

Bømlo Vatn og Avløpsselskap

Dam Smievegen

Forprosjekt



Oppdragsnr.: 5174949 Dokumentnr.: D01 Versjon: D01
2017-08-11

Oppdragsgiver: Bømlo Vatn og Avløpsselskap
Oppdragsgivers kontaktperson: Audun Halleraker
Rådgiver: Norconsult AS, Valkendorfs gate 6, NO-5012 Bergen
Oppdragsleder: Øystein Eltervaag
Andre nøkkelpersoner: Gunnar Solvang

D01	2017-08-11	For gjennomsyn dameier/VTA	OyElt	GuSol	OyElt
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Sammendrag

Dam Smievegen ligger på Svortland på Bømlo. Dammen er en ca. 17,5m lang og maksimalt 3,7m høy massivdam i betong. Dammen er plassert i bruddkonsekvensklasse 2. Dammen mangler flomløp og tilfredsstillende dermed ikke damsikkerhetsforskriftens krav. Overslagsmessige stabilitetsberegninger utført i denne rapporten viser også at dammen ikke har tilstrekkelig beregningsmessig stabilitet.

Dam Smievegen ligger i et tettbebyggt område hvor naturlige bekker er gjenbygget og avledet i et overvannsnett. Bømlo Vatn og Avløp AS opplyser at det er ikke kapasitet på eksisterende overvannsnett til å avlede flomvann fra dammen. Som følge av dette er det vurdert løsninger der det etableres et eget avledningssystem for flomvannet fra dammen ned til et område hvor vannet kan slippes i terrenget. Denne rapporten beskriver alternativer for tiltak for stabilitetsøkning av dammen samt etablering av flomløp.

Flomavledning:

Etablering av system for flomavledning omfatter følgende:

- Etablering av fast overløpstørskel på nivå med HRV
- Etablering av steinsatt avløpskanall fra overløpstørskel og ned til Smievegen
- Etablering av avledningssystem for flomvann:
 - Alternativ F1: Etablering av rør for avledning av flomvann fra dam Smievegen ned til grøntområde i Leirdalen.
 - Alternativ F2: Åpen flomkanal langs Smievegen «Bekkeåpning» ned til grøntområde i Leirdalen

Damrehabilitering:

Det er vurdert to alternativer for damrehabilitering:

Alternativ D1 omfatter følgende:

- Boring og inngysing av vertikale bergbolter oppstrøms eksisterende dam
- Påstøp på oppstrøms side, tykkelse 500mm
- Fjerning av 160mm rør og reparasjon av utstøping
- Utskifting av kum og ventiler i tappeløp

Alternativ D2 omfatter følgende:

- Påstøp på oppstrøms side uten bergbolter, tykkelse 1,8m
- Fjerning av 160mm rør og reparasjon av utstøping
- Utskifting av kum og ventiler i tappeløp

Riving av dam:

Riving av dammen omtales som alternativ D3 og omfatter følgende:

- Fjerning av dammen.
- Arrondering av terreng rundt magasinet

Det påpekes at riving av dam også vil kreve avløpssystem eventuelt oppgradering av overvannsnettet

Kostnader:

Estimerte kostnadselementer er vist i tabellen under:

Element	Flomløp	Flomavledningssystem		Rehabilitering av dam		Riving
		F1	F2	D1	D2	
Kostnad (kr)	400 000	1 900 000	2 800 000	1 400 000	1 700 000	600 000

Totale kostnader for aktuelle hovedalternativer er vist i tabellen under:

Hovedalternativ	Beskrivelse	Total kostnad (kr)
1	Dammen rehabiliteres med bolter (D1). Det etableres flomløp ved dammen som ledes videre i et lukket system (F1)	3 700 000
2	Dammen rehabiliteres med bolter (D1). Det etableres flomløp ved dammen som ledes videre i et åpent system (F2)	4 600 000
3	Dammen rives og det etableres et lukket avledningssystem tilsv. F1. Kostnader for avledningssystem er justert noe som følge av at det antagelig vil trenge et større rør ved nedleggelse enn dersom dammen beholdes.	2 700 000

Innhold

1	Orientering	6
1.1	Bakgrunn og spesifikasjon av oppdraget	6
1.2	Ansvarlig for vassdragsanlegget og VTA	6
1.3	Befaring	6
2	Status eksisterende anlegg	7
2.1	Beskrivelse av dammen	7
2.2	Konklusjon etter hovedtilsyn	9
2.3	Flom	9
2.4	Stabilitet	10
	2.4.1 Forutsetninger	10
	2.4.2 Resultater	11
3	Forslag til tiltak	12
3.1	Orientering	12
3.2	Forutsetninger	12
	3.2.1 Utforming	12
	3.2.2 Kostander	13
3.3	Flomavledning	13
	3.3.1 Flomavledningssystem, alternativ F1	15
	3.3.2 Flomavledningssystem, alternativ F2	15
3.4	Damrehabilitering	16
	3.4.1 Alternativ D1	16
	3.4.2 Alternativ D2	17
3.5	Riving (Alternativ D3)	17
3.6	Oppsummering og forklaring av kostander	18
4	Optimaliseringsmuligheter	19
5	Prosesser ved tiltak	20
5.1	Rehabilitering av dam og etablering av flomløp	20
5.2	Riving av dam og tilbakeføring av magasin	20
6	Referanser	21
7	Vedlegg	22

1 Orientering

1.1 Bakgrunn og spesifikasjon av oppdraget

Norconsult AS er engasjert av Bømlø Vatn og Avløpsselskap AS for å bistå med konsulenttenester for dam Smievegen tilknyttet deres ansvarsområde. Bakgrunnen for oppdraget er at det ved hovedtilsyn utført våren 2017 ble registrert at dammen ikke oppfyller forskriftskrav for betongdammer i aktuell konsekvensklasse.

Formålet med dette oppdraget er å vurdere aktuelle tiltak for dammen samt kostnadsberegne disse.

1.2 Ansvarlig for vassdragsanlegget og VTA

Bømlø Vatn og Avløpsselskap AS er ansvarlig for dammen. VTA for dammen er Ole Dan Lundekvam

1.3 Befaring

Det ble avholdt befaring av dam Smievegen i forbindelse med hovedtilsyn av dammen den 18.04.2017.

Vær: Sol og pent vær. Temperatur ca. +8 °C

Vannstand: HRV ca. +34,4 (0,6m under topp dam)

Deltakere: Audun Halleraker (Bømlø VA AS)

Ole Dan Lundekvam (VTA)

Gunnar Solvang (Norconsult AS)

Øystein Eltervaag (Norconsult AS)

Bilder fra befaring er lagt ved i vedlegg 1. For ytterligere informasjon henvises det til rapport fra hovedtilsyn 2017 (Norconsult 2017).

2 Status eksisterende anlegg

2.1 Beskrivelse av dammen

Dette avsnittet er hentet fra rapport fra hovedtilsyn 2017. For ytterligere informasjon om dammen henvises det til denne. Vedtak om klasse forelå ikke ved hovedtilsyn, tekst er oppdatert.

Dam Smievegen ligger i Bømlo kommune, i Hordaland fylke. Bømlo Vatn og Avløpsselskap AS er ansvarlig for dammen. Dammen er bygget opp som en massivdam i betong med vertikal vannside og skråningshelning 3:4 på luftsiden. Dammens fundament er ukjent, og var ikke synlig på befaring på grunn av vannstanden i magasinet og oppfylte masser på nedstrøms side. Magasinet har i dag ikke lenger funksjon som vannforsyningsanlegg og brukes i mindre grad til rekreasjon.

Dammen mangler flomavledningssystem. Det er montert en et 160mm rør gjennom dammen som er påkoblet avløpsnett nedstrøms. Røret ligger 65cm under damkrona. Langs damkrona er det satt opp et flettverksgjerde. Dammen ble antagelig bygget i 1957, og rehabilitert i 1988. Det er to tappeventiler plassert i en kum like nedstrøms damfoten. Det er uklart om dammen vil bli tørrlagt ved bruk av disse ventilene. Tabellen under lister anleggets hoveddata og **Error! Reference source not found.** og Figur 2-2 viser oversiktskart og flyfoto av dammen.

Hoveddata	
Byggeår	1957
Bruddkonsekvensklasse	2
Damtype	Gravitasjonsdam i betong
Damhøyde	3,7m*
Kronebredde	0,5m*
Kronelengde	17,5m*
Fundamentering	Ukjent, antagelig berg
Normalvannstand	+35 moh.
HRV	-
LRV	Ukjent / ikke fastsatt
DFV	Ukjent
MFV	Foreligger ikke
Magasinvolum	Ca. 5-6000m ³
Overløpslengde	17,5m

*Kontrollmålt ved befaring. Det finnes ikke eksisterende tegninger av dammen. Dimensjoner er derfor usikre.



Figur 2-1: Oversiktskart. Dam Smievegen er vist med blå sirkel (NVE atlas)



Figur 2-2: Flyfoto av dam Smievegen (finn.no).

2.2 Konklusjon etter hovedtilsyn

Hovedtilsyn utført våren 2017 konkluderer med at dam Smievegen ikke er i sikkerhetsmessig tilfredsstillende stand. Det er avdekket en rekke mangler, der den mest kritiske er at dammen mangler flomløp. Ved tilstopping av 160mm rør og stor flom vil hele damkrona kunne overtoppes og flomvannet vil treffe et nytt bolighus direkte nedstrøms dammen. Utstøpning rundt 160mm drenasjerør gjennom dammen er i dårlig forfatning, med tydelige sprekkdannelser både på oppstrøms og nedstrøms side. VTA opplyser at det er kraftig isdannelse i disse sprekkenes vinterstid. Dersom dammen ikke skal legges ned må denne utstøpingen repareres.

Følgende avvik og anmerkninger ble registrert ved tilsynet.

Objekt/konstruksjonsdel	Avvik
Flomavledning	Dammen har ikke flomløp
Instrumentering	Dammen mangler arrangement for måling av vannstand og lekkasje

Objekt/konstruksjonsdel	Anmerkning
Flomberegninger	Det foreligger ikke flomberegninger for vassdraget
Tegninger	Det foreligger ikke byggetegninger for dammen, kun målskisser.
Magasinforhold	Det er ikke forelagt dokumentasjon på magasinivolum og reguleringsgrenser
Utsløp for 160mm rør	Utsløping for rør er i dårlig stand med sprekker og bom betong
Teknisk utstyr	Tappeventiler bør funksjonsprøves, og rørtrase nedstrøms bør avklares.

2.3 Flom

Det foreligger ikke flomberegninger for dammen. I dette forprosjektet er antatte flomstørrelser beregnet med den rasjonelle metode, gitt ved:

$$Q = CiAK_f$$

Der C er avrenningskoeffisienten (0,5), i er nedbørintensiteten for gitt varighet på 360 minutter, A er feltets areal (2 ha) og K_f er klimapåslag på 40% (1,4).

Nedbørintensiteten, i , er hentet fra IVF-kurven på Brekkevann på Karmøy (27,9 l/s*ha) og Opstveit i Matre (43,2 l/s*ha) som er næreste målestasjoner med tilsvarende nedbørsmønster og tilfredsstillende måleperioder. Nedbørfeltet karakteriseres ved høy innsjøprosent (om lag 16 prosent) som øker tilrenningstiden.

Ved å benytte IVF-kurven fra Brekkevann og Opstveit blir dimensjonerende vannføring for en 200-års hendelse henholdsvis: $Q_{200} = 39 \text{ l/s}$ og $Q_{200} = 60 \text{ l/s}$.

Basert på geografi og topografi vurderes det at feltet på Bømlo har flest likheter med Brekkevann på Karmøy, og det antas derfor en døgnverdi på 200-års flommen på 45 l/s. Basert på tabeller i vedlegg 2 til *Retningslinjer for flomberegninger* (NVE, 2011) er det forutsatt en faktor på 2,0 mellom døgnmiddelverdi og maksimalverdi for flom. Det vil si $Q_{200_peak} = 90 \text{ l/s}$. Denne verdien skaleres med en faktor på 1,2 (basert på IVF-kurver fra de overnevnte vassdragene) for å estimere en 1000-års flom og videre med en faktor på 1,2 for å ta hensyn til usikkerhet i beregningsgrunnlaget.

Estimerte flomstørrelser basert på overnevnte betrakningsmetode er vist i tabellen under.

Lasttilfelle	Flomsituasjon	Flomvannføring (tilløpsflom)
Bruddgrense	Q_{1000}	0,13m ³ /s
Ulykkesgrense	$Q_{PMF} (1,5 \times Q_{1000})$	0,19m ³ /s

Det er også gjort en vurdering av kapasitet til å ivareta flomvolumet i magasinet. En ser at dammen ligger på grensen av å bli overtoppet for estimert flomvolum ved Q_{1000} hvis det ikke er utløp fra 160 røret og startvannstand ved HRV.

Det vurderes derfor at magasinet har god kapasitet og vil bidra til en god demping av tilløpsflommene, men at man ikke kan basere seg på en fordrøyningsmagasin som ikke har et forskriftsmessig flomløp.

Det anmerkes at estimerte flomstørrelser er meget grove og er kun gjort for å få en forståelse av forventede flomstørrelser. Det må gjennomføres flomberegninger iht. NVEs regelverk dersom dammen skal rehabiliteres. Det anbefales også at det gjennomføres detaljerte flomberegninger for å beregne avrenning i overvannsystemet hvis dammen skal legges ned.

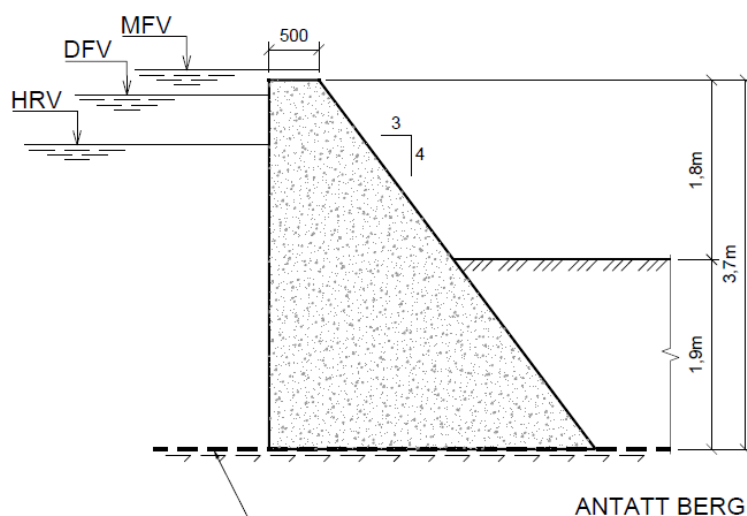
2.4 Stabilitet

For å kontrollere den beregningsmessige stabiliteten til dammen er det utført stabilitetsberegninger iht. NVEs retningslinjer for betongdammer og forutsetninger som gitt under.

2.4.1 Forutsetninger

I beregningene er det tatt utgangspunkt i geometri fra målsatt skisse utarbeidet ved hovedtilsyn. Beregningene er utført for høyeste snitt. I beregningene er det antatt horisontalt berg i fundamentet for dammen. Og stabiliserende bidrag fra fylling nedstrøms dammen er inkludert. Fyllingen er gitt konservative parametere.

Beregningene må anses som grove. Om dammen skal beholdes må fundamentets ruhet og helning avklares og det må gjennomføres nye stabilitetsberegninger for flere snitt av dammen.



Figur 2-3 Høyeste snitt basert på målsatt skisse fra hovedtilsyn. Flomvannstand fra kapittel 2.3.

I stabilitetsberegningene er det forutsatt følgende:

Geometri:	Som vist på skisse
Egenvekt dam:	23 kN/m ³
Fjellbolter:	Det foreligger ikke dokumentasjon som viser fjellbolter og det antas at dammen er utført uten.
Friksjonsvinkel:	Horisontalt fundament med friksjonsvinkel 40° basert på NVEs retningslinjer for betongdammer. Det forventes at dette er en konservativ antagelse.
Istrykk:	100 kN/m
Poretrykk:	Udrenert dam
Jordtrykk:	Stabiliserende jordtrykk fra nedstrøms side er beregnet med egenvekt jord: 20kN/m ³ og hviletrykksfaktor K=0,5m.

2.4.2 Resultater

Grensetilstand og lasttilfelle		Velting				Glidning		
		Resultant	Krav		Resultat	Sikkerhet	Krav	Resultat
Bruddgrense:	HRV+istrykk	-0,61	<B/3	= 1,08	Ikke stabil!	0,76	<1,5	Ikke stabil!
Bruddgrense:	DFV – Q1000	1,54	>B/3	= 1,08	Stabil!	2,06	>1,5	Stabil!
Ulykkesgrense:	1,5 Qdim	1,35	>B/6	= 0,54	Stabil!	1,65	>1,1	Stabil!

Resultatene viser at dammen ikke tilfredsstiller NVEs krav til stabilitet for velting og glidning ved lasttilfelle HRV + istrykk.

Konklusjonen er at det må gjennomføres konstruksjonsmessige tiltak for å gjøre dammen beregningsmessig stabil.

Det påpekes at de beregnede resultanter og sikkerhetsfaktorer er teoretiske størrelser som beskriver dammens beregningsmessige stabilitet basert på betrakningsmetoder gitt av NVE og forutsetninger som er omtalt over. Resultatene fra beregning ved HRV + is tilsier at dammen er direkte ustabil ved dette lasttilfellet. Siden dammen står i dag er det grunn til å tro at de benyttede forutsetninger og betrakningsmetoder ikke beskriver dammens virkelige stabilitet ved dette lasttilfelle, som det må kunne forventes at dammen har vært utsatt for.

3 Forslag til tiltak

3.1 Orientering

I dette kapittelet er det presentert alternativer for tiltak slik at dam Smievegen oppfyller forskriftskrav for dammer i konsekvensklasse 2. I tillegg er det presentert et alternativ der dammen rives og magasinet tilbakeføres til naturlig stand.

Damsikkerhetsforskriften (OED, 2010) krever at flomavledning skal skje uten fare for dammens sikkerhet. Avledning og tilbakeføringen til elveleiet nedstrøms vassdragsanlegget skal utformes slik at dimensjonerende flom (Q_{1000}) kan avledes kontrollert uten fare for skadelig erosjon på terreng, damfundament eller damtå.

Ved å etablere et separat flomløp til side for dammen vil flommen kunne avledes uten fare for dammens sikkerhet. Elveleiet nedstrøms dammen er gjenbygget, slik at flomvannet ikke kan føres inn på et naturlig vassdrag. Dameier opplyser i tillegg at eksisterende overvannsnett i området har kapasitetsproblemer ved store nedbørsmengder, slik at flomvannet heller ikke kan føres inn på dette systemet.

Oppgradering av overvannsnettet i området vil være avhengig av flere faktorer enn flomvannføring fra dam Smievegen og er derfor ikke utredet i dette forprosjektet. I tillegg til etablering av flomløp ved dammen er det derfor presentert to alternativer for avledning av flomvann ned lags Smievegen. Ved riving av dammen vil en også måtte vurdere kapasiteten for å håndtere overvannet. I et slikt tilfelle vil det være behov et avløpssystem med kapasitet til å håndtere større spissverdier fordi en mister selvreguleringen som magasinet gir.

Dersom det velges å rehabilitere dammen må det utføres flomberegninger, og dammen inkludert fundament må måles inn grundig. Stabilitets- og kapasitetsberegninger må oppdateres med verdier fra flomberegning og geometri og fundamentforhold fra innmåling. Parallelt med dette arbeidet bør kapasitet og videre rørtrase for tappearrangement avklares, se for øvrig forutsetninger under. Det må forventes at utforming og omfang da kan avvike noe fra tiltakene som er presentert i dette forprosjektet.

Etablering av system for kontinuerlig måling av lekkasje og vannstand er ikke inkludert. Det anbefales å søke NVE om dispensasjon for disse kravene på bakgrunn av dammens og magasinet beskjedne størrelse, og den begrensede plassen som er tilgjengelig for å etablere slike system. Dersom det ikke innvilges dispensasjon for disse kravene, antar vi at et system for kombinert måling av lekkasje og vannstand kan etableres for omlag 300 – 400 000,-.

3.2 Forutsetninger

3.2.1 Utforming

Flomløpet utføres med fast overløpstærskel. Tærskelen er lagt på nivå med HRV og er dimensjonert slik at dammen ikke overtoppes ved Q_{PMF} . For begge alternativene til flomavledningssystem utformes systemet slik at tærskelens kapasitet blir dimensjonerende for flomstigningen i magasinet. Det forutsettes at flomvann ikke kan kobles på eksisterende overvannsnett i Smievegen, og at det etableres et separat flomavledningssystem ned til grøntområde i Leirdalen.

Det er forutsatt at dammens tappearrangement fungerer og har tilstrekkelig kapasitet til å tørrlegge dammen, slik at det kun er behov for lokale tiltak (pumping, fangdam) for arbeid i dypløpet. Basert på inntrykk fra befaring legges det opp til utskifting av kum og ventiler i tapperøret, men det forutsettes at det ikke er behov for utskifting av tapperørene.

Betongutstøping rundt 160mm rør gjennom dammen er i dårlig forfatning og må repareres. I alternativer for damrehabilitering er det forutsatt at røret fjernes og plugges nedstrøms dammen. Siden det skal etableres et nytt flomløp vil det ikke lenger være behov for røret, og ved å fjerne røret unngås et fremtidig vedlikeholdsobjekt. På grunn av stor usikkerhet vedrørende flomstørrelser og dammens fundament er det på dette stadiet ikke utført detaljert optimalisering av tiltakene.

3.2.2 Kostander

Kalkulerte kostnader er entreprenør- og leverandørkostnader og inkluderer ikke finansieringskostnader og merverdiavgift. I kostnadsestimat er vannulemper inkludert i rehabilitering av dam. Det forutsettes at flomløpet etableres i samme tidsrom og ikke medfører ytterligere ulemper med vannhåndtering. Det er tillagt kostnader for å reetablere privat tørrmur nedstrøms dammen, da det forventes at denne vil bli berørt av arbeidene med damrehabilitering.

Kalkulasjonen av byggetekniske arbeider er basert på NVEs kostnadsgrunnlag og enhetspriser fra pågående eller nylig avsluttede tilsvarende arbeider. Det bemerkes at kostnadene vil kunne variere sterkt fra entreprenør til entreprenør og fra leverandør til leverandør og vil avhenge av markedssituasjonen på det aktuelle tidspunkt. Estimerte kostnader i denne rapporten forutsetter komplette arbeider. På grunn av små mengder vil enhetsprisene være urealistiske dersom enkeltelementer trekkes ut og vurderes separat.

Ved riving av eksisterende dam forutsettes det at rene masser fra dammen kan deponeres i magasinet og dekkes til av stedlige masser. Øvrige masser fra riving forutsettes transportert og levert til godkjent mottak.

Kostnader for forundersøkelser, innmålinger, flomberegninger, revisjon av beregninger og optimalisering av løsninger er ikke medtatt i dette forprosjektet. Det er heller ikke medtatt kostnader for eventuell ekspropriasjon for gjennomføring av tiltak.

3.3 Flomavledning

Etablering av flomløp omfatter følgende:

- Etablering av fast overløpstørskel på nivå med HRV
- Etablering av steinsatt flomkanal fra terskel og ned til Smievegen
- Etablering av avledningssystem for flomvann:
 - Alternativ F1: Etablering av rør for avledning av flomvann fra dam Smievegen ned til grøntområde i Leirdalen.
 - Alternativ F2: Åpen flomkanal langs Smievegen «Bekkeåpning» ned til grøntområde i Leirdalen

Overløpstørskelen plasseres i en forsenkning i terrenget nordøst for dammen og utformes i betong med standard overløpsprofil. Tørskelen legges på nivå med HRV, og tilgjengelig høyde for flomstigning ved Q_{PMF} er dermed 0,65m. Kapasiteten til tørskelen beregnes etter standard overløpsformel:

$$Q = C \times L_{eff} \times H_0^{3/2}$$

Der C er overløpskoeffisienten, L_{eff} er effektiv lengde og H_0 er vannhøyden ved betraktet flomsituasjon.

Dersom C settes lik 1,4 vil en det være tilstrekkelig med en terskel med L_{eff} på 1,0m for å avlede Q_{PMF} (flomstigning 0,65m¹). Med disse forutsetningene vil flomstigningen ved Q_{1000} bli 0,57m. I videre

¹ NB tiltak for rehabilitering av dam beskriver 0,25m forhøyning av dammen. Forhøyning av dam er ikke hensyntatt ved vurdering av størrelse på flomløp.

betraktninger og kostnadsestimat for flomløp er det forutsatt en total lengde på 2,0m for terskelen, dette for å ta høyde for fare for tilstopping i flom.

Ut ifra inntrykk fra befaring er det forutsatt at terskelen støpes som en vertikal vegg med høyde ca. 0,5m. Utforming av terskelen bør optimaliseres etter flomberegninger. Det forutsettes at overløpsterskelen vil bli så liten at den kan plasseres i konsekvensklasse 0 (Differensiert klassifisering for dam og overløpsterskel).

Flomavledningssystemet videre nedstrøms dimensjoneres ut ifra tilgjengelige kartdata (NVE atlas). Som omtalt er det ikke tilgjengelig kapasitet på eksisterende overvannsnett i området, og det etableres derfor et separat flomavledningssystem. Aktuelle traseer for flomavledningssystem er vist på Figur 3-1.



Figur 3-1: Alternative traseer for flomavledningssystem.

Basert på NVE-atlas har terrenget et fall på om lag 3m over en lengde på 20m ned til veien, og videre et fall på om lag 8m over en lengde på 130m nedover langs Smievegen. Fra krysset ved Smievegen og ned til grøntområdet faller terrenget ca. 3m over en lengde på 30m.

Det forutsettes kvadratisk tverrsnitt for steinsatt kanal ned til Smievegen og for kanal videre nedstrøms ved alternativ F2. Det forutsettes også og normalstrøm for begge alternativene. Nødvendig areal på avløpssystemet er vurdert ut ifra Manning's formel:

$$Q = v \times A$$

Der:

$$v = M \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

For en steinsatt kanal forutsettes Manning's tall, M , lik 10, og for rør 65. Potensialet, I , (høydeforskjell /lengde) er forskjellig for strekningene. Areal, A , og hydraulisk radius, R , finnes ved iterasjon, slik at total kapasitet, Q , for hele systemet tilsvarer dimensjonerende flom, Q_{1000} , på $0,13\text{m}^3/\text{s}$. Det påpekes at disse beregningene er overslagsmessige og må revideres etter flomberegning.

En steinsatt kanal med bredde 1m og dybde 0,5m vil i henhold til beregningen over ha god kapasitet til å avlede dimensjonerende flom ned til Smievegen. Flomvannet ledes videre langs Smievegen med avledningssystem enten beskrevet ved alternativ F1 eller F2.

3.3.1 Flomavledningssystem, alternativ F1

For alternativ F1 etableres det et inntak ved Smievegen. Inntaket kan utformes enten som et gatesluk, evt. som et prefabrikkert inntak med gitter (basal inntakskum el. Tilsv.). I kostnadsestimat er det forutsatt prefabrikkert inntak. Fra inntaket legges det rør ned langs traseen markert med grønn stiplet linje på Figur 3-1. Ut ifra terrenghelning og beregninger som omtalt ovenfor vil et 400mm rør ha tilstrekkelig kapasitet til å avlede dimensjonerende flom ned til grøntområdet i Leirdalen. Basert på oversendt kart som viser eksisterende ledningsnett blir det behov for 4-5 kryssinger av eksisterende ledningsnett, samt at det for nederste del av strekningen må etableres rør forbi bolighus og garasje.

Utløpet i grøntområdet utføres tilsvarende som inntaket. Terrenget plastres direkte nedstrøms utløpet.

Alternativt kan det vurderes å legge røret videre ned langs Smievegen tilsvarende trase vist med rød stiplet linje på Figur 3-1. Dette alternativet vurderes som mer kostnadskrevende enn å følge grønn stiplet trase og er ikke utredet videre.

3.3.2 Flomavledningssystem, alternativ F2

For alternativ F2 etableres det en åpen steinsatt kanal langs Smievegen og ned det gamle elveløpet, tilsvarende blå stiplet linje på Figur 3-1. Veien krysses med nedgravd rør nedstrøms flomløpet., og det etableres nedgravde rør forbi innkjørsler til boliger. Dimensjoner tilsvarende kanalen i flomløpet vil i henhold til beregningen over ha tilstrekkelig kapasitet til å lede flomvannet ned langs Smievegen og elveløpet. Det siste strekket fra Smievegen og ned til grøntområde utføres tilsvarende som for alternativ F1, med nedgravd rør. Det må også etableres inntak/sluk i overgangen steinsatt kanal/rør.

3.4 Damrehabilitering

Det er vurdert to alternativer (D1 og D2) for rehabilitering/forsterkning av dam.

3.4.1 Alternativ D1

Alternativ D1 omfatter følgende:

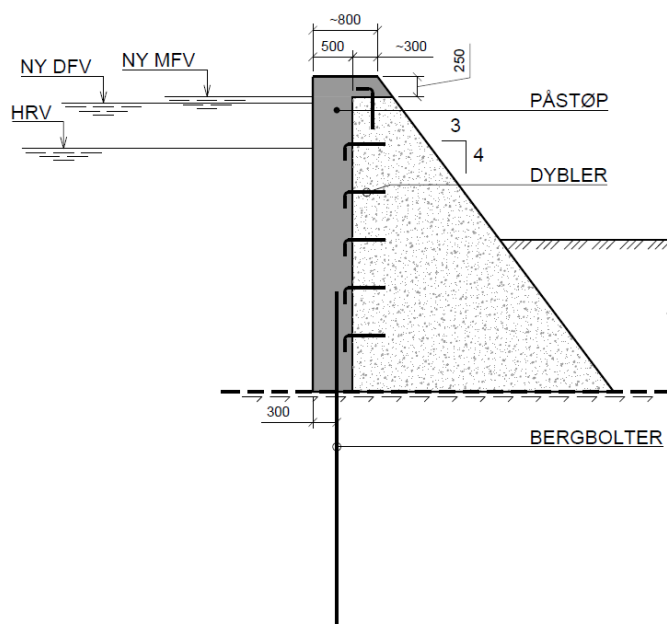
- Boring og inngysing av vertikale bergbolter oppstrøms eksisterende dam
- Påstøp på oppstrøms side, tykkelse 500mm
- Fjerning av 160mm rør og reparasjon av utstøping
- Utskifting av kum og ventiler i tappeløp

Basert på stabilitetsberegninger med flomverdier beregnet i kapittel 3.3 og for øvrig tilsvarende forutsetninger som gitt i kapittel 2 vil dammen være beregningsmessig stabil dersom det etableres bergbolter med dimensjon Ø25 og senteravstand 1m. Boltene settes vertikalt i en avstand 200 fra eksisterende oppstrøms kant.

For å tilfredsstille krav til 300mm overdekning fra oppstrøms side, gitt i *Retningslinje for betongdammer* (NVE, 2005) etableres det en påstøp på 500mm langs dammens oppstrøms side. Påstøpen føres over damkrona med tykkelse 250mm og forankres til eksisterende betong med dybler.

Ved etablering av påstøp fjernes 160mm røret og betongutstøpingen rundt dette repareres.

Kum og ventiler i tappeløp skiftes ut. Det er mulig å etablere bergbolter uten påstøp. Boltene kan da monteres i hull boret vertikalt fra damkrona. Dette vil antagelig kreve tettere boltemønster samt at boringen utføres som kjerneboring. Fordelene med denne metoden er at den kan gjennomføres uten nedtapping av magasinet, og at det går mindre betong. Metoden vurderes på tross av dette som mer kostnadskrevende enn påstøp og bolter på oppstrøms side, og er ikke utredet videre.



Figur 3-2 Alternativ D1: Etablering av bergbolter og 500mm påstøp på vannsiden av hele dammen

3.4.2 Alternativ D2

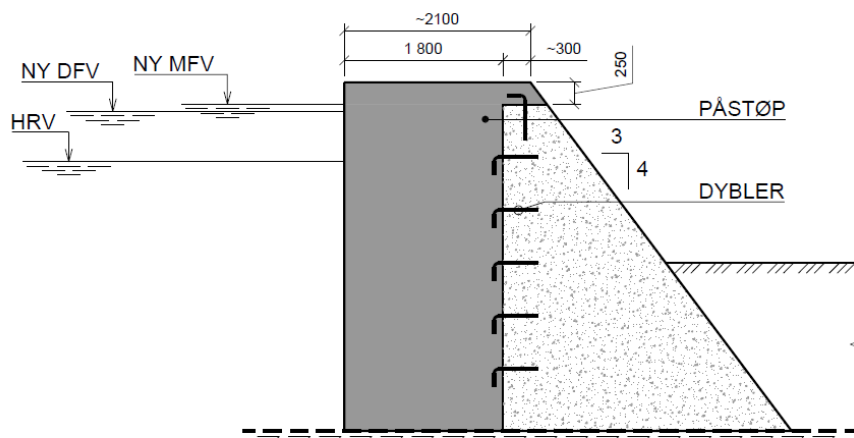
Alternativ D2 omfatter følgende:

- Påstøp på oppstrøms side, tykkelse 1,8m
- Fjerning av 160mm rør og reparasjon av utstøping
- Utskifting av kum og ventiler i tappeløp

For at dammen skal være beregningsmessig stabil uten bruk av bergbolter må det støpes på 1,8m på oppstrøms side. Påstøpen føres over damkrona med tykkelse 250mm og forankres til eksisterende betong med dybler. Ved etablering av påstøpen fjernes 160mm røret og betongutstøpingen rundt dette repareres.

Kum og ventiler i tappeløp skiftes ut.

Dette alternativet vil kreve betydelige betongmengder, men kan være hensiktsmessig dersom fundamentet avviker vesentlig fra forventningene (langt til berg) eller at berget er av dårlig beskaffenhet.



Figur 3-3 Alternativ D2: 1800mm Påstøp på vannsiden av hele dammen

3.5 Riving (Alternativ D3)

Riving av dammen omtales som alternativ D3 og omfatter følgende:

- Fjerning av dammen.
- Arrondering av terreng rundt magasinet

Ved fjerning av dammen trengs det isolert sett ingen konstruktive tiltak og en fjerner behovet for fremtidig vedlikehold. Tiltaket krever en del landskapsmessige arbeider i magasinet for å føre dette så godt som det lar seg gjøre tilbake til opprinnelig stand. Det forutsettes at det ikke vil kreves omfattende masseutskifting av bunnsedimenter etc.

Dersom dammen rives vil flomkarakteristikken endres. Flomdempingen i magasinet vil muligens reduseres, og det kan ikke utelukkes at flomvannføringen blir like stor eller til og med større uten som med dam. Basert på opplysninger om kapasiteten til eksisterende overvannsnett, bør det vurderes om overvannssystemet nedstrøms bør oppgraderes, eventuelt at det etableres et flomavledningssystem tilsvarende alternativ F1 og F2 også dersom dammen rives.

I kostnadsestimatet for riving av dam er det tatt med sanering av 160mm rør samt tappearrangement for dammen. Det forutsettes at det meste av massene i dammen kan deponeres i og rundt magasinet der det dekkes til med stedlige masser og sås igjen. Kostnadsestimat for riving av dam omfatter ikke oppføring av flomavledningssystem.

3.6 Kostnader

Post	Beskrivelse	Flomløp	Flomavledningssystem		Rehabilitering av dam		Riving
			F1	F2	D1	D2	
1	Rigg og drift	90 000	350 000	510 000	370 000	380 000	180 000
2	Grunnarbeider	170 000	850 000	1 240 000	290 000	270 000	220 000
3	Betongarbeider	10 000	-	-	200 000	370 000	-
4	Diverse	-	150 000	220 000	130 000	150 000	20 000
5	Påslag for usikkerhet	70 000	300 000	450 000	220 000	260 000	100 000
6	Byggherrekostnader	50 000	260 000	380 000	190 000	230 000	80 000
SUM		400 000	1 900 000	2 800 000	1 400 000	1 700 000	600 000

Kostnader er avrundet til nærmeste 10 000 pr. post, og summen er avrundet til nærmeste 100 000.

Postene i tabellen over er vurdert ut fra følgende

- Rigg og drift er satt til 40 % av post 2-4 + evt. forberedende arbeider som etablering av tilkomst til dammen
- Post 2 og 3 er beregnet ut fra overslagsmessige mengder ved de forskjellige tiltakene.
- Post 4 – Diverse inneholder kostnader supplerende objekter/konstruksjoner som for eksempel inntakskonstruksjoner, kummer, rekkverk, rør og ventiler. For alternativ F1 og F2 er det også lagt på 10% av grunnarbeidet i denne posten for å ta høyde for kryssing av eksisterende rørledninger og diverse uforutsett.
- Påslag for usikkerhet er vurdert ut fra underlaget som ligger til grunn.
- Byggherrekostnader er vurdert ut fra tiltaket, og er satt lavest for riving av dammen.

Som nevnt over forutsettes det komplette arbeider i kostnadsestimatet. Basert på estimatet er det i tabellen under satt opp en oversikt over totalkostnad for aktuelle hovedalternativer for tiltak på dam Smievegen. I hovedalternativene er det valgt kombinasjoner som gir lavest totalkostnad, eksempelvis er ikke alternativ D2 inkludert.

Hovedalternativ	Beskrivelse	Total kostnad (kr)
1	Dammen rehabiliteres med bolter (D1). Det etableres flomløp ved dammen som ledes videre i et lukket system (F1).	3 700 000
2	Dammen rehabiliteres med bolter (D1). Det etableres flomløp ved dammen som ledes videre i et åpent system (F2).	4 600 000
3	Dammen rives og det etableres et lukket avledningssystem tilsv. F1. Kostnader for avledningssystem er justert noe som følge av at det antagelig vil trenge et større rør ved nedleggelse enn dersom dammen beholdes.	2 700 000

4 Optimaliseringsmuligheter

Løsningene skissert i dette forprosjektet er som nevnt ikke optimalisert. Følgende optimaliseringsmuligheter er avdekt ved arbeid med dette forprosjektet:

- En mulighet er å beholde evt. skifte ut eksisterende 160mm rør gjennom dammen og legge terskelen noe høyere enn dagens HRV. Dette vil gi en buffersone og større dempingseffekt ved store flommer. Denne løsningen medfører at flomvannet ved mindre flommer føres i rør tilsvarende dagens system. Rørtrase for dagens system samt tilgjengelig kapasitet for overvannsnettets nedstrøms bør vurderes inngående ved denne løsningen for å avklare hvorvidt flomvann fra dammen (gjennom 160mm røret) overbelaster eksisterende nett, og eventuelt hvor store flommer som det er hensiktsmessig å avlede gjennom røret.
- Et alternativ til å etablere et separat avledningssystem for flomvann ned langs Smievegen er å oppgradere det eksisterende overvannsnett i området og føre flomvannføringen inn på nettet nedstrøms flomløpet.
- I stedet for å etablere tradisjonell grøft for alternativ F1 bør det vurderes å benytte «no-dig» metoder som rørpressing. Dette kan gi lavere kostnader dersom grunnforholdene ligger til rette for det.
- Ved etablering av åpen flomkanal (alternativ F2) kan det legges et rør under «bekken» som har kapasitet til å ta unna vann i normale flomsituasjoner. Bekken vil da kun komme i bruk ved store flommer. Effekten av å etablere en åpen bekk for resten av overvannsystemet bør også undersøkes, slik at denne bekken har kapasitet til også å lede overvann fra feltet nedstrøms dammen i perioder med høy nedbør/flom.

5 Prosesser ved tiltak

Tiltakene som beskrevet i denne rapporten krever forskjellige søknader og dokumentasjon overfor myndigheter i tillegg til undersøkelser og planlegging som beskrevet over. De forskjellige prosessene mot myndighetene er beskrevet under.

5.1 Rehabilitering av dam og etablering av flomløp

Uavhengig av hvilke av disse alternativene som velges må det før evt. ombyggingsarbeider utarbeides en flomberegning. Basert på denne beregningen må det utarbeides en teknisk plan som må godkjennes av NVE. Som omtalt i rapporten må geometri og fundamentforhold for dammen kartlegges, og stabilitets- og kapasitetsberegninger oppdateres. Med bakgrunn i dette kan alternativene i dette forprosjektet optimaliseres.

Den tekniske planen skal sendes NVE 6 måneder før planlagt byggestart og skal være godkjent før arbeidene starter. Det må også utarbeides en landskaps- og miljøplan. Om dammen er underlagt konsesjon må denne godkjennes av NVE før byggestart.

5.2 Riving av dam og tilbakeføring av magasin

Ved fjerning av dammen anbefales det at det i første omgang søkes om konsesjonsfritak for å fjerne dammen. Hvis allmenne hensyn krever det kan NVE kreve full konsesjonsbehandling av tiltaket. Det må også utarbeides en landskaps- og miljøplan. Om dammen er underlagt konsesjon må denne godkjennes av NVE før byggestart.

Ved riving må det gjennomføres en miljøkartlegging og utarbeides en miljøsaneringsbeskrivelse (iht. krav i TEK10). Det anbefales å engasjere en konsulent til å foreta en kartlegging av helse- og miljøfarlige stoffer i forbindelse med de forestående rivearbeidene. Miljøkartleggingen tar sikte på å registrere forekomster av helse- og miljøfarlige stoffer som kan bli berørt av rivearbeider. Funnene fra kartleggingen oppsummeres i en beskrivelse som legges ved konkurransegrunnlaget for arbeidene.

6 Referanser

LOV-2000-11-24-82. Lov om vassdrag og grunnvann (vannressursloven). Olje- og energidepartementet.

FOR-2009-12-18:1600. Forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg. (damsikkerhetsforskriften). Olje- og energidepartementet.

NVE. (2010). *Kostnadsgrunnlag for små vannkraftanlegg (<10 000 kW)*. NVE.

NVE. (2005). *Retningslinjer for betongammer*. NVE.

NVE. (2011). *Retningslinjer for flomberegninger*. NVE

5172190_D05_Dam_Smievegen_hovedtilsynsrapport_J01 (Norconsult, 2017)

7 Vedlegg

1. Bilder fra Befaring
2. Målsatt skisse fra hovedtilsyn

Vedlegg 1: Bilder fra hovedtilsynsbefaring



Oversiktsbilde
av magasinet
sett fra
damkrone.



Oversiktsbilde
av dammen sett
fra venstre
vederlag.



Tilkomst til
dammen fra
parkering ved
nytt hus like
nedstrøms



Steintrapp opp
til dammen fra
parkerings-plass



Oversikt fra venstre vederlag. Nytt hus nedstrøms vises til venstre i bildet. Kum med tappeventiler vises ca. midt i bildet.



Oversikt av dam sett fra høyre vederlag



Nytt hus like
nedstrøms
dammen



Bebyggelse
nedstrøms dam.
Flomvann fra
eventuell
overtopping vil
ledes ut til veien
midt i bildet og
videre ned veien
mot venstre i
bildet.



Antatt byggeår
for dammen
1957.



160mm
drenasjerør
gjennom
damkropp.
Byggeår for
fornyng
markert i
damkrona.



Detalj av
utstøping rundt
160mm rør.
Tydelig sprekk
med lekkasje
under røret.



Ventiler for
tapperør i kum.



Dykker ved
innløp av
160mm rør.

Vedlegg 2

Sign.	Dato/ Date	Prosjekt/ Project	Prosj.nr./ Proj.no
Ktr./ Chkd	Dato/ Date		

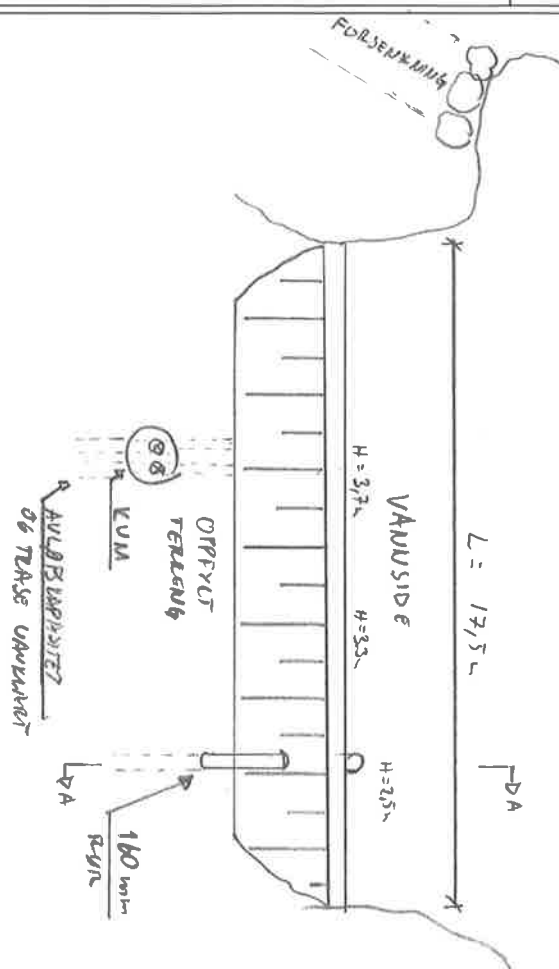
Side/ Page

[illegible]

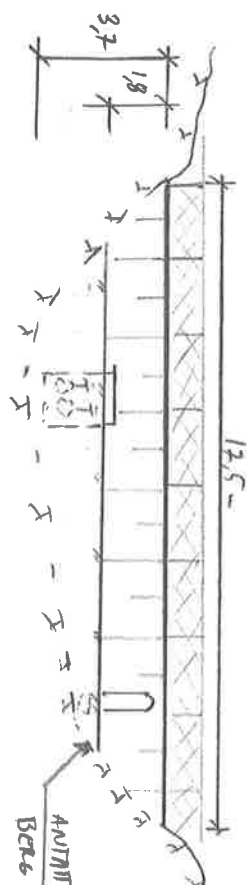
Ref.

DAM SM/VEGETN

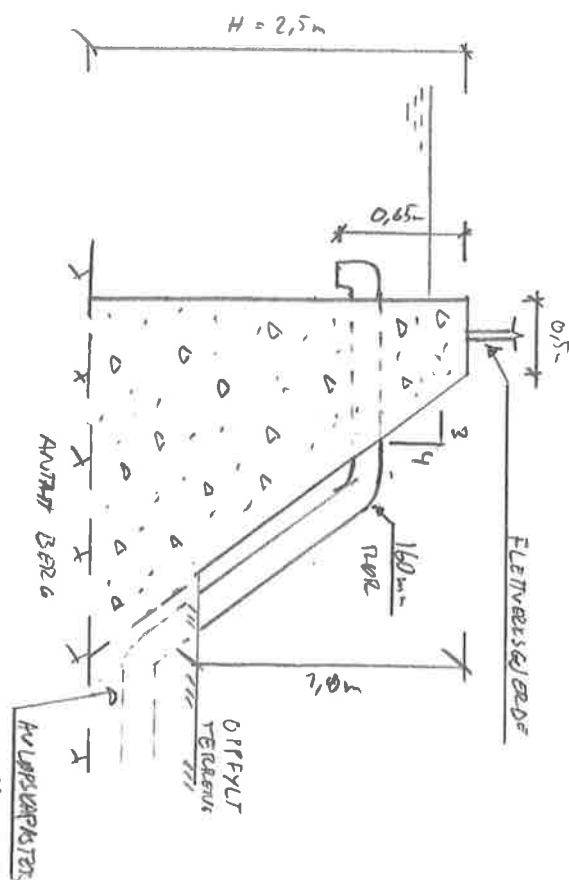
MILSE E



PLAU
1:200



OPPRIS, SETT NEEDTHENS
1:200



SWIFT A-A
1:50