «sikker minimumsstandard»/føre-var-tenkning. NOU-en fremhever likevel at samfunnsøkonomiske analyser bør brukes til å synliggjøre hvor store ressurser som, implisitt eller eksplisitt, brukes til risikoreduksjon i ulike sektorer (NOU 2012:16, 2012) kap. 8.6. Hensikten er å styrke grunnlaget for beslutninger om en fornuftig ressursallokering.

I lys av prinsippene gitt i NOU 2012:16, mener vi det vil være hensiktsmessig å fastsette et konkret sikkerhetsmål for damsektoren. Et konkret sikkerhetsmål som gir både bransje og myndigheter en felles referanseramme for vurderinger og prioriteringer vil etter vår vurdering kunne lede til mer effektiv ressursbruk. Både innad i damsektoren, men også på tvers av sektorer.

Ulempen er at et konkret sikkerhetsmål kan skape en falsk trygghet og potensielt undergrave føre-var-prinsippet som ligger til grunn for norsk damsikkerhet. Innføringen av et konkret sikkerhetsmål endrer ikke det faktum at å anslå sannsynligheten for et dambrudd, samt hvilken reduksjon i sannsynlighet et gitt tiltak kan gi, er svært krevende.

Det konkrete sikkerhetsmålet anbefales derfor ledsaget av standarder eller veiledere for hvordan dammer i ulike konsekvensklasser skal bygges og vedlikeholdes for å oppnå målet. De eksplisitte konstruksjonsmessige standardene – dokumentert gjennom deterministiske analyser – bør fortsatt utgjøre grunnmuren (se kapittel 5.4.1) I tillegg bør det finnes tydelige krav og/eller veiledning for operasjonell sikkerhet og beredskap (rutiner, instrumentering, trening og øvelser). Standardene kan fungere som preaksepterte løsninger, mens risikovurderinger eller deterministiske analyser kan benyttes for å dokumentere og få godkjent velbegrunnede alternativer der det er faglig forsvarlig.

Alternativt kan standardene brukes mer veiledende: de angir tiltak som normalt vil oppfylle forskriftens formål og sikkerhetsmål, mens risikovurderinger gir rom for tilpasning når lokale forhold tilsier det. Slik kombineres forutsigbarhet og høyt minstenivå for sikkerhet med fleksibilitet der det gir reell sikkerhets- og ressursgevinst. Dameiere med begrensede ressurser vil da fortsatt ha en «oppskrift» på hvordan å sikre en trygg dam gjennom konstruktiv sikkerhet.

Innføringen av et konkret sikkerhetsmål vil ikke medføre store endringer fra dagens regelverk. Forskjellen er at det i større grad enn med dagens regelverk vil legges til rette for diskusjoner om forholdet mellom nytten og kostnaden ved ulike sikringstiltak gjennom bruk av risikoanalyser. Som redegjort for i det videre er det dette som vil kunne lede til mer effektiv bruk av samfunnets ressurser.

5.3.2 Implikasjoner av et konkret sikkerhetsmål

Et viktig bakteppe for vår anbefaling om et konkret sikkerhetsmål, er flere informanternes påstander om at det innenfor damsektoren investeres store beløp i sikringstiltak, som gir en svært begrenset effekt på sikkerhet. Om dette er tilfellet tar vi ikke stilling til, men gjennom å stille et konkret sikkerhetsmål åpnes det i større grad enn i dag for diskusjoner om forholdsmessigheten til tiltakene, noe som igjen kan lede til mer målrettede/effektive investeringer.

Risikovurderinger vil i tilfelle få en større plass, og det er en utvikling som vi mener bør ønskes velkommen. Brukt på riktig måte kan risiko-vurderinger bidra til å skape bedre balanse mellom konstruktive, operasjonelle og beredskapsmessige tiltak, og sikre at løsningene tilpasses det enkelte anleggets særtrekk og sannsynlige brudd-mekanismer.

Som beskrevet i kapittel 3.2 er det flere dameiere som allerede gjør risikovurderinger av sine anlegg. De finner til dels store forskjeller i risikoen for brudd. Økt bruk av risikoanalyser vil dermed kunne redusere faren for at store summer brukes på tiltak med liten faktisk effekt, samtidig som det sikrer at kritiske svakheter fanges opp og utbedres.

Samtidig er det viktig å påpeke at et eksplisitt sikkerhetsmål og en mulighet for å utfordre tiltak gjennom bruk av risikovurderinger ikke er ensbetydende med svekket sikkerhet. NVE uttrykker skepsis til kvaliteten på enkelte risikoanalyser. Norge har imidlertid sterke fagmiljøer som kan gjennomføre robuste risikoanalyser av dammer. De største dameierne har egne, kompetente miljøer innen damsikkerhet og gjennomfører jevnlig analyser i samarbeid med

eksterne eksperter for å prioritere riktige tiltak på sine anlegg. Flere av disse miljøene har også internasjonal virksomhet/erfaring og god kjennskap til standarder, forskning og beste praksis globalt. Videre vil NVE fortsatt ha myndighet til å si «nei» dersom dameierens beregninger ikke er av tilstrekkelig kvalitet. Innen luftfart og petroleum brukes eksempelvis risikoanalyser som supplement, men aldri som erstatning for det som i regelverket er angitt som absolutte minimumsbarrierer. Innen bygg og anlegg og veg kan det søkes om fravik fra regelverk/preaksepterte løsninger, men det er opp til myndighetene å innvilge et eventuelt fravik hvis begrunnelsen, og risikovurderingene, er gode nok.

Vi har ikke gått nærmere inn på hvilke kvalitetskrav som bør stilles til risikoanalyser, men dette er noe vi anbefaler NVE å arbeide videre med. Eksempelvis bør det vurderes om NVE skal kreve at risikoanalyser skal følge etablerte standarder som *NS 5814 Krav til risikovurderinger* eller tilsvarende ISO-standarder. NVE kan videre vurdere å etablere en ordning for godkjenning av leverandører av risikoanalyser, på linje med dagens VTA-godkjenning eller for eksempel Kystverkets ordning med godkjenning av RSO-er (Recognized Security Organizations) for å kunne utarbeide risikoanalyser for havnesikring i maritim sektor. Dette kan bidra til å sikre kompetanse og kvalitet, samtidig som det gir eiere trygghet på at analysene holder faglig mål.

NVE bør også vurdere å utarbeide retningslinjer som tydelig angir når kvalitative vurderinger er tilstrekkelige, og når det kreves kvantitative analyser. Som et minimum bør historiske data og empiri alltid inngå der dette finnes tilgjengelig, også i kvalitative vurderinger. På denne måten kan man oppnå en balansert praksis som både er metodisk robust og proporsjonal, uten at det utvikles særnorske krav utover det å vise til eksisterende og anerkjente standarder. Behovet for mer utstrakt samarbeid med bransjen om utarbeidelse av veiledere og standarder diskuteres nærmere i kapittel 5.4.5.

5.3.3 Hva bør målet være?

Dersom det skal settes et konkret sikkerhetsmål, er spørsmålet hva målet skal være? Et sentralt aspekt som påvirker valg av sikkerhetsmål er hvem som eksponeres for risiko. Risiko for ansatte (f.eks. på et industrianlegg) vurderes ofte annerledes enn risiko for tilfeldige tredjepersoner, barn eller utsatte grupper i befolkningen. Flere sektorer, som transport, olje/gass og atomkraft, skiller eksplisitt mellom individuell risiko for arbeidere og risiko for allmennheten, og setter høyere sikkerhetsmål for sistnevnte.

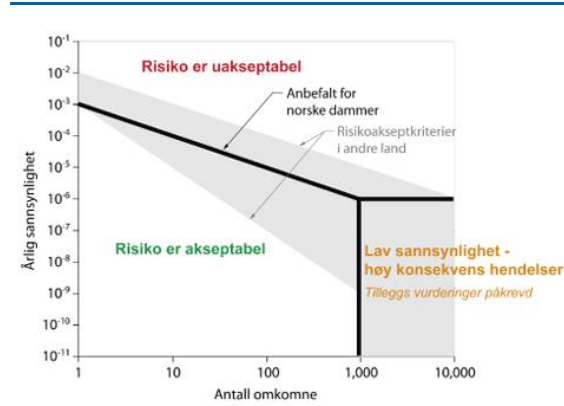
Når det gjelder damsikkerhet, bæres risikoen i stor grad av tredjepart nedstrøms som ikke har bevisst valgt å være i risikozonen. Dette taler for at sikkerhetsmål innenfor damsektoren bør være på nivå med sikkerhetsmål for skade på tredjepart i andre sektorer. Samfunnet må sikre at personer som ubevisst befinner seg nedstrøms en dam ikke utsettes for risiko som ville vært uakseptabel i andre sammenhenger.

Som redegjort for i kapittel 4, er det flere sektorer med katastrofepotensial som har eksplisitte sikkerhetsmål for risikoen tredjepart utsettes for. I luftfart, jernbane og atomberedskap ligger akseptkriterier for årlig sannsynlighet for dødelig ulykke gjerne i intervallet 10^{-5} – 10^{-7} per individ.

Innenfor damsikkerhet har sentrale aktører tatt til orde for mål som illustrert i Figur 5-1, med et mulig knekkpunkt på linjen der sikkerhetsnivå på under 10^{-4} aldri bør aksepteres. Vår vurdering er at dette, med noen små justeringer, vil kunne være egnede mål for norsk damsikkerhet.

Justeringen vi foreslår er å ikke åpne for sannsynligheter ned mot 10^{-3} , men å la 10^{-4} være et minimum. Dette vil formalisere nivåene som bransjen allerede arbeider mot, og ikke utløse behov for nye kostbare tiltak. Samtidig vil det tydeliggjøres at damsikkerhet skal ha et sikkerhetsnivå som er på linje med andre sektorer hvor tilfeldige tredjepersoner utsettes for risiko.

Figur 5-1: Anbefalt sikkerhetsmål for norske dammer



Kilde: Håndbok Risikovurdering for dammer i Norge (NGI, 2020)

Videre vurderer vi at sikkerhetsmål i damsektoren bør knyttes til faren for tap av liv og ikke dambrudd. Dambrudd er dessuten ikke eksplisitt definert i selve forskriftsteksten. Dambrudd beskrives kun indirekte / implisitt, blant annet i retningslinjene for dambruddsbølgeberegninger (DBBB). Risikoanalyse og sikkerhetsmål er avhengig av en eksplisitt definisjon av dambrudd, eksemplvis:

«en ukontrollert utslippssituasjon som følge av at en dam eller deler av en dam mister sin evne til å holde tilbake vannmassene den er dimensjonert for».

I ICOLD sin database over damhendelser (ICOLD Dam Incident Data Base) er det flere forsøk på å definere dambrudd, blant annet deles dambrudd inn i to kategorier, «failure» og «accident» (ICOLD, 2016):

- A failure is a catastrophic type of incident characterized by the sudden and uncontrolled release of impounded water.
- An accident is a lesser catastrophic type of incident defined by malfunction or abnormality outside the design assumptions and parameters which adversely affect a dam's primary function of impounding water. Such lesser degrees of incident can progressively lead to or heighten the risk of a catastrophic failure. They are, however, normally amenable to corrective action.

En annen definisjon (fra ICOLD Bulletin 99) definerer dambrudd («failure») som følger (ICOLD, 2019):

- ... a catastrophic incident characterised by:
- an uncontrolled release of impounded water;
 - and/or by a total loss of integrity of the dam structure, its foundation or abutments.

FEMA har en lignende definisjon (FEMA, 2012):

The term dam failure means that the dam is overtopped or fails to operate in the manner for which it was designed. This may include catastrophic failure whereby a breach would allow the dam's reservoir to suddenly drain. Failure may also refer to a dam's inability to operate correctly resulting in uncontrolled releases.

Disse definisjonene av dambrudd åpner for et bredt utfallsrom, som ikke nødvendigvis medfører fare for tap av liv. Et egnet sikkerhetsmål for damsikkerhet bør gjenspeile både det særegne ved damanlegg og beste praksis fra sammenlignbare bransjer. Formålet med sikkerhetsarbeidet ved damanlegg skal være å beskytte liv, helse, miljø og samfunns-kritiske verdier ved å sikre at risiko for dambrudd og uønskede hendelser holdes på et lavt og akseptabelt nivå gjennom hele anleggets levetid, og reduseres videre der det er rimelig.

5.4 Vurdering av egnede sikkerhetsprinsipper

Mens et sikkerhetsmål angir hvor trygt noe skal være, består sikkerhetsprinsippene av praktiske virkemidler og tekniske strategier for å sørge for at sikkerhetsmålet oppnås.

Norsk damsikkerhet hviler i dag på tre hovedpilarer – *konstruktiv sikkerhet* (bygge dammene robuste), *overvåking* (kontinuerlig tilsyn og instrumentering) og *beredskap* (planer og tiltak for å håndtere en hendelse dersom den likevel skulle inntreffe). Den konstruktive sikkerheten er tillagt størst vekt, og norske dammer er gjennomgående solid dimensjonert.

Det er etter vår vurdering hensiktsmessig å videreføre en regulering der den konstruktive sikkerheten har stor vekt. Samtidig vurderer vi at både overvåking og beredskap bør få økt oppmerksomhet. Videre, for å sikre en effektiv bruk av ressurser vurderer vi at det bør utvises større fleksibilitet i hvordan krav kan tilfredsstilles, at det åpner for mer nyanser i klassifiseringen av dammer, og at det legges til rette for mer samarbeid med bransjen. Til slutt anbefaler vi å vurdere innføringen av ALARP som et overordnet styringsprinsipp for norsk damsikkerhet. En nærmere beskrivelse av våre vurderinger gis i det videre.

5.4.1 Konstruktiv sikkerhet bør fremdeles være førende prinsipp

Dammer har lang levetid, og kan bli stående i mange tiår. I løpet av den tiden kan både eierskap til dammen, organisering og ansvarlig personell hos dameier og andre sentrale rammevilkår endre seg vesentlig, og opptil flere ganger. Høy konstruksjons-sikkerhet gjør dammen mindre sårbar for denne type endringer, og for svikt hos enkeltpersoner eller selskaper som kan føre til for eksempel mangelfull inspeksjon, vedlikehold eller beredskapsplaner. Dette vurderes å være særlig viktig i lys av at vi har et stort antall dameiere i Norge, med stor variasjon i tilgjengelig kapasitet og kompetanse, og der arbeidet med damsikkerhet hos noen kan være avhengig av enkeltpersoner.

Mange norske dammer er også lokalisert i fjellet, og i områder der det kan være krevende å komme til for inspeksjon og beredskapsøvelser deler av året og særlig vinterstid. Da er den konstruksjonsmessige sikkerheten en svært viktig bærebjelke. På sikt kan økt instrumentering og bruk av ny teknologi trolig bidra til en mer effektiv overvåking, også på vinterstid og under vanskelige forhold.

Sammenlignet med en del andre sektorer – som for eksempel luftfart eller jernbane, er også risikoen i

damsektoren i større grad knyttet til belastninger på selve konstruksjonen, enn til operasjonen av innretningene/anleggene. Dermed vil tiltak som gir en robust fysisk utforming av anleggene være særlig relevante, sett opp mot de risikoene man står overfor i sektoren.

5.4.2 Noe økt fokus på overvåking og beredskap

Selv om robuste konstruksjoner gir en iboende god sikkerhet, er også god overvåking og beredskap viktig for sikkerheten ved norske damanlegg. Dårlig vedlikehold er en viktig risikofaktor som øker sannsynligheten for dambrudd. Sprekkdannelse, lekkasjer eller andre tegn til forringelse av konstruksjonen vil imidlertid ofte kunne fanges opp lenge før det er reell risiko for dambrudd, gjennom fysisk inspeksjon og andre former for overvåking av dammen. Enkelte dammer har også en viss drifts-kompleksitet (f.eks. lukedammer), der operasjonelle sikkerhetstiltak kan være viktig for å redusere risiko for uønskede hendelser som følge av feilfunksjon eller menneskelig svikt. Videre kan gode beredskapsplaner som blant annet inkluderer planer for varsling og evakuering redusere konsekvensene av et dambrudd dersom dette likevel skulle skje.

Basert på samtalen med dameiere og med NVE, er vår forståelse at tiltak for overvåking og beredskap kan ha fått for lite fokus i forhold til tiltak for konstruktiv sikkerhet, og at det kan ligge et visst potensial for økt sikkerhet og/eller mer effektiv ressursbruk dersom slike tiltak vurderes og benyttes i større grad. En mulig årsak til dette kan være at de konstruksjonsmessige kravene er detaljerte og enkelt kontrollerbare, mens kravene til overvåking og beredskap er noe mer funksjonelle og åpne for tolkning og skjønnsmessige vurderinger. Videre kan en lang historikk med fokus på konstruktive krav og begrenset bruk av instrumentering, igjen ha ført til lite dokumentasjon av dammenes faktiske oppførsel over tid. Dette kan skape en ubalanse i vektningen av ulike tiltakstyper, der dameierne først prioriterer å gjennomføre tiltak som bidrar til overholdelse av konkrete konstruksjonsmessige krav gitt av forskrifter og veiledere, foran tiltak som kan bedre sikkerhet gjennom overvåking og beredskap, men som ikke er eksplisitt påkrevd gjennom reguleringen. Andre årsaker kan være at overvåking og beredskap krever en mer kontinuerlig innsats i sikkerhetsarbeidet, sett i forhold til konstruktiv sikkerhet som bygges inn på investeringstidspunktet. Dette kan være særlig krevende for mindre organisasjoner med begrensede ressurser til å drive et kontinuerlig arbeid med damsikkerhet.

Når det også historisk har vært stilt svært høye krav til konstruktiv sikkerhet, reduseres også nytten og nødvendigheten av tiltak for å bedre overvåking og beredskap, da sannsynligheten for dambrudd vil være svært lav. En regulering som i svært stor grad vektlegger én form for sikkerhetstiltak (konstruktiv), vil altså i praksis kunne redusere aktørens insentiver og verdi av å utforske potensialet og investere i alternative tiltak (overvåking og beredskap), selv om disse tiltakene i utgangspunktet kunne være mer effektive å gjennomføre.

I et samfunnsøkonomisk perspektiv er det ønskelig at de mest effektive sikkerhetstiltakene gjennomføres, uavhengig av om dette innebærer å bygge mer robuste konstruksjoner, investere i bedre overvåking eller øke beredskapsarbeidet. Samtidig forventer vi at det i damsektoren vil være effektivt å basere sikkerheten særlig på god konstruktiv sikkerhet, jf. diskusjonen i forrige avsnitt.

I det videre vil vi drøfte behovet for å videreføre konkrete konstruksjonsmessige standarder som en viktig bidragsyter til sikkerheten i sektoren. Vi mener dette kan være hensiktsmessig, samtidig kommer vi med anbefalinger til en viss oppmykning av dagens regulering og forvaltningspraksis for å i større grad åpne for alternative tiltak for å oppnå det fastsatte sikkerhetsmålet.

5.4.3 Beholde konstruksjonsmessige krav, men øke fleksibilitet

De detaljerte konstruksjonskravene som ligger i dagens forskrift og forvaltningspraksis har hatt en viktig rolle for sikkerheten i norsk damsektor. Disse har gitt et gjennomgående høyt minimumsnivå for

sikkerheten, på tvers av ulike typer dammer og dameiere og uavhengig av dameiers organisering, kompetanse og ressursituasjon. Det har også gitt dameiere god veiledning i hvilke sikringstiltak som normalt vil være nødvendige og effektive for å oppnå ønsket sikkerhetsnivå og unngå skade på mennesker, miljø og eiendom som følge av dambrudd. Dette har vært særlig viktig for dameiere som selv har mindre ressurser og kompetanse til å vurdere behovet for tiltak.

En iboende utfordring med å stille denne type tekniske krav, er nettopp at disse er standardiserte – og i sin natur ikke skreddersydd for den enkelte dam. Selv om kravene er differensiert mellom ulike typer dammer og innenfor ulike konsekvensklasser, vil ikke disse fullt ut hensynta alle særegenheter ved ulike dammer og dens omgivelser. Dermed vil ikke standardene nødvendigvis angi de mest effektive sikkerhetstiltakene for hver enkelt dam, og i hver enkelt situasjon. Jo større forskjeller det er på dammer innenfor hver type og konsekvensklasse, og jo mer forskjellige situasjoner hvor de samme kravene benyttes, jo større er sannsynligheten for at de standardiserte kravene ikke er treffende.

Basert på denne intuisjonen, og også innsikten fra intervjuer med dameiere og akademika, forventer vi at etterlevelse av de standardiserte kravene leder til at det i enkelte tilfeller gjennomføres ineffektive investeringer – i den forstand at andre tiltak kunne økt sikkerheten mer, eller gitt samme sikkerhet med mindre ressursbruk. Det kan også være tilfeller der det gjennomføres investeringer som har svært liten risikoreduerende effekt, eller på dammer som allerede har et svært høyt sikkerhetsnivå. Dette underbygges også av funn i Oslo Economics (2019) der det ble gjort beregninger av kostnader og nytte

Tabell 1-1 Sammenheng prissatte virkninger for dammene i utredningen, tall i MNOK

	Skidvann	Kleiveland	Hafstad	Volna II	Askjeldalsvatn	Skarsfoss
Konsekvensklasse	2	2	2	3	3	4
Kostnad sikringstiltak	8,4	4,5	16,2	47,2	55,5	208,7
Samf.øk. kostnader ved dambrudd	72,5	59,9	139,8	471,5	1579,5	1180,0
Kostnader dameier	55,0	30,0	56,5	293,5	515,3	406,7
Kostnader nedstrøms	17,5	29,9	83,3	227,3	1064,2	773,3
Break-even nivå for lønnsomhet (reduksjon i bruddsannsynlighet)	1/239	1/369	1/239	1/306	1/789	1/157

Kilde: Oslo Economics (2018)

I Oslo Economics' rapport *Samfunnsøkonomisk analyse av tiltak for sikring mot dambrudd* (Oslo Economics, 2018) ble det beregnet hvilken bruddsannsynlighetsreduksjon som måtte oppnås for at gjennomførte tiltak ved seks dammer skulle være samfunnsøkonomisk lønnsomme.

Med dagens kunnskap vurderer vi at flere av tiltakene neppe kunne levere den nødvendige reduksjonen i sannsynlighet, og at de dermed fremstår som samfunnsøkonomisk ulønnsomme.

For eksempel var tiltaket ved Askjeldalsvatn kun lønnsomt dersom dammen uten tiltak hadde en forventet bruddfrekvens på om lag én gang per 789 år ($\approx 1,3 \times 10^{-3}$ per år) – et nivå som trolig ligger vesentlig høyere enn realistisk bruddsannsynlighet for norske dammer.

ved seks ulike dammer som hadde gjennomgått større revisjoner (se boks 5-1).

Der utfordringen med detaljerte konstruksjonskrav synes å være størst, er nettopp når nye krav inntreffer til bruk på eksisterende dammer (jf. kapittel 5.2.3). Forskriften skiller i dag lite mellom nye og gamle anlegg – i prinsippet skal alle oppfylle gjeldende standard. Dette gir en form for «tilbakevirkende kraft», hvor eldre dammer, som en gang ble bygget etter datidens krav, i ettertid må oppgraderes til et nytt og strengere nivå. Dette kan skje enten fordi kravene er blitt strammet inn siden seneste revisjon av dammen, eller fordi det har skjedd utvikling av bebyggelse nedenfor dammen i en slik grad at dammen endrer klassifisering. I praksis kan dette bety behov for omfattende rehabiliteringer eller nybygging.

At kravene gradvis har blitt strengere, har gode grunner: klimaendringer, mer ekstremvær og flom, bedre kunnskapsgrunnlag og økt risikobevisthet i samfunnet. Samtidig er det ofte enklere og billigere å bygge nye dammer etter nye krav enn å tilpasse eldre anlegg. Det kan være grunn til å stille spørsmål ved hensiktsmessigheten av at samme krav anvendes på alle dammer, uavhengig av faktisk tilstand og driftserfaring. Særlig sett i lys av at risikoen for teknisk svikt på en dam gjerne følger en "badekarkurve": høyere ved første gangs fylling, lav og stabil i midtre livsfase (gitt godt vedlikehold), og gradvis økende i sen fase når aldring og slitasje slår inn. Eldre dammer med lang driftshistorikk uten avvik har ofte vist seg svært robuste. Da kan det fremstå lite effektivt å kreve omfattende oppgraderinger for å møte dagens detaljerte konstruksjonskrav, dersom den reelle risikoen er lav.

Forskriften inneholder en generell dispensasjons-hjemmel som i utgangspunktet skal kunne fange opp disse tilfellene, og forhindre gjennomføring av investeringer som ikke er samfunnsmessig rasjonelle. NVE kan ved enkeltvedtak fravike bestemmelser i forskriften (jf. § 8-2). Dispensasjon kan kun gis der det er forsvarlig ut fra en sikkerhetsmessig vurdering. De kan også pålegge strengere krav i enkelttilfeller, men ikke utover de strengeste sikkerhetsbestemmelsene i forskriften. I veileder om klassifisering av dammer fra 2014, står det også eksplisitt at det kan søkes dispensasjon fra tekniske krav dersom det medfører urimelige krav for deler av dammen med mindre bruddkonsekvenser etter § 8-2.

Dameierne har imidlertid ulike erfaringer i møte med NVE og det er for flere uklart i hvilken grad alternative, likeverdige løsninger kan godkjennes når de gir samme eller bedre sikkerhet enn føringene som gis i forskrift og veiledere. Noen

dameiere mener de får gehør fra NVE så lenge de kan dokumentere at tiltak ikke er hensiktsmessig, mens andre opplever at praktiseringen av kravene er rigid, og at de er blitt påført kostbare investeringer som gir liten nytte for samfunnet. Det kan være flere årsaker til ulike oppfatninger blant dameierne. Ulik praktisering av regelverket mellom ulike regionkontorer og saksbehandlere i NVE kan være en mulig årsak. Andre mulige årsaker kan være variasjon i faktiske forhold ved dammen, eller varierende kvalitet på analyser fra dameiere, som gir NVE grunnlag for å komme til ulike konklusjoner om dispensasjon.

Sett i lys av det store antallet dameiere og variasjonen i deres kompetanse- og ressurstilgang, mener vi at det fremdeles vil være hensiktsmessig at det oppstilles konkrete tekniske krav til damkonstruksjonene. Det er fordeler og ulemper med å gjøre det i forskriften, men det kan for eksempel gjøres i form av preaksepterte løsninger i veiledere til forskriften. Samtidig anbefaler vi at regelverk og veiledning tydeliggjør at det finnes fleksibilitet og rom for rasjonelle tilpasninger, og at andre løsninger kan godkjennes når dameier dokumenterer at valgt løsning oppfyller forskriftens sikkerhetsmål eller gir likeverdig eller lavere risiko enn preakseptert løsning. Det kan også utarbeides veiledning til innholdet og kvalitet på de analysene som dokumenterer dette.

Ved revisjoner av eksisterende dammer der nye krav vil innebære omfattende investeringer, kan det være hensiktsmessig å innføre et krav til å vurdere forholdsmessighet av tiltakene, og om den risikoreduserende effekten som oppnås er tilstrekkelig stor til å forsvare tiltakene. Det bør også vurderes om andre og mindre kostbare tiltak er mer hensiktsmessige, for eksempel om mer overvåkning kan kompensere for den gjenværende risikoen.

Selv om konstruksjonsmessige krav gis i veiledere og i form av preaksepterte løsninger, vil disse fremdeles være førende for sikkerhetstiltakene som gjennomføres i damsektoren. Dameier har bevisbyrden ved å dokumentere at andre løsninger kan ha like god risikoreduserende effekt, eller at dammen allerede er innenfor forskriftens sikkerhetsmål. Dameiere som har lite interne ressurser, vil sannsynligvis i hovedsak lene seg på preaksepterte løsninger, med mindre de får andre råd av NVE. Dermed er det viktig at standardene er godt utformet, og at disse vedlikeholdes og oppdateres når ny kunnskap og ny teknologi tilgjengeliggjøres. For å utnytte den samlede kunnskapen i sektoren, anbefaler vi at NVE inkluderer bransjen i arbeid med utforming og oppdatering av tekniske standarder og

konstruksjonsmessige krav. Dette omtales nærmere i kapittel 5.4.5.

5.4.4 Beholde konsekvensklasser, med mer nyanserte vurderinger

I dagens forskrift står klassifiseringen av dammer sentralt, og konsekvensklassen dammen plasseres i fungerer som nøkkelen til hvilke krav dammen skal oppfylle. Jo større konsekvens ved dambrudd, jo strengere krav skal dammen oppfylle. Som drøftet i forrige avsnitt mener vi det fremdeles er behov for at reguleringen oppstiller standardiserte krav/ preaksepterte løsninger som oppfyller forskriftens sikkerhetsmål. Dermed er det også nødvendig med et klassifiseringssystem som kan brukes som grunnlag for differensiering av krav.

Vi mener det fremdeles er fornuftig å basere klassifiseringen av dammer på konsekvensvurderinger – dammens skadepotensiale ved et dambrudd. I tråd med forskriftens formål bør klassifiseringen ta utgangspunkt i vurderinger av dammens potensial for skade på mennesker, miljø og eiendom, slik den også gjør i dag.

Ettersom plasseringen i konsekvensklasse er svært avgjørende for hvilke krav dammen underlegges, er det viktig at klassifiseringen i størst mulig grad reflekterer det faktiske skadepotensialet til dammen. Sentralt i disse vurderingene i dag er antall berørte boenheter, der dette fungerer som et mål på sannsynlighet for tap av liv (og eiendom) ved dambrudd. Etter vår forståelse er det i dag ikke noe krav til å vurdere grad av påvirkning på de aktuelle boligene, og herunder ta hensyn til hastighet og høyde på vannet. I «Veileder for klassifisering av vassdragsanlegg» (NVE, 2014) så legger NVE til grunn at «... *boliger eller andre bygninger normalt regnes som berørt dersom vannstanden ved et brudd når inntil grunnmuren eller en vannstråle beregningsmessig når frem til bygningen.*». Dette tilsier at en bygning kan anses som berørt, selv om risikoen for tap av liv i et slikt tilfelle er lav.

NVEs veileder for klassifisering åpner imidlertid også for mer nyanserte vurderinger når datagrunnlaget er godt, modelleringen er solid og stedlige forhold tilsier det. Beregnede antall boenheter kan reduseres pga. blokkbebyggelse, lav vannstand og/eller lave vannhastigheter. Vår forståelse er at det er varierende i hvilken grad slike mer nyanserte metoder benyttes, og at dette kan avhenge både av saksbehandler hos NVE og av analysegrunnlaget som utarbeides av dameier/konsulent. Samtidig er metodikk for dambruddsbølgeberegninger og kartgrunnlag i

³ Behovet for dette kan imidlertid reduseres med en mer fleksibel praktisering av sikkerhetskravene.

dag bedre enn da forskriften kom, noe som gir grunnlag for å gjøre mer treffsikre vurderinger av skadepotensiale.

Etter vår vurdering vil mer nyanserte analyser som tar hensyn til forventet omfang av skade på berørte boliger, andre bygg og kritisk infrastruktur, sannsynligvis bidra til en mer treffsikker klassifisering av dammer som i større grad reflekterer sannsynlighet for tap av liv og andre verdier som man ønsker å beskytte. Praksisen for gjennomføring av slike konsekvensanalyser bør derfor formaliseres, slik at like saker behandles mest mulig likt. Det kan være hensiktsmessig å oppdatere/utarbeide veiledere eller maler som spesifiserer hva som skal vurderes og hvordan dette skal dokumenteres (f.eks. beregnet vannstand og strømhastighet, ankomsttid for flombølgen, mulighet for varsling og evakuering).

Et relatert spørsmål er om inndelingen i fire konsekvensklasser er for grov, dersom dammer med svært ulikt skadepotensiale havner i samme klasse og underlegges samme sikkerhetskrav.³ Flere informanter foreslår å innføre en egen konsekvensklasse for dammer med de største konsekvensene for liv og kritisk infrastruktur. Dette for å tydeliggjøre hvilke dammer som har virkelig stort skadepotensiale og for å kunne stille strenge sikkerhetskrav til disse uten at det også innebærer like strenge krav til dammer i samme konsekvensklasse, men med betydelig mindre skadepotensiale. Dette kan gjøres ved å flytte mange av dammene i dagens konsekvensklasse 4 ned til konsekvensklasse 3, eller innføre en ny konsekvensklasse 5.

Vi har ikke gjort egne vurderinger av hvordan skadepotensialet varierer mellom dammer innenfor klasse 4. Dersom det er en gruppe dammer som skiller seg ut med tydelig høyere skadepotensiale enn de øvrige dammene kan det være hensiktsmessig å skille ut disse i en egen klasse for å kunne etablere mer treffsikre sikkerhetskrav, og unngå at ressurser spres for bredt. Dette er også i tråd med praksis fra andre høyrisiko-sektorer der man gjerne har en særkategori for anlegg med potensial for nasjonale katastrofer, og som skal ha et særskilt fokus.

5.4.5 Mer utstrakt samarbeid med bransjen om utarbeidelse av veiledere og standarder

Når reguleringen av damsikkerhet bygger på konkrete tekniske krav, stiller det samtidig høye krav til at disse er oppdaterte, kunnskapsbaserte og

legitime. Flere intervjuobjekter peker på at enkelte veiledere fremstår som utdaterte, og at dette kan svekke både etterlevelsen og tilliten til regelverket. Vårt inntrykk er også at forvaltningspraksisen på enkelte områder kan være oppdatert uten at dette nødvendigvis er dokumentert, og dermed kan avvike noe fra de krav som fremgår i forskrifter og veiledere

Det er sannsynligvis et behov for oppdatering av veiledere og regelverk slik at krav som stilles harmonerer med den forvaltningspraksis som føres. For å sikre at kravene holder et høyt faglig nivå og samtidig er praktisk anvendbare, bør NVE legge større vekt på systematisk samarbeid med bransjen i utvikling og revisjon av standarder og veiledere. De store dameierne, bransjeorganisasjoner og akademiske fagmiljøer besitter betydelig kompetanse som kan mobiliseres. Erfaringer fra intervjuene viser at det allerede eksisterer sterke fagmiljøer i Norge, samt en kultur for samarbeid og kunnskapsdeling – men at denne kompetansen i liten grad brukes aktivt inn i utviklingen av reguleringsrammeverket.

Slike samarbeid kan organiseres ad hoc eller organiseres gjennom faste fagfora som med representanter fra NVE, bransjen og akademia som møtes regelmessig, og blant annet kan diskutere:

- *Revisjoner av veiledere og standarder*
En kobling av regulatorens perspektiv med bransjens operative erfaringer og akademias forskningskompetanse kan bidra til kontinuerlig forbedring av standarder og sikre at ny kunnskap raskt blir implementert.
- *Revidere metodikk for konsekvensvurderinger*
Metodene for konsekvensvurderinger kan forbedres, blant annet ved å utnytte mer data fra dambruddbølgeberegninger og flomanalyser for å skille bedre mellom ulike typer skadepotensial (liv, miljø, infrastruktur).
- *Videreutvikle metodikk for risikovurderinger*
Bransjen har allerede utviklet veiledere, som NGIs «Risikovurdering for dammer», og flere selskaper har erfaring med slike analyser. Samtidig er det stor usikkerhet og utviklingspotensial knyttet til blant annet sannsynlighetsvurderinger og egnet datagrunnlag. Et nært samarbeid kan sikre at metodikken videreutvikles på en måte som er både faglig robust og praktisk anvendelig.
- *Forbedring av datagrunnlag*
Mange risiko- og konsekvensanalyser er avhengig av gode grunnlagsdata. Bransjen sitter på erfaringstall, driftserfaringer og overvåkingsdata som kan bidra til bedre kalibrering av modeller og mer realistiske vurderinger. En strukturert deling av data –

innenfor trygge rammer – kan gi et felles kunnskapsløft.

Flere aktører etterlyser en mer åpen og forutsigbar prosess for regelverksendringer. Endringer oppleves ofte som top-down, med begrenset involvering av bransje og fagmiljø før forslagene er «ferdig utformet». For et felt som preges av stor teknisk kompleksitet, betydelige investeringskostnader og meget lav aksept for feil, er gjensidig tillit og tett samordning mellom NVE og bransjen avgjørende for legitimitet og etterlevelse. En mer deltakende prosess vil kunne bidra til at kravene treffer reell risiko, redusere utilsiktede konsekvenser, og bidra til mer effektiv ressursbruk.

5.4.6 Vurdere innføring av ALARP som overordnet styringsprinsipp

En mulig videreutvikling av norsk damforvaltning er å innlemme ALARP-prinsippet som vurderingsverktøy ved analyse av sikkerhetstiltak – særlig der det er usikkerhet om krav er forholdsmessige mht. kostnader vs. risikoreduksjon. Sett fra et samfunnsøkonomisk perspektiv kan dette fremme effektiv ressursbruk. Implementering av et ALARP-prinsipp kan gjøres på flere måter, men overordnet vil det innebære at:

- For dammer som ligger under akseptabelt sikkerhetsnivå, skal tiltak alltid gjennomføres – uavhengig av kostnad. Ingen skal leve med uakseptabel risiko.
- For dammer som allerede oppfyller minstekravene, skal tiltak bare gjennomføres dersom de er rimelige og forholdsmessige, slik at ressursene ikke bindes opp i marginale forbedringer med lav samfunnsøkonomisk verdi.

Vurderinger av tiltakenes forholdsmessighet kan være særlig aktuelt i tilfeller hvor eksisterende dammer underlegges nye tekniske krav ved revisjoner, og hvor full oppgradering til dagens tekniske krav kan være kostbart og teknisk utfordrende. Det bør da gjøres vurderinger av om dammen er under eller over akseptabelt sikkerhetsnivå. Dersom dammen oppfyller minstekravene til sikkerhet, bør det gjøres en kostnyttevurdering av ytterligere tiltak, der kun lønnsomme tiltak bør gjennomføres.

Samtidig er ALARP et viktig prinsipp for å sikre kontinuerlig forbedring. Prinsippet innebærer at man alltid må vurdere om risiko kan reduseres ytterligere, og gir en systematisk ramme for innovasjon, læring og metodisk utvikling. Dette er særlig viktig i et langsiktig sikkerhetsperspektiv, der

både naturfare, teknologi og samfunnsforhold endrer seg.

Per i dag stiller ikke damsikkerhetsforskriften eksplisitt krav om kost/nytte-vurderinger av sikkerhetstiltak, men intervjuer med både store og små eiere tyder på at slike vurderinger ofte gjøres likevel. Større dameiere gjør risikovurderinger og bruker samfunnsøkonomiske betraktninger i sitt arbeid med å prioritere dammer som skal utbedres og hvilke tiltak som skal gjøres, men innenfor rammen av forskriften. Som beskrevet i kapittel 5.2.1 er det flere eiere som uttrykker frustrasjon over å bli pålagt kostbare tiltak med begrenset sikkerhetsgevinst.

Anvendelse av ALARP forutsetter klare risikoakseptkriterier og kapasitet hos aktørene til å utføre kvalitative og kvantitative risikovurderinger. For små dam-eiere kan dette være krevende, så det vil behøves tydelige retningslinjer og enkle verktøy for å vurdere og dokumentere hva som er «rimelig praktisk mulig». For dammer i lave konsekvensklasser kan vurderingen av dette baseres på enkle risikomatriser, mens mer detaljerte analyser bør kreves for de store og komplekse anleggene.

Samtidig må det understrekes at ALARP *ikke* tilsier at grunnleggende sikkerhetskrav skal kunne fravikes – prinsippet brukes først når et minimumsnivå av sikkerhet er oppfylt.

Dersom ALARP-prinsippet skal innføres i damsikkerhetsregelverket, må det avklares hvem som har mandat til å avgjøre hva som er "god nok" sikkerhet. I utgangspunktet vil forskriftens minstekrav representere et ufravikelig sikkerhetsnivå, slik vi kjenner fra andre sektorer. ALARP-prosessen skal da brukes for å vurdere ytterligere risikoreducerende tiltak utover dette nivået, og avveie om disse er forholdsmessige i lys av kostnader og nytte. Myndighetenes rolle blir å definere rammer og prinsipper for hvordan ALARP skal praktiseres, for eksempel gjennom krav til dokumentasjon, metodikk og akseptkriterier. Eier har på sin side ansvaret for å gjennomføre konkrete analyser og vise at relevante tiltak er vurdert – og eventuelt begrunne hvorfor tiltak ikke er gjennomført.

Dette vil kreve omfattende dokumentasjon og analyser for å vise at alternative tiltak er vurdert og at de rimelige tiltakene faktisk er gjennomført. Dette kan innebære gjentatte risikoanalyser, innhenting av mer detaljerte data, og økt bruk av eksterne eksperter. Administrative kostnader kan dermed bli betydelige, selv når den reelle risikoreduksjonen er liten.

Uten klare akseptkriterier kan ALARP føre til at det investeres mer i sikkerhet enn det som er samfunnsøkonomisk lønnsomt. Når ny teknologi eller metoder blir tilgjengelige, kan de etter hvert bli tolket som "rimelige" å ta i bruk, også i tilfeller der den faktiske nytten er marginal. I praksis kan dette utløse et stadig høyere ambisjonsnivå for dokumentasjon og tiltak, uten at det står i forhold til samfunnsnyttene. Det kan i tilfelle gjøre at damsektoren ender opp med et sikkerhetsnivå over nivået i andre sammenlignbare sektorer.

Når risiko anses *tolerabel*, men ikke *akseptabel*, kan det i teorien alltid finnes tiltak som reduserer risiko ytterligere. Uten klare grenser for hva som er «rimelig praktisk mulig», kan dette lede til en kontinuerlig jakt på nye tiltak, mer detaljerte analyser og stadig høyere administrative kostnader. Dette kan undergrave samfunnsøkonomisk effektivitet: investeringene som kreves gir marginal nytte, men med betydelige kostnader for eier og forvaltning.

En sentral utfordring er at vurderingen av hva som er "rimelig kostnad" i forhold til risikoreduksjon kan være skjønnspreget. Det kan oppstå interessekonflikter mellom myndigheter som ønsker et høyt sikkerhetsnivå, og eiere som opplever at kostnadene er uforholdsmessige i forhold til gevinsten. ALARP-forutsetter derfor både høy faglig kompetanse hos aktørene og forvaltningen og tydelige prosesser for kvalitetssikring av vurderingene. Samtidig må det være klart at ALARP ikke er en prosess for å demonstrere generelt regelverksetterlevelse eller kontinuerlig forbedring, men en risikoreduksjonsprosess som gjelder utover minstekravene. Dersom prinsippet ikke operasjonaliseres tydelig, er det fare for ulik praktisering og tvister om hva som faktisk er "sikkert nok". Erfaringer fra petroleumstilsynet og andre sektorer tilsier at det kan være hensiktsmessig at myndighetene gir veiledende kriterier, eksempler og metodiske føringer for slike avveininger, samtidig som beslutningsansvaret i siste instans forblir hos tilsynsmyndigheten.

For å unngå overinvesteringer og sikre at ALARP gir reell, samfunnsøkonomisk prioritering på tvers av sektorer, bør det fastsettes tydelige akseptkriterier som er harmonisert med praksis i andre sektorer. Når preaksepterte løsninger er oppfylt, bør dette som hovedregel anses som tilstrekkelig dokumentasjon på akseptabel risiko. Kravene til risikoanalyser kan tilpasses dammens størrelse og konsekvensklasse, og oppdateres kun ved vesentlige endringer. Ressursbruken bør vurderes i lys av hvor samfunnet får størst risikoreduksjon. Dersom dammer allerede har svært lav bruddrisiko, bør det ikke gjøres ytterligere kostbare tiltak. I et

samfunnsøkonomisk perspektiv vil det i slike tilfeller være bedre å bruke marginale midler på andre dammer, eller i andre sektorer – f.eks. til flomsikring, skredvern eller trafikkisikkerhet – der man forventer mer risikoreduksjon per krone investert.

En tillitsbasert dialog mellom myndigheter og bransje er avgjørende for å hindre unødvendig byråkrati og sikre at ALARP fungerer som et effektivt verktøy for kontinuerlig forbedring uten å gå på bekostning av samfunnsøkonomisk effektivitet.

5.5 Vurdering av formålsbestemmelsen

Til oppdraget ligger det å vurdere om forebygging, håndtering og begrensning av konsekvenser av damulykker bør inn i formålsbestemmelsen. I dagens formålsbestemmelse står det at *forskriften skal fremme sikkerhet ved vassdragsanlegg og forebygge skade på mennesker, miljø og eiendom* (§ 1-1). Bestemmelsen legger altså hovedvekten på forebygging, og omtaler ikke eksplisitt beredskap eller konsekvensbegrensning dersom en damulykke skulle inntreffe.

Damsikkerhetsforskriften har bestemmelser om overvåking og beredskap. Å synliggjøre beredskap og konsekvensbegrensning i formålet vil derfor i hovedsak være presiserende, ikke en materiell utvidelse av forskriften.

Flere regelverk i andre sektorer, som storulykkeforskriften og sivilbeskyttelsesloven, kombinerer mål om forebygging med mål om å begrense konsekvensene av uønskede hendelser. I formålsbeskrivelsen til storulykkeforskriften står det at *formålet med forskriften er å forebygge storulykker der farlige kjemikalier inngår og å begrense konsekvensene slike ulykker kan få for mennesker, miljø og materielle verdier* (Storulykkeforskriften, § 1).

Som redegjort for i tidligere kapitler, skjer forebygging innenfor damsektoren primært gjennom strenge krav til konstruktiv sikkerhet. Dersom forskriften og forvaltningen av den skal videreføres som i dag, vurderer vi at det ikke er behov for å endre formålsbestemmelsen.

Vurderingen ser annerledes ut dersom vår anbefaling om at konstruktiv sikkerhet skal være det førende prinsippet, men at overvåking og beredskap får økt oppmerksomhet, tas til følge. Da vil en formålsparagraf som nevner både forebygging, håndtering og begrensning av konsekvenser være i tråd med den praksis det legges til rette for.

Samtidig kan det innvendes at en slik utvidelse i formålsbestemmelsen vil være mer av symbolsk enn praktisk karakter, ettersom krav til beredskap allerede er forankret i forskriften (kapittel 7). Noen kan også tolke en eksplisitt referanse til beredskap som et uttrykk for at damulykker «forventes» å skje, noe som kan være uheldig dersom det oppfattes som en svekkelse av ambisjonen om at dambrudd ikke skal forekomme. Vi vurderer det imidlertid som mer sannsynlig at en utvidet formålsparagraf vil øke legitimiteten i befolkningen og i bransjen ved å tydeliggjøre at hele risikokjeden ivaretas fra forebygging til håndtering av konsekvenser.

En endring i formålsbestemmelsen må sees i sammenheng med hjemmelen i Vannressursloven § 36. Vannressursloven § 36 gir vassdragsmyndigheten adgang til å gi forskrifter «for å fremme sikkerhet mot skade på mennesker, miljø og eiendom» (Vannressursloven, 2001). Ordlyden er vid og rommer både forebyggende krav og tiltak som reduserer skade når en hendelse oppstår. Loven har i tillegg en egen § 38 om beredskap ved vassdragsanlegg. Samlet vurderer vi at en formålsbestemmelse som også nevner håndtering og konsekvensbegrensning ligger innenfor hjemmelsgrunnet.

6. Referanser

Bane NOR, 2019. *Risikostyring sikkerhet - konsernprosedyre STY-604892*, s.l.: Bane NOR.

Bane NOR, 2025. *Teknisk regelverk*.
Hentet fra: <https://trv.banenor.no/wiki/Forside>

Brann- og eksplosjonsvernloven, 2002. *Lov om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver (brann- og eksplosjonsvernloven)*, s.l.: Justis- og beredskapsdepartementet.

Byggteknisk forskrift (TEK17), 2017. *Forskrift om tekniske krav til byggverk*, s.l.: Direktorat for byggkvalitet.

Damsikkerhetsforskriften, 2010. *Forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg (damsikkerhetsforskriften)*, s.l.: Lovdata.

FEMA, 2012. *Assessing the Consequences of Dam Failure*, s.l.: FEMA.

ICOLD, 2016. *ICOLD Dam Incident Data Base: Objectives, Data definition, Data Base Management*, s.l.: ICOLD.

ICOLD, 2019. *Statistical analysis of dam failures*, s.l.: ICOLD.

Jernbaneloven, 1993. *Lov om anlegg og drift av jernbane, herunder sporvei, tunnelbane og forstadsbane m.m. (jernbaneloven)*, s.l.: Samferdselsdepartementet.

NGI, 2016. *Damsikkerhet i et helhetlig perspektiv*, s.l.: Energi Norge.

NGI, 2020. *Håndbok Risikovurdering for dammer i Norge*, s.l.: Energi Norge.

NOU 2012:16, 2012. *Samfunnsøkonomiske analyser*, s.l.: Finansdepartementet.

NVE, 2005. *Retningslinje for betongdammer til § 4.8 i forskrift om sikkerhet og tilsyn med vassdragsanlegg*. [Internett]
Hentet fra:
<https://www.nve.no/media/18325/retningslinjer-for-betongdammer-med-3-tillegg-feb-2025-1.pdf>
[Funnet August 2025].

NVE, 2011. *Retningslinjer nr. 3/2011 Retningslinjer for murdammer*. [Internett]
Hentet fra:
https://publikasjoner.nve.no/retningslinjer/2011/retningslinjer2011_03.pdf
[Funnet August 2025].

NVE, 2012. *Veileder nr. 4/2012 Veileder for fyllingsdammer*. [Internett]
Hentet fra:
<https://www.nve.no/media/17017/veileder-uten-rettelse-og-tileggsnotat.pdf>
[Funnet August 2025].

NVE, 2014. *Veileder nr. 3/2014 Veileder for klassifisering av vassdragsanlegg*. [Internett]
Hentet fra:
https://publikasjoner.nve.no/veileder/2014/veileder2014_03.pdf
[Funnet August 2025].

NVE, 2025. *Rapport nr. 9/2025 Forprosjekt for mulig revisjon av damsikkerhetsforskriften*, s.l.: NVE.

NVE, 2025. *Regelverk - Damsikkerhet - NVE: Damsikkerhetsforskriften et historisk tilbakeblikk*. [Internett]
Hentet fra:
<https://www.nve.no/energi/tilsyn/damsikkerhet/regelverk/>
[Funnet August 2025].

Oslo Economics, 2018. *Samfunnsøkonomisk analyse av tiltak for sikring mot dambrudd*, s.l.: NVE.

Petroleumsloven, 1997. *Lov om petroleumsvirksomhet [petroleumsloven]*, s.l.: Energidepartementet.

Plan- og bygningsloven, 2009. *Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven)*, s.l.: Kommunal- og distriksdepartementet.

Rammeforskriften, 2011. *Forskrift om helse, miljø og sikkerhet i petroleumsvirksomheten og på enkelte landanlegg (rammeforskriften)*, s.l.: Energidepartementet.

Samferdselsdepartementet, 2024. *Meld. St. 14 (2023-2024) Nasjonal transportplan 2025-2036*, s.l.: Regjeringen.no.

Storulykkesforskriften, 2016. *Forskrift om tiltak for å forebygge og begrense konsekvensene av storulykker i virksomheter der farlige kjemikalier forekommer (storulykkesforskriften)*, s.l.: Justis- og beredskapsdepartementet.

Tunnelsikkerhetsforskriften, 2007. *Forskrift om minimum sikkerhetskrav til visse veggutgravinger (tunnelsikkerhetsforskriften)*, s.l.: Samferdselsdepartementet.

Vannressursloven, 2001. *Lov om vassdrag og grunnvann (vannressursloven)*, s.l.:
Energidepartementet.

Veglova, 1964. *Lov om vegar (veglova)*, s.l.:
Samferdselsdepartementet.

Vegsikkerhetsforskriften, 2011. *Forskrift om sikkerhetsforvaltning av veginfrastrukturen (vegsikkerhetsforskriften)*, s.l.:
Samferdselsdepartementet.



oslo**economics**

www.osloeconomics.no

E-post og telefon:
post@osloeconomics.no
+47 21 99 28 00

Besøksadresse:
Klingenberggata 7A
0161 Oslo

Postadresse:
Postboks 1562 Vika
0118 Oslo



NVE

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo
Telefon: (+47) 22 95 95 95