

Rehabilitering av fyllingsdammer

Lowverk og gjennomføring

Ellen Bogfjellmo

Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: juni 2014

Hovedveileder: Nils Rüther, IVM

Medveileder: Amund Bruland, BAT

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for vann- og miljøteknikk

Forord

Denne masteroppgaven markerer avslutningen på et femårig sivilingeniørstudium på Bygg- og Miljøteknikk ved Norges teknisk- naturvitenskapelige universitet, NTNU. Oppgaven er utarbeidet i løpet av vårsemesteret 2014 og har et omfang på 30 studiepoeng. Temaet for oppgaven er *Rehabilitering av fyllingsdammer – lovverk og gjennomføring* og den er utført i samarbeid med institutt for bygg, anlegg og transport (BAT) og institutt for vann- og miljøteknikk (IVM). Eksterne samarbeidspartnere har vært Statkraft Energi AS Region Øst og Norconsult AS.

Oppgaven er tenkt til å være en informasjonskilde til hva som ligger til grunn og hva som burde gjøres ved rehabilitering av en fyllingsdam. Det forutsettes at leseren har en viss kjennskap til anleggsbransjen og/eller vassdragsnæringen, for at innholdet skal forstås fullt ut.

Gjennom arbeidet med oppgaven har jeg lært mye om fyllingsdammer, både teknisk, juridisk og utførelsesmessig. Det har også gitt meg et innblikk i arbeidshverdagen på et damprosjekt, for konsulent, byggherre og entreprenør. Jeg vil takke Jon Aarbakk i Statkraft og Anders Søreide i Norconsult for deres hjelpsomhet både med faglig input og for gode tilbakemeldinger underveis i skriveprosessen. De fortjener enda en takk for at jeg fikk dra på et svært lærerikt anleggsbesøk. Jeg vil også takke veileder Amund Bruland ved BAT for gode innspill til oppgaven.

En stor takk rettes til Ingrid Kvitnes og Egil Bogfjellmo som har bidratt til verdifull korrekturlesing, og til Gro Marøy som har gitt meg konstruktive tilbakemeldinger. Tilslutt vil jeg også takke medstudenter for faglige diskusjoner og gode innspill under arbeidet med masteroppgaven.

Trondheim, 10. juni 2014.



Ellen Bogfjellmo

Sammendrag

Magasinering av vann ved hjelp av dammer er en viktig del av norsk vannkraftproduksjon. Fyllingsdammer er en damtype som i hovedsak består av oppfylte og komprimerte masser som jord, grus eller sprengstein. Det ble bygd mer enn dobbelt så mange fyllingsdammer som betongdammer under den store vassdragsutbyggingen i Norge på 1960- og 70-tallet, mye på grunn av god materialtilgang og økt tilgang på stort nok maskinutstyr. Større fokus på damsikkerhet og utvikling av vassdragslovgivningen siden den gang har ført til at kravene til mange norske fyllingsdammer er annerledes nå enn da mange av dem ble bygd. Rehabilitering av fyllingsdammer er derfor et viktig fokusområde i vannkraftbransjen både nå i dag og i årene framover.

Formålet med denne oppgaven var å samle sammen relevante lovverk, forskrifter og erfaringer om rehabilitering av fyllingsdammer, for at de involverte i et rehabiliteringsprosjekt lettere skal kunne forstå hensikten bak og prosessen rundt prosjektet. For å få et innblikk i hvordan teori og lovverk blir fulgt opp i praksis under byggeperioden, ble det gjennomført et anleggsbesøk til Tunhovd dam og Pålbu terskeldam. Disse prosjektene ledes av Statkraft Energi AS Region øst som dameier og byggherre, Norconsult AS har vært konsulent og Veidekke Entreprenør AS står for utførelsen. Referanseprosjektene på Tunhovd og Pålbu er benyttet som bakgrunnsmateriale for hvordan et rehabiliteringsprosjekt gjennomføres i praksis.

Et damrehabiliteringsprosjekt er en omfattende prosess fra den begynner med periodisk tilsyn til anlegget står ferdig og oppfyller dagens krav. For å strukturere alle oppgaver og aktører som er involvert, er det utviklet et flytskjema som illustrerer hele rehabiliteringsprosessen. Flytskjemaet danner grunnlaget for en grundigere gjennomgang av de ulike delprosessene og hvilke aktører som er involvert.

Det viste seg at planleggingsfasen for et vassdragsanlegg må gjennomføres grundigere enn andre anleggsprosjekter. Dette fordi myndighetene skal godkjenne både arealplan og tekniske planer, gjerne på detaljnivå, før byggearbeidet kan starte. Kompetanseoppbygging og bedre erfaringsoverføring fra prosjekt til prosjekt bør være et fokusområde framover.

Et forskningsprosjekt som skal teste forskjellige plastringsmetoder pågår parallelt med utarbeidelsen av denne oppgaven. Resultatene fra dette prosjektet kan føre til at dagens krav til nedstrøms plastring endres. Inntil videre vil denne masteroppgaven gi et godt bilde av hva som ligger til grunn for rehabilitering av fyllingsdammer, og hvordan utførelsesprosessen forløper seg.

Abstract

The storage of water by dams is an important part of hydropower production in Norway. Embankment dams are a dam type consisting mainly of embedded and compacted materials, such as soil, gravel or rubble. During the great Water Resources development in Norway in the 1960s - and '70s, it was built more than twice as many embankment dams as concrete dams, largely because of good material access and increased access to large enough machinery. A greater focus on dam safety and development of the laws thereafter has led to increased requirements for Norwegian rockfill dams. This means that many of the existing dams do not meet current requirements. Rehabilitation of embankment dams is therefore an important area of focus in the hydropower sector both at the present and in the future.

The purpose of this thesis is to gather relevant laws, regulations and experiences of rehabilitation of embankment dams, so that those involved in a rehabilitation project easier can understand the purpose behind, and the process of the project. To get an idea of how theory and legislation are observed in practice during the construction period, it was conducted a site visit to Tunhovd Dam and Pålbu Terskeldam. These projects are led by Statkraft Energi AS as owner and builder, Norconsult AS has been consultant and Veidekke Entreprenør AS stands for the construction works. The reference projects at Tunhovd and Pålbu represent an example of how a rehabilitation project is implemented in practice.

Rehabilitation of dams is a complex process from the beginning with periodic inspections of the plant, until the project is completed and meets the current requirements. To structure all tasks and actors involved, it has been developed a flow chart illustrating the entire rehabilitation process. The flow chart forms the basis for a more thorough review of the various sub-processes and the actors involved.

It turns out that the planning of a rehabilitation project must be implemented more thoroughly than other construction projects. This is because the government must approve both the land use plan and engineering plans, often in detail, before construction work can begin. Competence and better transfer of experience from project to project should be an area of focus in the future.

A research project to test different rip rap techniques takes place in parallel with the preparation of this thesis. The results of this project may lead to changes in the current requirements for downstream rip rap. Until further notice, this thesis form the basis of what underlies the rehabilitation of embankment dams, and how the execution process proceeds.

Innhold

Forord.....	I
Sammendrag	III
Abstract	V
Innhold	VII
Figurliste	IX
Tabelliste.....	X
Forkortelser	X
1 Innledning	1
1.1 Bakgrunn og formål	1
1.2 Bakgrunnsmateriale og metode	2
1.3 Avgrensning	2
1.4 Oppgavens oppbygging	3
2 Metode.....	5
2.1 Introduksjon.....	5
2.2 Metoder for innsamling av informasjon og data.....	5
3 Damrehabilitering - Teori og lovverk	11
3.1 Damrehabilitering og prosjektledelse	11
3.2 Lover og forskrifter	12
3.2.1 Vassdraglovgivningen.....	14
3.2.2 Forskrifter	16
3.2.3 Byggelovgivning.....	22
3.3 Veiledere og forskrifter fra NVE	23
4 Fyllingsdammer.....	27
4.1 Lover og regelverk som ligger til grunn	28
4.2 Utførelse av plastring	34
4.3 Byggemateriale og steinbruddslokalisering	35
4.4 Stein til bruk i plastring.....	37
4.5 Kontroll av plastringsarbeidet	40

5	Aktørene.....	45
5.1	Dameier/byggherre	45
5.2	Prosjekterende/fagansvarlig	46
5.3	Myndigheter/NVE.....	47
5.4	Entreprenør/Utførende foretak	47
5.5	Kontraktstrategi og organisering.....	48
5.6	Kontraktsforhold mellom aktørene	50
6	Rehabiliteringsprosessen	51
6.1	Flytskjemaet.....	51
6.2	Delprosessene	53
6.2.1	Tilsyn og revurdering.....	53
6.2.2	Planarbeid	54
6.2.3	Tilbuds- og kontraktsdokumenter.....	57
6.2.4	Kontrahering av entreprenører	58
6.2.5	Kontrollplan	59
6.2.6	Utførelsen.....	60
6.2.7	Ferdigstillelse og sluttrapport	61
7	Tunhovd dam og Pålsbu terskeldam.....	63
7.1	Introduksjon.....	63
7.1.1	Tunhovd dam.....	65
7.1.2	Pålsbu terskeldam	69
7.2	Organisasjon	72
7.3	Framdrift.....	73
8	Erfaringer og vurderinger.....	75
8.1	I forhold til flytskjemaet	75
8.2	Andre områder	76
9	Sluttkommentarer.....	79
	Referanser	81

Figurliste

Figur 1: Bilde fra anleggsbefaring.....	6
Figur 2: Intervju under anleggsbesøk. F.v.: Torgny Skjeggedal (laster/sorterer i steinbrudd), Inge Lauvdal (plastrer) og Ellen Bogfjellmo (intervjuer) (foto: Statkraft).	8
Figur 3: Illustrasjon av prosjektprosesser (PMI 2013).....	12
Figur 4: Oversikt over lovverk som er relevante for damrehabilitering. Lover som NVE har forvaltningsansvar for er uthevet.....	13
Figur 5: Regelverkshierarki.	24
Figur 6: Ulike typer fyllingsdammer.	27
Figur 7: Eksempel på detalj av damtopp, fra Forskrifter for dammer (1981).	28
Figur 8: Eksempel på detalj av damtopp, fra Veileder for fyllingsdammer (2012).	30
Figur 9: Tverrsnitt av plastring og støttefylling.	31
Figur 10: Skisse over steinens tre akser.	32
Figur 11: Steinbrudd under drift , høyre bilde viser samme område etter gjensåing (foto: Statkraft).....	36
Figur 12: Steinbrudd under drift, og bruddtjern etter gjenfylling (foto: E-CO Energi AS).	36
Figur 13: Dam Venemo før og etter rehabilitering (foto: Statkraft).	36
Figur 14: Utlasting av storstein etter salvesprengning. Foran gravemaskinen vises en stålkule som brukes for å dele opp for store steinblokker.....	38
Figur 15: Vraket plastringsstein på grunn av oppsprekking (foto: Statkraft).....	39
Figur 16: Plastringsarbeid på Tunhovd Dam (foto: Norconsult).	40
Figur 17: Detaljbilde av plastring med jevn steinstørrelse og god forband mellom steinene (foto: Norconsult).....	41
Figur 18: Detalj av plastring der kontrollør har markert at steinene ikke har god nok forband, og må derfor rettes opp av entreprenør (foto: Norconsult).....	42
Figur 19: Detaljbilde av plastring der kontrollør har markert at det er for stort hull mellom steinene (foto: Norconsult).	42
Figur 20: Kontroll av steinstørrelse (foto: Statkraft).	43
Figur 21: Hovedentreprise hvor byggeleder organiserer både hovedentreprenør og eventuelt sideentreprenører (etter Drevland et al. (2012)).....	49
Figur 22: Generalentreprise hvor byggeleder har kontrakt med kun en generalentreprenør (etter Drevland et al. (2012)).....	49
Figur 23: Flytskjema over delprosessene og aktørene i en damrehabilitering.	52
Figur 24: Visualisering Tunhovd - oversiktstegning over planlagte tiltak (Norconsult).	64
Figur 25: Visualisering av dam Tunhovd etter rehabilitering (Norconsult).....	65
Figur 26: Oversikt-bilde av dam Tunhovd (Statkraft).	67
Figur 27: Overløpsterskel og fisketrapp under bygging.	71
Figur 28: Organisasjonskart Tunhovd og Pålsbu.	72
Figur 29: Tidslinje for dam Tunhovd på byggherrebrakka.	73
Figur 30: Pålsbu terskeldam etter ferdigstilling (foto: Statkraft).....	73
Figur 31: Dam Tunhovd - topp av dam med fylkesveg nærmer seg ferdigstilt (foto: Statkraft)....	74

Tabelliste

Tabell 1: Kriterier for inndeling i konsekvensklasser.	17
Tabell 2: Kvalifikasjonskrav til VTA.	18
Tabell 3: Kvalifikasjonskrav til fagansvarlig.	19
Tabell 4: Kvalifikasjonskrav til utførende foretak.	19
Tabell 5: Plan for interntilsyn.	21
Tabell 6: Krav til fyllingsdammer fra Forskrifter for dammer (1981).	29
Tabell 7: Krav til fyllingsdammer etter område og bruddkonsekvensklasse.	33
Tabell 8: Nøkkeldata for dam Tunhovd før rehabilitering.	65
Tabell 9: Nøkkeldata for dam Tunhovd etter rehabilitering.	66
Tabell 10: Nøkkeldata for Pålsbu terskeldam.	69

Forkortelser

NVE	Norges vassdrags- og energidirektorat
OED	Olje- og energidepartementet
VTA	Vassdragsteknisk ansvarlig
PBL	Plan- og bygningsloven
HRV	Høyeste regulerte vannstand
LMP	Landskaps- og miljøplan
HMS	Helse, miljø og sikkerhet
NGU	Norges geologiske undersøkelse
NGI	Norges Geotekniske Institutt

1 Innledning

1.1 Bakgrunn og formål

I en vannkraftnasjon som Norge er dammer en viktig del av kraftproduksjonen. Dammer er nødvendige og nyttige for magasinering av vann som gjør at man kan regulere nedbørsmengdene som kommer og fordele vannressursene over tid. De vanligste damtypene kan deles inn i betongdammer og fyllingsdammer, begge med flere underkategorier. I dag finnes det cirka 1000 fyllingsdammer i Norge som benyttes til vannkraftformål, hvor rundt 650 av disse er steinfyllingsdammer (NVE 2012). I Norge sto den første fyllingsdammen til vannkraftformål ferdig i 1930, men først etter 1950 slo fyllingsdammer igjennom som aktuell damtype foran betongdammer. Materialtilgang og tilgang på maskinutstyr førte til at det ble bygd mer enn dobbelt så mange fyllingsdammer som betongdammer under den store vassdragsutbyggingen i Norge på 1960- og 70-tallet. Norske fyllingsdammer er bygd med tydelig adskilte soner i dammene hvor kornstørrelsen blir større og større, fra veldig fint materiale innerst ved tetningskjernen til store steiner i skråningsoverflaten. Den ytre skråningsbeskyttelsen legges som plastring, som innebærer at steinene i ytterste lag legges ut én og én, på en bestemt måte. Norge er et av få land som har krav til at dette gjøres på både oppstrøms og nedstrøms damskråning (Kjellesvig 2011; Lia et al. 2013).

Større fokus på damsikkerhet og utvikling av vassdragslovgivningen har ført til at kravene til norske fyllingsdammer er annerledes nå, enn da mange av dem ble bygd. En av de største endringene fra tidligere krav er at dagens lovgivning krever plastring av nedstrøms damskråning, noe som gir økt sikkerhet mot utglidning av dammen ved overtopping eller store gjennomstrømmende vannmengder (Damsikkerhetsforskriften 2010). Rehabilitering av eksisterende dammer med opplasting av nedstrøms damskråning både er og kommer fortsatt til å være en viktig oppgave for dameiere, entreprenører og damkonsulenter.

Et damrehabiliteringsprosjekt er en omfattende prosess fra den begynner med en periodisk kontroll eller revurdering, til anlegget er ferdig og tilfredsstillende dagens og til en viss grad morgendagens krav. Denne oppgaven vil fokusere på hele prosessen rundt en damrehabilitering og ta for seg ulike aktørers synspunkt, ansvarsområder og erfaringer knyttet til et slikt prosjekt.

Formålet med oppgaven er å samle sammen relevante lovverk, forskrifter og erfaringer om rehabilitering av fyllingsdammer, for at de involverte i et rehabiliteringsprosjekt lettere skal kunne forstå hensikten bak og prosessen rundt prosjektet.

1.2 Bakgrunnsmateriale og metode

I forbindelse med denne oppgaven er det jobbet tett med Statkraft Energi AS Region Øst som eier og drifter flere kraftverk med fyllingsdammer i Øst-Norge, Norconsult AS som har et stort fagmiljø innenfor dammer og vassdrag og Veidekke Entreprenør AS som har vært med på noen av de største damrehabiliteringsprosjektene i de seneste årene. Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) har også vært en viktig kilde til informasjon.

Damprosjektene på Tunhovd dam og Pålbu terskeldam er brukt som eksempelprosjekter og er utgangspunktet for en casestudie, men de nevnte aktørene har også bidratt med kunnskap om damrehabilitering generelt. Det meste av informasjon og dokumentasjon som er brukt i oppgaven er samlet inn fra samarbeidspartene, spesielt Statkraft, og intervjuer/samtaler med aktuelle og erfarne personer. I tillegg er relevante lovverk og forskrifter blitt studert, sammen med offentlige dokumenter fra sentrale myndigheter.

1.3 Avgrensning

Innenfor vassdragslovgivningen er damsikkerhetsforskriften (2010) svært sentral for rehabilitering av fyllingsdammer, og den gir dermed noen naturlige begrensninger for oppgaven. Damsikkerhetsforskriften omfatter i hovedsak konsesjonsgitte dammer i bruddkonsekvensklasse 1-4.

Konsesjon er tillatelse fra en offentlig myndighet til å gjøre noe, her: regulere vassdrag (Store norske leksikon 2013). Konsesjonssøknad og -behandling er en omfattende prosess som involverer flere lovverk og instanser. Kompleksiteten av konsesjonsbehandlingen avhenger av størrelsen og konsekvensgraden av prosjektet. I søknadsprosessen gjennomgås skader og ulemper som oppstår på grunn av anlegget, som veies opp mot nytten av prosjektet. En konsesjon for vassdraganlegg gir et selskap tillatelse til å drive dammer og kraftverk etter bestemte vilkår (Grytnes 2001). Videre i denne oppgaven antas det at dammer som skal rehabiliteres allerede innehar en konsesjon, og at rehabiliteringsprosjekter må utføres innenfor gitte vilkår og bestemmelser i konsesjonen.

Bruddkonsekvensklasser er en klassifisering av vassdragsanlegg ut fra hvilke konsekvenser det vil gi hvis anlegget skades eller går i brudd. Hvordan denne inndelingen gjøres og hvorfor man deler inn i ulike klasser vil bli gjennomgått i kapittel 3. Ellers ligger fokuset for oppgaven på arbeidet knyttet til selve fyllingsdammen. Andre områder som for eksempel

betongkonstruksjoner, måle- og instrumenteringsmetoder og fundamentering omtales derfor ikke.

1.4 Oppgavens oppbygging

Oppgaven omtaler først metoder for hvordan informasjon har blitt innhentet. Deretter gis en grundig gjennomgang av lovverk og myndighetskrav som påvirker et rehabiliteringsprosjekt, før selve prosessen rundt gjennomføringen av prosjektet gjennomgås. Til slutt blir referanseprosjektene tatt fram som praktiske eksempler for gjennomføringen. Erfaringer og vurderinger fra disse blir til sist gjennomgått og oppsummert til en sluttkommentar om hva som fungerer og hva som burde jobbes videre med.

2 Metode

2.1 Introduksjon

Oppgaven er praktisk rettet og handler om gjennomføring av damrehabiliteringsprosjekter. Det er ikke gjennomført kvantitativ forskning i form av målinger eller forsøk. Oppgaven har i hovedsak gått på å samle inn mest mulig relevant informasjon, både gjennom litteratursøk og personkilder. Studier av lovverk og forskrifter samt NVEs publikasjoner utgjør størsteparten av de skriftlige kildene og representerer i stor grad teorien bak oppgaven. Planer og dokumenter knyttet til eksempelprosjektene har også vært til god hjelp. Mye relevant informasjon er innhentet gjennom møter, samtaler, intervjuer, e-post og anleggsbefaring i samarbeid med Statkraft og Norconsult spesielt, men også NVE og Veidekke har vært svært hjelpelige til dette. Siden oppgaven kombinerer flere fagfelt, er pensumlitteratur fra fag innenfor prosjektledelse og anleggsteknikk gjennomgått for å skaffe en generell forståelse av sammenhengen mellom vassdragsteknikk og BA-næringen.

Bortsett fra veiledere og retningslinjer fra NVE, er det ikke funnet noe særlig litteratur som spesielt tar for seg prosjektorganisering, aktørenes samhandling eller beskriver gjennomføringsprosessen i et damrehabiliteringsprosjekt spesielt. Informasjonen fra NVE er spredd i ulike dokumenter og veiledere, og i arbeidet med å søke informasjon er det funnet ytterligere dokumenter og rapporter fra andre sentrale instanser som for eksempel Olje- og energidepartementet (OED) og diverse vannkraftfora. Oppgaven er et forsøk på å samle relevant informasjon på et sted. Kommunikasjon med de nevnte aktørene har vært viktig for å få et inntrykk av hvordan rehabiliteringsprosjekter fungerer i praksis. Siden oppgaven ikke er bygd opp som en klassisk forskningsoppgave, vil ikke litteraturen bli gjennomgått i et eget kapittel, men heller flettes inn gjennom hele oppgaven.

2.2 Metoder for innsamling av informasjon og data

Det ble gjennomført et anleggsbesøk i forbindelse med oppgaven, for å kunne få et bilde av hvordan teori og lovverk blir fulgt opp i praksis under byggeperioden. Anleggene som ble besøkt var Tunhovd dam og Pålсбу terskeldam i Buskerud fylke. I forkant av anleggsbesøket

ble det holdt et møte hos Norconsult i Sandvika, der sentrale personer fra Statkraft og Norconsult ga en grundig innføring i hvordan de håndterer damrehabiliteringsprosjekter. Befaringen til Sandvika og anleggsområdet strakk seg over to dager i mars, noe som i utgangspunktet er litt for kort til å kunne få en virkelig god oppfatning av hvordan byggeprosessen forløper seg. Tiden ble brukt godt og kontakt med mange erfarne og sentrale personer fra byggherre, konsulent og entreprenør førte til at den korte turen likevel ga et solid bakgrunnsmateriale for å jobbe videre med denne oppgaven.



Figur 1: Bilde fra anleggsbefaring.

Prosjektene på Tunhovd og Pålсбу er valgt fordi Statkraft Energi AS Region Øst, ved prosjektleder Jon Aarbakk, er ekstern samarbeidspartner for denne oppgaven som er gitt av BAT-instituttet. Statkraft er en stor dameier i Norge og har ansvaret for mange fyllingsdammer, både ferdigrehabiliterede dammer og dammer som skal gjennom rehabilitering. Tunhovd dam og Pålсбу terskeldam ble valgt som referanseprosjekter fordi de er i avslutningsfasen. Disse gir en god oversikt over framdrift, problemer og erfaringer om er gjort underveis i prosjektene. Oppgaven fokuserer spesielt på den generelle prosessen rundt damrehabilitering, og ikke områder som er svært særegne for referanseprosjektene.

Casestudie

Anleggsbesøket til Tunhovd og Pålсбу kan sees på som en casestudie, og det ga mye relevant informasjon til oppgaven. En casestudie er en undersøkelse av et enkelt eller et fåtall utvalgte studieobjekt basert på flere ulike datakilder. Målet med en casestudie er å gi innsikt og forståelse knyttet til objektet, gjennom å beskrive og forklare hva som skjer. Casestudier representerer kvalitativ forskning, og har ikke som formål å være representative eller generaliserbare (Olsson 2011). Anleggsprosjektene på Tunhovd og Pålсбу involverer sentrale aktører innenfor damrehabiliteringsfaget: Statkraft Energi AS, Veidekke Entreprenør AS og

Norconsult AS, og var forutsatt å gi et godt innblikk i hvordan disse jobber med lignende prosjekter. Resultatene fra en slik casestudie vil alltid være tids- og stedsavhengige, men disse prosjektene ble ansett å likevel kunne gi nyttige bidrag til hvordan prosessen rundt damrehabilitering løses for lignende prosjekter i Norge. Informasjon som ble samlet inn gjennom anleggsbesøket danner mye av grunnlaget for oppgaven, ikke bare spesielt for Tunhovd og Pålсбу prosjektene, men også generelt for prosessen rundt damrehabilitering på et mer overordnet nivå.

Intervju og observasjon

Kontakt med aktørene har i stor grad skjedd gjennom prosjektleder Jon Aarbakk i Statkraft Energi AS Region Øst. Kommunikasjon over telefon og via e-post har vært viktige informasjonskanaler både i forkant av anleggsbesøket og for å oppklare ting i etterkant. Aarbakk har lang erfaring innen både vassdragsbransjen og entreprenørvirksomhet, og er en meget god kilde til nyttig informasjon for oppgaven. Under selve anleggsbesøket ble det meste av informasjonsinnhenting gjort gjennom uformelle samtaler med forskjellige personer med førstehåndskjennskap til prosjektene og observasjon av det daglige arbeidet på anleggsområdet, alltid med en notatbok og penn tilgjengelig. Mye kunnskap og erfaringer kom fram gjennom observasjon av, og samtaler med personer som er involvert i prosjektet, uten at det var lagt opp til en formell intervjusetting.

Som mottaker er det en utfordring å ta inn over seg all informasjonen og å kunne prosessere denne riktig i etterkant. Uformelle intervjuer og observasjon er forskningsmetoder som i stor grad er personavhengig. Selv om målet med forskning er å finne resultater som er minst mulig avhengig av den som utfører undersøkelsen, vil mottakeren ved intervju og observasjon alltid gå inn i oppgaven med en viss førforståelse av hva utfallet burde bli til slutt (Olsson 2011). I denne oppgaven ble likevel en uformell setting ansett å være mest effektiv, både i form av tidsbruk og det å få tak i mest mulig informasjon. Det ble vurdert å utarbeide generaliserte spørreskjemaer for å få et mer etterprøvbart og standardisert resultat, som kunne blitt brukt på lignende prosjekter hos andre aktører senere. Denne metoden ble ikke valgt fordi det ble antatt at mye interessant og relevant informasjon fra respondentene ikke er lett å fange opp gjennom et generalisert spørreskjema.



Figur 2: Intervju under anleggsbesøk. F.v.: Torgny Skjeggedal (laster/sorterer i steinbrudd), Inge Lauvdal (plastrer) og Ellen Bogfjellmo (intervjuer) (foto: Statkraft).

Observasjon er en metode for å avdekke hva folk faktisk gjør, noe som kan være svært forskjellig fra det folk sier at de gjør. Ideelt bør observasjonen strekke seg over et visst tidsrom for å kunne avtegne et mønster som er egnet for tolkning (Olsson 2011). Anleggsbesøket på Tunhovd og Pålbu var som nevnt ganske kort, slik at observasjonsmetoden ikke er ideell, men kort observasjon vil også kunne fange opp mye nyttig informasjon. Under anleggsbesøket var byggherrens anleggsorganisasjon på jobb med sine daglige roller i prosjektet, og organisasjonens oppgaver ble i stor grad fulgt under hele oppholdet. Dette ga et visst innblikk i prosjektets daglige drift, og det var mulig å observere samspillet på anlegget. Forskningsmetoden observasjon var ikke i særlig grad studert i forkant av anleggsbesøket, men i ettertid kan det defineres som en usystematisk observasjon. En usystematisk observasjon kjennetegnes av at mottakeren innehar en skjerpet oppmerksomhet hvor en tar vare på inntrykk og noterer de ned underveis, uten å rette oppmerksomheten mot noe bestemt (Olsson 2011). Under anleggsbesøket var fokuset i hovedsak å suge til seg så mye informasjon om damrehabilitering om mulig, uten å vinkle det i noe særlig grad. Selvfølgelig ble det lagt mer vekt på plastringsarbeid enn for eksempel forskaling og armering av betong, noe som skyldes oppgavens vinkling mot fyllingsdammer spesielt. Hvis informantene tok opp temaer rundt for eksempel betong ble de ikke avbrutt, men det ble heller ikke stilt noe særlig oppfølgings spørsmål til temaet.

Under observasjon er det alltid en mulighet for at folk opptrer annerledes fordi de blir observert (Olsson 2011), men i dette tilfellet ble det heller tolket til at de fleste var velvillig og gjerne ville bidra med egen erfaring og informasjon utover det som skjedde de dagene observatøren var tilstede. Hvis det skal jobbes videre med oppgavetemaet burde mulighetene for å kunne inngå som en del av prosjektorganisasjon for en lengre periode vurderes, for eksempel i form av sommerjobb eller midlertidig ansettelse. Statkraft som

bidragsyter til denne oppgaven ville i utgangspunktet være behjelpelig med dette, men det forutsetter at valg av oppgave skjer tidligere enn i samme semester som masteroppgaven skal leveres.

3 Damrehabilitering - Teori og lovverk

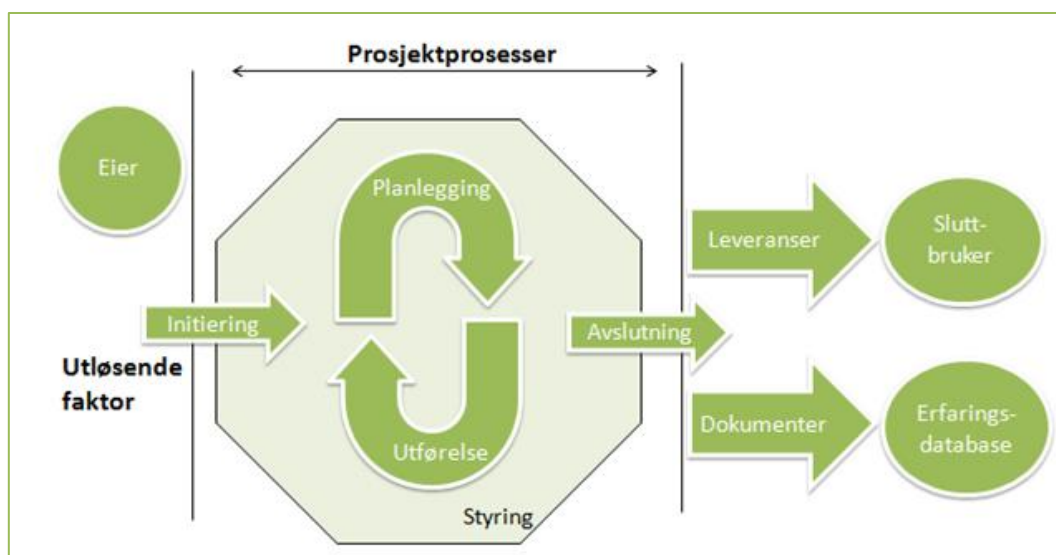
3.1 Damrehabilitering og prosjektledelse

I pensumlitteratur for fag innenfor hovedprofilen Prosjektledelse ved Institutt for bygg, anlegg og transport på NTNU, fokuseres det i hovedsak på byggeprosjekter. Store norske leksikon definerer bygg og anlegg som en fellesbetegnelse for all virksomhet som direkte er knyttet til oppføring, ombygging, reparasjon, vedlikehold og riving av bygninger samt bygging og reparasjon av anlegg (Hugsted 2009). Damprosjekter faller under kategorien anlegg, men for oppgaven tas det utgangspunkt i at prosjektledelsesteori i stor grad gjelder for anlegg i likhet som for bygg.

Prosjektdefinisjon og prosesser

Begrepet prosjekt kan defineres på mange måter og varierer noe ut fra fagområde og involverte bedrifters kultur og tradisjon (Marøy et al. 1997). Drevland et. al (2012) definerer et prosjekt som noe med begrenset varighet og som er summen av en unik prosjektorganisasjon, et unikt produkt samt ytelsene og prosessene som leder fram til dette produktet. Denne definisjonen stemmer godt overens med Project Management Institute i USA sin prosjektdefinisjon (PMI Standards Committee 2013), og videre vil begrepet prosjekt brukes med tilsvarende definisjon. Sentralt for et prosjekt er altså at det har en begrenset varighet, og at det styres av en midlertidig prosjektorganisasjon. Prosjekteier ivaretar organisering og ledelse av prosjektet som helhet, med overordnet styring og utførelse av administrative prosesser (Eikeland 1998). For rehabiliteringsprosjekt av fyllingsdammer er det dameieren som regnes som prosjekteier, og som også har ansvar for driftsfasen.

Prosjekter deles gjerne inn i flere faser, og det finnes mange ulike innfallsmetoder for hvordan denne inndelingen kan gjøres. PMIs prosjektprosesser er illustrert i Figur 3 (PMI Standards Committee 2013).



Figur 3: Illustrasjon av prosjektprosesser (PMI 2013).

Planlegging og styring av prosjekter varer i hovedsak fra initieringsfasen til avslutningsfasen. I initieringsfasen skal prosjekteier definere formål, føringer, prioriteringer, konseptvalg, ressurser og kjøreregler. Deretter kommer planleggingsfasen der det utvikles mer konkrete og detaljerte prosjektplaner. I utførelsesfasen skal planene iverksettes og styring handler da i hovedsak om å følge tidsskjema og kostnadsestimater, håndtere avvik på en fornuftig måte og overholde prosjektets definerte mål om HMS, framdrift og kvalitet. Avslutningsfasen består i å overføre prosjektet fra prosjektorganisasjon til oppdragsgiver. Selve resultatet av arbeidet er hovedoverleveringen, men en god prosjektavslutning omfatter også å ta vare på dokumenter og erfaringer, for å kunne bruke den informasjonen videre i senere prosjekter (Pinto 2013).

Denne inndelingen og begrepsbruken rundt prosjektets prosesser kan i stor grad overføres til prosessen rundt et damrehabiliteringsprosjekt, men planleggingsfasen omfatter særskilte beslutnings- og godkjennelsesprosesser som følger av vassdragslovgivingen.

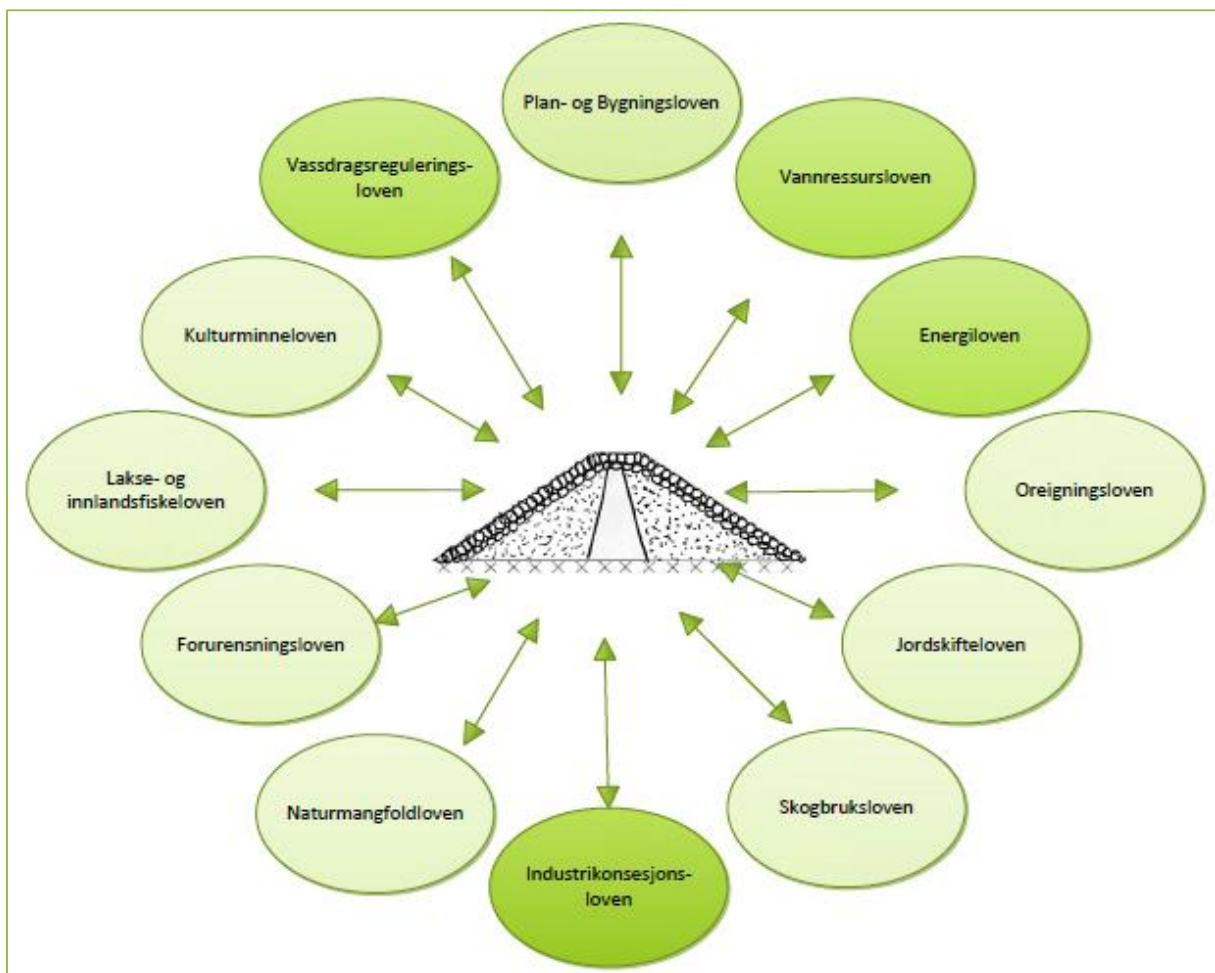
3.2 Lover og forskrifter

Inngrep i og bruk av vassdrag til kraftproduksjon berører mange bruker- og miljøinteresser. Forvaltningen av vassdragsanlegg er derfor underlagt et omfattende lovverk som samlet kalles vassdragslovgivningen. I følge internkontrollforskriften for vassdrag (IK-vassdrag 2011) omfatter vassdragslovgivningen industrikonsesjonsloven (1917), vassdragsreguleringsloven (1917), vassdragsloven (1940), vannressursloven (2000) og damsikkerhetsforskriften (2010). I tillegg til vassdragslovgivningen finnes det en rekke andre lover som påvirker vannressursforvaltningen. Energiloven avklarer konsesjonsbehandling av kraftproduksjon til knyttet vassdragsanlegg. Plan- og bygningsloven (PBL) er det generelle lovverket for arealdisponering, som også omfatter vassdrag og grunnvann. Denne loven inneholder bestemmelser om arealplanlegging, konsekvensutredninger og byggesaksbehandling, og

Kommunal- og moderniseringsdepartementet er øverste forvaltningsmyndighet (Plan- og bygningsloven 2008).

Olje og Energidepartementet (OED) og Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE), skal i samråd med miljøvern- og kommunalmyndighetene sørge for at vassdragene i Norge forvaltes innenfor rammene i vassdragslovgivningen (OED 2002). I praksis blir forskrifter og retningslinjer fra myndighetene også regnet innenfor vassdragslovgivningen.

Figur 4 gir en oversikt over de mest sentrale lovene som kan påvirke et vassdragsanlegg. Lover som NVE har et forvaltningsansvar for er merket i grønt. Plan- og Bygningsloven er framhevet spesielt for å påpeke at NVE skal påse at planer etter PBL er i overensstemmelse med vassdragslovgivningen og vice versa (Skauge 1999). De resterende lovene kan ha innvirkning på planlegging og drift av vassdragsanlegg, men vil ikke gjennomgås nærmere i denne omgang. Det er likevel viktig at de inngår som en del av prosjekteringsprogrammet og inngår i planleggingsfasen.



Figur 4: Oversikt over lovverk som er relevante for damrehabilitering. Lover som NVE har forvaltningsansvar for er uthevet.

Vassdragslovgivningen har vært under utvikling gjennom tiden, og krav til vassdragsanlegg har derfor endret seg tilsvarende. Damsikkerhetsforskriften § 5.1 annet ledd sier at for etablerte anlegg der det ikke er mulig å oppfylle de tekniske kravene gitt i forskriften, skal det utføres kompensierende konstruksjonsmessige tiltak som sikrer at anlegget oppnår ønsket sikkerhetsnivå (Damsikkerhetsforskriften 2010). I Norge skjedde den store utbyggingen av vannkraft mellom 1955 og 1980 (Helle 2013). De fleste vassdragsanlegg er derfor bygd før vannressursloven og damsikkerhetsforskriften trådte i kraft, og må utbedres for å tilfredsstille dagens gjeldende krav. Dette betyr at det har allerede blitt gjennomført en del rehabiliteringsprosjekter for vassdragsanlegg, og at mange står for tur i de nærmeste årene.

3.2.1 Vassdraglovgivningen

I det følgende gis en overordnet introduksjon av lovgivningen som har betydning for damrehabilitering. Lovene er gjennomgått og de viktigste bestemmelsene og paragrafene som påvirker rehabiliteringsprosjekter nevnes kort.

Vassdragsreguleringsloven

Lov om vassdragsreguleringer trådte i kraft allerede i 1917, og ansvarlig departement er i dag OED. Loven gjelder for vassdragreguleringer som er definert som anlegg eller tiltak til regulering av et vassdrags vannføring, samt utvidelse eller forandring av eldre reguleringsverk (Vassdragsreguleringsloven 1917). § 2 fastsetter at det kun er staten eller den som får tillatelse av Kongen (konsesjon) som kan regulere vassdrag for å produsere elektrisk energi. Paragrafen forklarer nærmere hvor store anlegg dette gjelder. § 2 fjerde og femte ledd forteller at en konsesjon ikke kan erstattes av rettslig bindende planer etter Plan- og Bygningsloven. Departementet kan derfor bestemme at ethvert kraftproduksjonsanlegg med endelig konsesjon skal ha virkning som statlig arealplan etter plan- og bygningsloven. Detaljer og krav rundt søknadsprosessen ved konsesjonsbehandling er beskrevet i vassdragsreguleringsloven. Videre i § 3 står det at utbedring eller ombygging av et konsesjonsgitt anlegg ikke krever ny konsesjon så lenge arbeidet ikke medfører en utvidelse av reguleringen av vassdrag. Rehabilitering av vassdragsanlegg vil sjelden påvirke regulering eller føre til nye store inngrep i miljø og landskap, og en trenger derfor ikke søke om ny konsesjon eller ny konsesjonsbehandling.

§ 10 fastsetter at vilkårene som gis i en konsesjon bør tas opp til revisjon etter 30 år for å opprettholde eller forbedre miljøforholdene i vassdraget. Så lenge konsesjonæren vil videreføre konsesjonen etter at vilkårene er blitt revidert, forplikter konsesjonæren seg å oppfylle vilkårene. Revisjon av konsesjonen kan dermed føre til rehabilitering av vassdragsanlegg.

Industrikonsesjonsloven

Lov om erverv av vannfall, bergverk og annen fast eiendom, kortnavn industrikonsesjonsloven, ble vedtatt og trådte i kraft i 1917, samtidig som vassdragsreguleringsloven. Kapittel I tar for seg vannfall spesielt, og sikrer at landets vannkraftressurser tilhører allmennheten og at de derfor skal forvaltes til allmennhetens beste. Uten konsesjon kan ingen andre enn staten rettmessig erverve eiendomsrett til vannfall over en viss størrelse (Industrikonsesjonsloven 1917). Videre paragrafer og kapitler tar for seg detaljer rundt konsesjonsforholdet, avgifter, tidsbegrensninger og eierforhold i konsesjonen, som ikke har noe betydning for rehabiliteringsprosjekter som allerede innehar en gyldig konsesjon.

Vannressursloven

Lov om vassdrag og grunnvann, kortnavn vannressursloven, trådte i kraft i 2001. Formålet med loven er å sikre en samfunnsmessig forsvarlig bruk og forvaltning av vassdrag og grunnvann. Vannressursloven definerer vassdragstiltak som vassdragsanlegg og alle andre tiltak i vassdraget. Videre er vassdragsanlegg definert som bygninger eller konstruksjoner i eller over vassdrag. Med vassdrag regnes alt stillestående eller rennende overflatevann med årssikker vannføring, med tilhørende bunn og bredder inntil høyeste vanlige flomvannsstand (Vannressursloven 2000). Disse definisjonene gjør det klart at det å rehabilitere en dam krever innsyn i og kunnskap om vannressursloven og tilhørende lover og retningslinjer. Vannressursloven fastsetter at NVE i praksis fungerer som vassdragsmyndighet til daglig. Kongen, OED, Norges Geotekniske Undersøkelse (NGU), Helsedepartementet, fylkesmannen eller kommunene kan knyttes til under spesielle forhold og bestemmelser.

Kapittel II presiserer at vassdragstiltak skal planlegges og gjennomføres på en måte slik at de er minst mulig til skade eller ulempe for private og allmenne interesser. Ingen må hindre vannets løp i vassdrag uten at det er hjemlet i vannressursloven. NVE som vassdragsmyndighet skal følge opp dette, og kan ved forskrifter fastsette nærmere regler for planlegging, gjennomføring og drift av visse typer vassdragstiltak. Vannressursloven viser til vassdragsreguleringsloven når det gjelder konsesjonsregler for vannkraftutbygging, og påpeker her at kraftproduksjonsanlegg med endelig konsesjon etter disse lovene uten videre skal ha virkning som statlig arealplan etter PBL (§ 6-4). En konsesjon skal inneholde vilkår som fremmer sikkerhet mot skade på mennesker, miljø eller eiendom, sikrer en best mulig landskapsmessig tilpasning og opprettholder det naturlige liv i vassdraget.

For eksisterende vassdragstiltak er den ansvarlige pliktig til å gjennomføre vedlikehold slik at anlegget er i forsvarlig stand til å ivareta sikkerhet mot skade på mennesker, miljø og eiendom. Vassdragsmyndighetene kan gi pålegg om tiltak for at denne sikkerheten opprettholdes, og ved forskrift fastsette krav til faglige kvalifikasjoner hos personell som er tilknyttet et vassdragsanlegg. Hvis eieren av vassdragsanlegget ikke lenger ønsker å holde anlegget ved like og i forsvarlig stand, skal anlegget fjernes og legges ned. Ved nedlegging skal vassdraget så godt det lar seg gjøre tilbakeføres til forholdene slik de var før anlegget

ble bygd. Nedleggelse og tilbakeføring er ofte dyrere enn å vedlikeholde, samt at man mister inntekter som anlegget gir under drift. Dette betyr at de fleste eiere av vassdragsanlegg heller velger å rehabilitere eksisterende anlegg.

Kapittel 11 omhandler tilsyn og kontroll med vassdrag og grunnvann.

Vassdragsmyndighetene skal føre tilsyn med vassdragstiltak og utviklingen i vassdrag, og skal derfor ha uhindret tilgang til vassdragstiltak, vassdrag og nedbørsfelt. Hvis det trengs opplysninger, dokumenter eller annet materiale som har betydning for tilsynet, er tiltakshaver pålagt å legge fram dette. Den ansvarlige (som oftest eieren) av et vassdragsanlegg skal påse at anlegget og driften av det oppfyller krav i vannressursloven og tilhørende forskrifter. Dette er videre utdypet i internkontrollforskriften for vassdrag (IK-vassdrag 2011) og i damsikkerhetsforskriften (Damsikkerhetsforskriften 2010).

Vassdragsmyndighetene kan pålegge en tiltakshaver å sørge for, eller bekoste, tiltak for å sikre anleggets funksjonssikkerhet. Videre beskriver vannressursloven hvilke muligheter myndighetene har til å kreve at loven gjennomføres i form av pålegg, tvangsmulkt, gebyrer og straff. Til sist påpekes det at loven også gjelder eldre vassdragstiltak som ble påbegynt før loven trådte i kraft.

Energiloven

Lov om produksjon, omforming, overføring, omsetning, fordelig og bruk av energi med mer, kortnavn energiloven, trådte i kraft i 1991. Energiloven gir rammene for organiseringen av kraftforsyning i Norge og påser at allmenne og private interesser blir tatt hensyn til (Energiloven 1990). § 3-1 fastslår at alle anlegg for produksjon, omforming, overføring og fordelig av elektrisk energi må ha konsesjon for å kunne bygges, eies eller drives. Det samme gjelder ombygging eller utvidelse av bestående anlegg. Energiloven behandler konsesjonsbehandling og søknadsprosessen for nettlinjler, vindkraft, fjernvarme og andre energianlegg. Alle saker som omfatter vassdragsinngrep er unntatt energiloven, og der er det vassdragslovgivningen som gjelder. For damrehabilitering kan man derfor se bort fra energiloven med mindre rehabiliteringsprosjektet også innebærer endringer på nettlinjler.

3.2.2 Forskrifter

Damsikkerhetsforskriften

Forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg kom i 2010 og har som formål å fremme sikkerheten ved vassdragsanlegg og å forebygge skade på mennesker, miljø og eiendom. Denne forskriften opphever tre tidligere forskrifter som tok for seg sikkerhet og tilsyn ved vassdragsanlegg, klassifisering av vassdragsanlegg og kvalifikasjoner hos den som forestår planlegging, bygging og drift av vassdragsanlegg (Damsikkerhetsforskriften 2010). NVE har myndighet til å forvalte denne, og har utarbeidet flere retningslinjer som det er anbefalt å følge ved vassdragsutbygging og rehabilitering. Damsikkerhetsforskriften stiller krav til

organisasjon og faglig kompetanse hos personellet ved vassdragsanlegg. Eieren av vassdragsanlegget regnes som ansvarlig og skal sørge for at krav fra forskriften blir fulgt opp, ivaretatt og rapportert. Det stilles kvalifikasjonskrav til personer tilknyttet et vassdragsanlegg og disse varierer ut i fra hvilken konsekvensklasse anlegget er gitt. Vassdragsanlegg er her definert som dammer og vannveier med tilhørende konstruksjoner; i denne oppgaven ligger fokuset kun på dammer.

Klassifisering

Kapittel 4 i damsikkerhetsforskriften klassifiserer alle vassdragsanlegg i en av fem konsekvensklasser hvor klassifiseringskriteriene baserer seg på brudd, svikt eller feilfunksjon i den delen av anlegget hvor skadepotensialet er størst. Den ansvarlige for dammen skal vurdere anlegget og omgivelsene, og foreslå en konsekvensklasse basert på både direkte skader og eventuelle følgeskader som kommer av bruddvannføring, vannstandsendringer eller vannstråle. For dammer skal beregninger om maksimal vannføring og maksimale vannstander på grunn av brudd, ligge til grunn. Dambruddsbølgeberegninger er ofte en del av grunnlaget. Foreslått klassifisering baseres på hvor store skader som påføres boenheter, infrastruktur, miljø og eiendom. Det er til slutt NVE som vedtar hvilken konsekvensklasse som gjelder for det gitte vassdragsanlegget. Kriterier for de ulike konsekvensklassene er gitt i Tabell 1(Damsikkerhetsforskriften 2010; Midttømme 2013).

Tabell 1: Kriterier for inndeling i konsekvensklasser.

Konsekvensklasse	Boenheter	Infrastruktur og miljø
4	> 150	
3	21-150	Store skader på viktig infrastruktur med spesielt stor betydning for liv og helse, eller stor skade på spesielt viktige miljøverdier eller spesielt stor skade på fremmed eiendom.
2	1-20	Skader på infrastruktur som gir stor betydning for liv og helse. Stor skade på viktige miljøverdier eller på fremmed eiendom.
1	< 1	Ingen skade på bolighus, men mindre infrastruktur eller andre bygninger berøres.
0	0	Ingen hus og ellers ubetydelige konsekvenser for samfunnet.

Konsekvensklassen avgjør hvilke tekniske krav som stilles til vassdragsanlegget og hvilke kvalifikasjonskrav som stilles til personer som skal utføre planlegging, bygging og kontroll. For vassdragsanlegg som plasseres i konsekvensklasse 0, er det bare generelle krav og bestemmelser i damsikkerhetsforskriften som gjelder og i praksis er tiltak på disse anleggene hovedsakelig dekket av bestemmelser i Plan- og Bygningsloven. For konsekvensklasse 1 – 4 inneholder damsikkerhetsforskriften flere krav knyttet til organisering, faglige kvalifikasjoner, teknisk utførelse og driftsprosedyrer.

Organisering og krav til personell

Eieren av vassdragsanlegget er ansvarlig, og plikter å følge opp sikkerheten. Personellet ved anlegget skal i følge forskriftens kapittel 2 omfatte leder, vassdragsteknisk ansvarlig (VTA)

med stedfortredende VTA og tilsynspersonell. Det er spesielt VTA-rollen som er underlagt gitte kompetansekrav (kap. 3), mens det er lederens ansvar å sørge for at disse blir overholdt. Vassdragteknisk ansvarlig har det faglige ansvaret for å følge opp sikkerheten ved vassdragsanleggene. Dette gjøres ved å:

- utvikle og følge opp et internkontrollsystem for anleggene.
- sørge for at anleggenes sikkerhet overvåkes og revurderes jevnlig.
- rapportere til leder ved avvikssituasjoner og/eller å foreslå sikkerhetstiltak.

Som VTA skal en også sørge for å lære opp tilsynspersonell om anleggene, og påse at alle deler og faser av et anlegg ivaretar krav fra damsikkerhetsforskriften til enhver tid, og ved avvik sørge for at mangler blir utbedret.

For å kunne få funksjonen som VTA må man ha gjennomgått spesifikk teoretisk opplæring, som gis gjennom Energi Norge og NTNU i form av Damsikkerhetskurs(NVE 2010). Spesifikke krav til utdanning og erfaring for de ulike konsekvensklassene er gitt i Tabell 2.

Tabell 2: Kvalifikasjonskrav til VTA.

Konsekvensklasse	Utdanning	Erfaring
3 og 4	Sivilingeniør bygg eller master i tilsvarende fagkrets.	Minimum 30 måneder relevant praksis fra sikkerhetsarbeid ved dammer og andre vassdragsanlegg.
2	Bygningsingeniør fra høyskole eller bachelorgrad i tilsvarende fagkrets.	Minimum 30 måneder relevant praksis fra sikkerhetsarbeid ved dammer og andre vassdragsanlegg.
1	Bachelorgrad i ingeniørfag eller fagskole bygg/anlegg.	Minimum 30 måneder relevant praksis fra sikkerhetsarbeid ved dammer og andre vassdragsanlegg.

Det er NVE som godkjenner VTA etter at eier har søkt. Ved relevant etterutdanning eller lengre praksis kan NVE redusere kravene til utdanning.

Fagansvarlig

Damsikkerhetsforskriftens kapittel 3 stiller krav til at personell som skal jobbe med undersøkelser, beregninger og planer i forbindelse med bygging, drift og rehabilitering av vassdragsanlegg, må være regnet som fagansvarlig. I praksis gjelder dette hovedsaklig for prosjekterende ingeniør og man kan bli godkjent som fagansvarlig innenfor fem fagområder (I – V):

- I – Betong-/murdammer med fundament
- II – Fyllingsdammer med fundament
- III – stenge- og tappeorganer, rør og tverrslagsporter
- IV – Flomhydrologi
- V - Hydraulikk

Kravet til utdanning for å bli godkjent som fagansvarlig er sivilingeniør/mastergrad innen relevant fagkrets, og praksiskravene er gjengitt i Tabell 3.

Tabell 3: Kvalifikasjonskrav til fagansvarlig.

Fagområde	Konsekvensklasse 1	Konsekvensklasse 2, 3 og 4
I, II og III	30 måneder	60 måneder
IV	20 måneder	40 måneder
V	10 måneder	20 måneder

NVE godkjenner søknader om fagansvarlig. Godkjenningen er personlig og gjelder for hvert enkelt fagområde. NVE offentliggjør lister over godkjente fagansvarlige fire ganger i året. Hvert femte år må godkjenningen fornyes. Samme person kan være fagansvarlig for flere områder samtidig. Per 01.04.14 har NVE registrert 35 fagansvarlige innenfor fagområde I (alle klasser), 16 fagansvarlige innenfor fagområde II (alle klasser) og 8 personer som er fagansvarlig innenfor både fagområde I og II (NVE Seksjon for damsikkerhet 2014).

Byggeperioden og kontroll

Ved bygging av eller anleggsvirksomhet ved vassdragsanlegg krever kapittel 3 gitte kvalifikasjoner hos utførende foretak og anleggsleder. Alle arbeidene skal ledes av en anleggsleder som tilfredsstiller kravene i Tabell 4 og man må i tillegg ha sentral godkjenning som ansvarlig utførende etter PBL (Plan- og bygningsloven 2008).

Tabell 4: Kvalifikasjonskrav til utførende foretak.

Konsekvensklasse	Utdanning	Praksis (av nyere dato)
3 og 4	Bygningsingeniør fra høyskole eller bachelorgrad i tilsvarende fagkrets.	Minimum 50 måneder relevant praksis.
1 og 2	Eksamen fra fagskole innen bygg/anlegg eller tilsvarende utdanning.	Minimum 30 måneder relevant praksis.

I tillegg til kvalifikasjonskrav stiller damsikkerhetsforskriften krav til dokumentasjon og planer under bygging og i driftfasen. For denne oppgaven vil fokus være under byggeperioden, og kapittel 6 omfatter bygging og idriftsettelse. Det skal til enhver tid foreligge dokumentasjon på områder som framdrift, organisering og ansvar og kvalifikasjoner til utførende aktører. Det skal også foreligge planer for blant annet teknisk gjennomføring av kontrollarbeid, prøvetaking og beredskap. Leder er ansvarlig for at den tekniske kontrollplanen blir fulgt opp av en person med minimum kvalifikasjoner tilsvarende det som stilles til utførende foretak og anleggsleder. Sikkerhetsdokumentasjon for laster og dimensjoner av midlertidige anlegg må også være på plass. Denne dokumentasjonen og planene skal overleveres NVE før byggestart for anlegg i konsekvensklasse 2, 3 og 4. For klasse 1 kan NVE kreve dette før byggestart. For alle konsekvensklasser kan NVE kreve at det framlegges periodiske rapporter underveis i byggeperioden. Før byggeprosjektet kan

avsluttes og ferdigstilles, må det utarbeides en sluttrapport som tar for seg alt av utførte kontroller, målinger og prøver, en vurdering av resultatene, samt tegninger av endelig utførelse. Denne rapporten skal sendes til NVE for orientering senest 6 måneder etter byggearbeidet er avsluttet.

Tekniske planer og krav

Kapittel 5 tar for seg teknisk utforming og krav til lastberegning som skal sørge for at vassdragsanlegget skal ha et tilstrekkelig høyt sikkerhetsnivå til enhver tid. For etablerte anlegg som ikke oppfyller de tekniske kravene som er gitt av kapitlet, skal det iverksettes nødvendige konstruksjonsmessige tiltak som fører til at anlegget oppnår et tilstrekkelig høyt sikkerhetsnivå. Denne påpekingen i § 5.1 fører til at mange dammer har blitt og vil bli rehabilitert i årene etter damsikkerhetsforskriften kom ut i 2010.

Kapitlet beskriver hvilke lastberegninger som skal ligge til grunn for den tekniske dimensjoneringen og utformingen av anlegget. Kravene varierer ut i fra hvilken konsekvensklasse anlegget har. Derfor er det viktig at anlegget er plassert i riktig konsekvensklasse før man utarbeider detaljberegninger og -tegninger av anlegget. Vassdragsanlegg skal dimensjoneres og kontrolleres for naturgitte laster og laster som kan forårsakes av teknisk svikt. For dammer i klasse 1 og 2 omfatter dette permanente laster som vanntrykk og poretrykk. I tillegg kommer egenlast med flere, variable laster som for eksempel trafikklast eller sedimentlast og ulykkeslaster som oppstår ved overtopping, lekkasje, store flommer, flodbølger eller andre spesielle situasjonslaster. For dammer i klasse 3 og 4 gjelder dimensjoneringen også for terror-/sabotasje-/krigslaster. Når flere laster opptrer samtidig skal den mest ugunstige lastkombinasjonen ligge til grunn for sikkerhetsberegninger. Grenseverdier for kapasitet, kraftretning, materialspenning, deformasjon, rissvidde og vibrasjon i damsikkerhetsforskriften gjelder foran krav gitt i Norsk Standard. Det skal kontrolleres at lastvirkningene ikke overskrider aktuelle grenseverdier i flere grensetilstander: Bruddgrensetilstand, ulykkesgrensetilstand, bruksgrensetilstand og utmattingsgrensetilstand.

Videre i kapittel 5 stilles det krav til hvordan flomberegninger skal utføres, og hvilke krav som stilles til flomavledning, flomløp og materialbruk. Det er også egne delkapitler om teknisk utførelse av konstruksjonsdeler som ulike damtyper, stenge- og tappeorganer, rør og tverrslagsporter, tunneler, sjakter og kanaler. Mer spesifikt om tekniske detaljer vil ikke bli tatt opp nærmere her, bortsett fra § 5-10 om fyllingsdammer som blir gjennomgått i kapittel 4 om fyllingsdammer.

Mange av de tekniske kravene i damsikkerhetsforskriften kan sees på som funksjonskrav, hvor funksjon og brukbarhet er kvalitativt formulert. Det går selvfølgelig ikke an å ta for seg hver minste detalj i en slik forskrift, og derfor har NVE som forvaltningsorgan utdypet dette noe videre i egne retningslinjer og veiledere.

Driftsfasen

Damsikkerhetsforskriftens kapittel 7 tar for seg driftsperioden til anlegget. Det skal til enhver tid foreligge prosedyrer for driften av anlegget. Alle som jobber med anlegget i driftsfasen skal være kjent med disse og med anlegget generelt. Det skal også være utarbeidet overvåkningsprosedyrer og beredskapsplaner for å opprettholde sikkerheten til vassdragsanlegget. Program for gjennomføring av interntilsyn er gjengitt i Tabell 5 og kan sees på som en forskriftfesting av gjeldende praksis da damsikkerhetsforskriften kom (Damsikkerhetsforskriften 2010; Midttømme 2013).

Tabell 5: Plan for interntilsyn.

Tilsynsnivå	Hyppighet	Utførende personell
Periodisk tilsyn	Minst en gang i året for anlegg i konsekvensklasse 1-4.	Kvalifisert tilsynspersonell, VTA minst annethvert år.
Hovedtilsyn	Konsekvensklasse 2-4: Hvert 5. år. Konsekvensklasse 1: Hvert 7. år.	VTA og en annen person med tilsvarende kompetanse.
Spesielt tilsyn	Under og etter unormale situasjoner som fører til store påkjenninger på anlegget.	VTA
Revurdering	Hvert tredje hovedtilsyn.	Utføres av uavhengig kvalifisert fagperson, for konsekvensklasse 2-4 skal også en uavhengig kvalifisert fagperson kontrollere.

Revurdering er en viktig faktor i prosessen rundt damrehabilitering og vil bli gjennomgått ytterligere i kapittel 6. Damsikkerhetsforskriften tar forøvrig for seg krav til instrumentering, sikringstiltak for allmennheten, varslingsystemer og utarbeidelse av dambruddsbølgeberegninger i driftsfasen. Generelt skal den ansvarlige for et anlegg til enhver tid kunne legge fram opplysninger og dokumenter ovenfor NVE, for å dokumentere at alle typer sikkerhetskrav i damsikkerhetsforskriften etterleves. NVE som myndighet kan gi dispensasjon for bestemmelser i forskriften ved spesielle situasjoner, så lenge det er gjort en forsvarlig sikkerhetsmessig vurdering for alternative løsninger. NVE har også myndighet til å gi pålegg om retting, gebyrer, straff og tilbaketrekking av godkjenninger for å sikre at damsikkerhetsforskriften krav og bestemmelser blir oppfylt.

Forskrift om internkontroll ved vassdrag

Internkontrollforskriften (IK-vassdrag 2011) skal sikre at det etableres internkontroll for vassdragsanlegg slik at krav gitt av vassdragslovgivningen blir oppfylt. Forskriften kom i 2011 og gjelder for vassdragsanlegg med konsesjon, eller andre vassdragsanlegg som er omfattet av damsikkerhetsforskriften. Kravet om internkontroll innebærer at den ansvarlige skal utarbeide og gjennomføre rutiner og prosedyrer som sikrer at fastsatte krav i vassdragslovgivningen oppfylles. § 5 tar for seg ni punkter som skal følges opp. Disse kan oppsummeres med at den ansvarlige til enhver tid skal ha kontroll over lovgivning knyttet til egne anlegg, sørge for at dokumentasjon tilknyttet egne anlegg er oppdatert og tilgjengelig,

utarbeide og gjennomføre rutiner som skal sikre at feil eller mangler oppdages tidlig og sørge for at vilkår og betingelser i konsesjonen oppfylles. Alt skal dokumenteres skriftlig og NVE som myndighet skal følge opp at bestemmelser gitt i internkontrollforskriften overholdes og kan kreve at opplysninger og dokumenter skal framlegges av den ansvarlige.

3.2.3 Byggeslovgivning

Generelt er all arealforvaltning og byggevirksomhet i Norge underlagt bygningslovgivningen som består av plan- og bygningsloven med tilhørende forskrifter. Denne lovgivningen sikrer myndighetenes styring over bebyggelsens lokalisering, bygningsmessig utvikling og generell grunn disponering. Bygningslovgivningen omhandler krav til forvarlig utførelse av bygninger for å sikre tekniske, helsemessige og estetiske hensyn. Sentrale myndigheter er Kommunal- og moderniseringsdepartementet, mens kommunene er utøvende myndighet i utvikling av arealplaner (Aakre & Falkanger 2013). Ombygging og nybygging av vassdragsanlegg er en spesiell byggeoppgave som er underlagt strenge vilkår som hjemles i lover, forskrifter og konsesjon. Berørte interesser som teknikk, sikkerhet, miljø, landskap og estetikk ivaretas, etter NVEs vurdering, best dersom planprosessen styres etter vassdragslovgivning og konsesjonsvilkår, men i nært samarbeid med berørte kommuner. Det er derfor viktig å være klar over plan- og bygningslovens bestemmelser, slik at man kan koordinere behandlingen av vassdragslovgivningen og bygningslovgivningen på en best mulig måte uten at det medfører dobbelt saksbehandling hos de ulike myndighetene (Hamarsland 2005). Tiltakshaver for et vassdragsanlegg bør derfor kontakte NVE og aktuell kommune tidlig i planprosessen for å avklare strukturering av videre planarbeid. Byggeslovgivningen stiller også strenge krav til planlegging av forhold rundt HMS på byggeplasser, og ansvaret ligger både på byggherre og utførende foretak (Munkeby 2013).

Plan- og bygningsloven

Lov om planlegging og byggesaksbehandling kom i 1985 og holdes i hevd av Kommunal- og moderniseringsdepartementet. Kortnavnet er plan- og bygningsloven og den er sentral for all arealforvaltning og byggevirksomhet i Norge. Lovens virkeområde er definert til å være hele landet, inkludert vassdrag, så lenge ikke annet er bestemt (Plan- og bygningsloven 2008). § 6-4 sier at departementet kan bestemme at endelig konsesjon til kraftproduksjonsanlegg etter energiloven, vannressursloven eller vassdragsreguleringsloven uten videre skal ha virkning som en statlig arealplan. Dette vedtaket kan ikke påklages. Ved slike statlige arealplaner vil departementet overstyre kommunenes myndighet til planarbeid. § 12-1 fastsetter at krav til reguleringsplan ikke gjelder for energiproduserende anlegg som er konsesjonspliktige etter de samme lovene som nevnt i § 6. Plan- og bygningsloven har et eget kapittel som omhandler hvilke krav som stilles til tiltak og planer etter annet lovverk (kapittel 14). Denne delen gjelder for tiltak som kan gi vesentlige virkninger for miljø og samfunn, men som er hjemlet i andre lovverk. Det stilles krav til konsekvensutredninger som en del av planprosessen. Formålet med dette kapitlet er å sikre at hensynet til miljø og

samfunn blir ivaretatt fra tiltakets planarbeid, til utførelse og drift. For vassdragsanlegg blir utredningsprogram og konsekvensutredning tatt med i selve konsesjonssøknaden og det vil derfor ikke være aktuelt for rehabiliteringsprosjekter (Vassdragsreguleringsloven 1917).

Plan- og bygningsloven er også relevant for damprosjekter når det gjelder bestemmelser om sentral godkjenning av foretak for ansvarsrett. Damsikkerhetsforskriften § 3-8 stiller krav til at utførende foretak har en anleggsleder med sentral godkjenning jfr. § 23-6 i plan- og bygningsloven. Dette betyr at utførende foretak har ansvaret for at tiltaket utføres i samsvar med prosjekteringen og at de krav som stilles til utførelsen innfris. Som ansvarlig utførende har man også ansvar for å gjennomføre nødvendige sikringstiltak under utførelsesarbeidet. Sentral godkjenning for ansvarsrett gis til foretak som er kvalifisert til å påta seg de nevnte oppgavene som ansvarlig utførende, og godkjenningen gis i forskjellige tiltaksklasser (Plan- og bygningsloven 2008). Kommunal og moderniseringsdepartementet har myndighet som godkjenningsorgan og skal føre et åpent sentralt register tilsvarende register for fagansvarlige i henhold til Damsikkerhetsforskriften (2010).

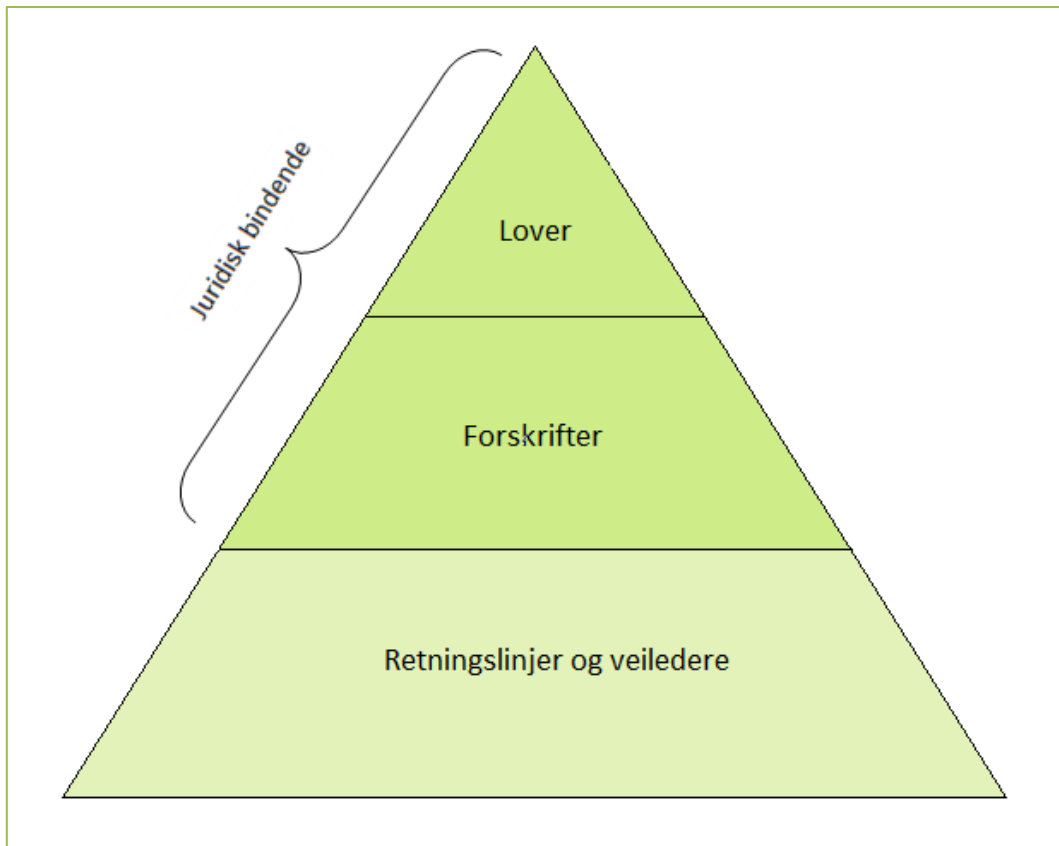
Byggesaksforskriften og byggteknisk forskrift

Forskrift om byggesak (Byggesaksforskriften 2010) og forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift 2010) gir begge utdypninger og utfyllinger av bestemmelser i plan- og bygningsloven. § 4-3 i byggesaksforskriften påpeker igjen at vannkraftanlegg eller andre tiltak i vassdrag som har fått konsesjon er fritatt fra krav i plan- og bygningsloven. Samme paragraf sier at man skal prøve å innfri krav fra byggteknisk forskrift så langt det passer med hvert enkelt anlegg. Siden dammer ikke er videre beskrevet i verken byggesaksforskriften eller i byggteknisk forskrift, vil de ikke bli sett nærmere på i denne sammenheng.

3.3 Veiledere og forskrifter fra NVE

NVE er utøvende myndighet og tilsynsorgan innen bruk og vern av vassdrag. Tilsynet er delt i et damtilsyn og et miljøtilsyn. Damtilsynet blir tatt hånd om av Seksjon for damsikkerhet som er underlagt Avdelingen for tilsyn og beredskap. Gjennom veiledere og retningslinjer gir NVE forslag til hvordan krav fra damsikkerhetsforskriften kan følges opp. Siden noen av retningslinjene er utarbeidet før den nye damsikkerhetsforskriften kom i 2010, vil det ved uoverensstemmelse mellom retningslinje og ny forskrift være den nye forskriften som gjelder.

NVEs miljøtilsyn utføres av Seksjon for miljøtilsyn som også er underlagt Avdeling for tilsyn og beredskap. Denne seksjonen kontrollerer at lovgivning, konsesjonsvilkår og detaljplaner knyttet til vassdragsanlegg blir overholdt og lager veiledere og retningslinjer for å bistå til dette. Figur 5 viser den hierarkiske sammenhengen mellom lover, forskrifter, retningslinjer og veiledere.



Figur 5: Regelverkshierarki.

Veiledere og retningslinjer har samme status. Seksjon for damsikkerhet jobber for å oppdatere alle retningslinjer i forhold til den nye damsikkerhetsforskriften fra 2010, og etter hvert vil alle få navnet veiledere. Disse veilederne utdyper damsikkerhetsforskriften og viser til en måte å tilfredsstille forskriftenes krav. Det betyr at andre løsninger, der man kan dokumentere at like høy sikkerhet er ivarettatt, også kan godkjennes av NVE. I praksis blir veilederne i stor grad sett på som lovgivende tilsvarende lover og forskrifter, og det oppleves gjerne vanskelig å få godkjent alternative løsninger (EnergiNorge 2011). I det følgende gis en kort oppsummering av de viktigste veilederne/retningslinjene når de gjelder rehabilitering av dammer. Konkrete bestemmelser og tiltak vil bli presentert i kapittel 6 om rehabiliteringsprosessen.

Retningslinje for tilsyn og revurdering av vassdragsanlegg

Denne retningslinjen omhandler driftsfasen, og tar spesielt for seg tilsyn og revurdering av vassdragsanlegg (Bachke 2002). En revurdering skal dokumentere at anlegget er i forsvarlig stand og at det oppfyller kravene til sikkerhet som er gitt gjennom vassdragslovgivningen. Både tilsyn og revurdering skal være en del av internkontrollen for vassdragsanleggene og hensikten med dette er å:

- overvåke sikkerheten og forebygge ulykker.
- systematisk avdekke eventuelle feil eller mangler.
- dokumentere anleggets tilstand og ivareta forpliktelser.
- bidra til trygghetsfølelse for allmennheten.

Omfanget og prosedyrer for tilsynet må tilpasses hvert enkelt anlegg hvor det tas hensyn til anlegget kompleksitet, størrelse, alder, bruddkonsekvenser og andre lokale forhold. Program og rutiner for tilsyn og revurdering blir nærmere utdypet i kapittel 6 om periodisk tilsyn og kontroll.

Veileder til damsikkerhetsforskriften – Planlegging og bygging

Veilederen utdyper bestemmelser gitt i damsikkerhetsforskriftens §§ 5-1, 5-2, 6-1 og 6-2, som går på tekniske planer og krav, samt bygging og driftsettelse. Veilederen omfatter både nybygging og fornyelse av vassdragsanlegg, og gjelder i likhet med damsikkerhetsforskriften for konsesjonspliktige anlegg i konsekvensklasse 1-4. NVE foreslår at anlegg i konsekvensklasse 0 gjerne prosjekteres med samme standard som for anlegg i klasse 1. Veilederen tar lettfattet for seg hele byggeprosessen fra planlegging til idriftsettelse og oppsummerer krav gitt i damsikkerhetsforskriften. Konkrete krav og utdypelser fra veilederen vil tas opp senere i oppgaven, i kapittel 6 som omhandler hele prosessen rundt damrehabilitering.

Veileder om Miljøtilsyn ved vassdragsanlegg

Veilederen utdyper de viktigste kravene i forskrift om internkontroll fra 2003, som er forgjengeren til dagens internkontrollforskrift (IK-vassdrag 2011). Veilederen tar for seg forholdet mellom vassdragslovgivningen og byggellovgivningen ved bygging eller opprusting av vannkraftanlegg. Veilederen består av tre deler hvor del A tar for seg detaljer i internkontrollforskriften, del B omhandler fagtemaer som vegetasjonsetablering, miljøtiltak, hydrologi og avfallshåndtering og del C som behandler anleggsobjekter enkeltvis og hvilke føringer som bør være gjeldende standard. For rehabiliteringsprosjekter på fyllingsdammer er det avsnittene om anleggsveier, massetak og –deponier, riggområder og dammer som er aktuelle. Spesifikke krav og anbefalte metoder som omhandler slik damrehabilitering vil bli tatt opp senere i oppgaven. I vedlegg til veilederen om miljøtilsyn finnes en idébank til formuleringer som byggherre kan benytte for å sikre at miljøhensyn blir godt nok dekket i utarbeidelsen av planer, anbud og kontrakter.

Andre retningslinjer og veiledere fra NVE

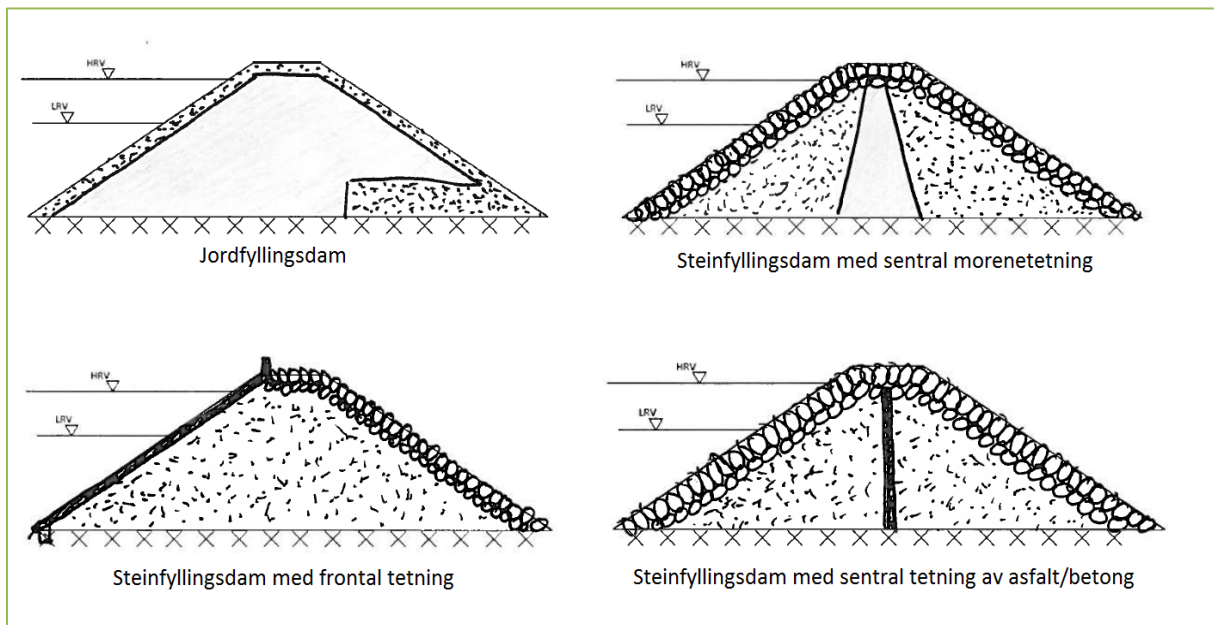
I tillegg til de som er nevnt over, finnes det en rekke retningslinjer og veiledere fra NVE som kan være nyttig å sette seg inn i ved arbeid med et damrehabiliteringsprosjekt.

Veileder for fyllingsdammer utdyper damsikkerhetsforskriftens krav til planlegging og bygging av fyllingsdammer og vil ligge til grunn for mye av faktadelen i kapittel 4 i denne

oppgaven, som omhandler fyllingsdammer. *Rettleiar til forskrift om internkontroll etter vassdragslovgivinga* og *Veileder for utarbeidelse av detaljplan for miljø og landskap for anlegg med vassdragskonsesjon*, er to dokumenter som er brukt som bakgrunn for kapittel 6. Som nevnt vil slike dokumenter kun utdype og spesifisere krav som er gitt i lover og forskrifter innenfor vassdragslovgivingen. Ved tvil er det alltid lovverket som gjelder.

4 Fyllingsdammer

Fyllingsdammer består av oppfylte og komprimerte materialer som jord, grus eller sprengstein. Definisjonen steinfyllingsdam brukes om dammer som volummessig består av mer enn 50 % sprengstein. Dersom mer enn halvparten av damvolumet består av leire, silt, sand eller grus brukes betegnelsen jord(fyllings)dam eller grusfyllingsdam (Kjærnsli et al. 1992). Jorddammer er mest uoversiktlig beregningsmessig og sikkerhetsmessig, og benyttes kun til mindre dammer i Norge i dag (Guttormsen 2006). Fokuset både i lovverk og i denne oppgaven dreier seg derfor om steinfyllingsdammer. Rent damteknisk består en fyllingsdam av et tetningsmateriale som må støttes opp av jord og stein. Tetningsmaterialet kan i prinsippet være et hvilket som helst vanntett materiale, men det er mest vanlig å bruke morene, asfalt eller betong. Tetningen kan legges enten sentralt i dammen eller frontalt på oppstrøms side. Figur 6 viser typiske tverrsnitt for de ulike damtypene.



Figur 6: Ulike typer fyllingsdammer.

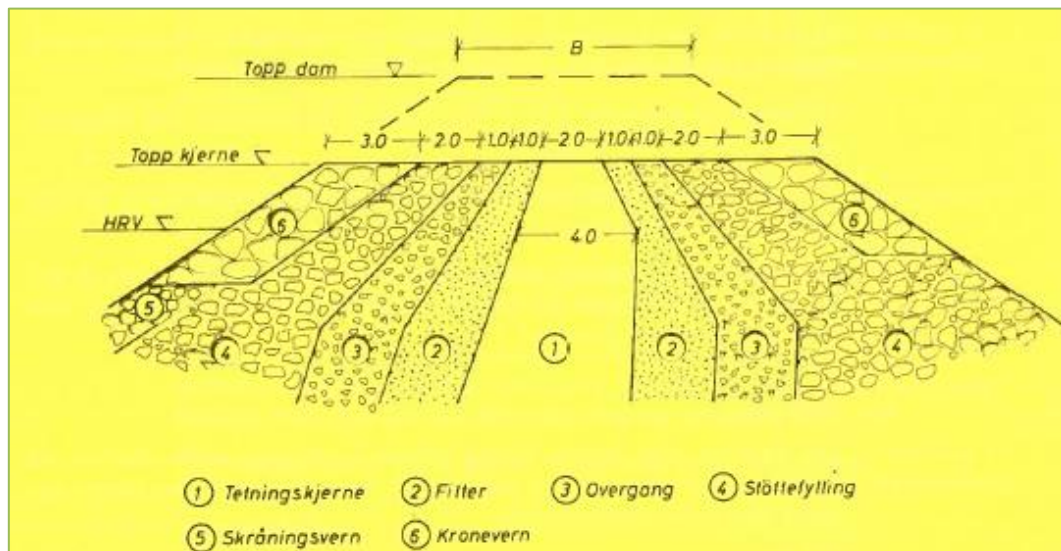
Selv om det er tetningsmaterialet som står for selve oppdemningsfunksjonen, stilles det krav til dammens oppbygging for å ivareta sikkerheten mot utglidning, erosjon og gjennomstrømning som kan føre til dambrudd. Steinfyllingsdammer med sentral tetning

består av flere soner som fra kjernen er filtersone, overgangssone, støttefylling og skråningsvern.

4.1 Lover og regelverk som ligger til grunn

Forskrifter for dammer (1981)

Forskrifter for dammer, er den første damforskriften i Norge og kom i 1981, altså før både vannressursloven (2000) og damsikkerhetsforskriften (2010) (NVE 1981). I denne forskriften ble det utarbeidet regler og anbefalinger for dimensjonering og utførelse av fyllingsdammer. Før den kom ble fyllingsdammer dimensjonert og utført på bakgrunn av erfaringer og publisert litteratur fra internasjonale og nasjonale kilder. Norges Geotekniske institutt, NGI, var involvert i de fleste fyllingsdammene på denne tiden og var en sentral bidragsyter til utarbeidelse av forskriften.



Figur 7: Eksempel på detalj av damtopp, fra *Forskrifter for dammer (1981)*.

Figur 7 viser hvordan forskriften beskriver oppbygging av en steinfyllingsdam med de forskjellige sonene og relevante bredder. Legg merke til at nedstrøms side går direkte fra kronevern (sone 6) til støttefylling (sone 4), og at skråningsvern (sone 5) kun er tegnet inn på oppstrøms side. Andre krav til utførelse av dammens ytre er kort oppsummert i Tabell 6.

Tabell 6: Krav til fyllingsdammer fra Forskrifter for dammer (1981).

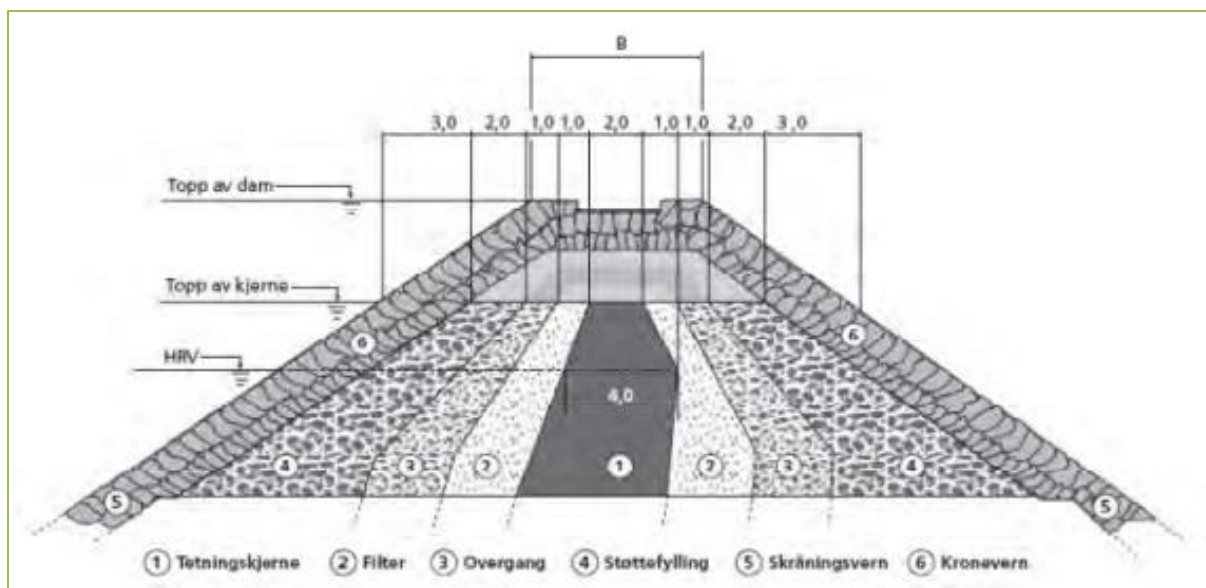
Område	Formulerte krav
Kronevern	Forskriften gir ikke noe tallkrav til dimensjon av kronevern, men beskriver kronevernet kvalitativt på samme måte som skråningsvern på oppstrøms skråning.
Bredde topp av dam	$B_{\min}=4+H/30$
Fribord topp av dam	Minst 2,5 m over DFV + vindoppstuving for dammer med morenetetning. Minst 1,0 m over DFV + vindoppstuving for dammer med annen tetning.
Fribord over tetning	Minimum 2,0 meter med ikke-telefarlig materiale.
Oppstrøms skråningsvern	Nødvendig steindiameter beregnes ut fra dimensjonerende bølgehøyde. Tykkelsen av skråningsvernet er minimum 2 ganger dybden som steinen bygger innover i skråningen.

Damsikkerhetsforskriften

§ 5-10 i damsikkerhetsforskriften tar for seg fyllingsdammer. Her er sikkerhetskrav og tekniske krav i hovedsak kvalitativt beskrevet, med noen unntak for dammer i konsekvensklasse 4, hvor kravene er tallfestet. For å utdype krav for fyllingsdammer videre i denne oppgaven, vil det bli fokusert på NVEs veileder for fyllingsdammer (Andersen et al. 2012) og tallfestede krav fra damsikkerhetsforskriften vil bli markert spesielt.

Veileder for fyllingsdammer

Retningslinjer for fyllingsdammer som kom i 2007 overtok stillingen som Forskrifter for dammer (1981) hadde hatt fram til da, og er i overensstemmelse med damsikkerhetsforskriften fra 2001. Denne retningslinjen ble revidert i 2010, og dagens gjeldende dokument fra NVE er *Veileder for fyllingsdammer* (Andersen et al. 2012). Denne veilederen utfyller § 5-10 og § 6-1 i damsikkerhetsforskriften. Det foreligger ingen Norsk Standard for fyllingsdammer, slik at veilederen vil fungere som en standard og er derfor relativt omfattende. Stort sett er kravene fra 1981 også gjeldene i denne veilederen, mens ytterligere krav har kommet til. Figur 8 viser hvordan dagens veileder beskriver oppbygging av en fyllingsdam med de forskjellige sone og relevante bredder. Soneoppbyggingen er hjemlet i damsikkerhetsforskriften, mens sonebreddene er veiledende verdier fra veileder for fyllingsdammer. Andre alternative løsninger kan godkjennes så lenge man kan dokumentere at man oppnår tilsvarende sikkerhetsnivå. Figur 8 er på mange områder tilsvarende som Figur 7, men i den nye veilederen har det kommet inn krav om skråningsvern av stein (sone 5) også på nedstrøms side. Dette er et krav som gjelder fyllingsdammer med både sentral og frontal tetting.

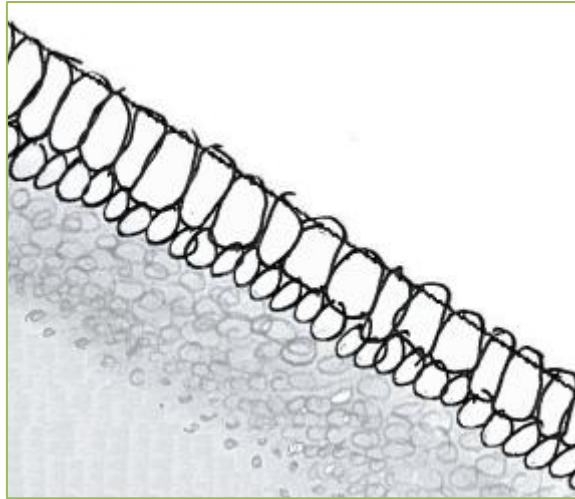


Figur 8: Eksempel på detalj av damtopp, fra Veileder for fyllingsdammer (2012).

Forskjellen mellom Figur 7 og Figur 8 er hovedgrunnen til at mange fyllingsdammer nå må rehabiliteres for å tilfredsstille damsikkerhetsforskriften. Krav om plastring på nedstrøms damskråning har kommet for å øke sikkerheten mot dambrudd eller utglidninger ved gjennomstrømmende vann eller overtopping av dam (Damsikkerhetsforskriften 2010). De største forskjellene mellom dagens lovverk og det som var praksis da de fleste fyllingsdammer ble bygd, handler om dammens ytre. Tetningskjernen, fundament og filterkriterier ansees for å være tilstrekkelig i forhold til krav i de fleste rehabiliteringsprosjekter. Fokuset videre i denne oppgaven vil derfor ligge på dammens skråninger, damkrone, overgangssoner og støttefylling. Selvfølgelig må man i hvert enkelttilfelle undersøke hele dammen for å vurdere hvilke tekniske krav som er oppfylt og hvilke som krever utbedring. Den konstruktive sikkerheten til dammen skal dokumenteres ved beregninger og kontroller, noe som gjerne blir gjort ved revurdering og utarbeidelse av tekniske planer. Veilederens konkrete krav til teknisk utførelse av dammens ytre gjengis i neste avsnitt. Tilfeller der damsikkerhetsforskriften har oppgitt tallfestede krav vil bli uthevet spesielt.

Tekniske krav til dammens ytre

Damskråningens ytre del består av støttefylling og skråningsvern. Støttefyllingen støtter opp tetningen i dammen og består av velgraderte masser med god drenasjekapasitet. Støttefyllingen skal ha en gradvis overgang mot grovere masser ut mot skråningsvernet slik at man oppnår en filtervirkning som sikrer støttefyllingen mot utvasking av innenforliggende masser. Figur 9 skisserer overgangen mellom støttefylling og plastringslag. Skråningsvernet er dammens ytterste lag og skal sikre hele konstruksjonen mot både ytre påkjenninger og indre vann gjennomstrømning.



Figur 9: Tverrsnitt av plastring og støttefylling.

Damsikkerhetsforskriften sier at oppstrøms skråningsvern skal dimensjoneres og utføres for å kunne motstå påvirkninger av bølger, is, tele og andre påkjenninger. Nedstrøms skråningsvern med plastring sikrer at dammen tåler stor vanngjennomstrømming og/eller overtopping som kan oppstå som følge av ulykkeslaster eller skade på dam. Ytre del av fyllingen skal også være drenerede for å hindre at innenforliggende masser vil sige på grunn av tele. Til plastring av oppstrøms og nedstrøms damskråning skal det brukes steiner av tilfredsstillende størrelse og kvalitet. Hva som regnes som tilfredsstillende størrelse og kvalitet blir ikke utdypet i damsikkerhetsforskriften.

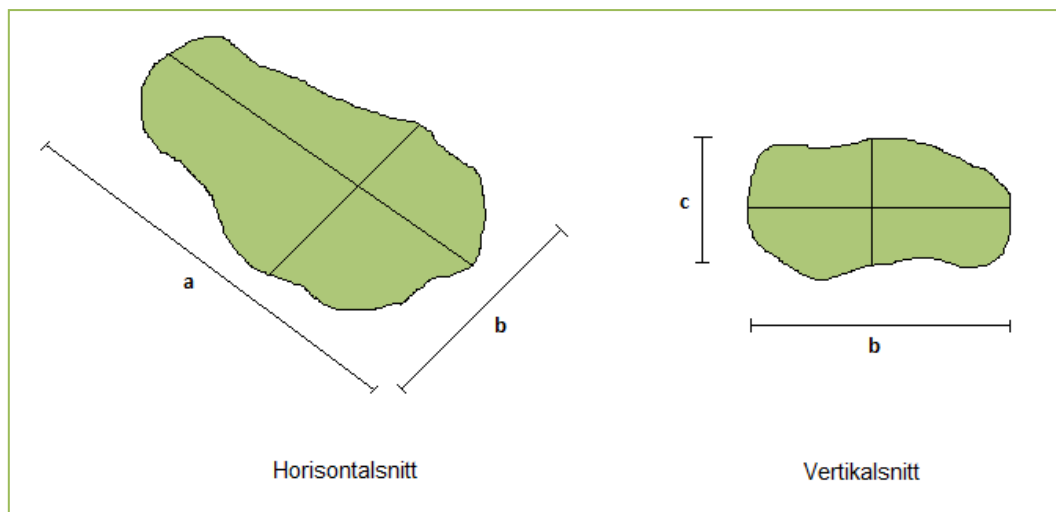
Plastring er en spesiell metode å legge stein og defineres slik:

Steinene skal plasseres slik at de ligger stabilt og med god innbyrdes kontakt. Hver enkelt stein skal plasseres slik at lengdeaksen ligger med fall innover i dammen, og slik at det dannes et godt forband (Andersen et al. 2012, s. 23).

Damsikkerhetsforskriften bruker ikke begrepet plastring, men beskrivelsen av utleggingsmetode er tilnærmet lik. I forskriften fra 1981 beskrives oppstrøms skråningsvern med at steinen skal ligge stabilt og med god innbyrdes kontakt, at steinen skal plasseres med lengderetningen med fall innover i dammen og at det skal dannes et visst forbandt, slik at dagens krav til skråningsvern kvalitativt ikke skiller seg fra hvordan man tidligere beskrev plastring.

Hvordan man definerer nødvendig steindiameter på en fysisk stein finnes det mange teorier om (Bogfjellmo 2013), hvor de tre dominerende metodene er:

- 1) Utrekninger av nødvendig steinvekt ut fra bølgebelastninger på oppstrøms plastring.
- 2) Empiriske beregninger basert på bruddvannføring for testdammer.
- 3) Beskrive steindiameter ut fra målte verdier for steinens tre akser (Figur 10).



Figur 10: Skisse over steinens tre akser.

I praksis vil man ikke under et anleggsprosjekt gå rundt i steinbruddet og måle hver enkelt stein i tre retninger, og derfor er kravene til steinstørrelse ofte lagt på en god sikkerhetsfaktor (Bogfjellmo 2013).

Tabell 7 tar for seg hvilke kvantitative krav kapittel 3 i *Veileder for fyllingsdammer* setter til de ulike delene av dammer i forskjellige konsekvensklasser. Tallfestede krav fra damsikkerhetsforskriften er merket med **fet skrift**.

Tabell 7: Krav til fyllingsdammer etter område og bruddkonsekvensklasse.

	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4
Fribord topp av dam	Generelt bør topp av dam ikke ligge lavere enn 1,2 m under topp av tetning.		Minimum 4,5 m over HRV	Minimum 6 m over HRV
Fribord topp av tetning	Generelt minimum 0,5 m over DFV + vindoppstuing. Dammer med sentral morenetetning skal ha minimum 2,0 m ikke-telefarlige materialer over topp av tetning.			
Bredde av topp dam	$B \geq 4 + H/30$		$B \geq 5,5$ m	$B \geq 5,5$ m
Kronevern	Skilles ikke mellom skråningsvern og kronevern.	Minimum 2 m målt horisontalt. Yttersteinene minimum 0,15 m ³ eller tilsvarende oppstrøms skråningsvern. Føres ned til 2 m under HRV.	Minimum 3 m målt horisontalt. Yttersteinene minimum 0,5 m ³ . Føres ned til 5 m under HRV.	Minimum 3 m målt horisontalt. Yttersteinene minimum 1 m ³ . Føres ned til 6 m under HRV.
Skråningshelning	Normalt bør ikke helningen gjøres brattere enn 1:1,5 for dammer med morenetetning, for å oppnå tilstrekkelig geoteknisk stabilitet.			
Oppstrøms skråningsvern	Steinstørrelse beregnes fra signifikant bølgehøyde (Hudsons formel). Minst 2 meter bredt målt horisontalt. Skal bestå av to sjikt med stein, hvor stein i innerste sjikt(d) kan være mindre enn stein i ytterste sjikt(D). $d_{\min} > D_{\min}/4$.			
Nedstrøms skråningsvern	Steinstørrelse beregnes fra formelen: $D_{\min} = 1,0 * S^{0,43} * q^{0,78}$. Hvor S er tangens til skråningens helningsvinkel og q er enhetsvannføring, som er oppgitt for de ulike konsekvensklassene.			
	$D_{\min} = 1,0 * S^{0,43} * q^{0,78}$	$D_{\min} = 0,582 * S^{0,43}$	$D_{\min} = 0,582 * S^{0,43}$	$V_{\min} = 0,15 \text{ m}^3$

Nøyaktighet og kontroll

Veileder for fyllingsdammer har et eget underkapittel om generelle byggekrav, som blant annet påpeker viktigheten av god planlegging og at tidsplanen tar høyde for at massene må rekke å konsolidere for å sikre et bra sluttresultat. Avvik fra prosjekterte størrelser og bredder tolereres inntil $\pm 0,5$ meter for bredder i horisontalplanet, eller ± 10 % for bredder

mindre enn 5 meter. Overflatetoleransen for plastret skråning bør settes til ± 250 mm og vertikale avvik ved avslutning av soner bør ikke overstige 50 mm. For å sikre at disse avviksgrensene ikke overskrides og at utførelsen gjøres med tilstrekkelig kvalitet, er det viktig å holde god kontroll med utførelsen. Damsikkerhetsforskriftens § 6-1 omhandler byggefasen og tar for seg kontrolloppgaven. Kapitlet foreslår et kontrollprogram for bygging av en steinfyllingsdam med morenekjerne, som kan ligge til grunn for andre fyllingsdamprosjekter også. Selv om det foreslåtte programmet hovedsaklig dreier seg om innbygging av kjerne, vil det ligne på det kontrollprogrammet som NVE gjerne krever for rehabiliteringsprosjekter som ikke direkte tar for seg damkjernen.

4.2 Utførelse av plastring

Tilgang på plastringskompetanse

Det å legge plastring riktig kan sees på som et håndverk utført med en stor gravemaskin, som krever stor nøyaktighet. Hver stein legges ut en for en, der man må påse at den ligger med rett fall og vinkel i forhold til steinens tyngdepunkt og damskråningen. Hver stein skal ligge med god kontakt med steinene under og slik at overliggende steiner kan legges godt inntil. Dette krever både nøyaktighet og tålmodighet hos gravemaskinkjørerene, men tar også lang tid å lære seg. Damplastring var et eget felt innenfor maskinførerfaget på 1970-tallet, og flere store fyllingsdamutbygginger fram til slutten av 1980-årene førte til at flere maskinførere utviklet unike ferdigheter som damplastrere (Aarbakk et al. 2011). Siden da har det vært få plastringsprosjekter og dermed lite grunnlag for rekruttering og opplæring av maskinkjørerene, noe som merkes ved utførelse av plastringsjobber i dag.

Det er ikke lenger så mange yrkesaktive igjen i bransjen som virkelig kan plastringskunsten, og de fleste som er igjen begynner å nærme seg godt over gjennomsnittlig pensjonsalder. Opplæring av nytt personell krever mye tid og oppfølging, og ikke minst områder for å kunne øve seg. Dette er vanskelig å prioritere i en travel entreprenørhverdag hvor tidspress og inntjening er i fokus.

Utfordringer og konsekvenser

For dameier vil lite plastringskompetanse i entreprenørbransjen kunne føre til redusert kvalitet og dermed redusert levetid på utførte plastringsarbeid. Dårlig utført plastring med lite kontakt mellom enkeltsteinene eller store hulrom er mer utsatt for setninger og utglidninger. Dette kan føre til at plastringen må utbedres for å opprettholde ønsket sikkerhets- og levetidskrav. Stort arbeidspress på de få som har plastringskompetanse kan gjøre at rehabiliteringsprosjekter blir utsatt til ugunstige tidspunkt for dameier. Utsettelse eller forsinkelse av plastringsarbeidet kan gi både økonomiske og sikkerhetsmessige konsekvenser. Under selve byggearbeidet vil lite erfaring hos plastrer, ofte bety økt gjennomføringstid for prosjektet og ekstra arbeid på grunn av at underkjent plastring må tas

opp og legges på nytt. Forsinkelse ved utførelsen kan også utgjøre en sikkerhetsrisiko dersom dammen svekkes som følge av tiltaket i byggeperioden fram til plastring er utført (Aarbakk & Søreide 2014c). Dameier bør derfor ha interesse av og fokus på, å øke plastringskompetansen i bransjen. Dette kan for eksempel gjøres ved å kontraktfeste opplæring av damplastre i avtalen mellom byggherre og entreprenør.

4.3 Byggemateriale og steinbruddslokalisering

Egnet byggemateriale

Anskaffelse av godt byggemateriale er en annen viktig utfordring ved rehabilitering av fyllingsdammer. Veileder for fyllingsdammer anbefaler en god steinkvalitet som er motstandsdyktig mot forvitring og foreslår granittiske eller gabbroide bergarter. Skifrige bergarter har som regel lav steinkvalitet, danner flakige steiner ved bruddrift og er ikke tilfredsstillende til å bruke som plastringsmateriale (Norges geotekniske institutt 1983). Ideelt sett ønsker man å etablere steinbrudd med tilfredsstillende steinkvalitet i nærheten av damområdet, for å unngå lange transportveier fra steinbrudd til damområde. I tilfeller der man ikke finner en egnet steinbruddslokasjon i nærheten av dammer vil man likevel benytte seg av lange transportveier for å sikre tilstrekkelig steinkvalitet og eventuelt å minske naturinngrepene et alternativt steinbrudd vil kunne gi. Vurdering av steinbruddets lokalitet må tas med tidlig i planleggingsprosessen. Hvis det er flere alternativer, vektlegges muligheter for rasjonelt uttak og for en god landskapsmessig avslutning (Hamarsland 2005).

Lokalisering av steinbrudd

Ved nybygging av fyllingsdammer er ofte steinbrudd helt eller delvis under høyeste regulerte vannstand (HRV) å foretrekke dersom steinkvalitet og –volum er tilfredsstillende. Ved rehabiliteringsprosjekter, der oppstrøms damskråning inngår, kan steinbrudd i magasin komme i konflikt med ønsket magasinindisponering under anleggsperioden, og er derfor ofte uaktuelt. Steinbrudd under HRV kan også være vanskelig dersom en ikke har forbitappingskapasitet til å holde magasinet nede i lengre tid. Alternativt kan en utvide et eksisterende brudd utenfor reguleringssonen eller etablere nye brudd utenfor reguleringssonen. I alle tilfeller må det foreligge en plan om hvordan bruddområdet skal tilpasses terrenget ved avslutning, men det skal også tas hensyn til hvordan steinbruddsdriften påvirker områdene rundt under anleggsperioden, i form av støy, rystelser og støvproblematikk. Dette er hensyn som har blitt fokusert på i nyere tid slik at eldre massetak ofte har dårlig landskapstilpassning (Hamarsland 2005).

Eksempler

I det følgende gis noen eksempler på rehabiliteringsprosjekter som har hatt en vellykket plassering og landskapsmessig tilpassing av steinbrudd.

Bitdalen dam

Hele bruddet ble fylt igjen og vegetert etter prinsipp om økologisk revegetering. Gjenplanting av området ble gjort med torver med vegetasjon/trær som ble tatt vare på fra avdekkinga (Aarbak & Søreide 2014c).



Figur 11: Steinbrudd under drift , høyre bilde viser samme område etter gjensåing (foto: Statkraft).

Dam Stolsvatn

Bruddet ble etter anleggsperioden fylt igjen og det ble etablert et bruddtjern med muligheter for bading og fiske (Storm-Mathisen 2009).



Figur 12: Steinbrudd under drift, og bruddtjern etter gjenfylling (foto: E-CO Energi AS).

Dam Venemo

Steinbruddet lå rett nedstrøms dammen og etter ferdigstilling ble det etablert et bruddtjern som fungerer som energidreperbasseng for flomløpet (Aarbak & Søreide 2014c).



Figur 13: Dam Venemo før og etter rehabilitering (foto: Statkraft).

4.4 Stein til bruk i plastring

Steinstørrelse og sammensetning

Plastring av fyllingsdammer krever en stor andel stor stein, og bruddets bergkvalitet og sprengningsteknikk er avgjørende for steinbruddets omfang. Spesielt ved rehabilitering av dammer er andelen stor stein en utfordring siden behovet for sams sprengstein er begrenset i forhold til ved nybygg av dammer der flere steinfraksjoner benyttes (Aarbakk & Søreide 2014c). I et rehabiliteringsprosjekt vil man alltid trenge masser med mindre stein til støttefylling som bakfylling til plastringen. Hensikten med bakfylling er damteknisk å oppnå en filtereffekt mot plastringen og for gjennomføring av arbeidene som transportvei og arbeidsplattform til utførelse av plastringsarbeidet. Finere masser trengs også å slakke ut damsiden dersom skråningshelningen er for bratt. Det er likevel et begrenset behov for mindre fraksjoner sammenlignet med nybygging av fyllingsdammer der man trenger masser til både filter og hele støttefyllingen. Normalt må det regnes 40 – 60 % vrakmasse fra steinbrudd som tar ut stein til plastring (Hamarsland 2005), men ofte er andelen vrakmasser enda høyere. Derfor er kompetanse og kvalitetsbevissthet hos alle som jobber i tilknytning til steinbrudd, transport og plastring, svært viktige for å holde effektiviteten oppe og kostnadene nede.

Sprengningsteknikk og nedknusing

Ved storsteinssprengning må man sørge for at fragmenteringsgrad og nedknusingsgrad av bergmassen reduseres betraktelig sammenlignet med alminnelig dagbruddsprengning. Sprengningsbasen må derfor foreta vurderinger kontinuerlig for å tilpasse borehull, sprengstoffmengde, ladelengde og sprengningsmønster til bergkvaliteten og til forhold som avdekkes etter hvert som steinbruddet drives (Fagermo 1998). Stor sprengstoffmengde eller for tett mønster vil gi stor grad av nedknusing slik at andelen storstein blir mindre. Ofte er det bedre å spreng ut for store steinblokker som i etterkant kan deles til flere steiner i passelig størrelse. Til deling av blokker er det mest effektivt å benytte stålkule der en slipper steinene ned på kula eller en kan slippe steinen ned på andre steiner. Slipping av kule eller pigging gir ofte nedknusing til for liten steinstørrelse. Uttak og behandling av storstein til spesielt kronestein krever store maskiner med tanke på god HMS og kvalitet (Aarbakk & Søreide 2014b).



Figur 14: Utlasting av storstein etter salvesprengning. Foran gravemaskinen vises en stålkule som brukes for å dele opp for store steinblokker.

Sortering og logistikk

Etter salven er skutt har de som sorterer i bruddet en viktig jobb. Utvelgelse av stein til plastring, kronevern og kantstein baserer seg i stor grad på erfaring, og er vanskelig å definere i anbudspapirer. Det er viktig at sorteringen starter fra dag én, slik at man får samlet en tilstrekkelig mengde stor stein til kronevern og kantstein, selv om utleggingen av kronevern er noe av det siste man gjør i en damrehabiliteringsprosess. Derfor må logistikk og lagringsplass for ulike steinstørrelser være med i planleggingen fra starten av (Lauvdal & Skjeggedal 2014). Lagringsplassen kan være i nærheten av selve bruddet eller på et område som er satt av til mellomlagring, men når steinen skal benyttes på selve dammen må den fraktes dit dumperlass for dumperlass. Da er det viktig at alle steinene som kjøres til plastringsarbeidet på dammen faktisk er av tilstrekkelig størrelse og kvalitet, slik at man slipper å frakte steiner tilbake til tippområder for vrakmasse. Figur 15 viser en plastringsstein som må vrakes på grunn av sprekk i steinen, slik at størrelsen ikke er tilfredstillende.



Figur 15: Vraket plastringsstein på grunn av oppsprekking (foto: Statkraft).

Plastrerens erfaring og HMS-tiltak

God sortering av stein er spesielt viktig ved dammer som har høy bruddkonsekvensklasse. Krav til stor steinstørrelse fører til at hver dumper bare kan frakte 4-6 kronestein, som tilsvarer ca 25 – 30 tonn (Aarbakk & Søreide 2014b). Ved lange transportveier kan plastringsarbeidet på dammen måtte vente på flere steiner for å fortsette jobben. Dette kan øke tidsbruken i prosjektet. På den annen side kan lite erfaring hos plastreren føre til utlegging av plastringsstein går saktere enn tilkjøring av stein, slik at det hopper seg opp inne på selve dammen. Lagring av mye stein på dammen gjør at arealet plastreren kan jobbe på begrenses, og fare for uhell øker på grunn av smalere arbeidsområde. Det kan derfor være et HMS-tiltak å forhindre at det oppstår lagring av stein på damfloa. En annen HMS-faktor under arbeid på selve dammen er at transport av masser kun bør skje ved hjelp av dumpere, ikke med lastebiler som har dårligere framkommelighet og er mindre stabile mot velting i bratte anleggsveier og skråninger (Aarbakk & Søreide 2014b).

4.5 Kontroll av plastringsarbeidet

Påbygging av dam i forbindelse med rehabilitering omfatter både innbygging av støttefylling samt utlegging av plastring som ytre skråningsvern. Dette er prosesser som krever god nøyaktighet og kontinuerlig oppfølging og kontroll. Innbygging av masser i dammen skjer lagvis i horisontale lag. Skråningsvernet må utføres i takt med utlegging av støttefyllingen, både for å utnytte maskinkapasiteten og for å sikre en jevn overgang mellom støttefylling og plastringsstein (Kjærnsli et al. 1992). Kontroll av samtlige arbeider i damprosjektet er til dels underlagt krav fra NVE, i tillegg til at byggherre og entreprenør har egne rutiner for kontroll av utførelsen.

Innbygging av støttefylling

Hvert lag av støttefyllingen skal komprimeres med vibrovalse for å oppnå ønsket pakkingsgrad og redusere setningsproblematikk. Valsestørrelsen bestemmer hvor dypt komprimeringen når og optimal lagtykkelse må derfor avgjøres ut fra tilgjengelig maskin. For å kontrollere utlegging av støttefylling skal det utarbeides valserapporter, det kan også tas ut prøver av utlagt fylling for å kontrollere massenes tyngdetetthet og kornfordeling (Andersen et al. 2012).



Figur 16: Plastringsarbeid på Tunhovd Dam (foto: Norconsult).

Plastring av damskråning

Plastringsarbeidet på damskråningene skal kontrolleres jevnlig under utleggingen for å sikre at arbeidet utføres i henhold til tegninger og spesifikasjoner. Det er krevende å kontrollere selve kvaliteten på plastringen direkte, men ved å sjekke at arbeidene er utført etter metoder og måter som er beskrevet i de tekniske planene vil en kunne oppnå tilstrekkelig kvalitet (Kjærnsli et al. 1992). For å opprettholde effektiviteten best mulig er det viktig at kontrollen skjer kontinuerlig etter hver flo som er ferdigplastret. Vanlig praksis er at entreprenøren først foretar en egenkontroll, før byggherrens kontrollør kommer og ser over området. Dersom utlegging eller enkeltsteiner ikke tilfredsstillende tegninger eller tekniske krav, må det rettes opp før plastringarbeidet kan fortsette. Derfor er det viktig at kontrollen gjøres jevnlig slik at man ikke oppdager feil som krever at et stort område av plastringen må utføres på nytt.



Figur 17: Detaljbilde av plastring med jevn steinstørrelse og god forband mellom steinene (foto: Norconsult).

De vanligste feilene som oppdages under kontroll av plastring er (Kulbotten 2014):

- Dårlig forband: Steinen ligger ikke i god kontakt med omkringliggende steiner.
- For store hull i ytre del av plastring slik at bakenforliggende stein kan komme ut av plastringa ved en gjennomstrømningssituasjon.
- Steinen er for liten i forhold til krav i tegninger og spesifikasjoner.
- Helningen til steinen i forhold til damskråningen tilfredsstillende ikke angitte helningskrav.



Figur 18: Detalj av plastring der kontrollør har markert at steinene ikke har god nok forband, og må derfor rettes opp av entreprenør (foto: Norconsult).



Figur 19: Detaljbilde av plastring der kontrollør har markert at det er for stort hull mellom steinene (foto: Norconsult).

I de fleste tilfeller kan feilene enkelt rettes opp mens videre plastringsarbeid pågår, men hvis det er mange feil innenfor et område må hele området utbedres etter dialog mellom byggherre og entreprenør (Kulbotten 2014).

Kontroll av steinbrudd og mellomlager

Byggherre bør ha utarbeidet en kontrakt med entreprenøren som åpner for at byggherre har påvirkningsmulighet på hvordan utførelsen gjøres og hvilke prinsipper som ligger til grunn. I steinbruddet er det entreprenør som utarbeider salveplaner for hver rast, men byggherre skal kontrollere salveplanene og ha mulighet til å komme med innspill og endringer hvis nødvendig. Byggherre skal kunne ta stikkprøver underveis i sprengningsarbeidet for å kontrollere boremønster, hulldiameter og boreavvik (Aarbakk & Søreide 2014b).

Etter utsprengning og sortering skal byggherre kunne kontrollere steinstørrelse og –kvalitet, for å sjekke at kontraktsbestemmelsene blir overholdt. Dette gjelder også i mellomlager og på dam. Det kan være lurt å definere noen referansesteiner som markeres og legges ut, slik at entreprenøren har en mal å forholde seg til. Figur 20 viser steiner som er kontrollert for størrelse, og som ligger som referansesteiner på dam.



Figur 20: Kontroll av steinstørrelse (foto: Statkraft).

Erfaringer ved kontroll av innbygging av dam

Erfaringsmessig ser man at man oppnår god utførelse ved å ha jevn oppfølging og god kommunikasjon mellom byggherre og entreprenør, til dels også konsulenter. Dette opprettholdes gjennom gode sjekklister for kontroll, og god dialog mellom kontrollør og utførende plastrer. En annen viktig faktor er byggherrens kontinuerlige tilstedeværelse så lenge entreprenøren jobber på anlegget. Involvering av alle aktører tidlig i prosjektfasen er også viktig for å oppnå et vellykket resultat, noe som kan løses gjennom felles oppstartmøter og lignende (Aarbakk & Søreide 2014b).

5 Aktørene

Organiseringen av et damrehabiliteringsprosjekt blir som regel tilsvarende andre byggeprosjekter. Prosjektet omfatter flere aktører som alle har sin mening om hvordan resultatet blir og hvordan man skal komme fram til mål. For oppgaven velges det å se bort fra produktleverandører og eksterne tjenester som banker, forsikringsselskap, innleid driftspersonell og lignende aktører. Hovedfokus ligger på dameiere som innehar byggherrefunksjonen, konsulenter som rådgivende, entreprenører som utførende foretak og myndighetene som skal følge opp prosjektet. Alle disse fire aktørene har konkrete og delvis lovfestede oppgaver i henhold til vassdragslovgivningen.

5.1 Dameier/byggherre

Den ansvarlige for en dam er, i følge vannressursloven, eieren, med mindre spesifikke unntak er godkjent av myndighetene (Vannressursloven 2000). Dameier er som oftest et eller flere kraftselskap. Eikeland (1998) beskriver prosjekteier som den juridiske personen som har eieransvaret for og eierrettighetene til prosjektet, og den som bærer risikoen for prosjektets kostnader og bruksverdi. Begrepene prosjekteier, tiltakshaver, oppdragsgiver og byggherre brukes gjerne om hverandre og litt upresist om en aktør som står ansvarlig for byggeprosjektet som helhet, som eier og finansierer prosjektet og som gjerne er oppdragsgiver for andre aktører i prosjektet. I damsikkerhetsforskriften og vannressursloven brukes begrepene byggherre og tiltakshaver likestilt. For denne oppgaven antas det at alle dammer er eid og drevet av kraftselskap, som også innehar rollen som prosjekteier for et rehabiliteringsprosjekt. Det betyr at eieren av prosjektet i tillegg innehar funksjonen som oppdragsgiver for prosjektet som helhet. Byggherrefunksjonen vil som regel ivaretas innenfor prosjekteierorganisasjonen, her altså kraftselskapet, men kan også være innleid fra et annet firma til å utføre byggherrefunksjonen for prosjekteieren. Videre i denne oppgaven tar en utgangspunkt i at kraftselskapet er byggherre i rehabiliteringsprosjekter.

Byggherrens helhetsansvar innebærer å ha et overordnet ansvar for å finansiere og organisere prosjektet, og ta risikoen for prosjektets kostnader, verdiskaping og HMS. Kraftselskapets bidrag og belønninger knytter seg derfor ikke bare til selve byggeprosessen, men strekker seg i tid både før og etter rehabiliteringsprosjektets levetid(Eikeland 1998).

Kraftselskapet skal forvalte og drive vassdragsanlegget videre, og er derfor helt sentrale i hele anleggets levetid, både fra initieringsfasen til driftsfasen og nye revurderinger. Et damanlegg til energiproduksjon driftes videre av kraftselskapet selv og har ingen sentrale eksterne brukere i driftsfasen. Man må likevel ivareta hensyn til miljø, naboer, myndigheter, natur og infrastruktur med flere, som kan gi spesielle brukerbehov knyttet opp mot et rehabiliteringsprosjekt.

Byggherre har ansvaret for prosjektledelse under byggeperioden, som enten kan gjøres internt i eget selskap, eller ved å leie inn andre til å utføre oppgavene. Prosjektledelsen omfatter prosjekteiers prosjektleder og alle som bistår prosjektleder med dennes oppgaver eller som utfører delfunksjoner som inngår i alle de administrative prosessene for prosjektet som helhet (Eikeland 1998). Prosjektledelsen er en midlertidig organisasjon som kun er knyttet til selve prosjektet og byggeprosessen, og opphører når prosjektet er helt ferdigstilt. Prosjektledelsens fokusområder og ansvar er derfor hovedsaklig knyttet til byggeprosessens forløp, altså prosjektering, gjennomføring og overlevering til drift. De viktigste punktene er da HMS-krav, byggverkets kvalitet, kostnader, framdrift og ferdigstillelse. Dersom dameier har relevant kompetanse innad i selskapet er det en fordel at prosjektleder er ansatt hos dameier, fordi det ofte gir et bedre forankret eierforhold til prosjektet (Aarbakk & Søreide 2014b). Dersom prosjektledelsen må innleies er det viktig å ivareta prosjekteiers mål og interesser for å ha muligheter til tilsvarende oppdrag i framtiden.

En prosjektledelse med gode relasjoner til de andre aktørene er svært viktig. Dersom dette forholdet er godt både profesjonelt og til dels personlig vil det skape en felles prosjektforståelse som fører til at man ønsker å gjennomføre prosjektet sammen og på en god måte. Når alle aktørene er ærlige med hverandre om framdrift, problemer og utfordringer, og stoler på hverandres beslutninger og fagkunnskap, vil det være større sannsynlighet for at prosjektet lykkes både underveis og som ferdig produkt (Aarbakk & Søreide 2014a).

5.2 Prosjekterende/fagansvarlig

Begrepene konsulent, rådgiver og projekterende blir brukt om hverandre, men refererer alle til den part som har ansvaret for projekteringsarbeidet. Projekteringsarbeidet er en viktig funksjon som ivaretas av ingeniører med ulike faglige spesialiteter, og projekteringsteamet bør bestå av personer både fra rådgiversiden og fra dameierselskapet. Formålet med projekteringen er å utarbeide tegninger og beskrivelser for prosjekteier og myndigheter, som danner beslutningsgrunnlaget for prosjektet. Projekteringen innebærer også å planlegge den fysiske utførelsen av prosjektet som danner grunnlaget for produksjonsprosessen. En tredje viktig oppgave som projekterende utfører er å utarbeide kontraktsgrunnlaget for entreprisekontrakten, som gjør det mulig å kontrollere at resultatet av prosjektet blir som avtalt på forhånd (Eikeland 1998). Som regel er projekterende aktør

tilgjengelig som rådgiver under hele prosessen og kan bistå prosjekteier med å vurdere løsninger på problemer som oppstår underveis i byggeprosessen. Figur 3 viser at det er tett sammenheng mellom planleggingsfasen og utførelsen, som betyr at rådgiverne bør være involvert i prosjektet helt til avslutningsfasen. En kontinuerlig rådgiverfunksjon blir ofte sett på som en viktig faktor for å oppnå et vellykket resultat (Aarbakk & Søreide 2014a).

Vassdragslovgivningen stiller, som nevnt, krav til at utarbeidelse og kontroll av planleggingen skal utføres av godkjente fagansvarlige innenfor de relevante områdene for prosjektet. Damsikkerhetsforskriften gir dessuten NVE muligheten til å pålegge en uavhengig kontroll av dokumenter som knyttes opp mot planlegging av prosjektet. Derfor er det svært sjelden at prosjekteringen gjøres innenfor prosjekteierens organisasjon. Kravene om godkjent fagansvarlig og uavhengighet gjør det viktig for et konsulentfirma å inneha fagansvarlige på alle områder og i alle konsekvensklasser. Det vil gjøre det tryggere for byggherren å leie inn konsulentene, fordi en alltid har kompetansen på plass dersom prosjektomfanget endres eller noe uforutsett skjer. Noen byggherrer vil sette dette som et krav ved kontrahering av rådgivere (Høydal & Kiel 2013).

5.3 Myndigheter/NVE

Et byggeprosjekt vil alltid være påvirket av omgivelsene knyttet til prosjektet. Slike eksterne aktører kan være naboer, brukere, offentlige myndigheter eller andre. Disse aktørene har ulike interesser å ivareta, og ulike holdninger og verdier knyttet til byggeprosessen. Som prosjekteier har man ingen styringsrett over eksterne aktører, og de eksterne aktørene har bare i begrenset grad interesse av eller forpliktelse til å ivareta prosjekteierens interesser (Eikeland 1998).

NVE er underlagt OED og har ansvaret for å forvalte vann- og energiresursene i Norge. I damrehabilitering er det spesielt NVEs miljøavdeling og avdeling for sikkerhet, tilsyn og beredskap som er involvert. Som offentlig myndighet har NVE både interesse av og autoritet til i en viss grad å legge premisser for rehabiliteringsprosjektet. Vassdragslovgivningen åpner for at NVE kan kreve innsyn i planer og dokumenter knyttet til enhver fase i prosjektet. Dersom de involverte aktørene tidlig oppretter en god dialog med NVE, vil mange diskusjoner og konflikter underveis i prosjektet kunne avverges (Aarbakk & Søreide 2014a).

5.4 Entreprenør/Utførende foretak

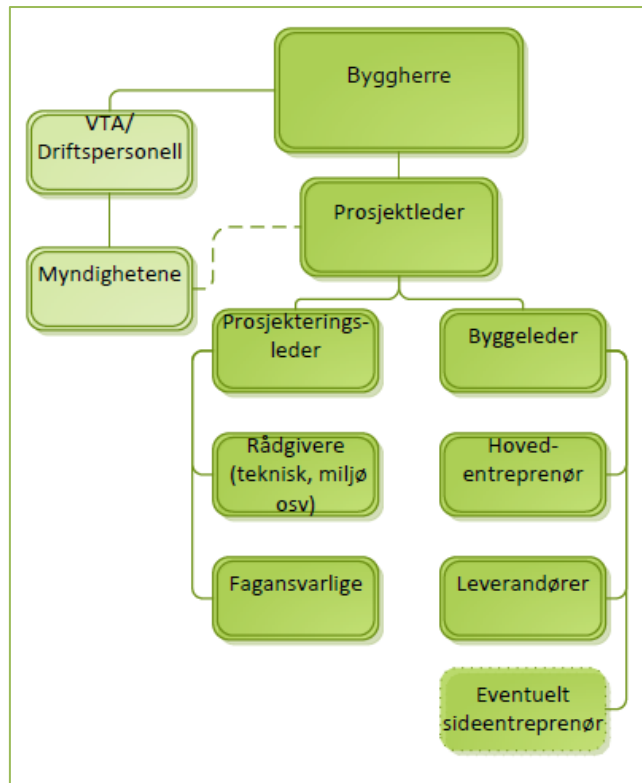
Utførende entreprenørs oppgaver omfatter de fysiske arbeidene på byggeplassen, men også de administrative funksjonene, planlegging, organisering og ledelse som er knyttet til utførelsen av arbeidene som er beskrevet i kontrakten. Valgt entreprisform og prosjektets karakter påvirker hvor stor risiko og honorarer en entreprenør kan forvente av prosjektet.

Entreprenøren fokuserer på ferdigstillelsen av prosjektet gjennom å oppfylle kontraktens beskrivelse innenfor en gitt tidsramme og med best mulig inntjening til eget selskap.

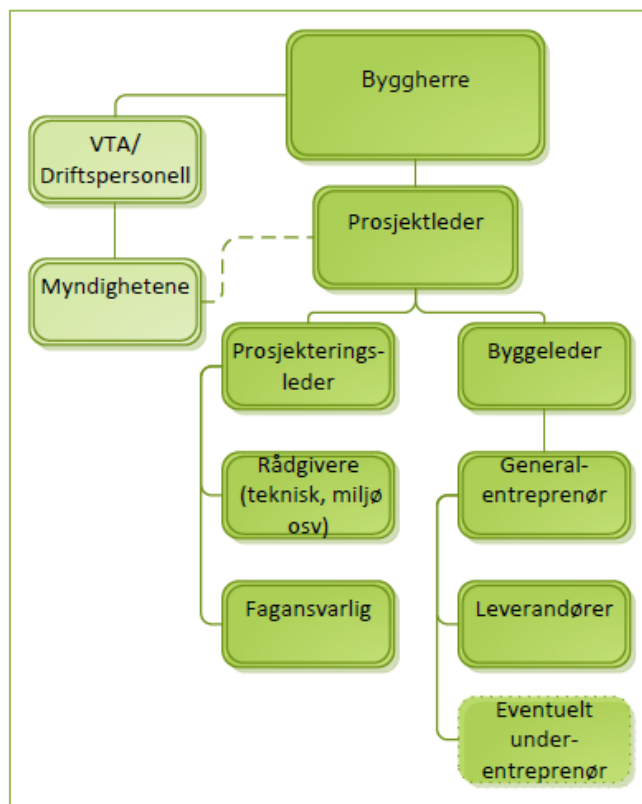
5.5 Kontraktstrategi og organisering

Samarbeidet mellom aktørene er i stor grad styrt av kontraktstrategien, som avgjør fordelingen av oppgaver, ansvar og usikkerhet. Prosjekteiers valg av kontraktstrategi for et prosjekt omfatter valg av kontraheringsprosess, entrepriseform og kontraktstype (Lædre 2009). Vassdragsprosjekter er som nevnt underlagt vassdragslovgivningen og samarbeid med myndighetene er svært viktig for å kunne oppnå et godt sluttresultat. Dameieren skal både finansiere prosjektet og drifte anlegget videre etter ferdigstillelse, og bør derfor være tungt inne i både prosjekteringsfasen og under gjennomføringen av prosjektet. De fleste vassdragsprosjekt organiseres derfor gjennom hovedentrepriser eller generalentrepriser, hvor dameier inntar rollen som byggherre (Aarbakk 2014b; Bjørnå-Hårvik 2014). Disse entrepriseformene kjennetegnes ved at byggherre gjennom prosjektlederen har separate kontrakter med rådgivere, entreprenør og eventuelt sideentreprenører (Drevland et al. 2012).

På grunn av separate kontrakter bør all kontakt mellom konsulent og entreprenør skje gjennom byggherre, og det er viktig å avklare og påpeke denne framgangsmåten tidlig i gjennomføringsfasen. Eventuelt kan koordinerings- og samkjøringsansvaret gis til en innleid konsulent, men føringene for kontakt mellom aktørene bør uansett avklares tidlig (Aarbakk 2014c; Hvammen 2014). Byggherrerollen bør preges av god innsikt og styringsmuligheter til prosjektet. Byggherren vil ha ansvar for å involvere myndigheter og driftspersonell både under planlegging, gjennomføring og slutføring av prosjektet. Disse entrepriseformene krever mye tid og innsats fra byggherren, og de rådgiverne han har engasjert i prosjektet. Til gjengjeld har byggherren god kontroll på at prosjekteringen og utførelsen blir som ønsket, inkludert eventuelle endringer underveis. Dette er en fordel siden byggherrerollen også skal drive og bruke anlegget etter ferdigstillelse (Cappelen 2001). Figur 21 og Figur 22 viser prosjektorganiseringen av hoved- og generalentreprise. Prosjekteringslederleddet kan eventuelt sløyfes slik at prosjektleder direkte styrer prosjekteringsarbeidet i samarbeid med rådgivere og fagansvarlige.



Figur 21: Hovedentreprise hvor byggeleder organiserer både hovedentreprenør og eventuelt sideentreprenører (etter Drevland et al. (2012)).



Figur 22: Generalentreprise hvor byggeleder har kontrakt med kun en generalentreprenør (etter Drevland et al. (2012)).

Hovedforskjellen mellom en hovedentreprise og en generalentreprise er organiseringen av utførende ledd. I en hovedentreprise har byggherren har separate kontrakter med en hovedentreprenør, leverandører og eventuelle sideentreprenører, mens i en generalentreprise har byggherren kun en kontrakt med en generalentreprenør, som videre har egne avtaler med leverandører og egne underentreprenører. For store prosjekter er hovedentreprise mest vanlig, mens generalentreprise benyttes på mindre prosjekter (Cappelen 2001). Myndighetens krav om uavhengig kontroll av utførelsen, er ikke med i en generell skisse av entreprisform, men kan ivaretas av enten byggherreorganisasjonen selv eller en ekstern innleid aktør, gjerne fra et konsulentfirma. For anlegg med bruddkonsekvensklasse 3 og 4 er det krav om at kontrollen skal ledes av noen som er uavhengig av byggherren, men innleide kontrollører kan også benyttes dersom det er knapphet på ressurser hos byggherre. Det vil uansett være prosjektleder som har ansvaret for å koordinere og rapportere kontrollarbeidet opp mot myndighetene.

5.6 Kontraktsforhold mellom aktørene

Kraftselskap har gjerne behov for å kunne kontakte konsulenter periodevis under driftsfasen for vassdragsanleggene sine. Ved spesielle tilsyn eller uforutsette hendelser ønsker gjerne VTA og driftpersonell en tredjepartsvurdering av en rådgiver med relevant fagkunnskap. Derfor har kraftselskaper og dameiere gjerne en rammeavtale med et konsultentselskap, ofte med god kjennskap til de aktuelle vassdragsanleggene. Rammeavtaler fastsetter visse hovedtrekk, men inneholder ikke detaljerte bestemmelser eller avtaler om gjennomføring (Store norske leksikon 2009). Gjennom slike rammeavtaler knyttes ofte gode relasjoner mellom kraftselskap og konsulenter, som danner et godt grunnlag for samarbeid på større prosjekter (Aarbakk & Søreide 2014a). For større oppdrag og prosjekter inngår man gjerne egne kontrakter mellom byggherre og konsulent, men på grunn av prekvalifisering for prosjekteringsarbeidet ender man ofte opp med samme konsulentfirma om man allerede har rammeavtale med (Bjørnå-Hårvik 2014).

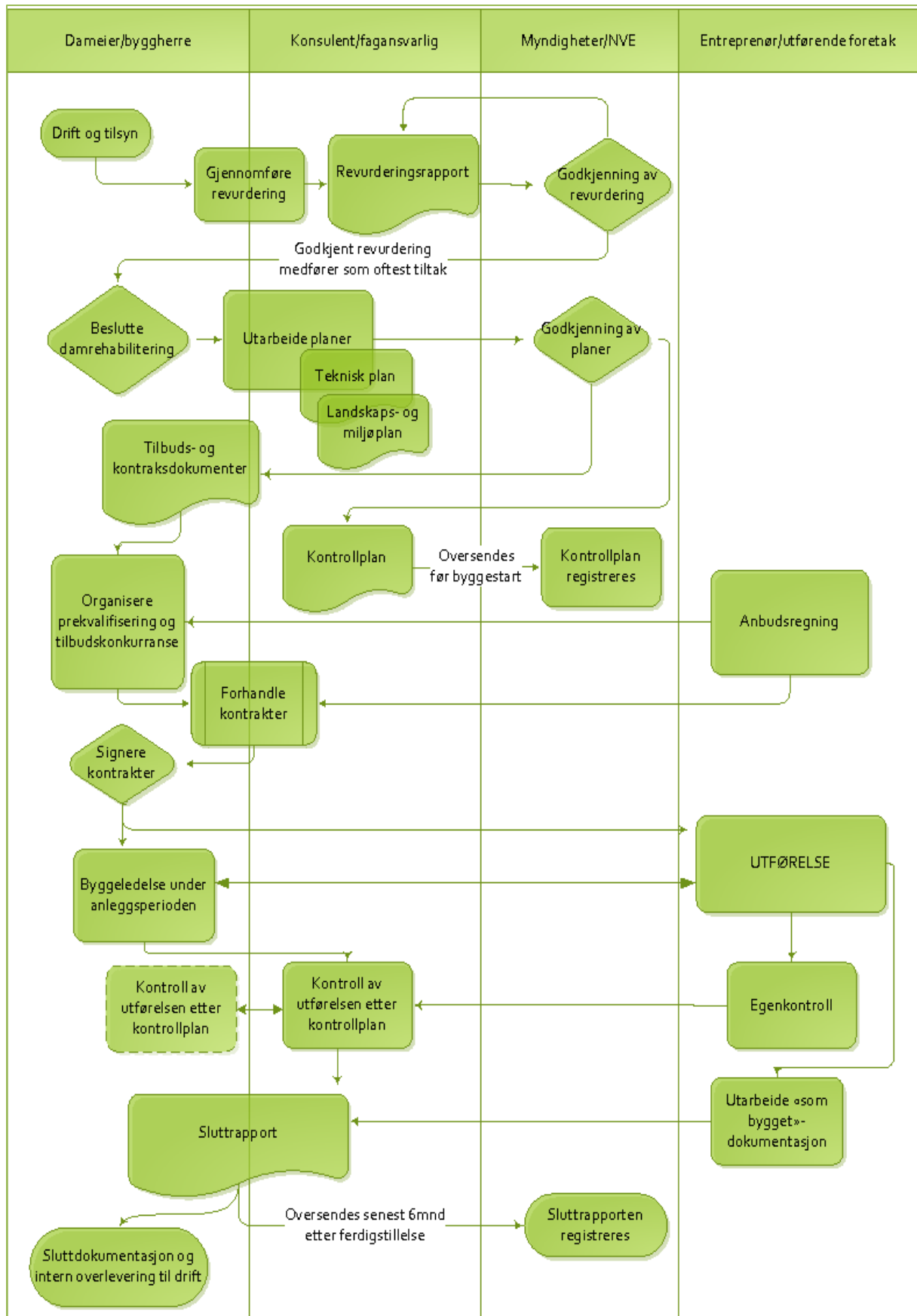
Kontrahering av entreprenører til prosjekter skjer som regel gjennom prekvalifisering og tilbudskonkurranse hvor et begrenset antall entreprenører er involvert. Kontraktsform for byggearbeidene knyttet til et damrehabiliteringsprosjekt er vanligvis enhetspriskontrakt med innslag av rundsumposter, timespris og regningsarbeider for relevant personell og maskiner (Aarbakk & Søreide 2014b). Enhetspriskontrakter benyttes dersom det er vanskelig å klarlegge arbeidsomfanget og fastsette en kontraktsum før inngåelse av kontrakten. I en slik kontrakt kan altså mengdene variere, mens enhetsprisene for arbeidene er faste. Byggherre tar risikoen for mengdevariasjoner (Cappelen 2001). Ved regningsarbeid oppgir entreprenøren timepriser for mannskap og maskiner, i kontrakten, uten at det er nærmere forutsatt når disse prisene skal benyttes. Eventuelt kan nye timepriser forhandles fram mellom byggherre og entreprenør dersom det ikke finnes relevante poster i kontrakten (Aarbakk & Søreide 2014b).

6 Rehabiliteringsprosessen

Et damrehabiliteringsprosjekt omfatter flere aktører som alle har ulike ansvars- og fokusområder underveis i prosessen. Neste side viser et flytskjema som forsøker å illustrere hvordan delprosessene henger sammen med hverandre, og hvilken aktør som er ansvarlig for disse prosessene. Det komplette flytskjemaet kan ved første øyekast framstå som noe uoversiktlig og rotete, men i det følgende gis en utdypende forklaring for de ulike prosessene.

6.1 Flytskjemaet

Flytskjemaet er lagd på bakgrunn av et møte hos Norconsult der representanter fra både Statkraft og Norconsult deltok (Aarbakk & Søreide 2014a). Selve prosessen er ment å være ganske generell for alle fyllingsdamrehabiliteringer, og skal kunne overføres til rehabiliteringsprosjekter der andre selskaper og prosjektorganiseringer inngår. I utgangspunktet skal utdypingene av delprosessene gjelde generelt, men siden denne oppgaven har fokusert mye på referanseprosjektene på Pålbu og Tunhovd, kan kapitlet være noe farget av dette.



Figur 23: Flytskjema over delprosessene og aktørene i en damrehabilitering.

6.2 Delprosessene

6.2.1 Tilsyn og revurdering

Den ansvarlige for et vassdragsanlegg skal i følge damsikkerhetsforskriften og internkontrollforskriften utarbeide en plan for tilsyn og revurdering, og sørge for at denne utføres. Retningslinje for tilsyn og revurdering (Bachke 2002) oppsummerer hensikten med tilsyn og revurdering i fire punkter:

- Overvåke sikkerheten og forebygge ulykker ved vassdragsanlegg.
- Systematisk å avdekke eventuelle feil eller mangler.
- Dokumentere anleggets tilstand og ivareta forpliktelser.
- Bidra til trygghetsfølelse for allmennheten.

Planer for tilsyn og rehabilitering må tilpasses hvert enkelt anlegg, slik at det tas hensyn til størrelse, kompleksitet, alder, bruddkonsekvenser og lokale forhold når tilsynsprogrammets omfang, innhold og tidsperspektiv bestemmes. Tilsynsprogrammet skal kontinuerlig oppdateres og vurderes og skal være tilgjengelig for kontroll etter forespørsel fra NVE.

Det rutinemessige tilsynet er delt inn i periodisk tilsyn, hovedtilsyn og spesielt tilsyn som er presentert tidligere i Tabell 5. Revurdering er et mer omfattende tilsyn hvor anlegget gjennomgås og etterkontrolleres i sin helhet. Revurdering utføres hvert tredje hovedtilsyn og skal basere seg på en tilstandsanalyse og erfaringer fra den tiden anlegget har vært i drift. Rutinene rundt revurdering startet opp i forbindelse med utarbeidelse av nytt internkontrollsystem på 1990 -tallet, og siden den gang har alle revurderinger medført et krav om tiltak på anlegget som må utbedres (Bachke 2014).

Det er uavhengige, kvalifiserte fagpersoner som skal foreta og utarbeide revurderingen, og det kan ikke være samme person som prosjekterte anlegget. I Damsikkerhetsforskriften (2010) er det ikke krav om at revurderingen gjennomføres av godkjente fagansvarlige innenfor relevante fagområder, men for bruddkonsekvensklasse 2-4 må revurderingen kontrolleres av fagansvarlige. Revurderingen skal omfatte alle anleggsdeler, som undersøkes for å kontrollere at de tilfredsstillt krav som er gitt i gjeldende damsikkerhetsforskrift. I en revurdering skal man også gjøre nye beregninger for flom, stabilitet, kapasitet, styrke- og spenningsberegninger, og man skal vurdere om konsekvensklassen er riktig. Tilstanden og resultatene av revurderingen skal dokumenteres i en rapport som sendes til NVE.

Revurderingsrapporten må utarbeides tidsmessig slik at ingen vurderinger, beregninger eller inspeksjoner er eldre enn to år ved det tidspunkt når rapporten innsendes til NVE. Ut fra revurderingsrapporten, skal den ansvarlige foreslå eventuelle tiltak med tilhørende framdriftsplan. NVE vil deretter behandle og godkjenne revurderingsrapporten, og ved anlegg som krever eventuelle tiltak vil ei godkjenning av revurderingen føre til at den ansvarlige må jobbe videre med de forslagene som er foreslått og godkjent. Arbeidet med

revurderingen og godkjenning av revurderingsrapporten kan sees på som utløsende faktor og til dels initiering av prosjektet jamfør Figur 3.

I praksis er det VTA som organiserer revurderingen og lager avtaler med NVE og konsulent. NVE skal informeres minimum tre måneder før inspeksjonen til revurderingen finner sted, og da må damansvarlig har klart for seg hvilke fagpersoner som skal engasjeres til revurderingsprosessen. VTA må også vurdere habiliteten til fagpersonene for å kunne tilfredsstillere kravet om at de som foretar revurderingen skal være uavhengige. Resultatet av en revurdering er som regel at det avdekkes behov for tiltak som fører til rehabilitering. En nøye planlagt og grundig utført revurdering vil kunne danne mye av grunnlaget for planer videre i en rehabiliteringsprosess, og det vil derfor være hensiktsmessig av byggherre å legge inn en del innsats i denne tidlige fasen. Normalt vil det ta rundt 7-10 år fra starten av revurderingsfasen til byggearbeidene kan starte opp, avhengig av anleggets omfang og kompleksitet (Aarbakk et al. 2011).

6.2.2 Planarbeid

Planprosessen er en viktig fase av damrehabilitering, der hele grunnlaget for videre arbeid blir utført, kontrollert og godkjent. For vassdragsanlegg med konsesjon er det krav om at tekniske planer og planer for landskap og miljø er godkjent før byggearbeidene kan påbegynnes. Plangodkjenningene gjøres av vassdragsmyndighetene etter at fagansvarlige og landskapsarkitekter har kontrollert planene. Siden disse prosessene involverer flere instanser er det viktig å være grundig helt fra start og sette av tilstrekkelig tid før byggearbeidene er planlagt å starte.

Teknisk plan

Damsikkerhetsforskriften fastsetter at ved fornyelse av vassdragsanlegg skal det utarbeides tekniske planer for å dokumentere at krav som stilles i denne forskriften blir overholdt. Generelt må alle tekniske planer godkjennes av NVE før byggearbeidene kan starte. I spesielle tilfeller der man er avhengig av nærmere undersøkelser under anleggsperioden før endelig utarbeidelse av detaljplaner kan gjøres, er det mulig å få godkjent de tekniske planene før de er komplette. Det finnes ingen formelle krav til hva en teknisk plan skal inneholde, annet enn den skal beskrive hva som skal bygges og hvordan. For anlegg i konsekvensklasse 2-4 må tekniske planer både utarbeides og kontrolleres av fagansvarlige, mens for konsekvensklasse 1 er det kun kontrollen som må gjøres av fagansvarlig. Etter at planene er kontrollert sendes de til NVE for behandling og godkjenning. For at kontroll og godkjenning av de tekniske planene skal kunne gjennomføres mest effektivt er det avgjørende at planene presenteres på en oversiktlig og lett lesbar måte. I et rehabiliteringsprosjekt spesielt, er det viktig at endringene framheves godt. Veileder til damsikkerhetsforskriften beskriver omfanget av de tekniske planene (for klasse 1-4), og foreslår forhold som bør være med i en komplett teknisk plan (Norum et al. 2012):

- Navn til damansvarlig og de som har utarbeidet og kontrollert de tekniske planene.
- Oversikt over anlegget i form av kart som viser plassering, overføringer, andre nærliggende eller involverte anlegg og lignende.
- Gyldige flomberegninger for vassdraget.
- Tegninger med hoveddimensjoner for alle anleggselementer.
- Beregninger for aktuelle konstruksjoner, gjerne med illustrasjoner:
 - Hydrauliske beregninger .
 - Laster og lastvirkninger.
 - Materialer og materialstyrke.
 - Stabilitets- og kapasitetsberegninger.
- Kortfattet beskrivelse av utførelsen av byggearbeidet.
- Beskrivelse av tekniske kontroller som skal gjennomføres under byggeprosessen.
- Beskrivelse av instrumentering, inspeksjon og vedlikehold i driftsfasen.
- Geologiske og geotekniske undersøkelser av grunnforhold og fundament.
- Plan for hvordan forbislipping av vann skal gjøres i anleggsperioden.

Omfanget av de tekniske planene må vurderes i hvert tilfelle, og små eller enkle anlegg trenger ikke like omfattende plandokumentasjon som nevnt over. Man ser at tekniske planer inneholder mye av den samme dokumentasjonen som ligger til grunn for revurderingsrapporten, noe som gjør det naturlig at fagpersonene som jobbet med revurderingen gjerne blir med videre i prosessen for å utarbeide tekniske planer. Rammeavtaler kan være en løsning for å sikre et kontinuerlig samarbeid mellom byggherre og rådgivere.

Landskaps- og miljøplan

Vassdragreguleringsloven fastslår at alle anlegg med gyldig konsesjon etter vassdragslovgivningen skal gjennom konsesjonssøknadsprosessen konsekvensutredes etter Plan- og bygningslovens § 14. Denne konsekvensutredningen vil alltid ligge til grunn for konsesjonsvilkår som omfatter landskaps- og miljøforhold. Siden rehabiliteringsprosjekter skal gjennomføres innenfor en eksisterende eller revidert konsesjon, og fyllingsdammer spesielt medfører inngrep over store arealer, skal en landskaps- og miljøplan alltid godkjennes av NVEs miljøavdeling før bygningsarbeidet kan starte opp.

Landskaps- og miljøplanen (LMP) omfatter alle naturinngrep som oppstår som følge av rehabiliteringsarbeidet. NVEs veileder for utarbeidelse av detaljplan for miljø og landskap for anlegg med vassdragskonsesjon (Schei 2013), tar for seg hva denne planen skal inneholde. Landskaps- og miljøplan for rehabiliteringsprosjekter trenger ikke være like detaljert som ved en konsesjonssøknad, men ved å følge anbefalt utarbeidelse fra NVE vil det være økt sannsynlighet for at planen godkjennes ved første innsending.

For rehabilitering av fyllingsdammer er det arealbruk og landskapsmessig tilpasning av terrenginngrep som representerer de viktigste punktene i landskaps- og miljøplanen. Selve

dammen eksisterer allerede og ligger på samme sted, men som regel vil en rehabilitering føre til noe større utstrekning arealmessig på grunn av økt kronebredde og/eller slakere skråningshelning. Ellers er det anleggsveier, riggområder, tipper og massetak som påvirker arealbruken.

Tegning- og dokumentmessig vil en del av det som utarbeides til den tekniske planen også kunne brukes i landskaps- og miljøplanen. Kort oppsummert skal planen inneholde disse elementene(Schei 2013):

- Bakgrunnen for tiltaket og informasjon om anleggets eier.
- Kort redegjørelse for hvordan forholdet til relevante lovverk og myndigheter er ivaretatt, for eksempel kulturminneloven, forurensningsloven, verneplaner med flere.
- Beskrivelse av tiltaket.
- Framdriftsplan som beskriver oppstarttidspunkt, antatt byggetid, ferdigstillelse, opprydding og innsending av sluttrapport.

Beskrivelsen av tiltaket vil omfatte mye av det samme som de tekniske planene, men det er noen viktige elementer som er spesielle for landskaps- og miljøplanen. Lokaliseringen av de ulike arbeidsstedene skal vises på et oversiktskart med passende målestokk. Deretter skal det utarbeides arealbruksplaner for de ulike arbeidsstedene, hvor det tydelig framgår hvilke inngrep som er permanente og hvilke inngrep som skal tilbakeføres etter anleggsperioden. Ytre avgrensninger for areal som berøres av anleggsvirksomheten skal merkes tydelig på arealbruksplanen og må følges nøye opp under anleggsarbeidet. Arealbruksplanen skal også ta for seg kartlegging og behandling av sårbare og utsatte lokaliteter i området, som for eksempel kulturminner, hekkeområder, trekkveier, vernet vegetasjon eller dyreliv, og lignende. Ofte kreves det mer omfattende detaljplaner for deler av anleggsområdet, hvor kompleksiteten til anlegget eller andre spesielle forhold fører til at arealbruken må vies ekstra oppmerksomhet og begrenses ytterligere (Schei 2013).

Det skal utarbeides en plan for istandsettelse av de anleggsområdene som er berørt, men som ikke skal være permanent etter ferdigstillelse. Fyllingsdammer ligger ofte i områder med sårbar natur og værhardt klima med vanskelige vekstforhold. Tilbakeføring og revegetering er da avhengig av at det blir fokusert på tidlig i prosessen. Erfaring fra tidligere damrehabiliteringsprosjekter viser at man kan oppnå en god vegeteringsgrad av berørte områder, dersom man håndterer og mellomlagrer eksisterende vegetasjon på en egnet måte under anleggsperioden(Aarbakk et al. 2011).

En grundig og omfattende landskaps- og miljøplan vil forenkle godkjenningsprosessen hos NVE, hvor planen skal gjennomgå offentlig ettersyn og befaring av tiltaksområdet før planen kan godkjennes. Arbeidet rundt å utarbeide en god LMP vil danne mye av grunnlaget til kontraktsdokumenter mot utførende foretak, som skal sikre at planen faktisk overholdes under anleggsarbeidet og at resultatet blir av ønsket kvalitet.

6.2.3 Tilbuds- og kontraktsdokumenter

Når utarbeidelse av teknisk plan og landskaps- og miljøplan er satt i gang, vil som regel dameieren allerede ha vedtatt å gjennomføre rehabiliteringsprosjektet og videre planlegging kan starte. Utarbeidelsen av de nevnte planene kan sees på som et forprosjekt, der detaljgraden er noe høyere enn ved andre byggeprosjekter. Teknisk plan og LMP er et godt grunnlag til å utarbeide tilbudsbeskrivelse og kontraktsdokumenter, og det er mest effektivt at samme rådgiver som allerede har kjennskap til prosjektet får ansvaret for videre planlegging.

Kontrakts- og tilbudsdokumenter utarbeides av rådgiver sammen med dameier, i forkant av og under prekvalifiseringsprosessen. Siden NVE i utgangspunktet krever detaljplaner knyttet til teknisk plan og LMP, vil det meste av grovarbeidet være gjort i denne prosessen. Erfaring fra tidligere prosjekter både innenfor damrehabilitering og generell anleggsvirksomhet viser at godt forarbeid og høy detaljeringsgrad i forbindelse med kontraktsutarbeidelse vil gi bedre sannsynlighet for at prosjektene gjennomføres vellykket uten store endringer eller forhandlinger mellom byggherre og utførende entreprenør (Olsen & Omtvedt 2014).

Kontrakten mellom byggherre og entreprenør følger vanligvis NS3420 – Beskrivelser for bygg, anlegg og installasjoner. Dette er et komplett system for å beskrive riving og bygging av bygg og anlegg på et detaljert eller mer sammensatt nivå (NS 3420 2006). Standarden brukes i tilnærmet alle norske bygg- og anleggsprosjektet, slik at aktørene er vant til å forholde seg til en slik kontraktsoppbygging. Oppbyggingen består av entydig nummererte poster som spesifiserer et delprodukt eller en ytelse med mengdeangivelse. Når entreprenøren regner pris på et prosjekt tar han for seg hver post og gir enten en enhetspris eller en rundsum for arbeidet i en sekkepost.

Hvor detaljert et prosjekt beskrives med poster varierer ut fra hvem som utarbeider kontraktsdokumentet. Entreprenører og delvis byggherre ønsker en høy detaljeringsgrad med mange definerte poster slik at forhandlinger om endringsarbeider og sluttoppgjør blir lettere. Det er konsulenter som sammen med dameier utarbeider kontraktsgrunnlaget og høy detaljeringsgrad medfører økt tidsbruk og økte kostnader for byggherre (Aarbakk & Søreide 2014a; Olsen & Omtvedt 2014). Byggherre må derfor vurdere hva som blir mest lønnsomt for prosjektets livsløp og finne en balansegang mellom detaljposter og sekkeposter. Generelt har det vist seg at utførende entreprenør leverer et bedre sluttprodukt dersom detaljeringsgraden i tegninger og kontraktbeskrivelser er høy, enn hvis kontraktspostene er for store og udefinerte slik at entreprenøren må gjøre mye antakelser underveis (Aarbakk & Søreide 2014a).

Gode kontrakter vil også øke sannsynligheten for at sluttproduktet ferdigstilles med ønsket kvalitet innenfor avtalte tids- og kostnadsrammer. Under et byggeprosjekt vil det selvfølgelig alltid oppstå endringer som kan øke kostnad eller tidsbruk, men så lenge kontrakten innehar metoder for å løse dette, vil forhandlingen og håndteringen av endringsmeldingen mellom

byggherre og entreprenør være ryddigere. I tillegg til selve kontraktsdokumentene må tegninger være godt beskrevet og detaljerte, siden arbeidere sjelden setter seg ned og leser kontraktsbeskrivelsen grundig. Hvis utførelsen er godt beskrevet på tegningene, vil det også bli fulgt opp ute på anlegget. Utlegging av plastring kan brukes som et eksempel: I kontrakten inneholder en grundig beskrivelse av steinstørrelse og hvordan steinene skal legges i forhold til hverandre for å oppnå god sikkerhet. På tegningene vises kun soneinndelingen for dammen, skråningshelning og bredder, med en liten forklaring på steinstørrelse som skal bruke i de ulike sonene. Det kunne med fordel vært en setning eller to som beskriver hvordan en god plastring skal utføres, slik at arbeiderne kontinuerlig blir påminnet dette (Aarbakk & Søreide 2014a).

6.2.4 Kontrahering av entreprenører

I vassdragsbransjen har det blitt vanlig at kontrahering av entreprenører skjer gjennom en prekvalifiseringskonkurranse etterfulgt av konkurranse med forhandling (Aarbakk & Søreide 2014a). Hovedsakelig benyttes entreprisformene hovedentreprise eller generalentreprise i damrehabiliteringsprosjekter (Aarbakk 2014b; Bjørnå-Hårvik 2014).

Prekvalifisering

Prekvalifisering består i å forhåndsvurdere potensielle leverandørers kvalifikasjoner før de kommer med sine tilbud (Lædre 2006). For å kunne gjøre denne utvelgelsen må byggherre sette gode og relevante kvalifikasjonskrav i forkant av prekvalifiseringen. Organisering, finansiering ogandel hos entreprenørselskapet er eksempler på juridiske kvalifikasjonskrav, mens utvelgelsen også kan baseres på tekniske og faglige kvalifikasjoner. Som eksempel vil HMS-statistikk, plastringserfaring og -kvalitet hos entreprenør være et naturlig krav i prekvalifiseringen for et fyllingsdamprosjekt. Gjennom prekvalifisering vil byggherren tidlig danne kontakt med de entreprenørene som det er ønskelig å forhandle med og også få vite tidlig om disse entreprenørene i det hele tatt er interessert i og egnet til å konkurrere om den kommende kontrakten (Cappelen 2001).

I kraftbransjen gjøres som regel den første utvelgelsen gjennom en database som heter Sellicha. Sellicha er resultatet av et unikt samarbeid mellom energiselskaper i Norden, og har som formål å identifisere og kvalifisere leverandører (Achilles 2013). Byggherre definerer en longlist av aktuelle entreprenører og sender ut en forespørsel om de er interessert i jobben. Når den første utvelgelsen er gjort, inviteres de entreprenørselskapene som er prekvalifisert til å gi tilbud på jobben. Prekvalifisering vil altså være en metode for å sikre gode kandidater til gjennomførelsen av prosjektet, samt å minske arbeidsmengden på både byggherre og entreprenører i forhandlingsfasen, noe som på sikt kan gi lavere prosjektkostnader for begge parter (Lædre 2006).

Valg av entreprenør:

Etter prekvalifiseringen starter forhandlinger mellom byggherre og de aktuelle entreprenørselskapene gjennom konkurransepreget dialog, der en skal bli enig om oppbygging av kontrakten og hvordan ansvarsområder skal fordeles (Lædre 2009). Viktige elementer som tas med i dette arbeidet tilsvarer til en viss grad prekvalifiseringskriteriene, men går dypere inn i problemstillingene. HMS-fokuset blir ivaretatt ved at en vurderer entreprenørens forslag til HMS-oppfølging i tilbudet, og hvordan oppfølging av HMS skal gjøres i gjennomføringsfasen. Tekniske og faglige kvalifikasjoner hos utførende foretak sikres ved at det stilles krav til ressurspersoner, både plastrere, sprengningsressurser og maskinpark. Ofte krever byggherre CV fra personer som er planlagt å skulle delta i arbeidet, for å kunne sjekke referanser fra tidligere prosjekter. Byggherre stiller krav til maskinparken for å sikre at entreprenøren har maskiner som er store nok til å utføre arbeidene og som er i god teknisk stand for å øke sikkerheten både til utførelse, personer og miljø (Aarbakk & Søreide 2014b). Når byggherre har funnet det entreprenørselskap de mener er i stand til å gjennomføre jobben på totalt sett beste måte, begynner arbeidet med å utarbeide detaljer i kontrakten.

6.2.5 Kontrollplan

Damsikkerhetsforskriften § 6.1-d krever at det skal foreligge en plan for gjennomføring av det tekniske kontrollarbeidet under byggeperioden for sikre at konstruksjonene utføres med tilstrekkelig kvalitet og i henhold til tegninger og spesifikasjoner i de godkjente tekniske planene. Veileder for planlegging og bygging anbefaler at denne kontrollplanen lages av de samme som har utarbeidet tekniske planer, som regel rådgivere (Norum et al. 2012). For anlegg i klasse 2, 3 og 4 er det krav om at kontrollplanen sendes til NVE før byggestart, men for konsekvensklasse 1 er det tilstrekkelig at den kan framlegges før byggestart.

Kontrollplanen skal inneholde følgende punkter (Damsikkerhetsforskriften 2010):

- Oversikt over hvem som utfører kontrollen og kontrollørens kvalifikasjoner.
- Beskrivelse av hvilke målinger og prøvetakinger som skal gjøres i byggeperioden.
- Behandling av resultater fra målinger og prøvetaking.
- Prøveutstyr.
- Stopp- og kontrollpunkter.

Ytterligere punkter som er naturlig å ta med i kontrollplan, men som ikke kreves i damsikkerhetsforskriften, er blant annet hvordan kontrollen skal utføres og dokumenteres, beskrivelse av rutiner for registrering av kontrollarbeid og hvordan avvik skal følges opp. Byggherre har kontrolløransvar overfor myndighetene, og er ansvarlig for å koordinere dette arbeidet mellom entreprenøren og de som utfører kontrollen. For anlegg i bruddkonsekvensklasse 3 og 4 stiller damsikkerhetsforskriften krav om at kontrollarbeidet skal ledes av en uavhengig, kvalifisert person. Dette skal være en person som verken har

tilknytning til utførende foretak eller den ansvarlige for anlegget. Denne utfordringen kan løses ved å leie inn kontrolltjenestene fra rådgivere. For klasse 1 og 2 er det tilstrekkelig at den kvalifiserte kontrolløren er uavhengig av entreprenøren, slik at kontrolloppgaven kan ligge hos byggherren. Kvalifikasjoner som kreves til kontrollarbeidet er beskrevet i kapittel 3.

Ofte blir kontrollprogrammet utført av en kontrollstab, der kontrollens leder må inneha de gitte kvalifikasjonene. Den daglige kontrollen kan utføres av kontrollassistenter med lavere kvalifikasjoner som kan være ansatt hos byggherren, også i klasse 3 og 4. Bruk av assistenter bidrar til å bygge opp erfaringskompetanse som kreves, og vil derfor medvirke til rekruttering av kontrollere (Damsikkerhetsforskriften 2010). Kontrollassistentene rapporterer til kontrollens leder, som ikke nødvendigvis trenger å være fysisk utplassert på anlegget. Det er likevel lederen som er ansvarlig for kontrollen, og lederen må derfor vurdere behovet for egen tilstedeværelse på anlegget for å kunne følge opp nøyaktighet av inspeksjoner og hyppighet av rapportering i henhold til kontrollplanen.

6.2.6 Utførelsen

Byggearbeidet kan starte når teknisk plan og LMP er godkjent, og kontrakt med entreprenøren er underskrevet. Under anleggsperioden er det entreprenøren som har ansvaret for å utføre alle arbeider som er beskrevet i kontraktsdokumentene, med tilhørende tegninger og bilag. Byggherre er ansvarlig for at alle planer og arbeidstegninger er utarbeidet på forhånd, og skal sørge for at arbeidsdokumenter som utarbeides senere blir videreformidlet til entreprenøren (NS 3420 2006). Dersom det underveis i byggeperioden oppstår endringer i forhold til tidligere godkjente planer, og disse endringene gir innvirkninger på anleggets forutsatte bruk, levetid eller sikkerhet, skal det utarbeides reviderte planer som må opp til ny godkjenning hos NVE. Ved usikkerhet om endringene er av et omfang som vil kreve ny godkjenning, kan byggherre kontakte NVE for å avklare behovet for ny godkjenning (Norum et al. 2012).

Under byggeperioden skal det til en hver tid foreligge dokumentasjon som tar for seg framdriftplanen for prosjektet, organiseringen av byggearbeidet med ansvars- og oppgavefordeling, og kvalifikasjoner til involverte personer. Det skal også finnes klare planer for beredskap og håndtering av unormale forhold og avvik, og hvordan gjennomføringen av kontrollen skal skje. Lovgivningen krever at byggearbeidene skal kontrolleres kontinuerlig for å sikre at utførelsen gjøres i henhold til tegninger og spesifikasjoner, og at ønsket kvalitet oppnås (Damsikkerhetsforskriften 2010).

Entreprenørens egenkontroll

Utførende foretak er mest vant til byggelovgivningen, og vil først og fremst forholde seg til regler og krav som gis innenfor den. Selv om anleggsarbeid på vassdragsanlegg er underlagt andre lover og regler, vil utførelsen for entreprenøren i stor grad tilsvare andre

anleggsprosjekter (Olsen & Omtvedt 2014). Entreprenøren skal gjennomføre kontinuerlige egenkontroller som dokumenterer at alle leveranser er i henhold til kontraktsbestemmelser. Dersom det er avvik skal det følges opp med en avviksrapport som beskriver avvikene og inneholder forslag til utbedring. Avviksrapporten sendes over til byggherre for godkjenning, som eventuelt kan komme med ytterligere krav eller forslag til utbedring (Aarbakk & Søreide 2014b). Entreprenørens egenkontroll omfatter også dokumentasjon og målebrev for alle arbeider basert på kontraktens tegninger og beskrivelser, som danner grunnlaget for fakturering av utført arbeid. Dokumentasjonen skal være utført etter krav og regler gitt i NS3420 og må være formet slik at byggherren kan føre kontroll på utførte arbeider (Cappelen 2001).

Kontrollprogrammet

Som nevnt skal rehabiliteringsprosjekter av vassdragsanlegg følges opp av en kontrollplan for å sikre at utførelsen tilfredsstillende kvalitet og krav gitt av kontrakten og tilhørende tegninger og spesifikasjoner. I tillegg til å være dokumentasjon overfor myndighetene er kontrollen viktig for å dokumentere kvaliteten på anlegget for dameier som skal drifte og vedlikeholde anlegget etter ferdigstilling (Aarbakk 2014a).

6.2.7 Ferdigstilling og sluttrapport

Når entreprenøren nærmer seg helt ferdig med prosjektet skal det gis skriftlig beskjed til byggherre at anlegget er klart for overlevering. Deretter foretas en sluttbefaring hvor hele anlegget gjennomgås sammen med byggherre og entreprenør. Byggherre fører protokoll og skriver mangelliste ved eventuelle mangler, som også gis en tidsfrist entreprenøren må forholde seg til. Det er vanlig at entreprenøren gir en garantitid for anlegget som gjelder 3 år fra sluttbefaring; dette er fastsatt i kontrakten.

Konsulent for prosjektet utarbeider i samarbeid med byggherre en sluttrapport etter sluttbefaringen. Denne rapporten gir en kortfattet beskrivelse av utført arbeid med tilhørende tegninger og en oversikt over kvalitetskontrollarbeidet som er gjort under byggeperioden. Den inneholder også en oversikt over dokumenter som har vært styrende for rehabiliteringsprosjektet, som omfatter alt fra godkjent revurderingsrapport og melding om forprosjekt, via søknader om godkjenning av planer, til NVEs godkjenning av planene og klarsignal om byggstart. Sluttrapporten skal oversendes til NVE senest 6 måneder etter at byggearbeidet er avsluttet. Sluttrapporten er også et viktig arkiveringsdokument for dameier, siden den inneholder som-bygget tegninger, dokumentoversikt og kontrolldokumentasjon som bekrefter at utførelsen er i samsvar med gitte krav og spesifikasjoner.

7 Tunhovd dam og Pålсбу terskeldam

7.1 Introduksjon

Som referanseprosjekt til denne oppgaven er det gjort en casestudie på Statkraft Energi AS sine prosjekter på Tunhovd dam og Pålсбу terskeldam. Begge prosjektene er separat prosjektert av Norconsult AS, og slått sammen til én kontrakt for utførelse der Veidekke Entreprenør AS er ansvarlig for utførelsen. Statkraft ser på det som to separate prosjekter hvor prosjektleder rapporterer internt til Statkraft og til myndighetene på to prosjekt. En felles kontrakt for utførelse fører til at byggeledelsen og entreprenørens personell jobber parallelt på begge prosjektene. I det følgende gis først informasjon om prosjektene hver for seg, og deretter beskrives utførelsen og erfaringer fra prosjektledelse og organisering samlet for begge prosjektene.

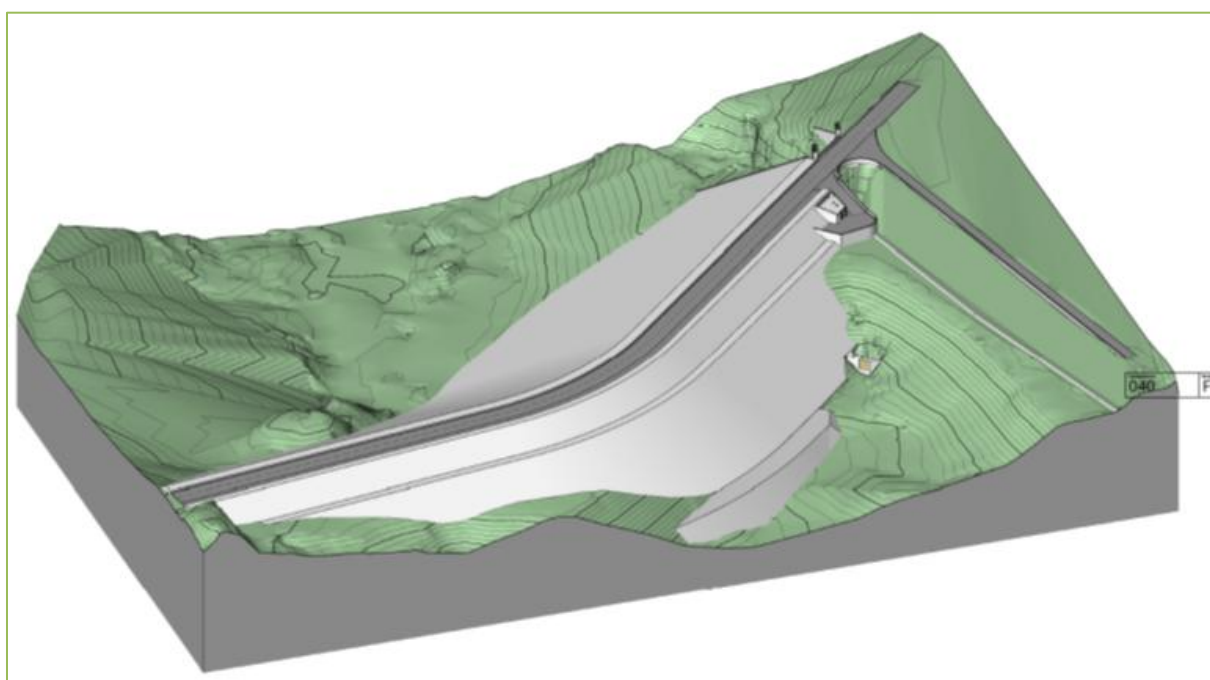
Bakgrunnsmateriale

Skriftlige kilder til dette kapitlet omhandler hovedsakelig prosjektdokumenter og kontraktsvedlegg. Dokumentene overlapper hverandre på noen områder, mens andre detaljer bare gis på et sted. I tillegg er mye informasjon skaffet gjennom anleggsbesøk og e-postutveksling med personer som er involvert i prosjektene. Under finnes en liste over informasjonskilder som er brukt, og det vil ikke bli referert spesifikt videre i kapitlet.

- Tunhovd dam - Søknad om plangodkjenning (Norconsult AS 2011a).
- Landskap og arealdisponeringsplan for Tunhovd dam (Statkraft Energi AS 2011d).
- Kontrollplan for Tunhovd dam ombygging (Statkraft Energi AS 2011b).
- Pålсбу terskeldam – Teknisk beskrivelse (Norconsult AS 2011b).
- Landskap og arealdisponeringsplan for Pålсбу terskeldam (Statkraft Energi AS 2011c).
- Kontrollplan for Pålсбу terskeldam bygging (Statkraft Energi AS 2012).
- Kontrakt for Tunhovd dam og Pålсбу terskeldam (Statkraft Energi AS 2011a).
- Samtaler med byggherre (Aarbakk 2014c; Hvammen 2014).
- Samtaler med konsulent (Søreide 2014b).
- Samtale med entreprenør (Lauvdal & Skjeggedal 2014; Olsen & Omtvedt 2014).
- Samtale med kontrollør (Kulbotten 2014).
- Konferansepresentasjon fra VTF vintermøte 30. jan 2014 (Aarbakk 2014a).

Prosjektering og bruk av 3D

Det er Norconsult AS som sammen med dameier har stått for teknisk prosjektering og utarbeidelse av kontrollplaner for begge dammene. For Tunhovd dam er detaljprosjektering og –tegninger lagd i 3D-modeller, slik at visualisering av resultatet er tilgjengelig for alle som er involvert i prosjektet. Ved rehabilitering av fyllingsdammer er som regel masseforflytning den mest vesentlige posten, og for prosjektet på Tunhovd ble det tidlig besluttet å benytte 3D i prosjekteringen. Bruk av 3D gir mulighet for god prognosering av innbygde masser, noe som også gir sikrere budsjetter for dameier. Videre vil en ved 3D-visualisering lettere fange opp utfordringer i grensesnitt mellom ulike konstruksjoner (Søreide 2014a). På Tunhovd gjaldt dette blant annet ved lukehus, vangemurer og overløpstunnel. Figur 24 og Figur 25 viser utsnitt av tegninger hentet i programvaren Autodesk Revit, som ble benyttet ved Tunhovd.



Figur 24: Visualisering Tunhovd - oversiktstegning over planlagte tiltak (Norconsult).

Beliggenhet og værforhold

Både Tunhovd og Pålsbu ligger i områder som er relativt værharde. Anleggsområdene ligger fra 700 – 750 meter over havet, i innlands-Norge, som kan gi temperaturer ned mot $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ i vinterhalvåret, og ellers store variasjoner i værforhold. Entreprenøren må på grunnlag av tilbudsdokumentene orientere seg om klimaforholdene og vurdere vinterkostnadene for arbeidet ut fra dette.

7.1.1 Tunhovd dam



Figur 25: Visualisering av dam Tunhovd etter rehabilitering (Norconsult).

Bakgrunn og beskrivelse av tiltak

Tunhovddammen ligger i sørenden av magasinet Tunhovdfjorden og var opprinnelig en betongdam som sto ferdig bygd 1920. På grunn av lekkasjeproblemer ble dammen ombygd ved å lage en fyllingsdam over eksisterende betongdam, med ny morenekjerne på nedstrøms side av den opprinnelige dammen. Denne fyllingsdammen sto ferdig i 1965. Relevante nøkkeldata for den eksisterende fyllingsdammen er gitt i Tabell 8.

Tabell 8: Nøkkeldata for dam Tunhovd før rehabilitering.

Dam Tunhovd	
Damtype:	Steinfyllingsdam med morenetetning
HRV	Kote 734,40
LRV	Kote 716,25
Skråningshelning på oppstrøms side:	1:1,4
Skråningshelning på nedstrøms side:	1:1,75
Kronebredde:	7 m
Totallengde:	320 m
Kotehøyde topp dam:	Kote 740 (5,6 m over HRV)
Største fyllingshøyde:	Ca 37 m
Totalvolum damfylling	287.000 m ³
Magasinvolumentunhovdfjorden:	Ca 352 mill. m ³

Damanlegget ble revurdert av Statkraft Grøner i 2003 og det ble ikke påpekt noen forhold som krevde akutt behov for tiltak. Men det ble avdekket at dammen har flere mangler i henhold til gjeldene damforskrifter og retningslinjer, mye på grunn av at dammen ble plassert i bruddkonsekvensklasse 4 etter nye beregninger og lover. På grunnlag av denne

revurderingen, NVEs godkjenning til revurderingen med bemerkninger fra 2007 og hovedtilsynsrunde i 2008 ble det vedtatt av Statkraft Energi AS å gå videre med en utbedring av dam Tunhovd. Norconsult AS ble deretter engasjert for å utarbeide en plansøknad med opsjon på forespørselsdokumenter og detaljplanlegging i byggeperioden. Det ble i tillegg inngått en avtale med Norconsult om å ha fagansvarlige tilgjengelig og til å utføre uavhengig kontroll under byggeperioden.

Rehabilitering av dammen går i hovedsak på å bygge opp damskråningene og topp av dammen, slik at det tilfredsstillende gjeldende forskrifter og krav. Det skal etableres instrumentering for å måle lekkasjevann, deformasjoner og setninger. I tillegg bygges nytt lukehus og en del støttekonstruksjoner av betong for å sikre god fundamentering og utforming av damskråningene. I det videre fokuseres det kun på arbeidet med selve damutformingen. Tabell 9 viser hvordan Dam Tunhovd skal se ut etter rehabiliteringen.

Tabell 9: Nøkkeldata for dam Tunhovd etter rehabilitering.

Dam Tunhovd	Bruddkonsekvensklasse 4
Topp kronevern	Kote 740,40 (6 m over HRV)
Topp kantstein	Kote 741,49 (7 m over HRV og 0,57 m over ferdig kjørebane)
Fribord topp av dam	6 m over HRV
Fribord topp av tetning	1,28 m over DFV + vindoppstuvning
Kronebredde	16 m målt ved topp kantstein
Nedre kant kronevern	Kote 728,40 (6m under HRV)
Steinstørrelse damkrone og kronevern	D = 1,2 – 2,0 m
Steinstørrelse oppstrøms skråning	D = 0,7 – 1,2 m
Plastringsbredde oppstrøms skråning	2 m (målt horisontalt)
Helning oppstrøms skråning	1: 1,5
Steinstørrelse nedstrøms skråning	$V_{\min} = 0,15 \text{ m}^3 \rightarrow D = 0,7 - 1,2 \text{ m}$
Plastringsbredde nedstrøms skråning	2 m (målt horisontalt)
Helning nedstrøms skråning	1 : 1,75

Med denne prosjekterte ombyggingen av dam Tunhovd vil det ikke være noen avvik i forhold til gjeldene retningslinjer og forskrifter. Ved å sammenligne Tabell 9 med Tabell 7 ser en at de gjeldene kravene er oppfylt.

Landskapstiltak og arealbruk

Landskaps- og arealdisponeringsplanen for Tunhovdrehabiliteringen er utarbeidet av Statkraft selv, i samarbeid med landskapsarkitekt fra Feste Grenland AS og Norges Miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU). Landskapsinngrep som gjøres i forbindelse med rehabiliteringen er i hovedsak: Utbedring av selve dammen, riggområder med anleggsveger og steinuttak.



Figur 26: Oversiktbilde av dam Tunhovd (Statkraft).

Dammen skal tilpasses terrenget rundt, og bygges forsiktig for å ta vare på de vegetasjonskledde kollene så langt inn mot dammen som mulig. Dammen er ment å gi en jevn overflate som følger den eksisterende dammens kurve og det skal være klare skiller mellom steinplastring og bevart sideterreng. For å minske inngrepsområdet legges anleggsveger og riggområder nedstrøms dammen, et område som har vært arealer for tippmasser tidligere. Denne plasseringen av riggområdet vil være lite synlig fra veg og bebyggelse siden det ligger nede i dalen ved elveløpet nedstrøms dammen. Generelt skal ytre inngrepsgrense markeres fysisk på anleggsplassen under arbeidet og alle berørte landskapsområder skal istandsettes og tilbakeføres til terrenget etter anleggsarbeidet.

Til Tunhovd dammen etableres steinbruddet i et skogområde cirka 4 kilometer fra dammen i retning mot Rødberg. Steinbruddets plassering ble valgt ut fra faktorer som steinkvalitet, transportavstand, driftsforhold og landskapshensyn. Området ligger inne i skogen i et småkupert terreng, som gjør at det er lite synlig fra de fleste kanter. Prinsippet for steinuttak består i å ta ned eller fjerne terrengformer og gi området en ny silhuett som tilpasses øvrig terreng. Prosjektert, innbygget volum fra steinbruddet er 130 000 m³, hvorav 120 000 m³ skal fylles inn i dammen. To andre steinbruddsalternativer ble vurdert, et område nedstrøms dammen og et eksisterende lokalt steinbrudd cirka 1 kilometer langs veien mot Tunhovd. For begge ble det vurdert at en ikke kunne oppnå tilfredsstillende steinkvalitet, samt at alternativet nedstrøms dammen ville gi et landskapsinngrep som ble regnet som skjemmende og med innsyn fra veg og bebyggelse.

Det valgte steinbruddet fører til at man må etablere en anleggsveg inn til bruddområdet. Etter avtale med grunneier skal denne veien etableres som en permanent skogsbilveg etter endt anleggsdrift. Ellers vil inngrepene konsentreres i størst mulig grad og terreng og vegetasjon skal tilbakeføres til skogsmark etter endt uttak. Det foreligger planer og prinsipper for revegetering slik at dette håndteres på en skånsom og bærekraftig måte. Under anleggsperioden skal det gjennomføres jevnlig befaringer for å sikre at tiltakene som er beskrevet i landskapsplanen blir fulgt opp. Befaringene gjennomføres i samarbeid med Statkraft, NVE, kommune, NMBU, landskapsarkitekt og grunneiere. Dersom entreprenøren ser behov for å utvide bruddet skal byggherre varsles i god tid. Byggherre skal gi skriftlig tillatelse og sørge for oppmerking og utforming for en bruddutvidelse før utvidelsen kan foretas. Hvis det gjelder store avvik fra opprinnelig arealplan må NVEs miljøavdeling også involveres i prosessen.

Andre forhold

Fylkesveg 120 går over Tunhovddammen, og har en årsdøgntrafikk (ÅDT) på ca. 500. Denne vegen skal holdes åpen for ferdsel under anleggsperioden, bortsett fra en kortere periode der omkjøring skjer på kommunal veg. Det er entreprenøren, i samarbeid med Statens Vegvesen, som skal sørge for all nødvendig skilting og trafikkavvikling i forbindelse med gjennomføringen av arbeidet.

For arbeid på vannsiden av dammen skal byggherre sørge for å senke magasin vannstanden i gitte perioder, slik at entreprenøren kan utføre sine arbeider på de aktuelle arbeidsstedene. Det betyr at entreprenørens framdriftplan må utarbeides i forhold til byggherrens kurver for forventede vannstander i magasinet. Det må tas i betraktning at vannstanden kan stige raskt i flomsituasjoner, og det skal holdes en kontinuerlig dialog med byggherren om prognoser for vannstand. Byggherren må følge konsesjonsbestemmelsene til Tunhovdfjorden, og nedtapping av magasin har derfor begrensninger i forhold til laveste vannstand og tidsperiode for nedtapping. Vannstand ned mot LRV kan forventes holdt tidlig på vinteren, i perioden medio februar til medio april, slik at arbeid på oppstrøms side av dammen bør skje på denne tiden av året.

Arbeidet med Tunhovd dam startet opp i september 2011 og forventes helt avsluttet i løpet av november 2014.

7.1.2 Pålsbu terskeldam

Bakgrunn og beskrivelse av tiltak

Pålsbufjorden er reguleringsmagasin for kraftproduksjonen i Numedalslågen og inntaksmagasin for Pålsbu Kraftverk. Dam Pålsbu ligger i sørøstlige ende av Pålsbufjorden og sto ferdig i 1946. Nordvestre ende av Pålsbufjorden heter Rødtjennan og slik situasjonen var før tiltak ble satt i gang ble mesteparten av Rødtjennan tørrlagt ved nedtapping av magasinet. I 2001 var vilkårene til konsesjonen for regulering av Numedalslågen oppe til revisjon, og det ble pålagt å etablere en terskel ved Rødtjennan. Denne terskelen skal sikre at vannstanden i øvre del av Pålsbufjorden ikke senkes lavere enn fire meter under dagens HRV. Begrunnelsen er både å ivareta estetiske hensyn og å bedre fiskens næringstilgang og oppvekstvilkår. Det skal også sørges for at fiskens vandringsveier i vassdraget opprettholdes.

Norconsult ble engasjert av Statkraft Energi til å utarbeide teknisk beskrivelse for Pålsbu terskeldam, og arbeidet inngår i samme rammeavtale som for dam Tunhovd. Denne prosjekteringen bygger i stor grad på et forprosjekt for terskeldam Pålsbu som Statkraft Grøner AS utarbeidet i 2003. Terskelen bygges som en steinfyllingsdam med sentral betongtetning, og med en overløpstterskel som knyttes til en fisketrapp for å sikre fiskens vandringsveier. Ytterligere nøkkeldata for terskeldammen finnes i Tabell 10.

Tabell 10: Nøkkeldata for Pålsbu terskeldam.

Pålsbu terskeldam	Bruddkonsekvensklasse 0
Topp dam	Kote 746,07
HRV	Kote 749,07
LRV (oppstrøms terskeldam)	Kote 745,07
LRV (Pålsbufjorden)	Kote 725,57
Største damhøyde	Ca 8-10 m
Lengde	385 m
Damvolum	Ca 40 000 m ³
Høyde overløpstterskel	Ca 1 - 2m
Lengde overløpstterskel	Ca 46 m
Topp overløpstterskel	Kote 745,07
Steinstørrelse oppstrøms og nedstrøms skråning	V = 0,15 m ³ → D = 0,6-1.0 m
Helning oppstrøms skråning	1: 1,5
Helning nedstrøms skråning	1: 1,75
Kronebredde	7,1 m

Damkronen på terskeldammen vil altså ligge tre meter under vannflaten når Pålsbufjorden er fylt opp til HRV. Damsikkerhetsforskriften (2010) tillater at et en fyllingsdam overtoppes som følge av ulykkeslaster eller skader på dammen, mens denne terskeldammen skal stå under vann i store deler av året. Pålsbu terskeldam er plassert i bruddkonsekvensklasse 0 og vil derfor ikke være underlagt alle krav i vassdragslovgivningen, men dammen er likevel prosjektert ut fra gjeldene lover og retningslinjer så langt det lar seg gjøre. Ellers har ønske

om minimalt vedlikehold og god driftsikkerhet vært avgjørende faktorer for damløsning og byggemetode.

Bygging av Pålbu terskeldam må skje når vannstanden i Pålbufjorden er lav, slik at anleggsområdet er mer eller mindre tørrlagt. Lav magasin vannstand kan forventes om vinteren, primært i perioden november til mars. På denne årstiden fører frost til at morene som tetningsmateriale er lite gunstig, og det ble derfor valgt å benytte seg av en betongkjerne med geomembran som tetning. Videre er fylling med sprengstein gunstig da en har tilgang på egnede steinmaterialer lokalt.

Landskapstiltak og arealbruk

I likhet med dam Tunhovd er landskaps- og arealdisponeringsplanen for Pålbu terskeldam utarbeidet av Statkraft selv, i samarbeid med landskapsarkitekt fra Feste Grenland AS og NMBU. Pålbu terskeldam fører hovedsakelig til disse terrenginngrepene: Ny terskel over fjorden, etablering av nytt steinbrudd og riggområder med anleggsveier.

For etablering av steinbrudd ble det vurdert to alternativer. Ett som ligger under HRV i vestre del av damområdet, og et annet som er en liten kolle som ligger øst i planområdet. Steinkvalitet ble avgjørende for valget, som falt på den lille kollen. Siden området ligger delvis over HRV, vil prinsippet for steinuttaket være å fjerne hele den vesle kollen og forme ny strandsone. Terrenget skal arronderes slik at overgangen mellom eksisterende sideterreng og nye bearbejdede flater blir naturlig og myk.

Riggområde og mellomlager etableres på eksisterende parkeringsplass, og anleggsveg mot steinbruddet legges ut fra denne. I slutføringen av anlegget skal anleggsvegen istandsettes og tilbakeføres til skogsmark, ved å benytte prinsipper for naturlig revegetering. Ved avslutning av anleggsarbeidet vil det etableres et permanent båtutsett ved søndre ende av terskeldammen. Anleggsvei mellom dette båtutsettet og eksisterende privat vei skal oppgraderes til en permanent veg.

Andre forhold

Tilsiget til Rødtjennan kommer i hovedsak fra to uregulerte elver, og kan derfor ikke styres eller påvirkes. Magasinnivå i Pålbufjorden kan reguleres via Pålbu kraftverk og eventuell forbitapping ved dam Pålbu. Under anleggsperioden vil Pålbufjorden senkes slik at vannstanden ligger lavere enn fundamentet for terskeldammen. Dambyggingen kan primært foregå når vannstanden i Pålbufjorden er lav, noe som alstå kan forventes på finne sted i perioden november til mai. Entreprenøren må ta hensyn til dette i framdriftsplanleggingen, og det meste av arbeidet med Pålbu terskeldam vil derfor måtte gjøres vinterstid. For å sikre seg mot oversvømmelse av anleggsområdet ved plutselige flomsituasjoner skal det bygges fangdam og kulvert som leder vannet forbi området i byggeperioden. Denne løsningen vil likevel ikke være tilstrekkelig til å lede vekk stort tilsig for eksempel i forbindelse med snøsmelting, eller i sommerhalvåret. Entreprenøren må planlegge

arbeidene slik at det til enhver tid er tilstrekkelig sikkerhet mot flomskader på konstruksjoner som er under arbeid eller helt ferdig.

I forbindelse med terskelen skal det etableres en plasstøpt fisketrapp og trappeterskler nedstrøms overløpet for å sikre at fisk kan vandre mellom de to "magasinene" ved lave vannstander i Pålsbufjorden. Detaljplassering og -utforming av dette vil bli bestemt etter arbeidene er påbegynt og fjellet er avdekket, men bygningsmaterialet er hovedsakelig betong. Damkjernen skal også lages i betong, og siden anleggsperioden er vinterstid, må det foreligge en plan for vinterstøp av betong som sørger for tilstrekkelig kvalitet på konstruksjonene. Detaljert opplegg for hvordan utfordringene løses vinterstid skal godkjennes av byggeherre før anleggsstart.

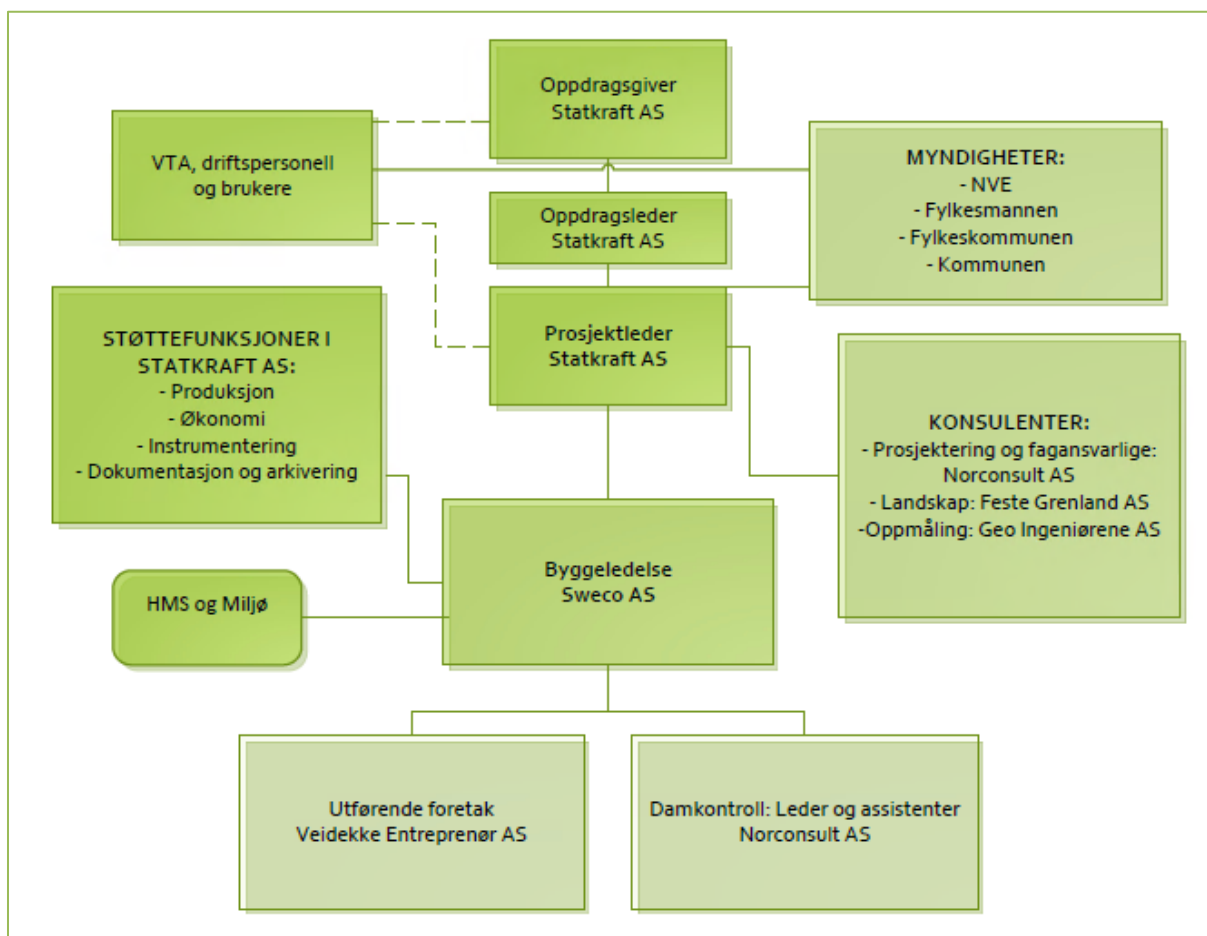


Figur 27: Overløpsterskel og fisketrapp under bygging.

Arbeidene med Pålsbu terskeldam startet opp i april 2012 og ble fullført i mai 2014.

7.2 Organisasjon

Tunhovd dam og Pålbu terskeldam er samlet til ett prosjekt for utførelse, med en felles kontrakt. Statkraft AS innehar prosjektlederfunksjonen, men har leid inn byggeledelse fra Sweco AS. Utførende foretak er Veidekke Entreprenør AS og damkontrollen utføres av Norconsult AS. Prosjektet er organisert som en hovedentreprise og omfatter alle bygningstekniske og relaterte arbeider for ombygging av Tunhovd dam og nybygging av Pålbu terskeldam. Figur 28 gir en forenklet oversikt over organiseringen.



Figur 28: Organisasjonskart Tunhovd og Pålbu.

I organiseringen av prosjektet har Statkraft fokusert på å engasjere en byggeledelse med erfaring fra tilsvarende arbeider. I tillegg å lede prosjektet har byggeleder hatt ansvar for å følge opp og dokumentere HMS- tiltakene. Generelt er HMS et linjeansvar som ligger på alle i prosjektet.

Statkraft har hatt en policy om at det alltid skal være tilstede på anleggsområdet, så lenge det pågår aktiviteter hos entreprenøren. Det samme gjelder damkontrollører dersom det foregår betong- eller plastringsarbeider.

7.3 Framdrift

Framdriften i prosjektene har i hovedsak fulgt den opprinnelige planen. Det har vært en del forskyvninger på delfrister underveis i prosessen, men sluttfristene ligger godt an til å overholdes. Figur 29 viser en tidslinje over framdrift og milepæler i prosjektet, som henger på veggen i byggherrens kontorbrakke og som oppdateres kontinuerlig.



Figur 29: Tidslinje for dam Tunhovd på byggherrebrakka.

Status på prosjektene per juni 2014 er som følger (Aarbakk & Søreide 2014b):

- Pålsbu terskeldam er ferdigstilt og arbeidene er helt avsluttet. Resultatet vises i Figur 30.



Figur 30: Pålsbu terskeldam etter ferdigstillelse (foto: Statkraft).

- Tunhovd dam er rundt 90 % ferdig. Det gjenstår cirka 100 løpemeter kantstein på nedstrøms side, ellers er plastringsarbeidet ferdig. Resterende arbeider er å fullføre en bru over overføringstunnelen fra Borgeåi og å ordne veibane med asfalt. Anleggsveier, tipp og steinbrudd må også fjernes/arronderes før arbeidene er helt over. Dette ligger an til å bli ferdigstilt i løpet av høsten 2014, som stemmer med framdriftsplanen.



Figur 31: Dam Tunhovd - topp av dam med fylkesveg nærmer seg ferdigstilt (foto: Statkraft).

8 Erfaringer og vurderinger

Dette kapitlet tar for seg erfaringer og vurderinger som er gjort gjennom planleggings- og byggeprosessen for referanseprosjektene på Tunhovd og Pålbu.

8.1 I forhold til flytskjemaet

Initiering og planarbeid

Valg av konsulent til å utarbeide planer ble gjort med et ønske om å utnytte erfaringer og relasjoner fra tidligere prosjekter. Statkraft ønsket kontinuitet i prosessen fra tidligfase til utarbeidelse av planer og teknisk oppfølging i gjennomføringen av hovedprosjektet.

Norconsult har vært konsulent på flere av Statkrafts tidligere prosjekter, og begge parter har vært fornøyd med samarbeidet. Gjennom å gi Norconsult ansvaret for kontrollen i tillegg til prosjekteringen, vil deltakerne i prosjekteringen inngå i anleggsorganisasjonen og vil derfor kjenne prosjektet godt.

Prekvalifisering og kontrakt

Under prekvalifisering av entreprenører ble kvalifikasjonskrav vurdert ut fra entreprenørselskapenes besvarelse med informasjon om referanseprosjekter, selskapets erfaring fra tilvarende prosjekter og tilgjengelige ressurser med erfaring fra tilsvarende prosjekter. Statkraft stilte tydelige krav til anleggsorganisasjonen, der erfaring og tilstrekkelig tilgjengelige ressurser var i fokus. Entreprenørselskapenes HMS-statistikker og krav til HMS-leders kvalifikasjoner, var også en viktig faktor i utvelgelsen. For å sikre framdriften ble det stilt krav til at entreprenør skulle stille med reservekapasitet til damplastringen, og at maskinparken måtte ha tilstrekkelig størrelse og kapasitet til å håndtere ønsket steinstørrelse i brudd og på dam.

Gjennomføringen av prosjektene har i stor grad fungert bra, men det vil aldri være mulig å unngå diskusjoner og korrigeringer i løpet av byggeperioden på slike prosjekter. Blant annet har kravet om størrelse på maskiner brukt i bruddet vært oppe til diskusjon mellom byggherre og entreprenør, hvor entreprenør til slutt byttet til større maskiner. Byggherre kunne gjerne tenkt seg enda større maskiner for å sikre framdrift og sikkerhet ytterligere (Aarbakk 2014d).

Kontroll

Arbeidet rundt oppfølging og rapportering i henhold til kontrollplanen har gått fint. Kontrollørens vurdering er at systemet har fungert og entreprenøren har vært villig både til å la seg kontrollere og til å rette opp eventuelle feil eller mangler. En viktig del av målsetningen til Statkraft og Norconsult var å gi yngre ingeniører muligheten til utvikling og erfaring innenfor dambygging gjennom å være kontrollassistenter. Kontrollassistentene fikk mye ansvar og var stort sett på anlegget uten at kontrollens leder var fysisk til stede. Kompetansebygging hos yngre ingeniører er sett på som vellykket.

8.2 Andre områder

Kompetansebygging

Som dameier og byggherre for flere fyllingsdamrehabiliteringer har Statkraft sett behovet for å bidra med kompetanseoppbygging innenfor damplastrerfaget. I kontrakten for Pålsbu og Tunhovd ble det derfor lagt inn tid og ressurser for å bidra til opplæring av nye maskinførere i plastringsteknikken.

Nå som prosjektet begynner å nærme seg ferdigstillelse kan en konkludere med at opplæringen har fungert. Det er "født en ny" damplastrer i forbindelse med rehabiliteringen av dam Tunhovd. En viktig forutsetning for at opplæringen lykkes var at entreprenøren hadde en person som var interessert i og motivert til å lære seg plastringsfaget. Noe annet som er nødvendig i en slik opplæringsprosess er en god mentor, som ønsker å ta seg tid til å lære bort teknikker. I arbeidet med prøvefeltet og det kontraktsfestede steinvolumet som skulle brukes til opplæring fikk lærlingen god oppfølging og støtte av en erfaren plastrer som mentor. Det er også blitt satt av tid til opplæring utover det omfanget som er planlagt i kontrakten. Lærlingen har fortsett med plastring av kronevern, og har oppnådd en god teknisk utførelse av plastringen. Det går selvsagt ikke like fort som de som er drevne i faget, men tidsrammene har likevel blitt holdt. Utfordringen videre er at vedkommende ønsker å fortsette som damplastrer, en krevende oppgave der en må yte en del ekstra i forhold til annen maskinkjøring.

HMS

Statkraft har hatt stort fokus på å planlegge og gjennomføre prosjektene med gode HMS-resultater. Prekvalifiseringens krav til kvalifikasjoner hos entreprenørens HMS-leder har vist seg å være nyttig. Det har likevel vært to bytter av HMS-leder, noe som er uheldig fordi kontinuitet og rutiner brytes. Viktige verktøy i HMS-arbeidet har vært å etablere gode rutiner for oppfølging og rapportering. Morgenmøter med fokus på HMS og jevnlig vernerunder med både byggherre og entreprenør har fungert godt. Det har blitt innarbeidet gode rutiner for rapportering og oppfølging av sikkerhetstiltak gjennom RUH (rapportering av uønsket hendelse) og SJA (sikker jobb analyse). Generelt har prosjektet blitt gjennomført

uten noen alvorlige skader eller hendelser. De ulykkene som har skjedd har blitt gjennomgått og analysert for å hindre gjentakelse. Statkraft som byggherre vil i senere prosjekter fortsette fokuseringen på HMS, og sørge for at flere aspekter blir kontraktsfestet. Dette gjelder spesielt økede krav til kursing av prosjektdeltakere, og konkretisering av sanksjoner ved brudd på prosjektets sikkerhetsrutiner. Statkraft vil også legge inn ressurser til å profesjonalisere eget HMS-personell og fokusere på å gjennomføre HMS-revisjoner av anleggsorganisasjonen tidlig i prosjektet (Aarbakk 2014d).

Vinterdrift

Vinterdrift har vært nødvendig i disse prosjektene for å ta hensyn til magasinfylling, tilsig og damsikkerhet på en forsvarlig og økonomisk måte. Lave temperaturer har gitt utfordringer, spesielt med tanke på betongarbeider. Dette har blitt løst gjennom kvalifiserte ressurser og god planlegging.

3D-prosjektering og datateknologi

Prosjekteringen av dam Tunhovd er gjort i 3D for å gi en bedre prognosering av massebehov, og for å lettere fange opp utfordringer ved grensesnitt mellom konstruksjonsdeler. 3D-prosjektering gir i tillegg muligheter for å lage gode visualiseringer av planlagte tiltak og endelig resultat. Gjennom rehabiliteringsprosessen har det vist seg at 3D-prosjektering har både fordeler og ulemper. Generelt øker det forståelsen for arbeidet og bidrar til og framdrift og gode resultater i anleggsperiode. Det har også blitt brukt som en kontroll av entreprenørens målebrev i forhold til prosjekterte volum. Utfordringene ved 3D-prosjektering kommer til syne når det oppstår endringer i prosjektet. Det er ikke like lett for byggherre å gjøre små endringer på tegningene, når det er konsulenten som sitter med nødvendig programvare. Tidligere ble små endringer gjerne løst med blyant på tegningsutskriftene direkte (Aarbakk & Søreide 2014a). For å løse dette er det viktig at prosjekterende konsulent følger prosjektet videre inn i utførelsesfasen, slik at tegninger og beskrivelses oppdateres kontinuerlig.

I et damrehabiliteringsprosjekt har ofte entreprenøren mer erfaring med og tilgang til datateknologi enn det byggherren er vant til selv. Dette skyldes gjerne at 3D-modellering blir mer og mer vanlig i andre deler av anleggsbransjen. Krav om oppdatert og sikker maskinpark har nok også bidratt til at avansert maskinstyringsteknologi er utbredt hos entreprenørene. For fyllingsdammer er det tydelig at GPS-implementering i gravemaskinene har gjort at en oppfyller avvikskravene for utførelsen uten problem (Aarbakk & Søreide 2014a).

Dersom 3D-visualisering tas i bruk veldig tidlig i rehabiliteringsprosessen vil det kunne brukes som et grunnlag for å danne gode dialoger med involverte partner som for eksempel grunneiere og naboer. For mannen i gata er det vanskelig å se for seg resultatene ut fra tegninger i plan og snitt, mens en 3D-modell vil kunne gi mer velvilje fra start. Det er likevel en balansegang mellom hvor tidlig det skal introduseres, da en 3D-visualisering lettere blir

husket. Dersom prosjektet endres seg mye underveis i planleggingsprosessen, vil en for tidlig visualisering kunne skape mer diskusjoner og misnøye enn nødvendig.

9 Sluttkommentarer

Gjennom arbeidet med denne oppgaven har det vist seg at det finnes mye informasjon og nyttige erfaringer om damrehabilitering. Problemet er tilgangen på denne informasjonen. De skriftlige kildene er til dels veldig spredt i ulike dokumenter og kanaler. Mye verdifull erfaring finnes hos personer som har vært sentrale i tidligere rehabiliteringsprosjekter og for å få tak i denne informasjonen er personlig kommunikasjon en forutsetning. Som ny i vassdragsbransjen, enten rett fra studier eller fra andre deler av bransjen, kan det være vanskelig å tilegne seg all informasjon og erfaring som foreligger.

For å sikre at erfaringsoverføring mellom prosjekter ikke kun blir personavhengig, bør en danne gode rutiner for rapportering og arkivering av kunnskap fra hvert enkelt prosjekt. Dette bør involvere alle aktører i prosjektet, og for eksempel løses gjennom et felles avslutningsmøte. I dette møtet bør alle aspekter rundt prosjektet legges på bordet, og alle aktører legge fram sine meninger og tanker. En uavhengig person, som allikevel har kjennskap til prosjektet, kan være referent. Dermed sørges det for at den skriftlige dokumentasjonen på erfaringsoverføringen blir mest mulig nøytral med tanke på involverte selskap og roller i prosjektet.

I starten av et nytt rehabiliteringsprosjekt bør en tilsvarende prøve å samle de involverte til et felles oppstartsmøte så tidlig som mulig. Dette gjelder både i planleggingsfasen og ved kontrahering av entreprenører. I et slikt startmøte tar en for seg bakgrunnen og til dels regelverket som ligger til grunn for rehabiliteringen. Det vil også være viktig å gjennomgå relevante erfaringer som har dukket opp i lignende prosjekter tidligere.

Den tekniske planleggingen av et rehabiliteringsprosjekt må utarbeides tidligere og mer grundig enn man kanskje gjør i andre anleggsprosjekter, der detaljplanlegging i større grad kan gjøres underveis i byggeprosessen. Bakgrunnen for dette er som nevnt at myndighetene involveres tidlig og skal godkjenne detaljplaner før byggestart. Godt samarbeid og tydelig kommunikasjon med NVE gjennom hele prosessen er viktig for å oppnå et godt sluttresultat.

Et forskningsprosjekt som skal teste forskjellige plastringsmetoder pågår parallelt med utarbeidelsen av denne oppgaven. Prosjektet finansieres av Energi Norge og inneholder både modell- og fullskalaforsøk (Kjellesvig 2011). Formålet med prosjektet er å kartlegge

tekniske egenskaper til nedstrøms plastring ytterligere. Resultatene fra dette prosjektet kan føre til at dagens krav til nedstrøms plastring endres, men enn så lenge vil denne masteroppgaven gi et godt bilde av hva som ligger til grunn for rehabilitering av fyllingsdammer, og hvordan utførelsesprosessen forløper seg.

Referanser

- Aakre, B. & Falkanger, T. (2013). *Bygging*: Store norske leksikon. Tilgjengelig fra: <http://snl.no/bygging> (lest 01.05.2014).
- Aarbakk, J., Bruland, A., Olsen, V., Pedersen, P. A., Rosef, L. & Søreide, A. (2011). Rehabilitering av fyllingsdammer med fokus på steinbruddsdrift og tilbakeføring med revegetering av steinbruddet. I: Frogner, E. (red.) *Fjellsprengningsteknikk : Oslo, 24. november 2011*, s. 508. [Oslo]: [Norsk betongforbund].
- Aarbakk, J. (2014a, 30.01.2014). *Erfaringer rehabilitering fyllingsdammer - Tunhovd og Pålbu dammer spesielt*. VTF Vintermøte 30. januar 2014, Clarion Hotel Royal Christiania, Oslo
- Achilles. (2013). *Manage supplier information and risk*. Tilgjengelig fra: <http://www.achilles.com/en/find-your-achilles-community?id=255> (lest 25.05.2014).
- Andersen, R., Hyllestad, E., Rystad, V. & Østvold, H. M. (2012). Veileder for fyllingsdammer. I: Hyllestad, E. (red.). *Veileder*. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat,.
- Bachke, D. (2002). Retningslinje for tilsyn og revurdering av vassdragsanlegg. *Veileder*. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.
- Bogfjellmo, E. (2013). *Nedstrøms skråning av fyllingsdammer - Analyse av eksisterende plastringer*. Prosjektoppgave. Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskaplige universitet, Institutt for vann- og miljøteknikk. 52 s.
- Cappelen, H. (2001). *Byggherren og kontraktene: kontraktsinngåelser for bygg og anlegg*. Drammen: Byggherreforl. 392 s.
- Drevland, F., Svalestuen, F. & Østby-Deglum, E. (2012). *TBA4127 Prosjekteringsledelse*. Trondheim: Tapir akademiske forlag.
- Eikeland, P. T. (1998). *Teoretisk analyse av byggeprosesser*. Trondheim: SiB. 68 s.
- EnergiNorge. (2011). Forvaltningspraksis ved norsk damsikkerhet. I: Kjellesvig, H. M. (red.), 316-2011. Oslo.
- Fagermo, J. I. (1998). *Steinbruddsdrift: sprengningsplaner*, b. 12B-98. [Trondheim]: Instituttet. 93 s.
- Grytnes, T. (2001). *Konsesjonsbehandling ved vannkraftutbygging i Norge*. Tilgjengelig fra: <http://www.fivas.org/sider/tekst.asp?side=283> (lest 22.05.2014).
- Guttormsen, O. (2006). *Vassdragsteknikk: kompendium*. Trondheim: Tapir, Kompendieforlaget.
- Hamarsland, A. (2005). Miljøtilsyn ved vassdragsanlegg. I: Hamarsland, A. (red.). *Veileder*. Oslo: Norges vassdrags og energidirektorat.
- Helle, J. G. (2013). *Dammer i Norge*. NNCOLD - Den norske damkomiteen. nncold.no. Tilgjengelig fra: http://jarle.nve.no/nncold/index.php?option=com_content&task=view&id=17&Itemid=11 (lest 01.05.2014).
- Hugsted, R. (2009). *Bygg Og Anlegg*. Store Norske Leksikon. Tilgjengelig fra: http://snl.no/bygg_og_anlegg (lest 06.05.2014).
- Kjellesvig, H. M. (2011). Forvaltningspraksis ved norsk damsikkerhet - Et sammenlignende studium av regelverk og forvaltningspraksis rundt damsikkerhet i Norge. Flekkefjord: EnergiNorge - Energiakademiet.
- Kjærnsli, B., Valstad, T. & Høeg, K. (1992). *Rockfill dams: design and construction*. Trondheim: Norwegian Institute of Technology. Department of Hydraulic Engineering. 144 s.
- Lia, L., Vartdal, E. A., Skoglund, M. & Campos, H. E. (2013). Rip Rap Protection of Downstream Slopes of Rock Fill Dams - A Measure to Increase Safety in an Unpredictable Future Climate. (Upublisert manuskript).

- Lædre, O. (2006). *Valg av kontraktstrategi i bygg- og anleggsprosjekt*. Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. 175 s.
- Lædre, O. (2009). *Kontraktstrategi for bygg- og anleggsprosjekter*. Trondheim: Tapir akademisk forl. 97 s.
- Marøy, M., Rolstadås, A. & Kilde, H. (1997). *Prosjektterminologi*. Trondheim: PS 2000, NTNU. 75 s.
- Munkeby, E. (red.). (2013). *Produksjonsteknikk i BA, b*. Kompendium i TBA4130.
- Norges geotekniske institutt. (1983). *Fyllingsdammer*. Oslo: NGI. 193 s.
- Norum, D., Indrebø, O., Østvold, H. M., Hyllestad, E. & Thom, J. N. (2012). Veileder til damsikkerhetsforskriftens bestemmelser om planlegging og bygging. I: Thom, J. N. (red.). *Veileder*. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.
- NS 3420. (2006). *Beskrivelsestekster for bygg, anlegg, installasjoner: NS 3420*. Oslo: Norges standardiseringsforbund. 10 s.
- NVE. (1981). *Forskrifter for dammer*. Oslo: Universitetsforlaget. 131 s.
- NVE. (2010). *Damsikkerheitskurs*. Tilgjengelig fra: <http://www.nve.no/no/Sikkerhet-og-tilsyn1/Damsikkerhet/Godkjennig-av-kompetanse/Damsikkerheitskurs/> (lest 27.04.2014).
- NVE. (2012). *Norske Fyllingsdammer - data fra NVE 130612*: Norges vassdrags- og energidirektorat. Upublisert manuskript.
- NVE Seksjon for damsikkerhet. (2014). *Liste over NVE-godkjente fagansvarlige per 1.4.2014*. Tilgjengelig fra: <http://www.nve.no/Global/Sikkerhet%20og%20tilsyn/Damsikkerhet/Godkjenning%20av%20kompetanse/Fagansvarlige/R%C3%A5dgiverliste%20-%20siste%20oppdatering.pdf> (lest 25.04.2014).
- OED. (2002). *Energi- og vassdragsvirksomheten i Norge*. I: Paaske, E. (red.), 1501-6390. Oslo: Olje- og energidepartementet.
- Olsson, N. (2011). *Praktisk rapportskrivning*. Trondheim: Tapir akademisk. 76 s.
- Pinto, J. K. (2013). *Project management: achieving competitive advantage*. Harlow: Pearson. 528 s.
- PMI Standards Committee. (2013). *A guide to the project management body of knowledge*. Atlanta: Project Management Institute. 589 s.
- Schei, O. P. (2013). Veileder for utarbeidelse av detaljplan for miljø og landskap for anlegg med vassdragskonsesjon. *Veileder*. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.
- Skauge, A. (1999). *Arealplanlegging i tilknytning til vassdrags- og energianlegg*. *Veileder*. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.
- Store norske leksikon. (2009). *Rammeavtale*. Store norske leksikon. Tilgjengelig fra: <http://snl.no/rammeavtale> (lest 25.05.2014).
- Store norske leksikon. (2013). *Konsesjon: lovgivning*: Store norske leksikon. Tilgjengelig fra: <http://snl.no/konsesjon%2Flovgivning> (lest 07.05.2014).
- Storm-Mathisen, P. (2009). Et bruddtjern er født. *Dam-nytt*, E-CO Vannkraft.

Lover og forskrifter

- Byggesaksforskriften. (2010). *FOR-2010-03-26-488 Forskrift om byggesak.*
- Byggteknisk forskrift. (2010). *FOR-2010-03-26-489 Forskrift om tekniske krav til byggverk.*
- Damsikkerhetsforskriften. (2010). *FOR-2009-12-18-1600 Forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg.*
- Energiloven. (1990). *LOV-1990-06-29-50 Lov om produksjon, omforming, overføring, omsetning, fordeling og bruk av energi m.m.*
- IK-vassdrag. (2011). *FOR-2011-10-28-1058 Forskrift om internkontroll etter vassdragslovgivningen.*
- Industrikonsesjonsloven. (1917). *LOV-1917-12-14-16 Lov om erverv av vannfall mv.*
- Plan- og bygningsloven. (2008). *LOV-2008-06-27-71 Lov om planlegging og byggesaksbehandling.*
- Vannressursloven. (2000). *LOV-2000-11-24-82 Lov om vassdrag og grunnvann.*
- Vassdragsreguleringsloven. (1917). *LOV-1917-12-14-17 Lov om vassdragsreguleringer.*

Personlig kommunikasjon

- Aarbakk, J. (2014b). *(no subject)* (e-post til Ellen Bogfjellmo 05.05.2014).
- Aarbakk, J. (2014c). *Samtaler under anleggsbesøk på referanseprosjektene Tunhovd og Pålbu.* Tunhovd anleggskontor m.fl. (19.03.2014 og 20.03.2014).
- Aarbakk, J. (2014d). *til_gjennomlesing* (e-post til Ellen Bogfjellmo 07.06.2014).
- Aarbakk, J. & Søreide, A. (2014a). *Avklaringsmøte med Jon Aarbakk og Anders Søreide* Norconsult, Sandvika (19.03.2014).
- Aarbakk, J. & Søreide, A. (2014b). *FW: Oppgave* (e-post til Ellen Bogfjellmo 05.06.2014).
- Aarbakk, J. & Søreide, A. (2014c). *Oppgave* (e-post til Ellen Bogfjellmo 16.05.2014).
- Bachke, D. (2014). *Innspill til masteroppgave ved NTNU* (e-post til Ellen Bogfjellmo 22.05.2014).
- Bjørnå-Hårvik, T. (2014). *Innspill til masteroppgaven* (e-post til Ellen Bogfjellmo 06.05.2014).
- Hvammen, A. I. (2014). *Samtaler med byggeleder Arnt Ivar Hvammen* Tunhovd Anleggskontor (20.03.2014).
- Høydal, A. & Kiel, A. S. (2013). *Bedriftspresentasjon.* NTNU, Trondheim: Sweco Norge AS (Bedriftspresentasjon for Vassdrag VK 12.11.13).
- Kulbotten, B. H. (2014). *Intervju med kontrollassistent Beate Haugen Kulbotten fra Norconsult.* Tunhovd Anleggskontor (19.03.2014).
- Lauvdal, I. & Skjeggedal, T. (2014). *Intervju med plastrer Inge og steinbrudd sorterer Torgny.* Tunhovd (20.03.2014).
- Midttømme, G. H. (2013). *Dam Safety.* Trondheim: Norges vassdrags- og energidirektorat (Forelesning 19.11.2013).
- Olsen, W. & Omtvedt, B. (2014). *Samtale med entreprenør.* Anleggsbrakke Tunhovd (20.03.2014).
- Søreide, A. (2014a). *(no subject)* (e-post til Ellen Bogfjellmo 05.06.2014).
- Søreide, A. (2014b). *Samtaler i forbindelse med anleggsbesøk.* Norconsult, Sandvika (19.03.2014).

Prosjektdokumenter

Norconsult AS. (2011a). Plansøknad ombygging Tunhovd Dam, 5013301 - Plansøknad.

Norconsult AS. (2011b). Pålsbu terskeldam - Teknisk beskrivelse, 504039 - Teknisk beskrivelse.

Statkraft Energi AS. (2011a). Avtale nr 4500099460 Tunhovd og Pålsbu dammer - Vedlegg A1, A2 & D.

Statkraft Energi AS. (2011b). Kontrollplan for Tunhovd dam ombygging.

Statkraft Energi AS. (2011c). Landskaps- og arealdiponeringsplan for Pålsbu terskeldam.

Statkraft Energi AS. (2011d). Landskaps- og arealdisponeringsplan for Tunhovd dam.

Statkraft Energi AS. (2012). Kontrollplan for Pålsbu terskeldam.