

Rapport

Damanlegg i Kvæningen

OPPDRAAGSGIVER

Ymber Produksjon AS

EMNE

Teknisk plan dammer Småvatna

DATO / REVISJON: 08. mars 2025 / 01

DOKUMENTKODE: 10253097-RIVass-RAP-200



Multiconsult



Dette dokumentet har blitt utarbeidet av Multiconsult på vegne av Multiconsult Norge AS eller selskapets klient. Klientens rettigheter til dokumentet er gitt i den aktuelle oppdragsavtalen eller ved anmodning. Tredjeparter har ingen rettigheter til bruk av dokumentet (eller deler av det) uten skriftlig forhåndsgodkjenning fra Multiconsult med mindre annet følger av norsk lov. Multiconsult påtar seg intet ansvar for bruk av dokumentet (eller deler av det) til andre formål, på andre måter eller av andre personer eller enheter enn det som er godkjent skriftlig av Multiconsult. Deler av dokumentet kan være beskyttet av immaterielle rettigheter og/eller eiendomsrettigheter. Kopiering, distribusjon, endring, behandling eller annen bruk av dokumentet er ikke tillatt uten skriftlig forhåndssamtykke fra Multiconsult eller annen innehaver av slike rettigheter med mindre annet følger av norsk lov.



Rapport

OPPDRAAG	10255828 Rehabilitering dammer Kvæningen	DOKUMENTKODE	10253097-RIVass-RAP-200
EMNE	Teknisk plan dammer Småvatna	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Ymber Produksjon AS	OPPDRAAGSLEDER	Vegard Lie
KONTAKTPERSON	Elin Kaasen	UTARBEIDET AV	Vegard Lie / Gordon Pytten
VTA	Øyvind Steffenach	ANSVARLIG ENHET	10105060 Dammer og undergrunnsanlegg
GNR./BNR./SNR.	33/1/0 Kvæningen		

SAMMENDRAG

Utført av	Navn
Dam	Vegard Lie / Gordon Pytten
Kontroll	

Fagansvarlig fyllingsdammer	Richard Duncumb
Fagansvarlig betongdammer	Finn Egil Hammer

Dokumentet sendes uten underskrift, jf. NVE informasjonsskriv om damsikkerhet 2019.

01	08.04.2025	Utsendelse	GOP	RD/FEH	GOP
00	12.3.2025	Til kunde for kommentarer	VegL	RD	VegL
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV



INNHOLDSFORTEGNELSE

1	INNLEDNING.....	6
1.1	Bakgrunn.....	6
1.2	Formål	6
1.3	Utførende og kontrollerende rapport.....	6
1.4	Underlag	6
1.5	Regelverk	6
2	Generelt	7
2.1	Vassdragsanlegget.....	7
2.2	Revurdering.....	8
2.3	Dambruddsbølgeberegninger (DBBB)	9
2.4	Klassifisering.....	9
2.5	Flomberegninger.....	9
2.6	Høydegrunnlag og koordinatsystem	10
2.7	Inspeksjon av anlegget	10
2.8	Grunnundersøkelser	11
3	Vurdering av eksisterende anlegg	11
3.1	Generelt.....	11
3.2	Berggrunnen.....	11
3.3	Fyllingsdam.....	12
3.3.1	Fundamentering.....	13
3.3.2	Frontal betongplate	14
3.3.3	Støttefylling.....	15
3.3.4	Motfylling	15
3.3.5	Damkrone.....	16
3.3.6	Skråningsvern	16
3.4	Vangemur.....	16
3.5	Flomløp.....	16
3.6	Flomavledning.....	17
3.7	Bunntappeløp.....	18
3.8	Instrumentering.....	18
3.8.1	Deformasjonsmåling	18
3.8.2	Lekkasjemåling	18
3.8.3	Poretrykksmåling.....	18
3.8.4	Vannstandsmåling	19
4	Beskrivelse av tiltak	20
4.1	Generelt.....	20
4.2	Fyllingsdam.....	20
4.2.1	Arbeider damkrone	20
4.2.2	Heving av bølgeskjerm	21
4.2.3	Nedstrøms skråning og damtå	22
4.2.4	Lekkasjeoppsamling.....	22
4.2.5	Lekkasjemåling	22
4.2.6	Oppstrøms skråning	22
4.2.7	Overgang plate-sokkel	24
4.2.8	Fribord ombygd fyllingsdam	24
4.3	Flomløpskanal.....	26
4.4	Overløpsterksel	27
4.5	Plan for instrumentering.....	28
4.5.1	Vannstandsmåling	28
4.5.2	Deformasjonsmåling	28
4.5.3	Grunnlag for grenseverdier for beredskap	28
5	Stabilitetsberegninger.....	29
5.1	Fyllingsdam.....	29
5.1.1	Generelt.....	29
5.1.2	Inngangsdata	30
5.1.3	Resultater	32
5.2	Betongdam.....	32
5.2.1	Generelt.....	32
5.2.2	Inngangsdata	33



5.2.3	Resultater	34
6	GJENNOMFØRING	35
6.1	Organisering	35
6.2	Tørrlegging/forbislipping	35
6.3	Fremdrift	35
6.4	Kontroll	37
7	VEDLEGG	38

1 INNLEDNING

1.1 Bakgrunn

Multiconsult Norge AS er engasjert av Ymber Produksjon AS for å bistå med konsulentttjenester i forbindelse med rehabilitering av damanlegg i Kvæningen kommune i Troms fylke.

Som et ledd i planlegging av nødvendige forsterkningstiltak er det jf. § 5-2 i damsikkerhetsforskriften utarbeidet tekniske planer for dammene. Denne rapporten omhandler dammer Småvatna.

1.2 Formål

Rehabiliteringsarbeidene har til hensikt å sette dammen i stand slik at den tilfredsstiller krav i Damsikkerhetsforskriften med tilhørende retningslinjer og veiledere. I rapporten er de ulike tiltakene presentert sammen med en grov fremdriftsplan.

1.3 Utførende og kontrollerende rapport

Teknisk plan er utført av Vegard Lie, som er NVE- godkjent fagansvarlig i fagområde I, konsekvensklasse 1, og Gordon Pytten. Kontroll er utført av Richard Duncumb som er NVE- godkjent fagansvarlig i fagområde II, alle konsekvensklasser og Finn Egil Hammer som er NVE- godkjent fagansvarlig i fagområde I, alle konsekvensklasser.

1.4 Underlag

Som grunnlag for utarbeidelse av teknisk plan er følgende dokumenter benyttet:

- 10208582-R01 – Flomberegninger Šuoikkátjávri, Lássajávri og Čorrojávrrit
- 10208582-R03 – Revurdering Småvatna
- 10221087_RiVass_NOT_001 - Kapasitetsvurdering flomløp Småvatna.
- 24127-LAB-01 Småvatna

1.5 Regelverk

Løsninger som er presentert er basert på NVEs regelverk, dvs. damsikkerhetsforskriften (DSF)¹ med tilhørende relevante retningslinjer og veiledninger, inkludert tillegg:

- Retningslinjer for laster og dimensjonering (2003)
- Retningslinjer for flomløp (2005)
- Veileder nr. 4/2014: Fyllingsdammer
- Veileder nr. 8/2012: Planlegging og bygging (2012)
- Veileder nr. 3/2018: Overvåking av vassdragsanlegg

¹ «Forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg (damsikkerhetsforskriften)», 01.01.2010, sist rettet 08.03.2022.

2 Generelt

2.1 Vassdragsanlegget

Anlegget består av en hoveddam og en sperredam, samt en mindre overløpsdam. Hoveddammen ble bygd i perioden 1964-1967. Sperredammen ble bygget i perioden 1964-1965, og er likt utført som hoveddammen.

Hoveddammen har flere utfordringer. Under bygging skjedde en betydelig utrasing av oppstrøms skråning før betongplata var støpt. Skråningen ble gjenoppbygd med murt stein slik at betongplata kunne støpes.

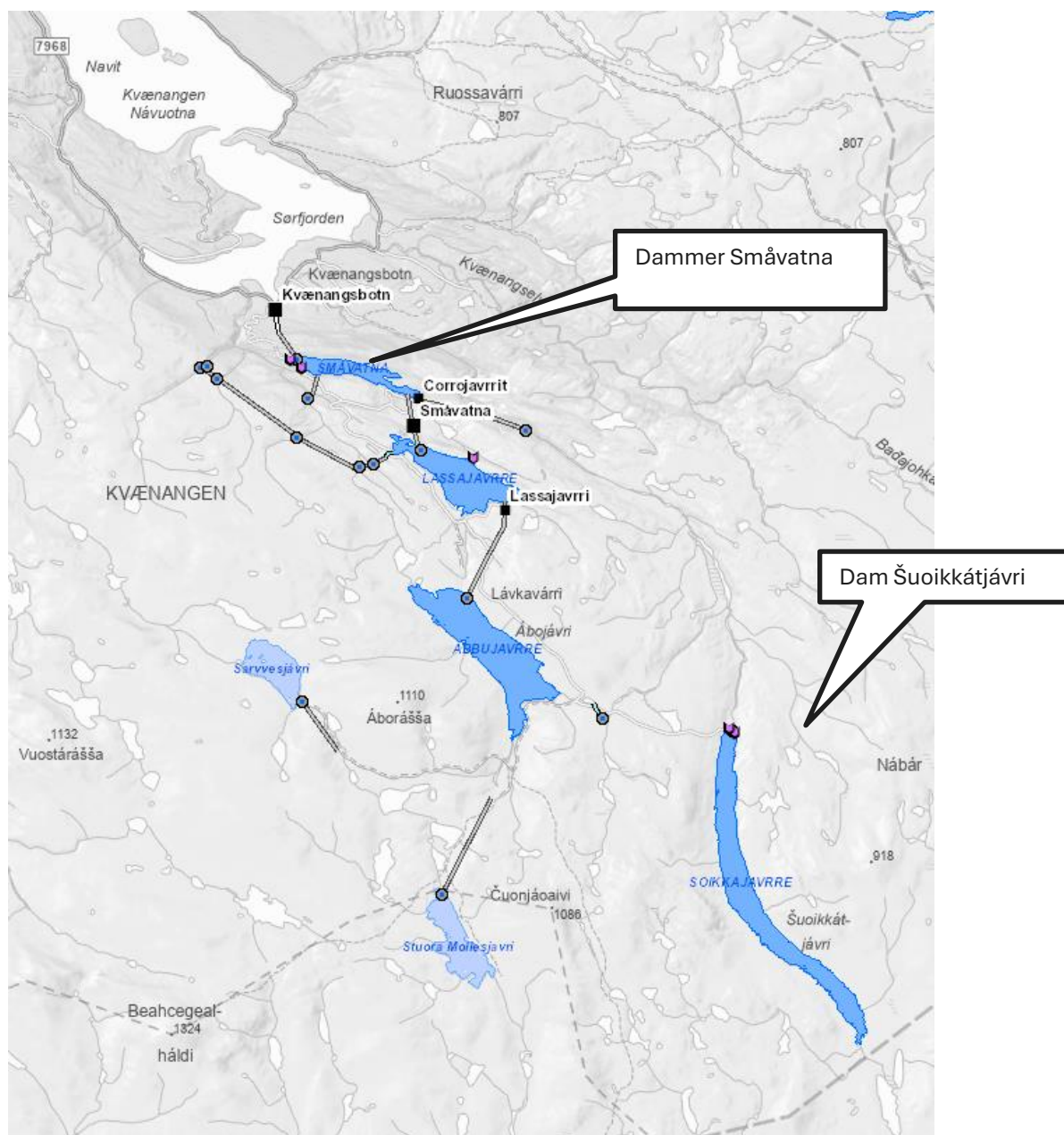
Få år etter ferdigstilling inntraff det økende lekkasje gjennom dammen, som skyltes utvasking av tettematerialet mellom sokkel og plate. Nærmere undersøkelser viste at plata i den dypere liggende del av dammen var forskjøvet med om lag 100 mm, og det var også nødvendig med tiltak for å bedre stabiliteten. Utbedring av lekkasjer og stabilitet ved påfylling på nedre del av plata ble gjennomført i 1978.

Småvatna er inntaksmagasin for Kvænangsbotn kraftverk, og vannet føres gjennom en 1200 m lang tilløpstunnel og rørgate ned til kraftstasjonen.

Det er veiadkomst helt frem til dammen.

Tabell 2-1: Informasjon om anlegg og anleggseier

Dameier:	Ymber Produksjon AS
VTA	Øyvind Steffanach, Troms Kraft produksjon AS
Kommune:	Kvænangen
Fylke:	Troms
Konsesjon:	Revidert konsesjon 04.09.2020
Vassdragsnr.	209.4A
Magasinnummer	570
Nedbørsfelt (totalt):	10,6 km ²
Areal ved HRV	1,4 km ²
Magasinvolum:	23,3 Mill. m ³
Oppdemt volum:	22 Mill. m ³
HRV	315,0 moh
LRV	294,0 moh
Byggeår:	Ferdigstilt i 1967



Figur 2-1: Plassering av damanleggene. Kartgrunnlag NVE Atlas.

2.2 Revurdering

Revurdering av dammen er utført av Sweco i 2020, (rapport 10208582-R03 – Revurdering Småvatna). Revurderingen fremmer følgende hovedkonklusjoner:

- Hoveddammen og sperredammen har manglende fribord mot bølgeoppskylling.
- Hoveddammen og sperredammen har brattere skråninger enn det som er anbefalt.
- Hoveddammen og sperredammen har ikke tilfredsstillende beregningsmessig stabilitet.
- Hoveddammen og sperredammen har ikke skråningsvern og tilfredsstillende drenasjekapasitet
- Overløpsterskelen har ikke tilfredsstillende beregningsmessig stabilitet.

I tillegg påpekes enkelte mangler ved prosedyrer, instrumentering og overvåking av anlegget.

Det ble anbefalt oppdatering av tegninger i forbindelse med tiltak på dammen. På bakgrunn av nylige ras og utglidninger i flomløpet anbefales det å inkludere ingeniørgeolog for vurdering av berggrunnen i området og om det er behov for tiltak.

Beskrivelser av avvik med henvisning til aktuelle bestemmelser i damsikkerhetsforskriften og veiledere er presentert i kapittel 3.

Revurderingen er godkjent med vilkår i brev datert 3.2.2021 (NVE-ID: 202017132-2).

2.3 Dambruddsbølgeberegninger (DBBB)

Det er gjennomført DBBB av Norconsult i rapport datert 31.5.2005

2.4 Klassifisering

Dammene er vedtatt i bruddkonsekvensklasse 2 i brev datert 5.12.2007 (NVE-ID: 200709645-2/200709646-2).

2.5 Flomberegninger

Det foreligger flomberegninger utført av Sweco i 2019, som er godkjent av NVE i brev datert 11.11.19 (NVE-ref: 201903189-5). NVE har vurdert at det ikke er nødvendig med sikkerhetsmargin på tilløpsflommen.

Tabell 2-2 viser en oppsummering av de beregnede flomstørrelsene for dammene. Siden dammene er plassert i konsekvensklasse 2, er det krav om dimensjonering i forhold til 1000-årsflom (Q_{1000}) og sikkerhetsvurdering i forhold til $1,5 \cdot Q_{1000}$.

Tabell 2-2 Resultater fra flomberegning utført av Sweco i 2019. Vannstander er i konsesjonshøyder.

Flomsituasjon	Tilløpsflom	Avløpsflom	Vannstand	Vannstand-stigning
Q_{1000}	100 m ³ /s	98,1 m ³ /s	316,11 moh	+1,11 m
$1,2 \cdot Q_{1000}$	108,4 m ³ /s	105,8 m ³ /s	316,17 moh	+1,17 m
$1,5 \cdot Q_{1000}$	120,7 m ³ /s	117,5 m ³ /s	316,25 moh	+1,25 m

Ved prosjektering av nye tiltak er det anbefalt å legge på klimapåslag, og for Troms er det anbefalt å legge på minst 20 % på tilløpsflommen. Med bakgrunn i dette er det valgt å inkludere 20 % klimapåslag på dimensjonerende flom ($Q_{dim} = 1,2 \cdot Q_{1000}$) ved prosjektering av nye tiltak.

Tabell 2-3 Resultater ruting av flommer etter tiltak i avløpskanal. Vannstander er i konsesjonshøyder.

Flomsituasjon	Tilløpsflom	Avløpsflom	Vannstand	Vannstand-stigning
Q_{1000}	100 m ³ /s	98,6 m ³ /s	316,05 moh	+1,05 m
$1,2 \cdot Q_{1000}$	108,4 m ³ /s	106,6 m ³ /s	316,10 moh	+1,10 m
$1,5 \cdot Q_{1000}$	120,7 m ³ /s	120,7 m ³ /s	316,17 moh	+1,17 m

2.6 Høydegrunnlag og koordinatsystem

I forbindelse med anleggsarbeidene vil det benyttes høydesystem NN2000 og koordinatsystem NTM-22. For sammenligningens skyld er det i teknisk plan anvendt lokale høyder.

Det refereres til ulike høydesystemer i underlaget for dammer Småvatna. Eksisterende tegninger, tidligere flomberegninger og revurderinger refererer til lokalt høydesystem. Deformasjonsmålinger ved dammen er korrigert til NN2000 fra 2019, som ligger ca. 0,86 m under lokale høyder.

Tabell 2-4 Oversikt over kotehøyder

	Lokale høyder	NN2000	Differanse mellom lokale høyder og NN2000
HRV	315,0 moh	314,14 moh	0,86 m

2.7 Inspeksjon av anlegget

I forbindelse med konseptstudien ble det gjennomført en befarings 22. august 2024. Deltagere på befaringsen er presentert i Tabell 2-5.

Tabell 2-5: Oversikt over deltagere på befarings.

Deltager	Firma	Rolle
Øyvind Steffenach	Troms Kraft	VTA
Elin Kaasen	Ymber	Prosjektleder
Richard Duncumb	Multiconsult	Fagansvarlig fyllingsdammer
Marie Lunde	Multiconsult	Ingeniørgeolog
Ingeborg Fjeldberg	Multiconsult	Landskapsarkitekt
Kristin Pedersen	Multiconsult	Landskapsarkitekt

2.8 Grunnundersøkelser

Ved inspeksjon av anlegget ble det gjennomført følgende undersøkelser:

- Droneskanning
- Geologisk kartlegging av damfundament og steinbrudd
- Sikteprøver fra støttefylling på Småvatna hoveddam

Det foreligger fra tidligere en batymetrisk oppmåling av hoveddammen på Småvatna og flere undervannsvideoer av damplata.

3 Vurdering av eksisterende anlegg

3.1 Generelt

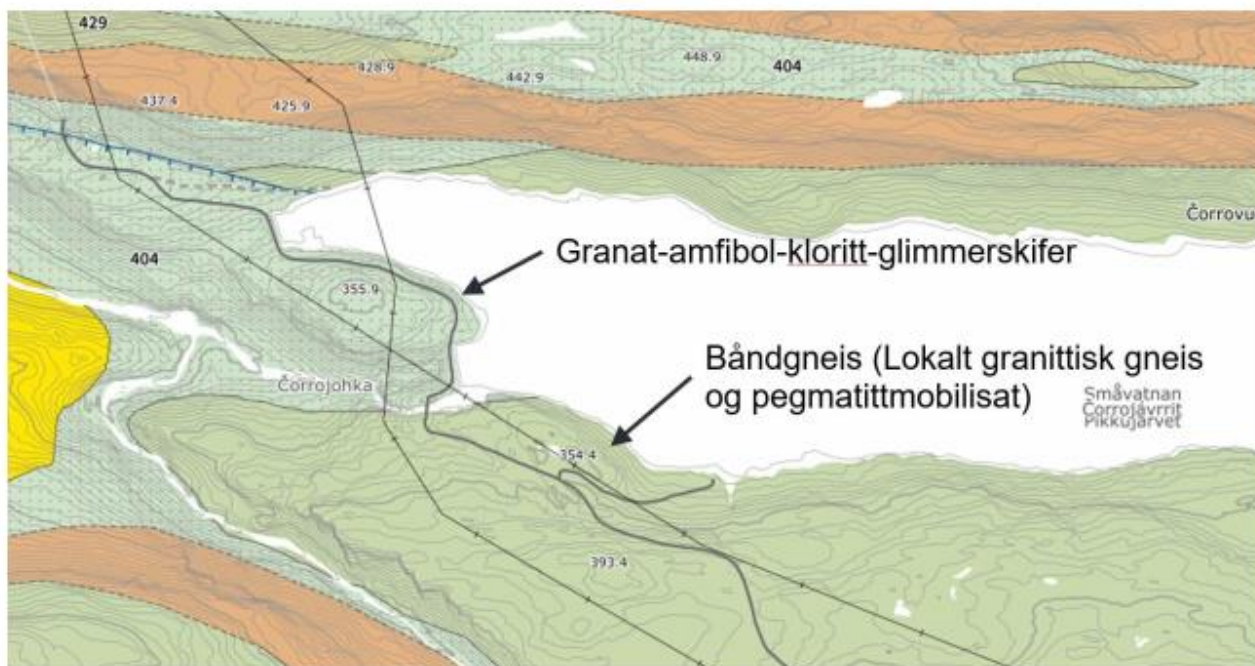
Dette kapittelet gir en kort gjennomgang av dammenes eksisterende utforming, for utfyllende beskrivelse se revurderingsrapport. Tegninger av dammenes eksisterende utforming finnes i Vedlegg B.

Tabell 3-1: Hoveddata damanlegg

Navn	NVE – ID	Type	Største høyde (m)	Lengde (m)	Konsekvensklasse
Småvatna hoveddam	2504	Fyllingsdam med frontal tetning i betong	28	90	2
Småvatna Sperredam	2505	Fyllingsdam med frontal tetning i betong	15	85	2
Småvatna overløpsdam	I/A	Massivdam i betong	1,5	56	2

3.2 Berggrunnen

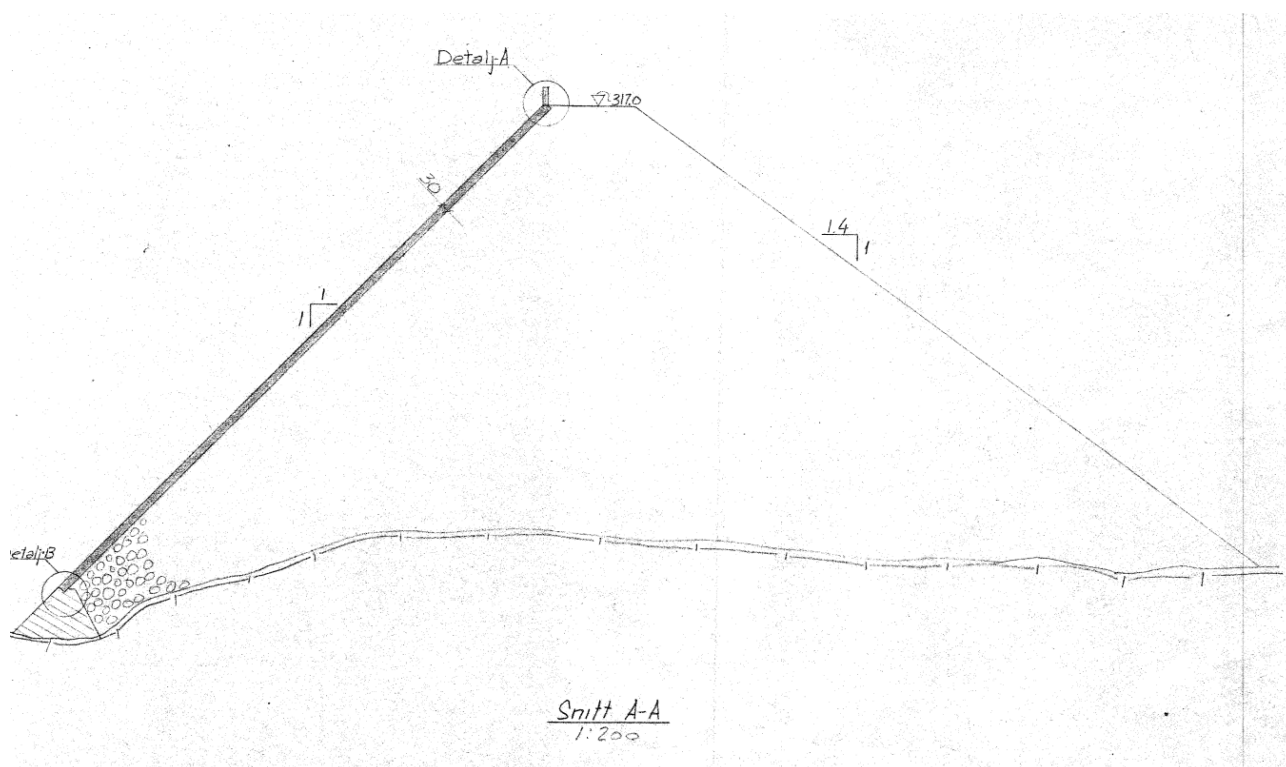
Ifølge NGU berggrunnskart tilhører bergartene i området Nalganasdekket som består av prekambriske bergarter med yngre metamorfiserte sedimentære bergarter over. Ifølge kartet er hovedbergartene i det vurderte området glimmerskifer og båndgneis (lokalt med granittisk gneis og pegmatitt). Grensen mellom bergartene er i avløpskanalen fra flommløpet. På inspeksjon ble det observert granittisk gneis sør for hoveddammen og vegen. Nord for vegen og i flomløpskanalen er det en veksling av granittisk gneis, glimmerskifer og båndgneis



Figur 3-1: Utsnitt fra NGUs berggrunnsgeologiske kart i 1:50000. Kilde: https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/

3.3 Fyllingsdam

Dammen er en fyllingsdam med frontal tetning i betong.



Figur 3-2: Tverrsnitt av dam Småvatna (hoveddam). Hentet fra tegning 329-189.

Tabell 3-2: Oppsummering av beregninger av fribord fra revurdering av dammene.

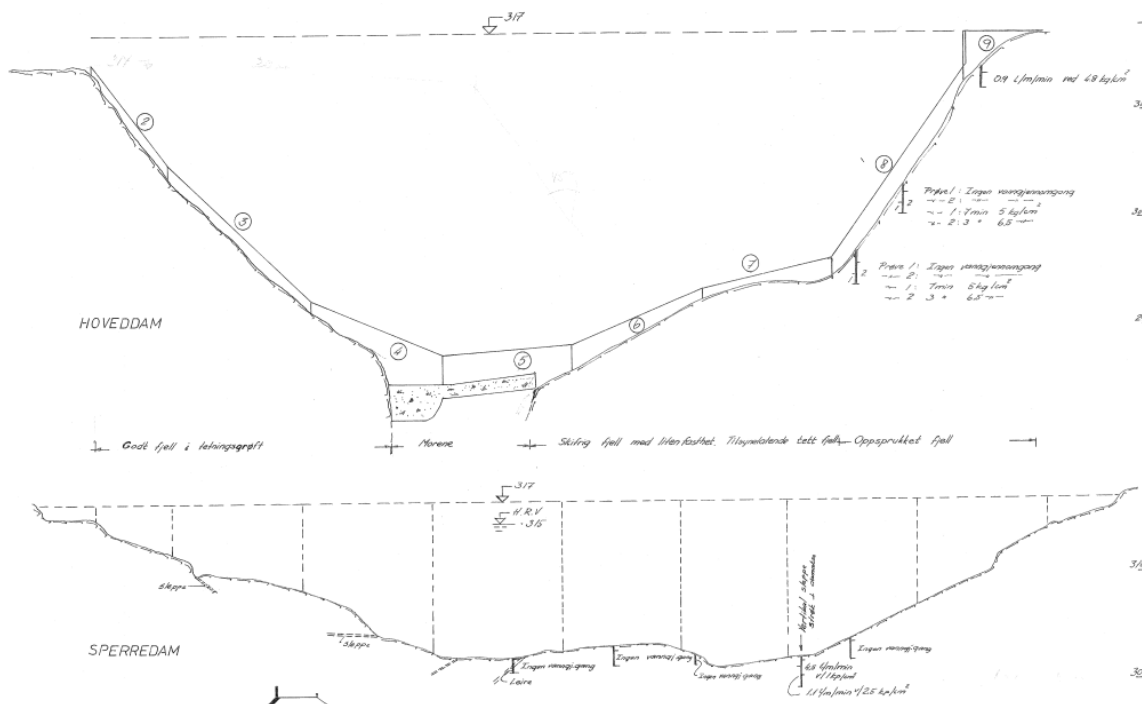
Tilfelle	Nivå	Fribord	Krav til fribord	Kommentar
Hoveddam				
DFV	316,11	1,89 m	> 0,5 m	OK
Bølgeoppskyl. + vindoppst. + DFV, korrigert for vertikal brystning	318,99	-0,99	> 0 m	Ikke tilfredsstillende
Sperredam				
DFV	316,11	1,89 m	> 0,5 m	OK
Bølgeoppskyl. + vindoppst. + DFV, korrigert for vertikal brystning	318,70	-0,70	> 0 m	Ikke tilfredsstillende

Bølgeskjermen må heves minst mellom 70 og 99 cm, videre anbefales det at betongtetting ikke stikker mer enn 1,2 m over fylling, slik at fyllingen må heves minimum mellom 50 og 80 cm.

3.3.1 Fundamentering

Betongtettingen er fundamentert på fjell med en tetningssåle for betongplata. Se Figur 3-2, for utklipp av tegning for hoveddammen. Lik utforming for sperredammen.

I hoveddammens dypløp er det en anslagsvis 16 m bred svakhetsone bestående av morene. På tegninger er det spesifisert at det renskes til uforstyrret morene og fundamenteres en bred betongplate på denne, se Figur 3-3. Videre er det spesifisert pakking med tette masser i oppstrøms fundamentgrøft opp til topp sokkel. I nedstrøms fundamentgrøft er det spesifisert pakking med drenerende masser



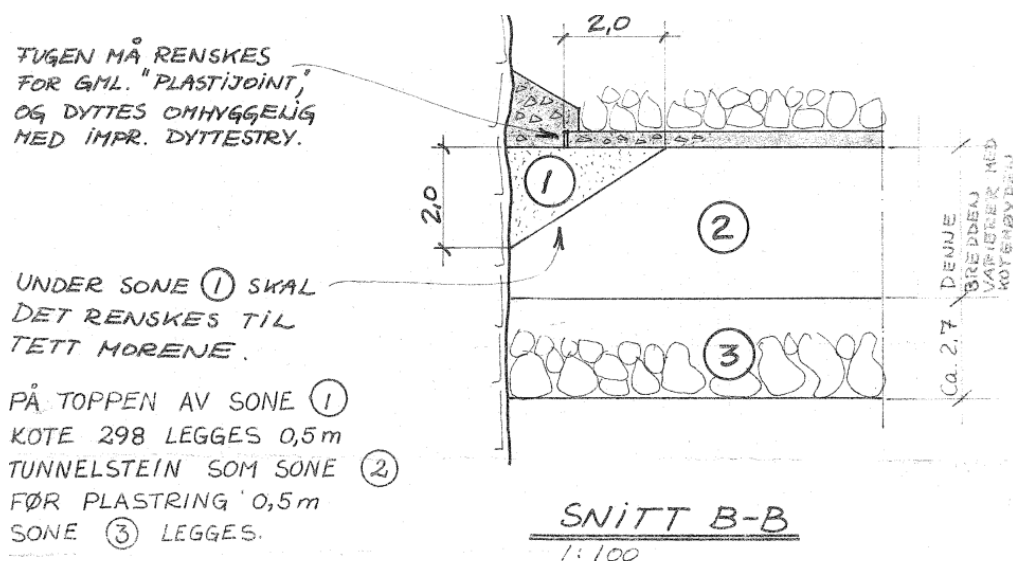
Figur 3-3: Fundamentprofil tetningsgrøfter

3.3.2 Frontal betongplate

Begge dammene har frontal betongplate støpt med vertikale fuger. Avstand mellom de vertikale støpeskjøtene er 12,1 m. Mot vederlaget er plata støpt mot betongfundament som er fundamentert på fjell. Plata hviler på en ordnet steinplastring. Dette arbeidet er foretatt manuelt ved å trekke ut stein fra fyllingen til planlagt front på fyllingen med helning 1:1. Plata er støpt i seksjoner med fugebånd (Waterstop) i støpeskjøtene og med gjennomgående armering i horisontalskjøter.

Plata til hoveddammen har tykkelse 300 mm og er dobbeltarmert med rutenett $\varnothing 20$ c 250 mm.

På hoveddammen er overgangen mellom tetningsplate og betongsokkel tidligere utbedret ved hjelp av impregnert dyttestry. Denne vurderes å ha passert teknisk levetid, selv om det ikke er indikasjoner på at den har mistet sin funksjon.



Figur 3-4 Utsnitt av eksisterende løsning for tetting av fuge mellom sokkel og plate

3.3.3 Støttefylling

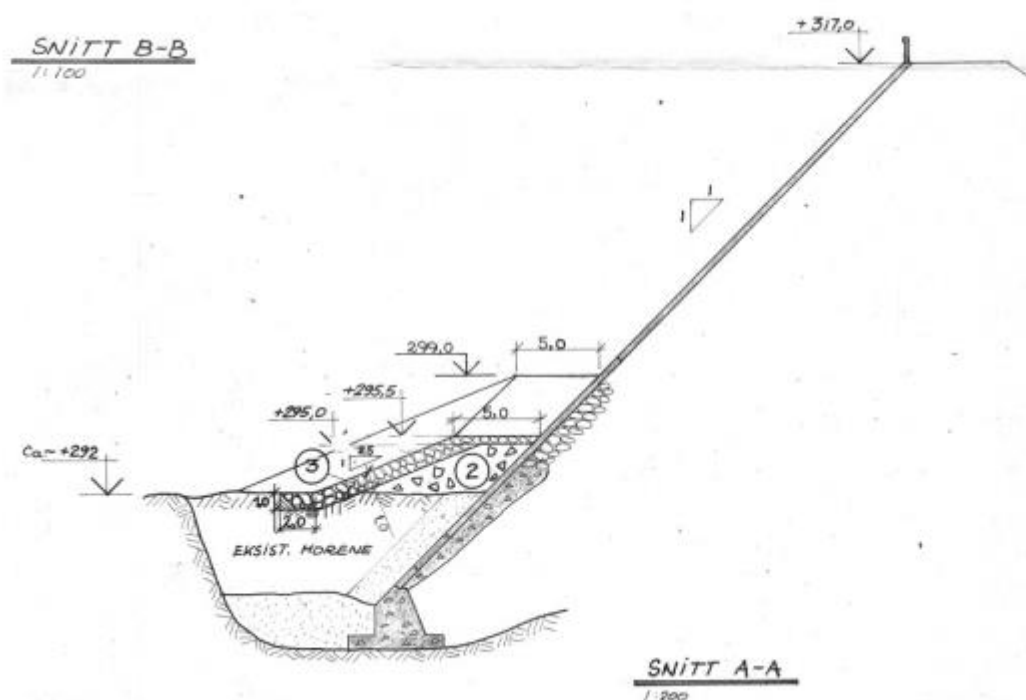
Støttefyllingen til hoveddammen er bygd opp med utsprengte masser fra flomløpskanalen, hovedsakelig glimmerskifer og fyllitt. Sperredam er bygget opp på samme måte som hoveddammen, men massene ble imidlertid tatt fra et steinbrudd med bedre steinkvalitet.

Massene er tippet fra høy tipp og spylt med vannkanon.

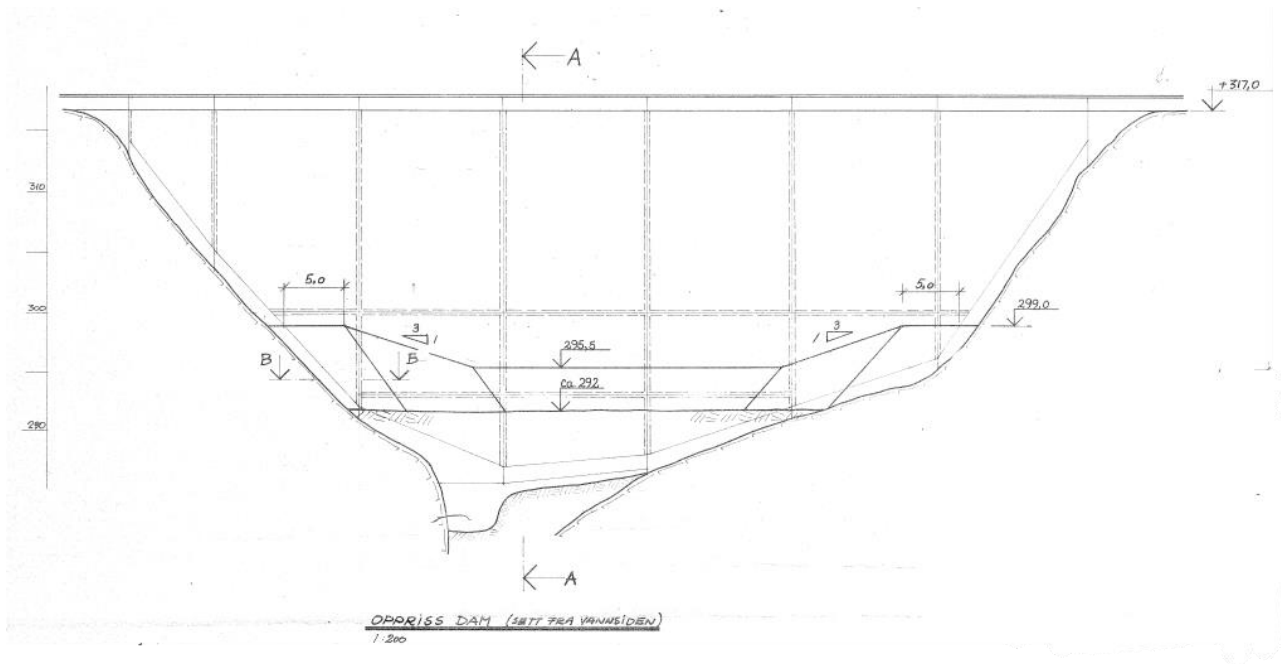
Sikteprøver av støttefyllingen viser en grovkornet steinfylling med d₁₀ på ca. 1 mm, men dette er uten de større fraksjonene. Skjønnsmessig vurderes d₁₀ til å ligge over 10 mm.

3.3.4 Motfylling

Mot tetningsplaten på hoveddammen er det en motfylling opp til kote 295,00 som reparasjonstiltak mot store forskyvninger som oppstod i årene etter bygging.



Figur 3-5 Utbedring av lekkasjer og stabilitet ved påfylling på nedre del av tetningsdekket, hoveddam, 1977



Figur 3-6 Tetningsplate med motfylling, hoveddam, 1977

3.3.5 Damkrone

Det er anlagt en kjørevei over begge dammene, og damkrona er avrettet med grus og stein.

Betongplata er ført en meter over damfyllingen og fungerer som brystning. Topp brystning ligger på kote 318,00 moh. mens damkrona ligger på prosjektert kote 317,0 moh.

Stedvis er topp dam noe lavere på grunn av setninger. På midten av 80-tallet ble det registrert deformasjoner og oppsprekking av brystningen som følge av bevegelser i dammen. For å forhindre ytterligere skade på brystningen ble denne i 1990 slisset opp for hver 12. meter. Spalteåpningene er målt regelmessig hvert år etter dette. Tiltaket ser ut til å ha fungert hensiktsmessig og det er ikke registrert deformasjoner i etterkant.

Brystningen på sperredammen er utført tilsvarende som for hoveddammen.

3.3.6 Skråningsvern

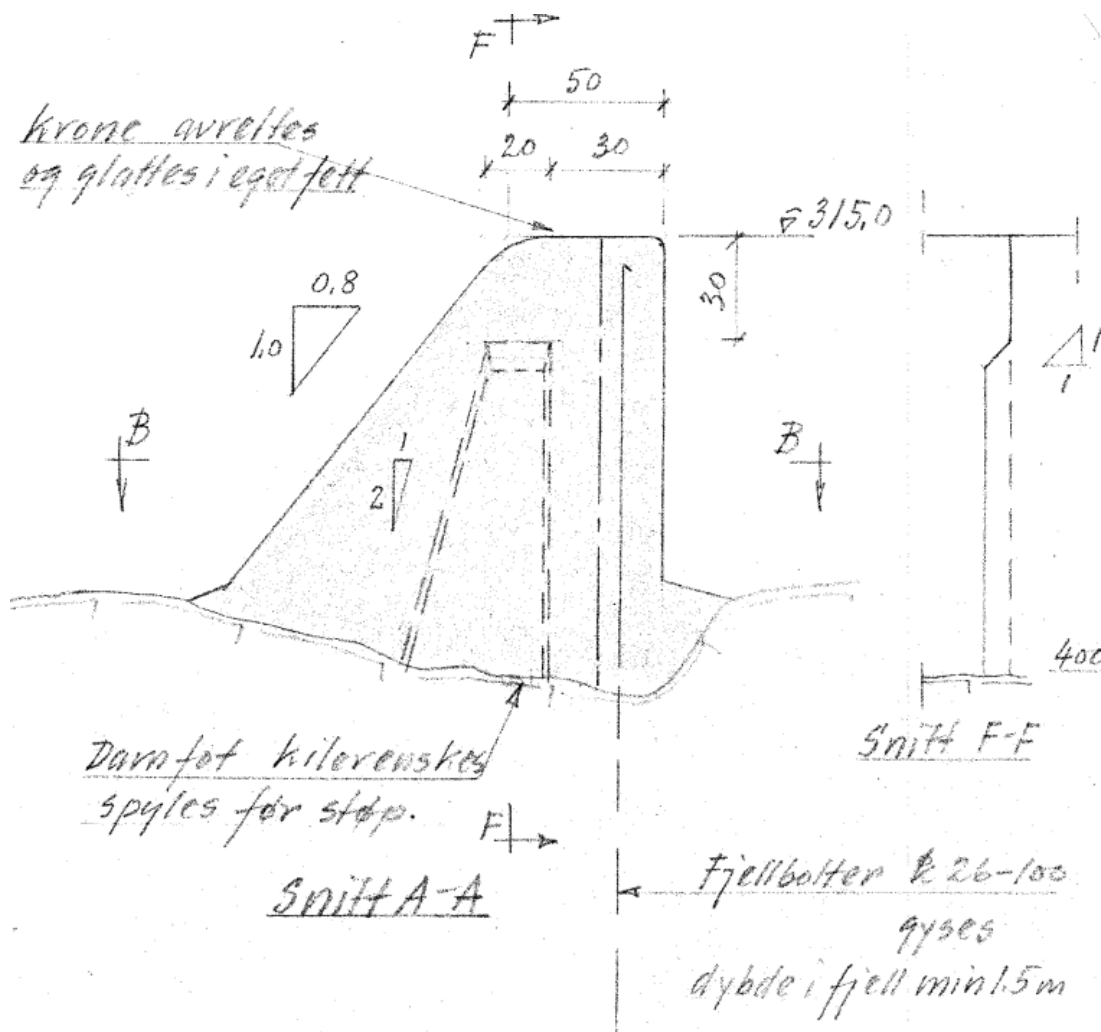
Dammene har ikke nedstrøms skråningsvern. Nedstrøms skråning har helning på 1,0:1,3-1,4. Det er heller ingen storsteinstå.

3.4 Vangemur

Langs flomløpet er en vangemur med lengde ca. 14 m. Den er fundamentert på fjell og sikret med bergbolter $\varnothing 26$ c 1,5 m, gyst 1,5 m i fjell. Største høyde er 3,5 m. Denne har tilstrekkelig stabilitet.

3.5 Flomløp

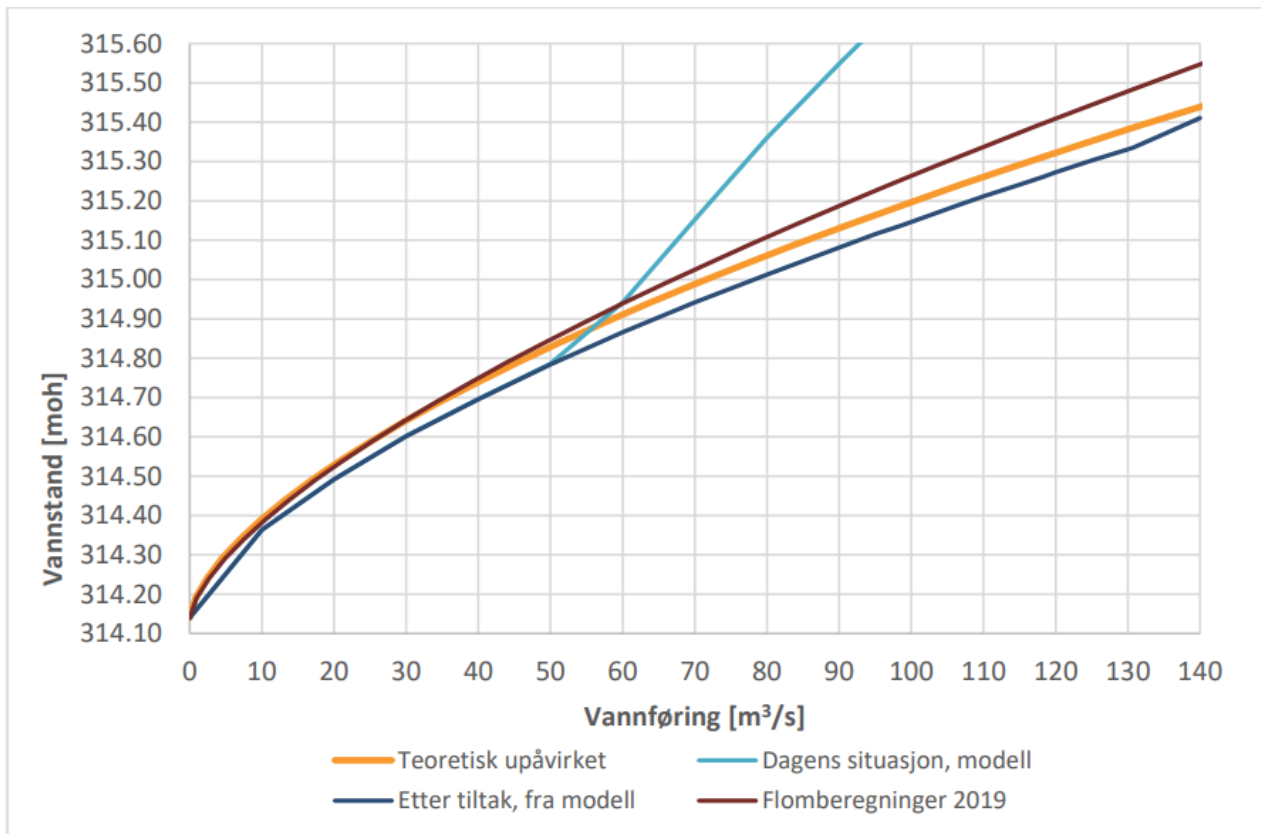
Flomavledning skjer via en fast betongterskel ved hoveddammens vestre anslutning, videre ned i en utsprengt flomkanal og ut i elveleiet nedstrøms dammen. Overløpsterskelen er ca. 56 m lang og ca. 1,5 m høy. Den er dermed det som NVE betegner som «lav dam».



Figur 3-7 Typisk snitt overløpsterskel

3.6 Flomavledning

Nedstrøms overløpet er en sprengt kanal som leder vannet mot vest. Det er lite, til ingen, helning i en lengde på ca. 65 m (fra midten av overløpet), før helningen øker til ca. 4 %. Etter 120 m faller kanalen bratt ned mot det tidligere elveløpet. Kanalen er mellom 15 og 25 m bred i det øvre, flate området og ca. 13 m bred under bru med pilar plassert ca. 90 m nedstrøms overløpet. Et steinras har gått ved kanalens sørside. Dagens utforming av kanalen tilsier at nedstrøms vannstand påvirker overløpskapasiteten til flomløpet i betydelig grad. Dette fremgår ikke av gjeldende flomberegninger. Se Figur 3-8 for en sammenligning av kapasitetskurver. For komplette beregninger se vedlegg.



Figur 3-8 Sammenlikning av kapasitetskurver

3.7 Bunntappeløp

Magasinet kan tappes ned gjennom Kvæningen kraftverk. I tillegg er det en separat omløpstunnel med hoved- og revisjonsluke. Hele oppstrøms damskråning kan tørrlegges ved hjelp av denne luka. Tappeløpet har ingen beredskapsmessig funksjon.

3.8 Instrumentering

3.8.1 Deformasjonsmåling

Det er på begge dammer installert målebolter på brystning, damkrone og et fåtall i nedstrøms skråning. Kronebolter på vannsiden fungerer i prinsippet som bolter for overvåking av tetning.

Kroneboltene er satt med en innbyrdes avstand ca. 20 m. Dette er tilfredsstillende. Det er kun installert et fåtall skråningsbolter, med uklar plassering. Dette er ikke tilfredsstillende, og det må suppleres med flere målebolter.

3.8.2 Lekkasjemåling

Det er på begge dammer lekkasjeregistrering i lekkasjemålehus nedstrøms damtå. Her kan lekkasje avleses manuelt på V- overløp. Vannstand i målehus registreres ved hjelp av trykksonde og lekkasjemåledata overføres til driftssentral.

3.8.3 Poretrykksmåling

Det er ikke poretrykksmåling ved dammen, det er heller ikke krav til dette.

3.8.4 Vannstandsmåling

Vannstandsmåling ved dammen vises på et eget display inne i lukehuset. Vannstandsregistrering overføres elektronisk til driftssentral. Det er i tillegg plassert en vannstandskala ved støttemuren i tilknytning til overløpsterskelen.

4 Beskrivelse av tiltak

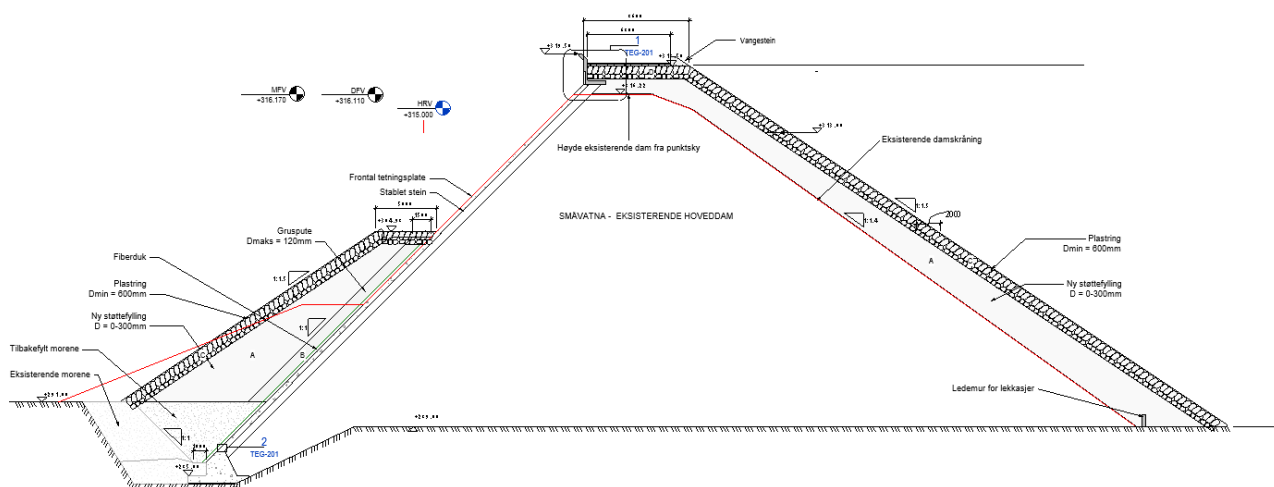
4.1 Generelt

På bakgrunn av manglene som er avdekket, beskriver dette kapitlet tiltak for rehabilitering av dammene ved Småvatna, samme tiltak er gjeldende på begge dammer med mindre annet er spesifisert.

Hovedtiltakene omfatter:

- Heving av bølgeskjerm
- Heving av damkrone
- Etablering av nedstrøms skråningsvern og damkrone
- Motfylling på oppstrøms betongplate
- Utbedring av fuge mellom betongplate og sokkel
- Instrumentering
- Utvidelse av flomløpskanal
- Bolting av overløpsterskel

Tegninger som viser tiltakene, er gitt i vedlegg A.



Figur 4-1 Typisk snitt rehabilitert fyllingsdam

4.2 Fyllingsdam

4.2.1 Arbeider damkrone

Det etableres nytt kronevern på nedstrøms side og over damkrone. Veileder for fyllingsdammer angir at kronevernet bør føres ned til 2 m under HRV for dammer i konsekvensklasse 2.

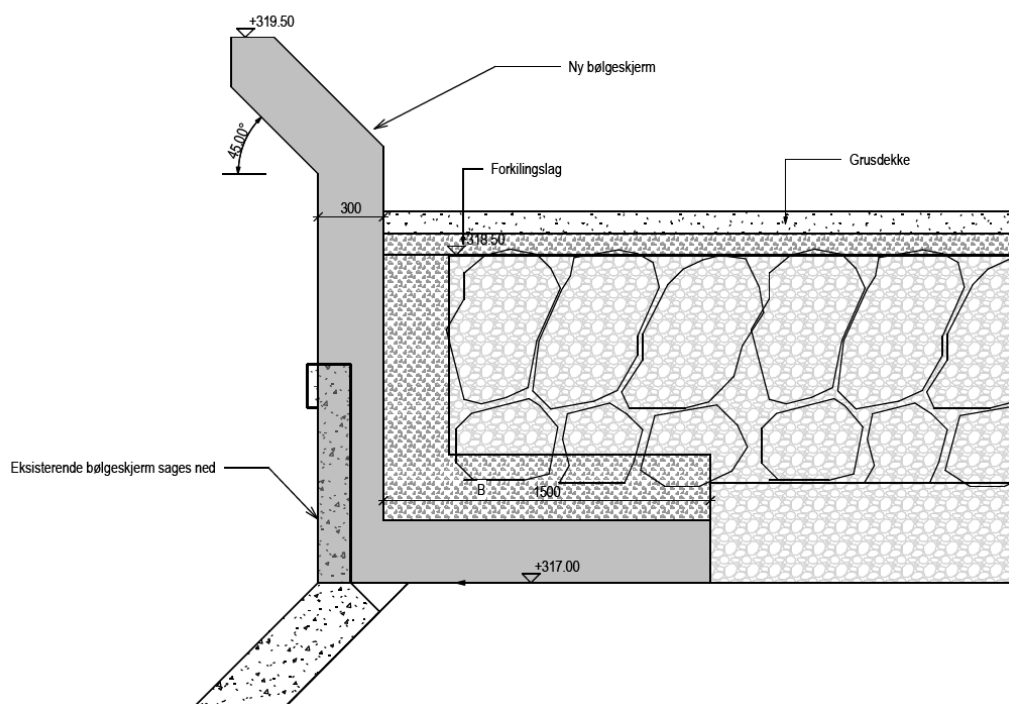
Kronevernet skal legges ut i to sjikt, hvor stein i det innerste sjiktet fyller hulrom mellom stein i det ytterste sjiktet. Krav til minste steinstørrelse er 0,60 m i ytre sjikt. Kronevernet etableres med minimum horisontal tykkelse på 2,0 m. Det må sørges for en jevn overgang i steinstørrelse mellom kronevern og støttefylling.

Dagens vei over dammene skal videreføres over damkrone. Sikring av veien gjøres gjennom å utføre kronevernet som kantstein på nedstrøms side veibanen. Veibanen legges over damkrona på kote 318,5 moh. og tilpasses mot vederlagene, mens kantstein heves opp 0,5m til kote 319 moh. Dette er ikke å anse som nedsenket veibane etter veileder for fyllingsdammer. Damkrona vil etter rehabilitering være 8,6 m bred, veibanen vil bli 6,8 m bred

4.2.2 Heving av bølgeskjerm

Eksisterende bølgeskjerm går opp til kote 318,00 (HRV+3,0 m). For å sikre tilstrekkelig fribord mot bølgeoppskylpling skal skjermen heves med 1,5 m til kote 319,50 (HRV + 4,5 m). Dette gjøres i sammenheng med påbygging av nedstrøms skråning og damkrona. Eksisterende bølgeskjerm sages ned og ny bølgeskjerm etableres som en støttemur som også kan holde på ny fylling over damkronen.

Bølgeskjermen utføres med en vinkel som peker mot magasinet i toppen for å hensynta muligheten for lokal stor bølgeoppskylpling.

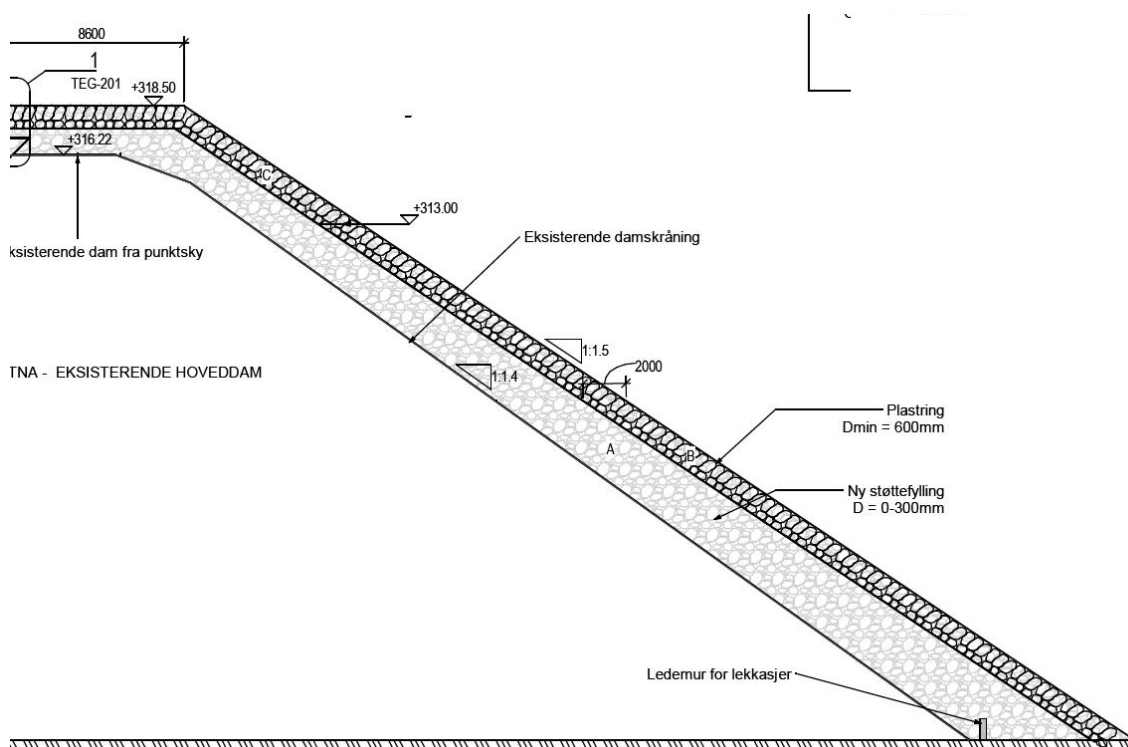


Figur 4-2 Prinsipp for heving av bølgeskjerm

4.2.3 Nedstrøms skråning og damtå

Det etableres ny nedstrøms skråning på begge dammer med helning 1:1,5 (mot dagens 1:1,4 og 1:1,3), som er slakere enn eksisterende skråning. Skråningsvernet utføres som plastring, dvs. at steinene 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.

Skråningsvernet skal ha minste tykkelse på 2,0 m målt horisontalt og skal bestå av to sjikt med stein. Det innerste steinsjiktet skal bestå av mindre stein enn det ytterste, men stor nok til å fylle hulrom i ytterste sjikt. Krav til minste steinstørrelse i ytre sjikt er 0,50 m. Mellom eksisterende skråning og nytt skråningsvern må det etableres ny støttefylling. Støttefyllingen gis en bredde som sikrer tilstrekkelig kjørebredde for anleggsmaskiner.



Figur 4-3 Påbygging av nedstrøms skråning

4.2.4 Lekkasjeoppsamling

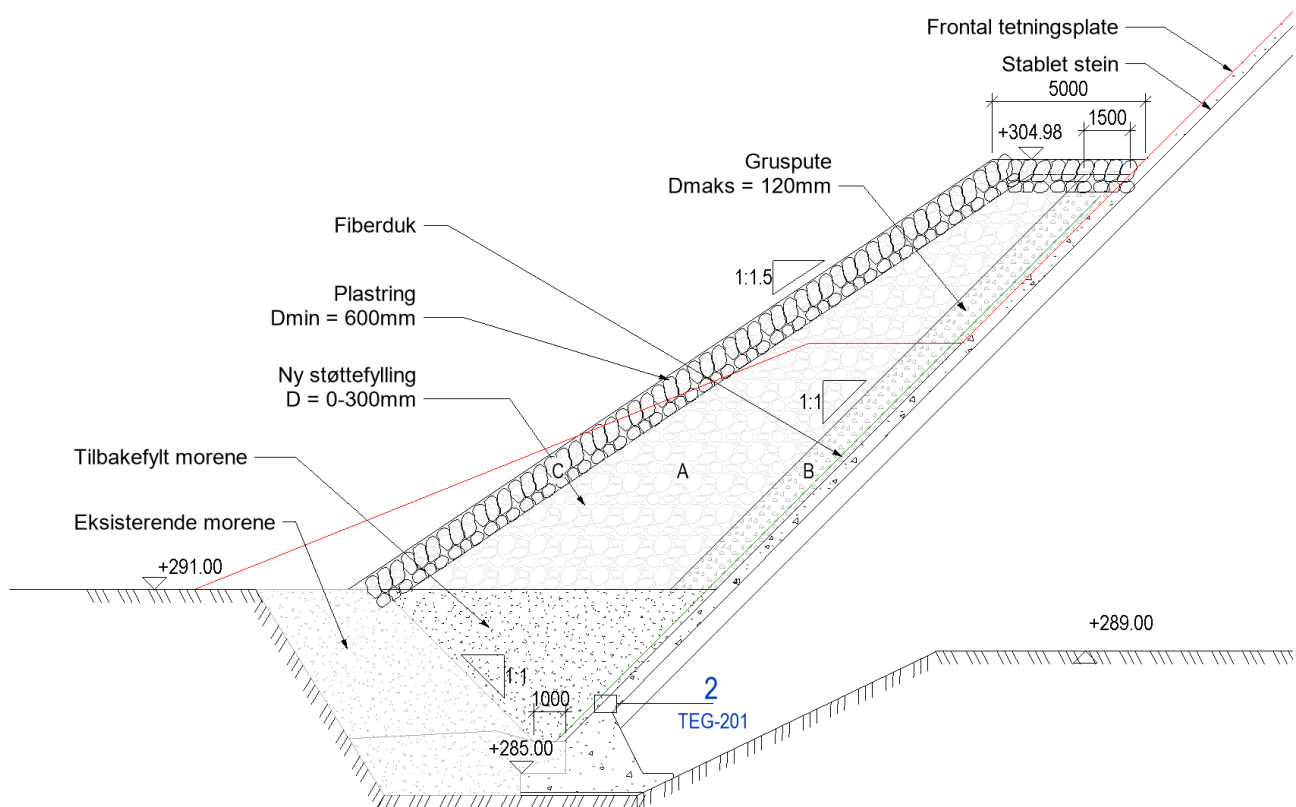
Ny nedstrøms skråning fundamenteres på fjell og det bygges inn ledevegger for lekkasjemåling. Det gjennomføres rensk og inspeksjon av fjell før plassering av lekkasjeoppsamling og utforming av damtå bestemmes endelig. Lekkasjeoppsamlingen kobles sammen med eksisterende lekkasjemåling.

4.2.5 Lekkasjemåling

Dagens opplegg for kontinuerlig overvåkning og logging av lekkasjer videreføres. Trykksonde byttes.

4.2.6 Oppstrøms skråning

For å sikre tilstrekkelig beregningsmessig stabilitet mot oppstrøms side må det etableres en motfylling mot betongplaten. Fyllingen bygges opp til kote 305,00 og utføres med støttefylling og plastring tilsvarende nedstrøms skråning.

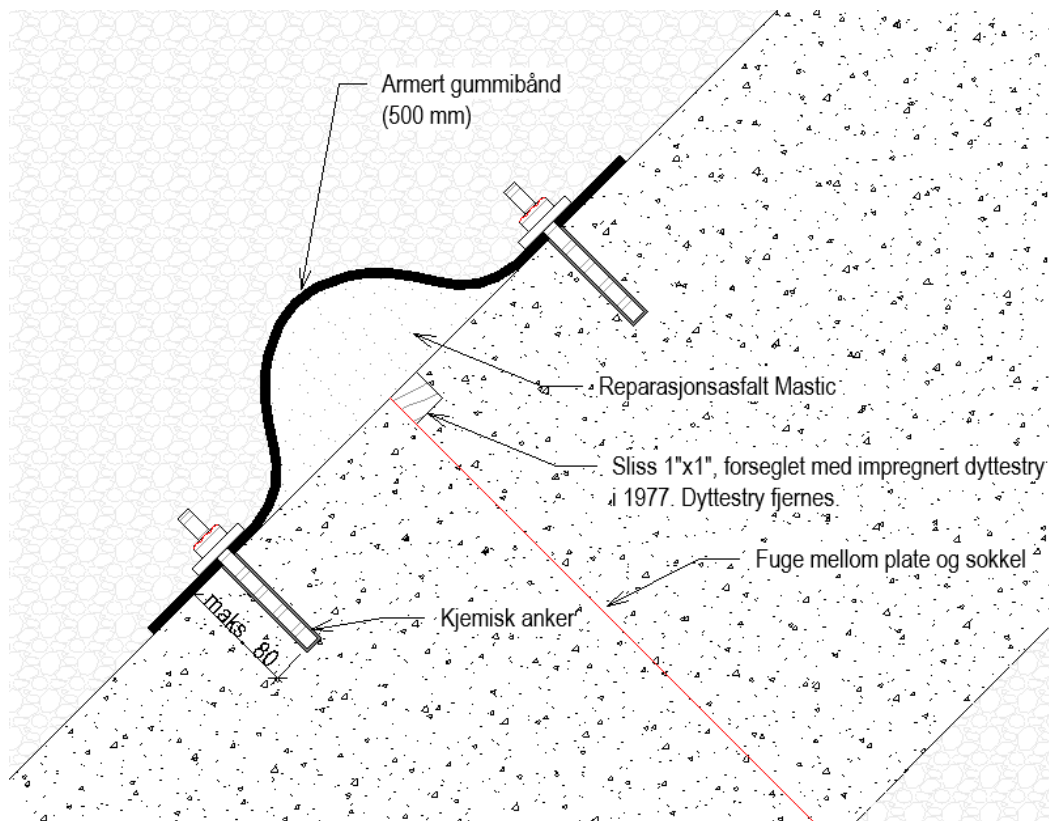


Figur 4-4 Detalj motfylling oppstrøms skråning

4.2.7 Overgang plate-sokkel

Ved utbedring av dammen for øvrig, og pålegging av ny ballastfylling vil det etableres en mer robust løsning for tetting mellom plate og sokkel. Eksisterende tetting med dyttestry fjernes og fugen rengjøres.

Fugen tettes med armert gummibånd, som forankres i betongen på hver side av fugen med kjemiske anker. Gummibåndet legges med en pilhøyde for å kunne ta en viss bevegelse og hulrommet inne i fugen fylles med reparasjonsasfalt som kan trenge inn og tette fugen dersom denne åpner seg. Se detalj i Figur 4-5.



Figur 4-5 Rehabilitering av fugen mellom sokkel og plate på hoveddam

4.2.8 Fribord ombygd fyllingsdam

Beregnete oppskyllingsnivåer er vist under, komplette beregninger ligger i vedlegg C. Effekt av vertikal brystning er beregnet med korreksjonsfaktorer hentet fra USACE, tilsvarende som i revurderingen. Det er vist tall for hoveddammen, som er dimensjonerende. Dette legges til grunn for begge dammer.

Tabell 4-1 Beregnede bølgelaster

Situasjon	50 år	1000 år
Signifikant bølgehøyde	0,86	1,05
Oppskyllingshøyde	3,71	4,52
Oppskyllingshøyde på vertikal brystning	1,96	1,75
Vindoppstuvning	0,02	0,02

I tillegg til bølgelaster må vannstandsstigning ved brudd på dam Lassajavri hensyntas. Fra klassifiseringen av Lassajavri er det beregnet at brudd vil føre til økning av magasin vannstanden til **kote 318,66** moh. med avløpsflom 580 m³/s fra flomløpet. Ved heving av brystning på Småvatna vil ikke brudd på Lassajavri lenger medføre dominobrudd.

Tabell 4-2 Prosjekterte nivåer

Nivå	Kote (moh)	Utløsende krav
Topp betongtetning	319,50	DFV + Bølgeoppskylling + vindoppstuvning
Topp damkrone	318,50	Topp betongtetting – 1,2 m
HRV	315,00	
DFV	316,07	

Tabell 4-3 Nødvendig nivåer

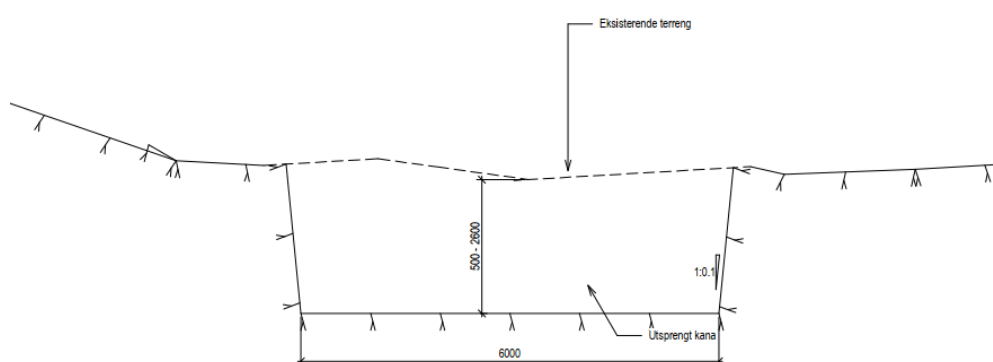
Nivå	Kote (moh)	Dimensjonerende krav
Topp betongtetning	318,97	DFV + Bølgeoppskylling + vindoppstuvning
Topp damkrone	317,77	Topp betongtetting – 1,2 m

4.3 Flomløpskanal

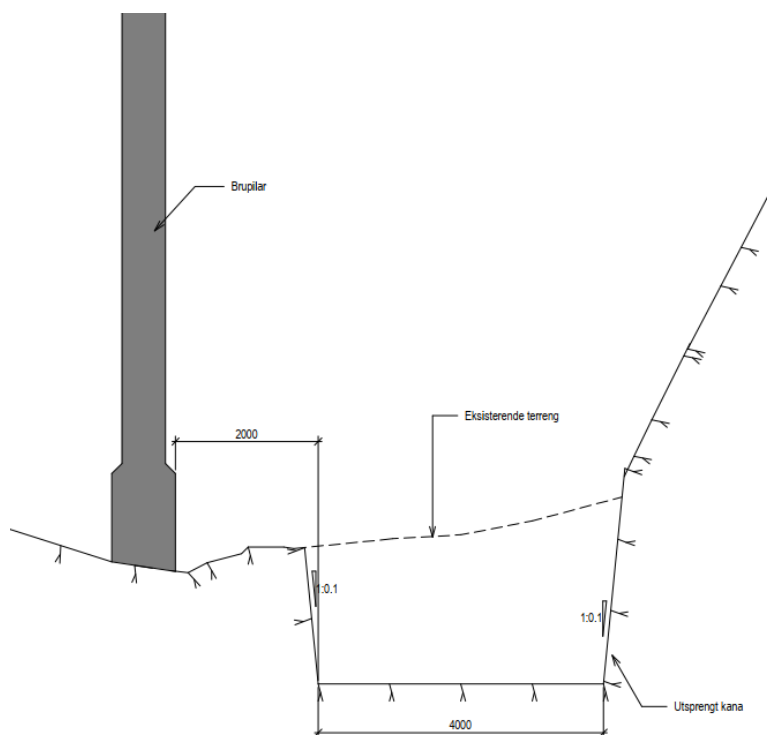
Det må gjennomføres tiltak i avløpskanalen for å sørge for at overløpet er bestemmende for flomavledningskapasiteten. Tiltakene vil omfatte en 120 m lang utsprengt kanal, med bunnbredde 4-6 m og dybde 0,5-2,6 m. Tiltaket er tilstrekkelig for å unngå påvirkning fra undervannet ved dimensjonerende flom inkl. klimapåslag og ulykkesflom uten klimapåslag.

Ved sprengning forbi brupilaren vil det benyttes sømboring med dobbelt søm, og sikring med forbolter i forkant av sprengning. Bergveggene langs begge sider av kanalen vil sikres tilstrekkelig før oppstart av øvrige arbeider i kanalen.

Det vil bli montert rystelsesmålere på bru og damplate for overvåkning av rystelser fra sprengningsarbeider.



Figur 4-6 Utvidelse av flomløpskanal oppstrøms bru

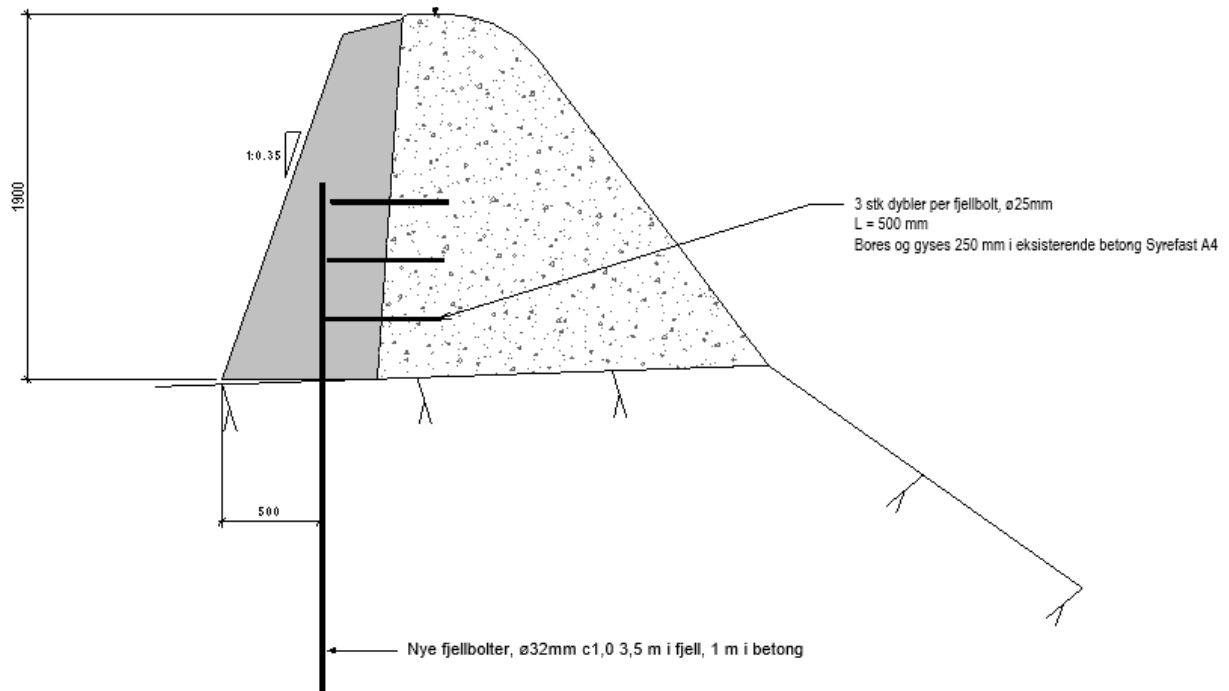


Figur 4-7 Utvidelse av flomløpskanal under bru

4.4 Overløpsterksel

Overløpsterskelen forsterkes med påstøp oppstrøms og nye fjellbolter Ø32 c/c 1,0 meter. Boltene gyses minimum 3,5 meter i godt fjell. Kraftoverføring mellom påstøp og eksisterende betong sikres med 3 stk dybler Ø25 per fjellbolt.

Det er tatt høyde for minst 1 uavhengig bolt per seksjon.



Figur 4-8 Forsterkning overløpsterksel. TEG-203.

4.5 Plan for instrumentering

4.5.1 Vannstandsmåling

Dagens opplegg for vannstandsmåling i magasinet, med kontinuerlig overføring til driftssentral videreføres. Målestav ved hoveddammen flyttes slik at den står upåvirket av flomløpet.

4.5.2 Deformasjonsmåling

Ved rehabilitering etableres deformasjonsbolter iht. veileder for overvåking av vassdragsanlegg.

- **Kjernebolter** for overvåking av setninger i topp tetning. Nye bolter gyses fast i overkant av betongelementene. Boltene bør monteres med maksimum 50 m avstand, totalt 3 bolter per dam.
- **Kronebolter** for overvåking av setninger og forskyvninger langs kanten av damkronen. Kroneboltene bør plasseres med maksimum 25 m avstand, totalt 6 bolter per dam.
- **Skråningsbolter** for overvåking av setninger og forskyvninger i skråningen. Skråningsboltene i oppstrøms og nedstrøms skråning bør monteres med maksimum 50 meters avstand i lengderetningen og 5 til 10 meters avstand vertikalt. Totalt ca. 10 bolter per dam.

4.5.3 Grunnlag for grenseverdier for beredskap

Vannstand

Internkontrollsystemet har definert grenseverdi for vannstand og tiltak ved disse:

«Ved vannstander mellom kote 315,20 (10 m³/s) og 315,50 (38 m³/s) foretas ukentlige inspeksjoner. Inspeksjonene skal omfatte både hoveddammen og sperredammen med befaring av damkronen og damfot til fots. Eventuelle lekkasjer registreres. Det føres protokoll med angivelse av tidspunkt for inspeksjonen samt vannstand i magasinet. Avvik fra normaltilstand rapporteres til VTA. Ved vannstander høyere enn 315,50 skal det foretas daglige inspeksjoner. Inspeksjon og protokollering skal omfatte de samme forhold som nevnt ovenfor. VTA skal underrettes når vannstanden er stigende og nivået passert kote 315,50.»

Grenseverdier er opplyst av dameier å bygge på responstider ved overtopping, eller DFV. Ved verst tenkelige tilsigsscenario skal det være beregnet vannstandsverdi 6 timer før vannstand som gir overtopping eller DFV. Denne vannstandsverdien 6 timer før overtopping/DFV utløser alarm..

Lekkasje

Ved ferdigstillelse av dammen må det umiddelbart samles inn data slik at det kan etableres et nivå for hva som ansees som stabile lekkasjer.

I beredskapsplan kan lekkasjeverdier som utløser varsling av VTA er settes til 5 x stabil lekkasje ved sammenlignbar vannstand.

Denne verdien må kalibreres etter hvert som det gjøres ytterligere erfaringer med lekkasjemålesystemet.

VTA bør generelt varsles ved observasjon av lekkasjer i damkroppen.

Deformasjons- og setningsmålinger

Resultater skal forelegges VTA for vurdering ved hver innmåling.

5 Stabilitetsberegninger

5.1 Fyllingsdam

5.1.1 Generelt

Det er utført nye geotekniske beregninger for utbedret dam.

Følgende tilstander er vurdert:

- Stasjonærtilstand
- Hurtig nedtapping
- Stabilitet av nedstrøms skråning ved store lekkasjer

«Stasjonærtilstand» inkluderer beregninger av stabilitet for dammen med antagelse om at poretrykket i dammens ulike lag har tilpasset seg ytre vanntrykk. I bruddgrensetilstand beregnes dammens stabilitet ved DFV, og i ulykkesgrensetilstand ved MFV.

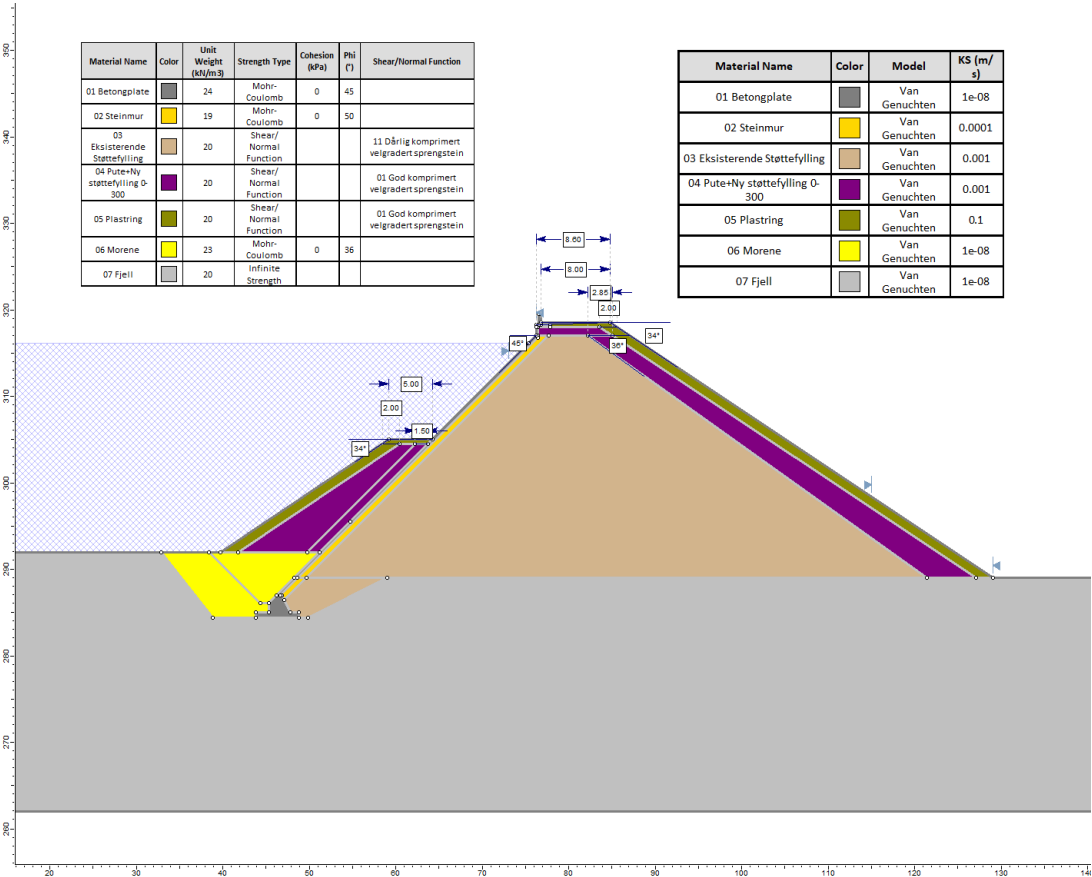
Ved «hurtig nedtapping» vurderes stabiliteten av dammen ved et raskt fall i vannstanden i magasinet.

I tillegg beregnes «stabiliteten av nedstrøms skråning ved store lekkasjer» i en ulykkesgrensetilstand hvor det antas at kjernen og filteret ikke fungerer, dvs. at alle soner bortsett fra skråningsvern har samme permeabilitet som støttefyllingen.

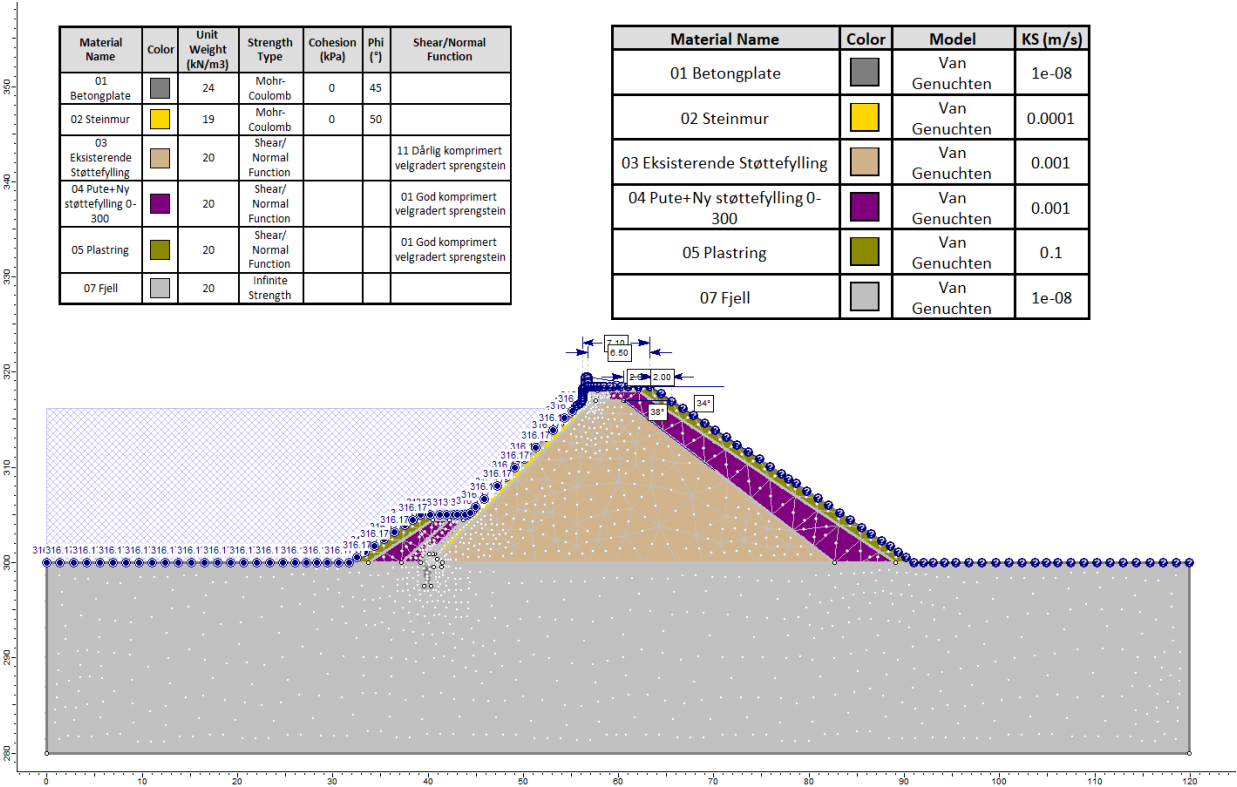
Analysen er utført ved bruk av programmene Slide2 fra programpakken Rocscience. En oppsummering av resultater er gitt i kapittel 5.1.3.

Et eget beregningsnotat er vedlagt rapporten.

5.1.2 Inngangsdata



Figur 5-1: Representativt snitt av hoveddammen med soneinndeling



Figur 5-2: Representativt snitt av sperredammen med soneinndeling

Tabell 5-1: Geotekniske styrkeparametere for stabilitetsberegninger

Materiale	Beskrivelse	Parameter
1 Oppstrøms tetting, betong	Vekt	24 kN/m ³
	Kohesjon	0 kPa
	Friksjon	45°
	Mettet permeabilitet	1E-08 m/s
2 Steinmur	Vekt	19 kN/m ³
	Kohesjon	0 kPa
	Friksjon	50°
	Mettet permeabilitet	1E-04 m/s
3 Eksisterende støttefylling	Vekt	20 kN/m ³
	Kohesjon	0 kPa
	Friksjon	Kurve 11
	Mettet permeabilitet	1E-03 m/s
4 Pute + Ny støttefylling 0-300	Vekt	20 kN/m ³
	Kohesjon	0 kPa
	Friksjon	Kurve 01
	Mettet permeabilitet	1E-03 m/s
5. Plastring	Vekt	20 kN/m ³
	Kohesjon	0 kPa
	Friksjon	Kurve 01
	Mettet permeabilitet	0.1 m/s
6. Fundament, fjell	Styrke	uendelig styrke
	Mettet permeabilitet	1E-08 m/s

5.1.3 Resultater

Resultatene av analysen er oppsummert i tabellene under.

Tabell 5-2: Oppsummering av stabilitetsberegningsresultatene til hoveddammen

Tilfelle	Damside		Vannstand	Beregnet SF	Krav
Stasjonær tilstand	Bruddgr. tilstand	Nedstrøms	DFV	1,64	1,5
		Oppstrøms	Ugunstig - tomt	1,72 (stor) 1,49 (små)	1,3
		Oppstrøms	Ugunstig – ½ HRV	>1,5	1,5
	Ulykkegr.	Nedstrøms	MFV	1,64	1,1
Hurtig nedtapping	Oppstrøms		Tomt	1,72 (stor) 1,49 (små)	1,3
Svikt i tetning	Nedstrøms		HRV	1,11	1,1

Tabell 5-3: Oppsummering av stabilitetsberegningsresultatene til sperredammen

Tilfelle	Damside		Vannstand	Beregnet SF	Krav
Stasjonær tilstand	Bruddgr. tilstand	Nedstrøms	DFV	1,81	1,5
		Oppstrøms	Ugunstig -tomt	1,42	1,3
		Oppstrøms	Ugunstig -1/2 HRV	1,61	1,5
	Ulykkegr.	Nedstrøms	MFV	1,81	1,1
Hurtig nedtapping	Oppstrøms		Tomt	1,42	1,3
Svikt i tetning	Nedstrøms		HRV	1,34	1,1

5.2 Betongdam

5.2.1 Generelt

Det er utført stabilitetsberegninger etter NVEs "Retningslinjer for betongdammer", "Retningslinjer for murdammer" og "Retningslinjer for laster og dimensjonering". Nedenfor er en oppsummering av utførte statiske beregninger med hovedresultatene gjengitt. Komplette beregninger er inkludert i vedlegg.

Beregningene er utført på det som er ansett som dammens mest kritiske snitt:

- H2 (H = 2,0 m)

5.2.2 Inngangsdata

Laster og lasttilfeller

Følgende tilstander er vurdert:

Tabell 5-4 Vurderte lastsituasjoner

Bruddgrense	HRV + is
	DFV
Ulykkesgrense	MFV

Følgende dimensjonerende laster er lagt til grunn:

Tabell 5-5 Anvendte laster

HRV	315.00 moh
DFV	316.11 moh
MFV	316.25 moh
Islast	100 kN/m, 25 cm under HRV

Istrykk

Retningslinje for laster og dimensjonering (2003) angir 100 kN/m som minste normverdi for istrykk.

Materialparametere

Tabell 5-6 Materialparametere dam og fundament

Parameter	Verdi/enhet	Referanse/vurdering
Friksjonsvinkel fjell- betongdam	45°	Retningslinjer for murdammer, tabell 2.2
Egenvekt betong	24 kN/m ³	NS-EN 1991-1-1:2002+NA:2019 Tabell A.1, normalbetong
Egenvekt vann	9,81 kN/m ³	
Fundamenthelning	0°	
Poretrykk	Lineært avtagende	Overløp

Tabell 5-7 Materialparametere fjellbolter

Parameter	Verdi/enhet	Referanse/vurdering
Egenvekt, kvartsitt	25 kN/m ³	Retningslinjer for betongdammer, NGU Berggrunnskart
Dim. heftstyrke mellom fjell og mørtel	1,25 MPa	Retningslinjer for betongdammer
Dim. heftstyrke mellom stål og mørtel	1,5 MPa	Retningslinjer for betongdammer
Flytspenning fjellbolt	400 MPa	Retningslinjer for betongdammer
Maks tillatt boltespenning	180 MPa	Retningslinjer for betongdammer

5.2.3 Resultater

Beregningene viser at de kontrollerte snittene etter rehabilitering vil tilfredsstille gjeldende krav til stabilitet.

Nedenfor er hovedresultatene fra beregningene gjengitt. Beregningene er inkludert i vedlegg.

Kontrollert snitt	Lasttilfelle	GLIDNING		VELTING	
		KRAV (S>)	RESULTAT (S=)	KRAV (a>)	RESULTAT (a=)
H2	HRV + is	1.5	1.54	> 33.3%	37.1 %
	DFV	1.5	4.61	> 33.3%	65.5 %
	MFV	1.1	4.56	> 16.7%	66.4 %
	HRV + Jordskjelv	1.1	8.14	> 16.7%	67.6 %

Figur 5-3 Hovedresultater stabilitetsberegning

6 GJENNOMFØRING

6.1 Organisering

Arbeidet vil bli gjennomført som en entreprisekontrakt med basis i medgåtte mengder.

Organiseringen av arbeidet legges opp iht. krav til dammer i klasse 2 i § 3-8 og § 3-9 i Damsikkerhetsforskriften. Utførende foretak skal ha sentral godkjenning som ansvarlig utførende i tiltaksklasse 2. Foretak som ikke har aktuell sentral godkjenning må dokumentere at foretaket er kvalifisert.

Anleggsleder for arbeidene skal ha bachelor i Ingeniørfag / eksamen fra ingeniørhøyskole som bygningsingeniør eller tilsvarende utdanning, med relevant fagkrets, og minimum 30 måneder relevant erfaring.

Organisasjonsplan vil bli oversendt NVE før byggestart som del av kontrollplanen.

6.2 Tørrlegging/forbislipping

Magasinet tappes ned gjennom Kvæningen kraftverk. I tillegg er det en separat omløpstunnel med hoved- og revisjonsluke. Dimensjon for hovedluken er B x H = 1 x 2 m, med terskel på kote 287,8. Hele oppstrøms damskråning kan tørrlegges ved hjelp av denne luka. Tilstanden til luken er behandlet i revurdering av vannveien til Kvæningen kraftverk, og påpekes å være i dårlig stand.

Primært sett søkes det å legge arbeidene i magasinet til perioder med naturlig lav vannstand. Dersom dette ikke lar seg gjennomføre vil vannstand i magasinet holdes nede i den grad det er mulig for å tilpasses anleggsarbeidene på oppstrøms side. Det vil ikke være risiko knyttet til annet enn anleggsarbeidene ved ukontrollert vannstandsstigning i magasinet.

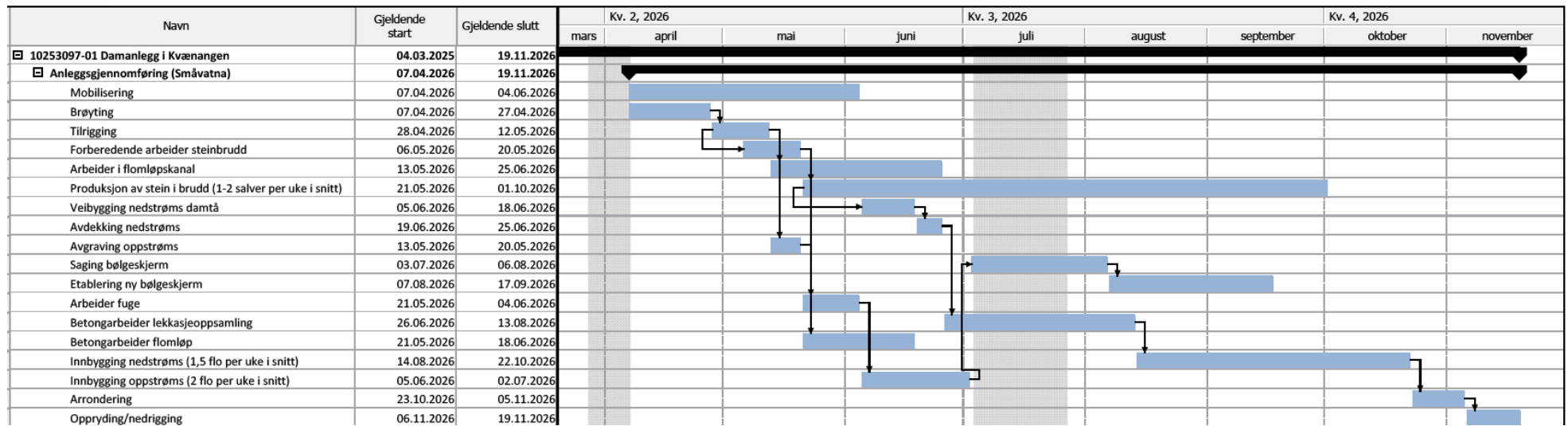
Ved arbeider i flomløpskanalen vil det være magasinrestriksjoner knyttet til HRV.

6.3 Fremdrift

Anleggsarbeidene kan ved optimale forhold muligens gjennomføres på en sesong, men vinteren kan komme fort på høsten og slutføring av plastringarbeider, opprydding og arrondering kan gå over til neste anleggssesong. Se Figur 6-1 for et utkast til overordnet fremdriftsplan lagt inn på en sesong.

Endelig fremdrift vil også kunne påvirkes av avtale mellom Ymber og lokale reindriftsinteresser. Blant annet vil dette kunne gi restriksjoner på når det er tillatt å gjennomføre enkelte operasjoner, som for eksempel sprengning.

Figur 6-1 Utkast til overordnet fremdriftsplan



6.4 Kontroll

Kontroll av utførelsen skal være uavhengig av det utførende foretaket (entreprenøren). Leder av kontrollen skal ha faglige kompetanse tilsvarende samme krav som settes til anleggsleder.

Multiconsult vil ha ansvar for gjennomføring av uavhengig kontroll i byggetiden. Før byggestart vil det bli utarbeidet en kontrollplan som sendes NVE for informasjon.

En oppstilling og beskrivelse av tekniske kontroller som skal gjennomføres under byggeprosessen er vist i Tabell 6-1.

Tabell 6-1 Beskrivelse av tekniske kontroller

Type arbeid	Kravedokument*	Type kontroll
Stikning / geometrisk kontroll		
Stikning dam	Stikningsplaner	Kontroll av entreprenørs stikningsdokumentasjon
Geometrisk kontroll dam	Geometriavvik iht. arbeidstegninger	Måling, dimensjonskontroll
Grunnarbeider		
Avgraving og rensk fundament for damtå	Tegninger	Visuell kontroll av oppfølging av graveplaner.
Fyllingsarbeider		
Filter		Visuell kontroll (dimensjonskontroll mot utførte splitte-prøver eventuelt kornfordelingskurver).
Utlagt støttefylling		Visuell kontroll (dimensjonskontroll mot utførte splitte-prøver eventuelt kornfordelingskurver).
Plastring skråningsvern		Visuell og ved måling (steindiameter måles periodisk)
Plastring kronevern		Som ovenfor
Betongarbeider		
Forskaling	Formtegninger	Måling geometri Visuell kontroll, rengjøring, tetthet, stabilitet
Armering	Armeringstegninger og bøyelister	Måling (mengde, plassering, omfar, overdekning) Visuell kontroll
Betongproduksjon	NS EN 206-1, NS EN 12350-7, NS EN 12390 Retningslinjer for betongdammer kap. 3.12	Kontroll iht. blandeverkets prosedyrer;
Støping	NS-EN 13670.	Fylling av form /

Type arbeid	Kravdokument*	Type kontroll
		komprimering Luftporevolum Temperaturkontroll / tildekking / herdetiltak
Tetting mellom plate og sokkel	Tegninger, beskrivelse	Måling geometri Visuell kontroll, rengjøring, tetthet

7 VEDLEGG

- A. Tegninger tiltak
- B. Gamle tegninger eksisterende anlegg
- C. Bølgeberegning for fyllingsdam
- D. Beregninger steinstørrelse
- E. Geotekniske beregninger
- F. Stabilitetsberegninger flomløp
- G. Oppsummering av geologiske undersøkelser
- H. Hydrauliske beregninger avløpskanal

Vedlegg A Tegninger tiltak

Vedlegg B Gamle tegninger eksisterende anlegg

Vedlegg C Bølgeberegning for fyllingsdam

Vedlegg D Beregninger steinstørrelse

Vedlegg E Geotekniske beregninger

Vedlegg F Hydrauliske beregninger avløpskanal

Vedlegg G Oppsummering av geotekniske undersøkelser