

Gjerdingen

Teknisk plan

Ombygging dam, utskifting av luker i overføringstunnel
Gjerdingen - Daltyven og luker i overføringstunnel
Daltyven - Sandungen.



Oppdragsnr.: 5185708 Dokumentnr.: Versjon: E02
2020-06-10

Oppdragsgiver:	Oslo Kommune - Vann og avløpsetaten (VAV)
Oppdragsgivers kontaktperson:	Jørgen Lysgaard
Rådgiver:	Norconsult AS
Oppdragsleder:	Ole Kristian Langaker
Fagansvarlig:	Olof Dahlén Terje Sveum
Andre nøkkelpersoner:	James Lancaster Alexander Fossgard

Dette dokumentet er utført og kontrollert av følgende kvalifiserte fagpersoner og IVE godkjente fagansvarlige.

Fagområde		Utarbeidet	Kontrollert
I	Betong- og murdammer med fundament	Ole Kristian Langaker	Olof Dahlén
II	Fyllingsdammer med fundament		
III	Stenge- og tappeorganer, rør og tverrslagsporter	Terje Sveum	Alexander Fossgard
IV	Flomhydrologi		
V	Hydraulikk og flomavledning	James Lancaster	Carolina Frias Uribe
	Ingeniørgologi		



E02	2020-06-10	For godkjenning hos myndigheter	olkla, tsv	oldah, agfös	olkla
D01	2020-04-27	For godkjenning hos oppdragsgiver	Ole K. Langaker Terje Sveum	Olof Dahlén Alexander Fossgard	Ole K. Langaker
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

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

Innhold

1	Orientering	6
1.1	Bakgrunn	6
1.2	Beliggenhet og adkomst	6
1.3	Høydesystem	7
1.4	Beskrivelse av eksisterende anlegg	7
1.4.1	Dam	7
1.4.2	Tappeluker Gjerdingen	9
1.4.3	Tappeluker Daltjuven	10
1.5	Bruddkonsekvensklasse	11
1.6	Flomberegninger for eksisterende dam	12
2	Beskrivelse av tiltak	13
2.1	Damkonstruksjon	13
2.2	Nytt flomløp	14
2.2.1	Beregning av nye flomvannstander	15
2.3	Instrumentering	16
2.4	Tappeluker Gjerdingen	16
2.4.1	Funksjon	16
2.4.2	Arrangement og utførelse	17
2.5	Tappeluker Daltjuven	18
2.5.1	Funksjon	18
2.5.2	Arrangement og utførelse	18
2.6	Annet	19
3	Beregninger og dokumentasjon	20
3.1	Stabilitetsberegninger dam	20
3.1.1	Generelt	20
3.1.2	Stabilitetskriterier	20
3.1.3	Laster og forutsetninger	20
3.1.4	Resultater	22
3.2	Tappekapasitet	23
3.3	Dimensjonering av luker	24
4	Dispensasjonssøknad	25
4.1	Bakgrunn	25
4.2	Deformasjonsmålinger	25
4.3	Lekkasjemålinger	26
4.4	Beredskapsmessig nedtapping	26

4.5	Konklusjon	27
5	Gjennomføring av arbeidene	28
5.1	Generelt	28
5.2	Forbelysning av vann i byggeperioden	28
5.3	Dokumentasjon før bygging	29
6	Referanser og vedlegg	30
6.1	Referanser	30
6.2	Vedlegg	30

1 Orientering

1.1 Bakgrunn

Norconsult AS er engasjert av Vann- og avløpsetaten i Oslo Kommune (heretter omtalt som VAV) for å utarbeide teknisk plan i forbindelse med ombygging av dam Gjerdingen, samt utskifting av luker i overføringstunnelen mellom Gjerdingen og Daltjuven, og mellom Daltjuven og Sandungen.

Dammen ble revurdert i 2007 og det ble den gang konkludert med at stabiliteten og utformingen var tilfredsstillende. Dammen ble betraktet som en murdam med fylling på opp- og nedstrøms side. Revurderingen ble aldri innsendt eller godkjent av NVE.

Det ble utført en forenklet revurdering i 2019. Revurderingen konkluderer med at dammen generelt er i god stand, men at dammen har en del avvik i et slikt omfang at rehabilitering vil være nødvendig. Det konkluderes med følgende avvik fra Damsikkerhetsforskriften:

- Fyllingskonstruksjonen til høyre for dammens overløp tilfredsstiller generelt ingen krav som stilles til fyllingsdammer i klasse 3 gitt i § 5-10.
- Murdammen til venstre for dammens overløp har ikke tilfredsstillende fribord gitt i § 5-11 d).
- Murdammen har ikke tilstrekkelig beregningsmessig stabilitet i henhold til gjeldende velte- og glidekrav gitt i § 5-11. Dammen tilfredsstiller ikke gjeldende stabilitetskrav for noen av de kontrollerte lasttilfeller.
- Pilarene i overløpet har ikke tilstrekkelig beregningsmessig stabilitet i henhold til gjeldende velte- og glidekrav gitt i § 5-11.
- Dammene har ikke tilstrekkelig instrumentering i henhold til krav gitt i § 7-2. Det mangler arrangement for måling av lekkasjer, deformasjoner og poretrykk.
- Tappearrangementet har ikke tilstrekkelig kapasitet til å senke magasinet etter kravene gitt i § 5-9.

Angående tappelukene konkluderer den forenklete revurderingen med at det er vanskelig å angi restlevetid for lukene basert på alder, manglende dokumentasjon og lukenes tilstand. Man vet fra tidligere og lignende luker at disse kan være sprø. Vedlikehold av lukene med f.eks. sandblåsing og maling er uaktuelt, og med tanke på revisjon anbefales det utbytting til nye lukeinstallasjoner. Det ble anbefalt en utskifting innen en 5-10 års periode.

Siden dameier planlegger arbeider med damrehabilitering, ble det vurdert som fornuftig at lukene byttes i forbindelse med disse arbeidene.

Det ble videre i 2019/20 utarbeidet et forprosjekt angående løsninger for rehabilitering av damanlegget. Dameier ønsket i denne forbindelse å gå for en løsning med en helt ny gravitasjonsdam i betong. Det ble videre besluttet å skifte ut lukene ved Gjerdingen og Daltjuven samtidig med rehabiliteringen av dammen.

1.2 Beliggenhet og adkomst

Dam Gjerdingen ligger i Nordmarka i Lunner kommune, Viken fylke, ca. 5 km vest for Harestua. Magasinet fungerer som vannkilde for Oslo kommune.

Det er kjørbar vei helt frem til dammen via veinettet i Nordmarka. Vanlig adkomst er via bomveien ved sydden av Harestuvannet.

Inntaket til overføringstunnelen mellom Gjerdingen og Daltjuven ligger lett tilgjengelig ca. 60 m vest for dammens høyre vederlag.

Inntaket til overføringstunnelen mellom Daltjuven og Sandungen ligger i sørenden av Daltjuven. Det er ikke kjørbar vei frem til dette inntaket, adkomst skjer til fots via sti i terrenget



Figur 1-1. Beliggenheten til dam og overføringstunneler.

1.3 Høydesystem

Gjerdingen:

Alle høyder og vannstander i denne rapporten er angitt i lokalt høydesystem der HRV = 448,50 og LRV = 441,75. Det er valgt å benytte det lokale høydesystemet da alt av eksisterende dokumentasjon benytter dette høydesystem.

Daltjuven:

Alle høyder og vannstander i denne rapporten er angitt i lokalt høydesystem der HRV = 444,50.

Fremtidig høydesystem:

Høyder og vannstander vil bli oppdatert til NN2000, enten i forbindelse med gjennomføringen av arbeidene, evt. senest ved utarbeidelse av sluttdokumentasjon.

1.4 Beskrivelse av eksisterende anlegg

1.4.1 Dam

Dam Gjerdingen ligger i den sydøstre enden av Gjerdingen. Gjerdingen reguleres 6,75 meter mellom HRV på kote 448,50 og LRV på kote 441,75 (lokalt høydesystem). Magasinstørrelsen (reguleringsvolum) er 16,57 mill. m³.

Ved Daltjuven er det ikke noen egen klassifisert damkonstruksjon. Ved utløpsbekken står kun rester etter ett gammelt bjelkestengsel som er fjernet.

Nøkkeldata for Gjerdingen fremkommer av Tabell 1-1. Nøkkeldata for Daltjuven fremkommer av Tabell 1-2.

Tabell 1-1. Nøkkeldata, magasin og dam Gjerdingen.

Magasindata	Gjerdingen
HRV (lokale høyder)	448,50 moh
LRV (lokale høyder)	441,75 moh
Reguleringshøyde	6,75 m
Nedbørsfelt	16,4 km ²
Magasinvolum (over LRV)	16,57 mill. m ³
Damdata	Gjerdingen
Damtype	Nordre del: Murdam på løsmasser med omfylte jord- og steinmasser Søndre del: Jordfylling Overløp: Bjelkestengsel i tre, adskilt av murpilarer
Damkrone (ca. verdi)	449,3
Damlengde (m)	Ca. 60 m
Største høyde (m)	Antatt ca. 5 m til bunn murkjerne, ca. 8 m til fjellfundament
Byggeår	1913
Bruddkonsekvensklasse	3

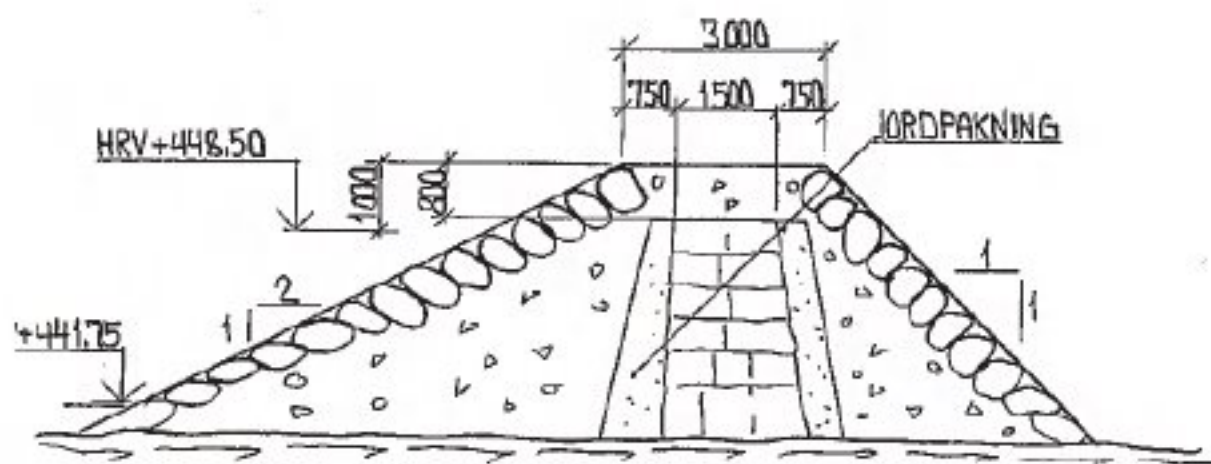
Tabell 1-2. Nøkkeldata, magasin Daltjuven.

Magasindata	Daltjuven
HRV (lokale høyder)	444,50 moh (444,1) ¹⁾
LRV (lokale høyder)	438,00 moh
Reguleringshøyde	6,50 m
Nedbørsfelt	2,3 km ²
Magasinvolum (over LRV)	1,8 mill. m ³

¹⁾ Tidligere var det montert bjelkestengsel ved utløpskna på kt. 444,50 som tilsvarte HRV. Bjelkestengselet er nå fjernet og laveste punkt ved utløpet er ca. kt. 444,10.

Dammen er en murdam, omfylt av jord- og steinmasser på opp- og nedstrøms side. Opprinnelig ble dammen bygget i 1913. Ifølge beskrivelse fra byggetiden er dammen fundamentert på fjell i den høyre delen. I venstre delen ble dammen fundamentert på en hard og tett sandblandet leire.

Prøvegraving og totalsonderinger utført i 2018 og 2019 viser at dammen til høyre for flomløpet består av en ren fyllingskonstruksjon. Dammen til venstre for overløpet er en nedfylt murdam som vist på Figur 1-2. Murdammen er trolig fundamentert på fjell de nærmeste 15 m mot flomløpet. Basert på resultatet fra boringene er fjellfundamentet vurdert til å ligge mellom 4,4 m og 5,5 m under topp dam i dette området. Videre indikerer boringene at resterende murdam er fundamentert på faste løsmasser, noe som også bekreftes av beskrivelser fra byggetiden. Fjellet er her vurdert å ligge ned mot 8 m dybde, men løsmassene er harde og overgangen mellom løsmasser og fjell er derfor vanskelig å kartlegge eksakt.



Figur 1-2. Tverrsnitt av eksisterende dam til venstre for dammens overløp.

Basert på prøvegraving, bilder fra byggetiden og tegninger, antas det at hele murkonstruksjonen er utført som mur av bruddstein lagt i mørtel. Kronebredden til murdammen er i 2018 kontrollmålt til 1,8 meter og ligger ca. 60-65 cm under damtoppen/veifyllingen som målt til å være ca. 2,5 m bred. Murdammens største høyde over fundamenteringsnivå er usikker, men antatt å være ca. 5 meter. Største høyde fra topp veifylling til laveste fundament på nedstrøms side er innmålt til 4,5 m. Den totale damlengden er ca. 60 meter, hvorav flomløpet er 10 meter. Topp murdam ligger på kote 448,7.

I 2001 ble dammen rehabilitert i oppstrøms skråning ved påfylling av grovfraksjonert samfengt sprengstein.

Dammen har et flomløp i murstein/betong med bjelkestengsel av treplank. Nedstrøms flomløpstørskelen er det laget en kanal med vegger av murstein for sikker flomavledning. I hele flomløpslengden er dammen fundamentert på synlig fjell. Overløpet er ca. 1,5 m høyt målt fra nedstrøms side.

Ca. 60 m vest for dammens høyre vederlag ligger inntaket til en overføringstunnel til Daltjuven. Tunnelen er ca. 3,7 km lang med dykket utløp i Daltjuven. Forskjellen mellom HRV for Gjerdingen og Daltjuven er 4 m. Ved innløpet til tunnelen sitter det to parallelle tappeluker med dimensjoner $b \times h = 0,75 \times 1,5$ m.

1.4.2 Tappeluker Gjerdingen

Inntakslukene er ikke inspisert pga. krevende adgang, men en sannsynlig utførelse er kartlagt med grunnlag i befaring av tilsvarende luker ved den videre overføringstunnelen mellom Daltjuven og Sandungen, samt ROV video av oppstrøms side av lukene. Opptrekkspillene var tilgjengelig for inspeksjon. Lukene ved Gjerdingen og Daltjuven er i tillegg fra samme leverandør og årstall, og det er med all sannsynlighet grunn til å anta at lukene er identiske og i samme tilstand både på Gjerdingen og Daltjuven.

For beskrivelse av sannsynlig utførelse av luker og sjakt henvises det til påfølgende kapittel for lukene ved Daltjuven.

Det gjøres oppmerksom på at reguleringshøyden ved Gjerdingen er 6,75 m, mens den er 6,50 m ved Daltjuven. Lukene ved Gjerdingen er dermed trolig utsatt for litt høyere vanntrykk ved HRV.

1.4.3 Tappeluker Daltjuven

I overføringstunnellen mellom Daltjuven og Sandungen er det installert to stk. parallelle tappeluker. Ifølge VAV sin dokumentasjon skal lukene være av lik utførelse som ved Gjerdingen.

I september 2019 ble det foretatt inspeksjon av lukene ved nedtappet magasin. Det finnes ikke tegninger eller beregninger av lukene. Mål og beskrivelse av utførelse er derfor basert på registreringer gjort ved tørrlagt inspeksjon.

Nøkkeldata for komponentene er oppsummert i Tabell 1-3.

Tabell 1-3. Nøkkeldata tappeluker.

Komponent	
Lastdata	
Vanntrykk ved HRV	Ca. 6,5 mVs (6,75 mVs ved Gjerdingen)
Utførelse/geometri	
Luketerskel	Ca. 338,00 (antatt lik LRV)
Lysåpning	B x H = 750 mm x 1500 mm (per luke)
Type	Glideluker i støpejern
Frontplate	30 mm
Avstivere	Ukjent, plate utført med ribbekonstruksjon
Tetning	Metallisk tetning
Føring	Messing boltet til mur
Opptreksstang	Ø80 mm, med 2 stk. støttelager
Leverandør / år	Myhrens Verksted / 1908
Manøvrering	Mekanisk skruespill påmontert el-motor med reimdrift, kapasitet ukjent.

Lukebladene er utført som plate/ribbekonstruksjon i støpejern med platetykkelse 30 mm.

Selve lukebladet er 1700 mm høyt og 830 mm bredt. I øvre kant er det solide løfteører som er koblet til massiv opptreksstang med diameter 80 mm. Mellom luker og opptrekspill er det montert 2 stk. støttelager.

Føringer for lukene er boltet til bakenforliggende betong/mur, og selve glide- og tetningsflatene er av messing. Lukene har metallisk tetning av bronse/messing.

Oppe på lukehusgulvet er det 2 stk. mekaniske skruespill, opprinnelig manøvrert med håndsveiv, men er senere påmontert el-motor med reimdrift. Det er stillingsviser på skruespillene, men ikke endebryter. Lukene sveives siste del mot endestillingen. Lukene kjøres kun lokalt fra lukehus.

Fra lukehus til bunn, ca. 0,65 m under luketerskel, er det støpt en sjakt med diameter på ca. 2,6 m. Fra lukene er det en murt kulvert nedstrøms, 0,75 m x 1,5 m gjennom en lukepropp i mur/betong. Proppen er ca. 4 m lang nedstrøms med videre overgang til råsprengt overføringstunnel.

Oppstrøms fører en kort tunnel ut til magasinet

På Daltjuven ble det målt følgende:

Total høyde fra bunn av sjakt opp til lukehusgulv er ca. 7,6 m. Det betyr at fra luketerskel til lukehusgulv er det ca. 7,0 m.

Tilstand:

Lukene er ca. 110 år gamle og det er ukjent om det tidligere er utført vedlikeholdsarbeider eller utbedringer, bortsett fra smøring av opptrekkspill og påmontering av el-drift.

På lukeblad, føringer unntatt glideflatene, opptrekkstang og støttelager er det betydelig utbredelse av rust, rustknoller og groing.

Vurdering:

Man vet fra tidligere erfaringer med tilsvarende luker at lukebladene i støpejern er sprø. Vedlikehold med demontering, sandblåsing og maling er lite aktuelt, og dette sammen med lukenes alder gjør at det er besluttet å skifte ut til nye luker samtidig med øvrige utbedringsarbeider på dammen. Dette gjelder både lukene ved Gjerdingen og lukene ved Daltjuven. Arbeidene vil bli utført samtidig som ombyggingen av dammen.

1.5 Bruddkonsekvensklasse

Det foreligger DBBB utført av Norconsult utført i 2010 (oppdatert i 2016). Beregningene forutsetter at bruddforløpet utvikler seg som for en fyllingsdam.

Opprinnelig DBBB konkluderte med følgende berørte bygninger, avhengig av hvor lang strekning av vassdraget som ble analysert (i tillegg blir flere veier og Gjøvikbanen berørt):

Sted:	Profil nummer
Berørte bygninger	
<u>Gjerdingen - Leira</u>	<u>0 - 51970</u>
- 159 bolighus	
- 5 offentlige bygg	
- 0 hotell/bevertning	
- 209 andre bygninger	
<u>Gjerdingen - Rotnes</u>	<u>0 - 37682</u>
- 25 bolighus	
- 1 offentlig bygg	
- 70 andre bygg	

I 2016 ble DBBB oppdatert hvor det ble foretatt nye analyser for Lillestrøm området. Det ble foretatt oppmåling i noen profiler slik at elvebunnen ble mer riktig representert enn ved de forrige beregningene. I tillegg ble det laget terrengmodell basert på laserdata, mens tidligere terrengmodell baserte seg på høydekoter med 1 m ekvidistanse. Dette er en viktig forbedring i Lillestrømområdet hvor det er svært flatt og hvor høydeforskjeller i enkelte boligområder kan være så lite som ca. 30 cm.

Den oppdaterte DBBB viste at kun en bolig berøres i Lillestrømområdet (mot tidligere antatt 159 boliger). Dette skyldes at forbedring av elveprofilene medfører at vannstanden reduseres slik at vannet primært holder seg innenfor flomverket som er bygget langs Nitelva.

Basert på ovenstående ble dammen forslått plassert i klasse 3. NVE vedtok plassering i klasse 3 i brev datert 20.11.2017. Lukene ved Gjerdingen og Daltjuven vil inngå som en del av den beredskapsmessige nedtappingen ved Gjerdingen og er forutsatt å følge dammens klasse.

Siden dammen skal bygges om til en massiv betongdam er det utført nye bruddberegninger der bruddforløpet til en slik dam legges til grunn, samtidig som damhøyden er endret til å samsvare med resultatene fra grunnundersøkelsene. De nye bruddberegningene bekrefter at dammens klasse fortsatt vil være klasse 3 selv etter ombygging, se notat i Vedlegg 1.

Klasse 3 legges til grunn for ombyggingen.

1.6 Flomberegninger for eksisterende dam

Det er utført flomberegninger for Gjerdingen av Norconsult, datert 18.09.2018. Flomberegningen er godkjent av NVE i vedtaksbrev datert 06.06.2019.

Flomberegningene gir følgende flomvannstander og avløpsflommer ($Q_{1000} + 40\%$ gjelder klimapåslag):

Gjerdingen (HRV = 448,50)	Tilstopps- grad	Vannføring (m ³ /s)		Flomvannstand (m.o.h.)	Flomstigning (m)
		Tilløp	Avløp		
Q_{1000}	0 %	30,3	7,7	449,12	0,62
Q_{1000}	50 %	30,3	5,2	449,26	0,76
$1,4 \times Q_{1000}$	0 %	42,5	11,7	449,32	0,82
$1,4 \times Q_{1000}$	50 %	42,5	8,2	449,52	1,02
Q_{PMF}	0 %	75,8	28,3	449,72	1,22

Tabell 1-4. Resultater fra eksisterende flomberegninger.

I godkjennelsesbrevet fra NVE stilles det krav til at det skal regnes med minimum 50 % tilstopping ved avledning av dimensjonerende flom i bruddgrensetilstand ved Gjerdingen. Kravet begrunnes blant annet i at dammen befinner seg i et område med potensial for drivgods, og det er ikke gjort avbøtende tiltak for å hindre tilstopping.

Topp av nedfylt murdam har kun et fribord på 0,2 m til HRV. Murdammen vil overtoppes med 0,56 m ved DFV inkludert tilstopping. Ved PMF vil murdammen overtoppes med 1,02 m.

Det planlegges å bygge nytt overløp i forbindelse med ombyggingen av anlegget. Nye flomvannstander fremkommer av kapittel 2.2.1.

Daltjuven:

For hjelp til dimensjonering av tappeluka ved Daltjuven er det i forbindelse med teknisk plan utført en beregning av dimensjonerende flomvannstand ved Daltjuven. Beregningen fremkommer av vedlegg 4. HRV for Daltjuven ligger på kote 444,5, men brua og bjekkestengslene ved utløpsterskelen er fjernet, og laveste terskelnivå er nå kote 444,11.

Flom	Dagtilslag ¹ (l/s.km ²)	Tilslag ² (m ³ /s)	Avløp (m ³ /s)	Vannstand (moh.)	Vannstandstigning (m)
Q_{1000} uten tilstopping + 40%	1540	11,0	7,8	444,76	0,65
Q_{1000} med tilstopping + 40%	1540	11,0	7,5	444,84	0,73

¹Lokal felt

²Inkludert overføring fra Gjerdingen

Følgende nivå legges til grunn: DFV = 444,84

2 Beskrivelse av tiltak

2.1 Damkonstruksjon

Det vises til tegninger i vedlegg 7.

Dameier har besluttet å fjerne eksisterende dam i sin helhet og etablere en ny massiv gravitasjonsdam i betong på avdekket berg. Den nye dammen anlegges med tilnærmet samme linjeføring som eksisterende dam, og nytt overløp anlegges på samme sted som eksisterende overløp.

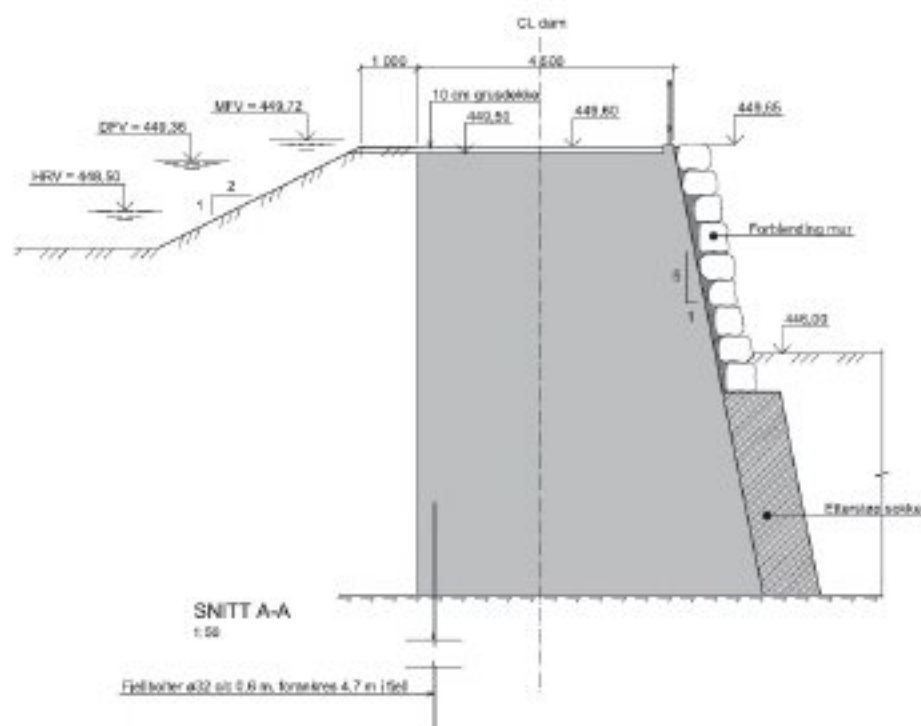
Dammen til venstre for overløpet vil fylles ned på oppstrøms side tilsvarende som i dag, mens nedstrøms side vil tilbakefylles opp til ca. kote 446,0.

Dammen til høyre for overløpet vil tilbakefylles med løsmasser på opp- og nedstrøms side slik at terrenget etter ferdigstillelse vil fremstå omtrent som i dag.

Av estetiske hensyn ønsker dameier at den synlige delen av nedstrøms skråning til venstre for overløpet forblendes med blokker fra den eksisterende muddammen. For å få etablert murverkets å ansees det nødvendig å anlegge nedstrøms skråning relativt bratt. Dette bidrar til at damkrona blir noe bredere enn hva som er normalt for nye massive betongdammer.

Ny dam anlegges med vertikal vannside, kronebredde på 4,5 m, samt en nedstrøms helning på 5:1. Topp damkrone anlegges på kote 449,50, toppkjørkant/ brystning på nedstrøms side legges på kote 449,65. Dammen forankres med fjellbolter $\varnothing 32$, med senteravstand 0,6 - 1,0 m for henholdsvis de høyere og lavere områdene.

Typisk snitt er vist på Figur 2-1.



Figur 2-1. Typisk snitt av damkonstruksjon.

Dammen føres inn til synlig berg i venstre vederlag. Mot høyre vederlag går eksisterende dam over i tilstøtende terreng. Dammen føres så langt inn i terrenget på høyre side som vurderes nødvendig med

tanke på tetning/lekkasjevei. Det forutsettes at dette blir omtrent til veikrysset, ca. 15 m til høyre for dagens flomløp. Her er terrenget på nedstrøms side omtrentlig flatt og ligger på samme nivå som på oppstrøms side. Lekkasjeveien i nivå med HRV vil her være lang, over 20 m. Terrenget i området heves noe, slik at det minimum blir liggende på 449,5, tilsvarende nivået på topp dam.

Utførte grunnundersøkelser indikerer en maksimal dybde til fjell på 7,7 m, med en gjennomsnittlig dybde til fjell på ca. 5 m. Overgangen til fjell er usikker i de dypeste områdene, da det er uklart om man i disse partiene boret gjennom harde løsmasser eller berg. Fjellet kan således ligge høyere, men representerer i så fall oppsprukket/forvitret fjell.

Basert på grunnundersøkelsene må det regnes med at fjellet kan være noe oppsprukket i fundamentet. Synlig berg i området ved overløpet underbygger dette, da det observeres en del sprekkesystemer. Løst og dårlig berg vil bli fjernet i forbindelse med avdekking og det tas høyde for at injisering av fundamentet må gjennomføres. Endelig behov og omfang avgjøres ved avdekking.

2.2 Nytt flomløp

Eksisterende overløp rives i sin helhet. Det etableres en ny massiv overløpsterskel med lengde 9,5 m, oppstrøms en ny bro, se Figur 2-2 og Figur 2-3. Topp overløpskronen anlegges på samme nivå som dagens HRV (kote 448,50). Terskelen støpes mot utstikkende vangemurer på hver side som adskiller konstruksjonen mot tilstøtende oppstrøms tilbakefylling av løsmasser mot dammen.

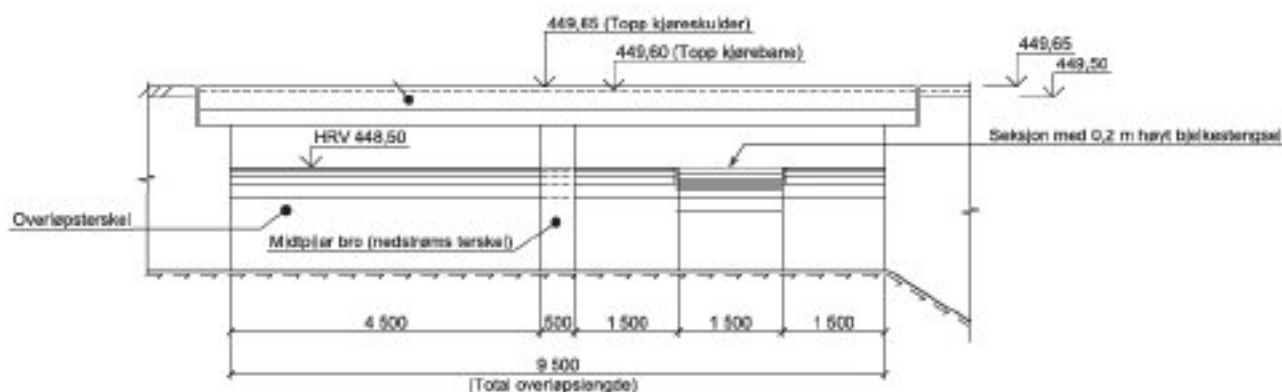
Dameier ønsker å ha muligheten til å enkelt kunne senke nivået for HRV i fremtiden. En senking av HRV kan være aktuelt da enkelte hytteeiere rundt magasinet har problemer med vann ved større flommer. Det legges derfor opp til at deler av overløpsterskelen etableres med en bjelkestengsel i stål. Bjelkestengselet blir 1,5 m langt og 0,2 m høyt. Ved en eventuell fremtidig permanent senkning av HRV kan bjelkestengselet fjernes.

Nedstrøms bro er ikke detaljprosjektert i forbindelse med teknisk plan. Terskelen plasseres uansett så langt oppstrøms broen at vannnivået ved flom ikke vil ta opp i brodekket. En sannsynlig vannlinje ved DFV fremkommer av vedlagte tegninger. Broen vil trolig anlegges med en midtpilar. Denne blir liggende midt i flomløpet og avrundes for å sikre best mulige strømningsforhold.

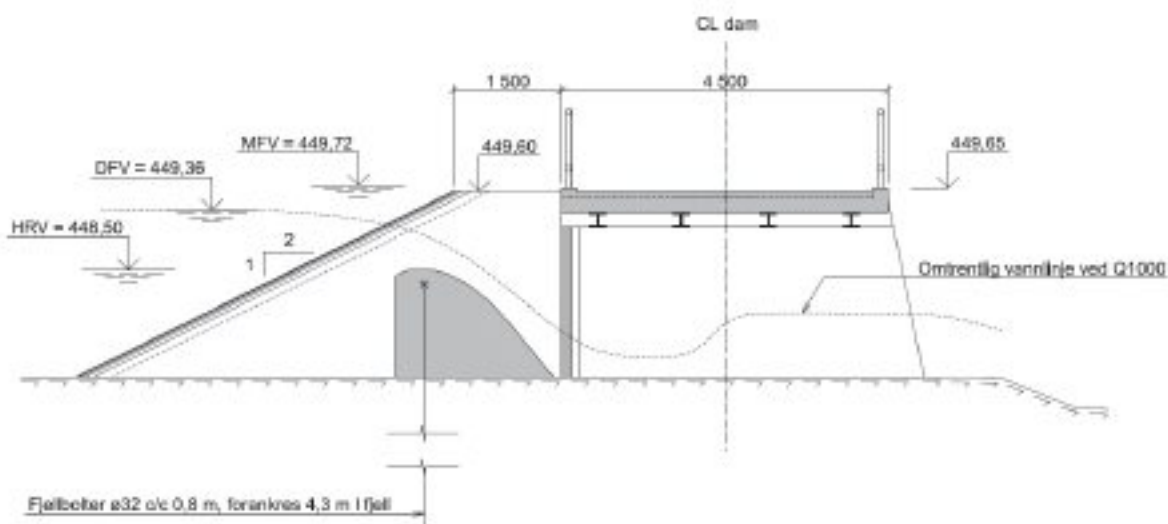
Ledemuren i yttersvingen til eksisterende kanal nedstrøms dammen beholdes. Ny ledemur etableres i innersving. Det etableres i tillegg en mer markant flomløpskanal på nedsiden av ny dam. Bunn og deler av sidene erosjonssikres med blokk (d ~ 0,5 m) der kanalen er anlagt på løsmasser.

Det gjøres ingen store endringer av overløpslengden. Avløpsforholdene vurderes derfor ikke å endres i særlig grad etter ombygging.

Ytterligere detaljer fremkommer av vedlagte tegninger.



Figur 2-2. Romløp, oppriss luftside. (NB: Endelig broløsning kan variere).



Figur 2-3. Romløp, snitt. (NB: Endelig broløsning kan variere).

2.2.1 Beregning av nye flomwannstander

Siden det skal etableres et nytt overløp, er det utført en ny routing av aktuelle flommer for nytt anlegg. Beregningene tar utgangspunkt i samme metoder og feltparametere som flomberegningen fra 2018 (kap. 1.6).

Flomløpets utforming som vist på tegning TP001 og TP002 er lagt til grunn for ny routing.

Beregningene er utført for følgende situasjoner:

- Q₁₀₀₀
- Q₁₀₀₀ inkl. 25 % tilstopping
- Q₁₀₀₀ inkl. 40 % klimapåslag
- Q₁₀₀₀ inkl. 40 % klimapåslag og 25 % tilstopping
- Q_{PWF}

For dimensjonering av ny dam har dameier valgt å legge til grunn Q_{1000} inklusiv 40 % klimapåslag. Det planlegges å etablere lense i forkant av overløpet, slik at tilstopningsgraden regnes å kunne reduseres til maksimum 25 % ved beregning av dimensjonerende flom.

Resultatene er sammenstilt i Tabell 2-1 (ytterligere informasjon samt nye avløpskurver fremgår av Vedlegg 2).

Tabell 2-1. Beregning av nye flom vannstander.

Gjerdingen (HRV = 448,50)	Vannføring (m ³ /s)		Flomvannstand (m.o.h)	Flomstigning (m)
	Tiløp	Avløp		
Q ₁₀₀₀	30,3	8,2	449,10	0,60
Q ₁₀₀₀ + 25 % tilstopping	30,3	7,1	449,16	0,66
1,4x Q ₁₀₀₀	42,5	12,6	449,28	0,78
1,4x Q ₁₀₀₀ + 25 % tilstopping ¹⁾	42,5	11,0	449,36	0,86
Q _{MFV}	75,8	27,0	449,72	1,22

¹⁾ Benyttet som dimensjonerende situasjon i bredde og tilstand (DFV).

Følgende dimensjonerende vannstander legges til grunn ved ombygging:

- DFV = 449,36
- MFV = 449,72

Topp av ny dam anlegges på kote 449,50, med nedstrøms brystning på kote 449,65 over store deler av dammen. Beregningene viser at ny dam har tilstrekkelig fribord til å avlede dimensjonerende flom uten at damkrona overtoppes. Damkrona vil også ha tilstrekkelig fribord mot dimensjonerende flom tillagt 40 % klimapåslag og 50 % tilstopping, jf. tall i vedlegg 2.

Ved MFV vil nedstrøms brystning overtoppes med 0,07 m. Ny dam er fundamentert på fjell. Forholdet er ikke av dam sikkerhetsmessig betydning.

I vedlegg 2 er det i tillegg utført beregninger av nødvendig avstand mellom terskel og brobane, påvikning av ombyggingen på mindre flommer (Q₁₀), og en routing for en eventuell fremtidig situasjon hvor HRV er senket med 0,2 m.

2.3 Instrumentering

Vannstanden i magasinet logges automatisk og oversendes til VAV sin driftssentral. Loggeren videreføres.

Detsøkes om dispensasjon fra kravet til registrering av lekkasjer og deformasjoner, se kapittel 4.

2.4 Tappeluker Gjerdingen

2.4.1 Funksjon

Detskal etableres 2 stk. nye luker med samme dimensjon som eksisterende luker og som erstatning for disse.

Lukene får samme funksjon som i dag med overføring av vann via tunnel til Daltjuven, og som bidrag til beredskapsmessig senking av magasinet.

2.4.2 Arrangement og utførelse

Arrangement for nye tappeluker er vist på vedlagte tegning TP003. Hoveddata for nye luker er vist i Tabell 2-2.

Tabell 2-2. Hoveddata for nye bunn tappeluker Gjerdingen.

Hoveddata	
Luketype	Glideluker, 2 stk. parallelle
Lysåpning b x h (per luke)	0,75 x 1,5 m
Bunnterskel kote	441,75 (antatt lik LRV)
Karakteristisk vanntrykk terskel ved DFV:	7,61 mVs
Karakteristisk vanntrykk terskel ved HRV:	6,75 mVs
Mansvrering	Dobbeltvirkende hydraulisk sylinder
Bruddkonsekvensklasse	3

Utførelse:

Nye tappeluker plasseres på samme sted som eksisterende luker.

Alle komponenter for eksisterende luker demonteres, inkludert føringer, opptrekk og skruespill med fundamentrammer.

Nye glideluker utføres av massiv stålplate i rustfritt stål. Lukebladet utstyres med glidelister på nedstrøms side som overfører kreftene inn i føringene og videre over i betong og murverk. Glidelistene utføres av komposittmateriale, type Orkot eller tilsvarende, og glidelistene fungerer også som tetningslister.

Som topptetning monteres samme list som for glidelistene. Underkant luke fungerer som tetning mot bunnstokk.

Lukenes føringsrammer med sideføringer, topp- og bunnstokk utføres i rustfritt stål. Disse forankres til innstøpte montasjebolter i eksisterende mur- / betongpropp, og støpes deretter inn i en ny påstøp. Lukeføringene vil ha en høyde på ca. 3,4 m og vil bli innstøpt i hele høyden. Lukene vil stå i lukeføringene i helt åpen stilling.

Det monteres nye rustfrie opptrekkstenger, som kobles til opptrekksøre på lukene og øre på hver sin hydraulikksylinder.

Nødvendige støttelager monteres for å hindre knekk på opptrekkstang ved nedkjøring av lukene. Disse lages også i rustfri utførelse.

Lukene skal mansvreres av nye dobbeltvirkende hydrauliske sylindere med rustfri hardforkrommet stempelstang. Sylindrene monteres sentrisk over lukene og festes til nye fundamentrammer forankret til lukehusgulv / betong.

Sylindere utstyres med målestav for kontinuerlig visning av lukeposisjon.

Det skal leveres nytt hydraulisk aggregat, felles for begge tappeluker.

Styreskapet utrustes med nødvendige komponenter for lokal kjøring og vender for mulighet for fjernstyring.

Ved DFV vil vannstanden stå ca. 0,38 m over topp av gulvet i lukehuset. Aggregat, styreskap og kabler heves opp tilstrekkelig fra gulvet slik at det ikke blir utsatt for vann ved DFV.

Som adkomst fra lukehusgulv ned til topp lukepropp, vil det bli etablert ny leder for sikker adkomst i sjakt.

Alle komponenter for nye luker som er dykket i sjakt er i rustfri utførelse. Dette gjør at behov for fremtidig vedlikehold av disse komponenter er begrenset til et minimum.

2.5 Tappeluker Daltjuven

2.5.1 Funksjon

Det skal etableres 2 stk. nye parallelle luker med samme dimensjon som eksisterende luker og som erstatning for disse fra 1908.

Lukene får samme funksjon som i dag med overføring av vann via tunnel ned til Sandungen.

2.5.2 Arrangement og utførelse

Arrangement for nye tappeluker er vist på vedlagte tegning TP003 (arrangement for Gjerdingen og Daltjuven vil være likt). Hoveddata for nye luker er vist i Tabell 2-3.

Tabell 2-3. Hoveddata for nye bunntappeluker Daltjuven.

Hoveddata	
Luketype	Glideluker, 2 stk. parallelle
Lysåpning b x h (per luke)	0,75 x 1,5 m
Bunnterskel kote	438,0 (Antatt lik LRV)
HRV	444,5
Karakteristisk vanntrykk terskel ved DFV:	6,84 mVs
Karakteristisk vanntrykk terskel ved HRV:	6,5 mVs
Mansvrering	Dobbeltvirkende hydraulisk sylinder
Bruddkonsekvensklasse	3 (antatt følger samme klasse som Gjerdingen)

Utførelse:

Eksisterende luker på Daltjuven og Gjerdingen er identisk i utførelse, og derfor blir også de nye lukene på begge anleggene utført identiske.

Beskrivelsen av lukene på Gjerdingen gjelder derfor også for Daltjuven.

Det er ikke strømtilførsel i lukehuset på Daltjuven, derfor må det hydrauliske aggregatet kjøres med strømforsyning fra bensinaggregat. Lukene kjøres kun lokalt fra lukehus.

Hydraulikk aggregat og el-skap utrustes for øvrig som på Gjerdningen med tanke på fremtidig permanent strømforsyning.

2.6 Annet

Bjelkestengsel inntak Gjerdningen:

Dameier ønsker å etablere arrangement for nedsetting av bjelkestengsel i front av inntaket til tappelukene ved Gjerdningen. Bjelkestengselet ønskes med tanke på at man da kan gjennomføre tørrlagt tunnelinspeksjon og inspeksjon av nedstrøms side av lukene med to stykk barrierer uten at man må senke magasinet ned mot LRV.

Inn til inntaket er det etablert en delvis utsprenget og delvis oppmurt forskjæring. De nærmeste meterne inn til inntaket er fjellskjæringen på sitt høyeste og her kan det trolig anlegges et relativt beskjedent arrangement. Det planlegges å støpe sideføringer fra LRV og så langt opp det lar seg gjøre i kanalen (antatt topp bjelkestengsel ca. 1,5 m under HRV).

Spennet til bjelkestengselet må tilpasses eksisterende kanal, der bredden til denne er ukjent. Det tas utgangspunkt i at bredden til bjelkestengselet ikke blir mindre enn 1,5 m (tilsvarer 2 x lukeåpning), og maksimalt 2,5 m bredt.

Ved slike spenn kan bjelkestengselet bygges opp av hulprofiler i aluminium 100x100x5 mm. Hulprofilene er lette slik at de er enkle å håndtere for dykker. Arrangementet utføres med rustfrie føringer og bunnstokk. Endelig arrangement dimensjoneres av entreprenør. Prinsippet vises på vedlagte tegning TP004.

Avhengig av de stedlige forhold kan det være aktuelt å anlegge stengselet helt inn mot tunnelåpningen inn mot lukesjakt. Det kan da være mulig å etablere en topptetning slik at man ikke er avhengig av å senke magasinet ved fremtidige tørrlagte inspeksjoner av luke og tunnel. Dette vurderes når området tørrlegges. Endelig løsning kan dermed avvike noe fra hva som vises på tegning TP004.

Tapperør minstevannføring:

Dameier ønsker å etablere et tapperør gjennom dammen for bruk ved tørre perioder sommerstid hvor vannstanden synker under HRV. Det er ikke pålagt minstevannføring i bekken.

Det planlegges å etablere et 200 mm rør gjennom dammen som ender ut i nedstrøms bekk. Tapperøret blir ikke liggende lavere enn ca. kote 445, slik at det omtrentlig flukter med den nye kanalbunnen rett nedstrøms dammen.

Det etableres ventiler i en egen ventikum nedstrøms dammen for regulering. Røret er vist på tegning TP001.

3 Beregninger og dokumentasjon

3.1 Stabilitetsberegninger dam

3.1.1 Generelt

I forbindelse med utarbeidelse av teknisk plan er det gjennomført stabilitetsberegninger av ny dam. Følgende snitt er kontrollert

- Dam: $H = 7,7$ m
- Dam: $H = 3,5$ m
- Overløp: $H = 1,5$ m
- Overløp: $H = 1,0$ m

3.1.2 Stabilitetskriterier

Stabilitetsberegninger er utført med utgangspunkt i NVEs Retningslinjer for betongdammer, utgave 2, datert oktober 2005, samt notat fra NVE datert 6. desember 2012 med tittelen «Glidekontroll for betongdammer uten medvirkende fjellbolter». Lastsituasjoner og laststørrelser er fastsatt i samsvar med NVEs Retningslinje for laster og dimensjonering, utgave 1, datert 15. desember 2003.

Gjeldende stabilitetskriterier for gravitasjonsdammer i mur og betong er oppsummert i tabellen under. Beregninger av stabilitet gjennomføres i brudd- og ulykkestilstand der last- og materialfaktor settes lik 1,0.

Grensetilstander	Last situasjon	GLIDNING Sikkerhetsfaktor	VELTING Resultant fra nedstrøms stå
Brudd	HRV + istrykk	$> 1,5$	$> 1/3 B$
	DFV	$> 1,5$	$> 1/3 B$
Ulykke	DFV uten bolter	$> 1,1$	$> 1/12 B$
	Ulykkesflom	$> 1,1$	$> 1/6 B$
	Jordskjelv, retur 475 år	$> 1,1$	$> 1/6 B$

Tabell 3-1. Kriterier for stabilitet av gravitasjonsdam, $B = b$ bredden av tverrsnittet m ot fundamentet.

3.1.3 Laster og forutsetninger

Stabilitetsberegningene er utført for følgende lasttilfeller:

- HRV kt 448,50 + istrykk
- Dimensjonerende flomvannstand inkl. klimapåslag og tilstopping på kt. 449,36 ($1,4 \times Q_{1000}$ inkl. 25 % tilstopping)
- Ulykkesflom på kt. 449,72 ($Q_{P=1\%}$)

Dammene er også kontrollert for jordskjelv, samt en tilleggskontroll av stabilitet ved DFV uten bolter for tverrsnitt større enn 2 m:

- Jordskjelv opptredende ved HRV med returperiode 475 år, jf. forutsetninger i avsnitt 3.1.3.1.

- Dimensjonerende flomvannstand inkl. klimapåslag og tilstopping på kt 449,36 ($1,4 \times Q_{1000}$ inkl. 25 % tilstopping) uten medvirkning fra bolter

Følgende forutsetninger er benyttet i beregningene:

- Istrykk: Det forutsettes et istrykk tilsvarende 100 kN/m som angriper 0,25 m under HRV. Det benyttede istrykk ansees som konservativt for de deler av betongdammen som blir nedfylt på oppstrøms side. Her vil skråningen anlegges med en slak helning, og med en slik utbredelse, at mye av istrykket ikke vil overføres til betongdammen.
- Egenvekt: Det regnes med en tyngdetetthet på 23 kN/m³ for ny betongdam. Tverrsnittsareal og tyngdepunkt er hentet fra DAK tegneprogram, som vist i beregningene.
- Poretrykk: Det regnes fullt poretrykk i dammens strekksone og lineært avtagende poretrykk i trykksone.
- Bolter: Nye bolter forankres tilstrækkelig i fast fjell og antas utnyttet til 180 MPa.
- Friksjonsvinkel: Berggrunnskart fra NGU beskriver bergarten i området som syenitt. Selv om synlig berg i området har enkelte sprekkesystemer vurderes kvaliteten generelt å være god. Det forutsettes normalt godt fjell med friksjonsvinkel på 45 grader mellom betong og fundament.
- Fundamenthelning: Horisontalt (antatt)
- Bakvannstand: Det er ikke regnet med bakvannstand. Medregning av eventuell bakvannstand er av mindre betydning og vil ikke påvirke konklusjonene fra stabilitetskontrollen.

3.1.3.1 Jordskjelvberegninger

I henhold til "Retningslinje for laster og dimensjonering" - NVE 2003 skal dammer i bruddkonsekvensklasse 3 og 4 kontrolleres for jordskjelvlaster. Beregning av seismiske tilleggslaster er basert på NS-EN 1998-1, «Prosjektering av konstruksjoner, for seismisk påvirkning».

Dammen er kontrollert for et jordskjelv med returperiode 475 år og med en seismisk faktor på 2,0. Sonekart for jordskjelv i Norge i Nasjonalt tillegg til NS-EN 1998-1 viser at dammen ligger i et område med angitte maksimale akselerasjoner i grunnen på 0,55 m/s² for en returperiode på 475 år.

Jordskjelv forutsettes å opptre ved en magasinvannstand tilsvarende HRV uten samtidig opptredende istrykk.

Stabilitetskontroll mot jordskjelv er utført ved å påføre dammen følgende tilleggslaster:

- Seismisk tilleggslast fra vanntrykk mot dammen (P). Lasten angriper vinkelrett mot oppstrøms flate normalt på damaksen i en avstand over fundamentet tilsvarende 40 % av vandybden i kontrollsnittet.
- Seismisk horisontal tilleggslast på grunn av massekrefter i dam (P_{mx}). Lasten angriper i dammens tyngdepunkt med retning i vannets strømningsretning normalt på damaksen.
- Seismisk vertikal tilleggslast på grunn av massekrefter i dam (P_{mz}). Lasten angriper vertikalt oppover i dammens tyngdepunkt og bidrar til å redusere egenvekten ved konstruksjonen.

Vertikal vannlast motskrå oppstrøms side beregnes på samme måte som for massekrefter i dammen.

Samtlige tilleggslaster forutsettes å opptre samtidig i følgende to alternative kombinasjoner for hvert av de kontrollerte damtverrsnitt:

- Kombinasjon A: $P + P_{mx} + 0,3 \times P_{mz}$
- Kombinasjon B: $P + 0,3 \times P_{mx} + P_{mz}$

Stabilitet kontrolleres i ulykkesgrensetilstand for hver av de overnevnte lastkombinasjoner, kun den lastkombinasjon som gir lavest beregnet sikkerhet er presentert i tabellform.

3.1.4 Resultater

For stabilitetskontrollen er det benyttet et regneark som er utarbeidet av Norconsult AS, der sammendrag fra beregningene er gitt nedenfor. Beregningene som helhet følger som vedlegg til rapporten.

Tabell 3-2. Dam , tverrsnitt H = 7,7 m . Bolter $\varnothing 32$ senteravstand 0,6 m .

Lasttilfelle	Grense-tilstand	Sikkerhet mot glidning		Resultantens beliggenhet		Kommentar
		Resultat	Krav	Resultat	Krav	
HRV + is	Brudd	1,99	> 1,5	2,14	> 2,01=B/3	Ok
DFV	Brudd	2,12	> 1,5	2,56	> 2,01=B/3	Ok
MFV	Ulykke	1,97	> 1,1	2,42	> 1,01=B/6	Ok
DFV u/bolter	Ulykke	1,26	> 1,1	1,38	> 0,50=B/12	Ok
Jordskjelv	Ulykke	1,88	> 1,1	2,34	> 1,01=B/6	Ok

Tabell 3-3. Dam , tverrsnitt H = 3,5 m . Bolter $\varnothing 32$ senteravstand 1,0 m .

Lasttilfelle	Grense-tilstand	Sikkerhet mot glidning		Resultantens beliggenhet		Kommentar
		Resultat	Krav	Resultat	Krav	
HRV + is	Brudd	2,77	> 1,5	2,61	> 1,73=B/3	Ok
DFV	Brudd	4,93	> 1,5	3,01	> 1,73=B/3	Ok
MFV	Ulykke	4,23	> 1,1	2,95	> 0,87=B/6	Ok
DFV u/bolter	Ulykke	3,53	> 1,1	2,25	> 0,43=B/12	Ok
Jordskjelv	Ulykke	4,64	> 1,1	2,98	> 0,87=B/6	Ok

Tabell 3-4. Ove løp , tverrsnitt H = 1,5 m . Bolter $\varnothing 32$ senteravstand 0,8 m .

Lasttilfelle	Grense-tilstand	Sikkerhet mot glidning		Resultantens beliggenhet		Kommentar
		Resultat	Krav	Resultat	Krav	
HRV + is	Brudd	1,70	> 1,5	1,08	> 0,73=B/3	Ok
DFV	Brudd	7,57	> 1,5	1,70	> 0,73=B/3	Ok
MFV	Ulykke	6,06	> 1,1	1,68	> 0,36=B/6	Ok
Jordskjelv	Ulykke	12,34	> 1,1	1,73	> 0,36=B/6	Ok

Tabell 3-5. Overløp, tverrsnitt $H = 1,0$ m. Bolter $\varnothing 32$ senteravstand 0,8 m.

Lasttilfelle	Grense-tilstand	Sikkerhet mot glidning		Resultantens beliggenhet		Kommentar
		Resultat	Krav	Resultat	Krav	
HRV + is	Brudd	1,65	> 1,5	0,90	> 0,57=B/3	Ok
DFV	Brudd	12,45	> 1,5	1,32	> 0,57=B/3	Ok
MFV	Ulykke	9,67	> 1,1	1,31	> 0,28=B/6	Ok
Jordskjelv	Ulykke	24,35	> 1,1	1,33	> 0,28=B/6	Ok

3.2 Tappekapasitet

Tappekapasitet eksisterende system:

For dammer i klasse 3 stilles det krav til senkehastighet ved midlere tilsig. Anlegget skal ha mulighet til å senke magasinet med minimum 0,5 m/døgn ned til et nivå tilsvarende 5 m under HRV.

Magasinet til Gjerdingen kan senkes ved hjelp av tappelukene i front av overføringstunnelen til Daltjuven. Ifølge tappekurver i lukehuset er oppgitt kapasitet til en luke ved HRV = 6,84 m³/s. Kapasiteten til systemet er imidlertid begrenset av nedstrøms tunnel, samt at utløpet i Daltjuven ligger dykket.

Det er gjennomført egne beregninger for å kontrollere kapasiteten til tunnelsystemet, beregningsnotat ligger vedlagt. Det er her forutsatt at lukene ved Gjerdingen og Daltjuven åpnes samtidig i en beredskapssituasjon, ved en magasin vannstand på HRV i begge magasinene. Senkningshastigheten er oppsummert i Tabell 3-6.

Tabell 3-6. Senkehastighet gjennom tunnelsystemet.

Døgn	Total senkning (m)	Gj. snittlig senkningshastighet (m/døgn)	Vannstand Gjerdingen (moh.)	
1	0,08	0,08	448,42	Beregningene gir en kapasitet på ca. 3,0 m ³ /s ved HRV, med en maksimal vannføring på 3,8 m ³ /s etter ca. 8 døgn.
2	0,16	0,08	448,34	
3	0,24	0,08	448,26	Gjennomsnittlig senkehastighet er ca. 0,09 m/døgn for de 5 første døgnene som vist i tabellen. For å tilfredsstille kravet til 0,5 m/døgn kreves en tappekapasitet på rundt 15 m ³ /s.
4	0,34	0,09	448,16	
5	0,43	0,09	448,07	
6	0,53	0,10	447,97	
7	0,62	0,10	447,88	
8	0,72	0,10	447,78	
9	0,81	0,10	447,69	
10	0,91	0,10	447,59	

Vurdering av tiltak for å øke kapasiteten:

Som resultatene i Tabell 3-6 viser er nedtappingskapasiteten til eksisterende system svært begrenset.

For å øke kapasiteten er det sett på mulighetene for å legge et eget tapperør gjennom ny betongdam.

Basert på oversendte innmålinger fra Terrateckan det virke som om eksisterende magasinbunn i front av dammen ikke ligger lavere enn ca. kote 445,00 før den knekker kraftig av ut mot dypere vann. Det antas magasinbunnen er fjell i dette området. Terrenget på nedstrøms side av dammen ligger også på kote 445,00 ved dammens dypløp. Det forutsettes dermed at det er vanskelig å legge tapperøret noe særlig lavere enn kote 445,00.

Med forutsetning om ca. 3,5 m trykksyde og en rørlengde på ca. 50 m er det utført kapasitetsberegninger for ulike rørdimensjoner.

Under følger en oppsummering av kapasiteten og hvor mye ekstra senkning av magasinet man får ved de ulike rørdiametrene.

Tabell 3-7. Økning i senkningshastighet ved tapperør med ulike diametre og 3,5 m vanntrykk.

Diameter (m)	Maksimal vannføring (m ³ /s)	Maksimal senkning/døgn (m)
0,5	0,94	0,02
0,8	2,85	0,07
1,0	4,25	0,11

Resultatene viser at rørene i liten grad vil bidra til å øke kapasiteten. Det vil trolig heller ikke være aktuelt å benytte rørstørrelser på rundt 1,0 m eller større. Tappekapasiteten vil da nærme seg dimensjonerende flom i vassdraget (5,2 m³/s) og man vil fortsatt være svært langt unna å tilfredsstille forskriftskravene.

Detsyntes derfor mest hensiktsmessig å søke NVE om dispensasjon fra kravene til beregningsmessig nedtapping (se kapittel 4).

3.3 Dimensjonering av luker

Dimensjonering av nye bunttappeluker skal utføres iht. Damsikkerhetsforskriften og NVEs "Retningslinjer for Stenge- og tappeorganer, rør og tverslagsporter", 2011. Herunder materialkoeffisienter, lastkoeffisienter, sikkerhetsfaktorer, spillkapasitet, etc.

Nytt lukearrangement, inklusiv opptrekk, utformes og dimensjoneres for ensidig karakteristisk terskeltrykk ved DFV i bruddgrensetilstand. Påslag til karakteristisk manøvreringskraft skal være iht. NVEs retningslinjer, dvs. påslagsfaktor på 1,0 skal benyttes for glideluke manøvrert med ensidig vanntrykk.

Det vil ikke virke istrykk mot lukene.

Dimensjonering av lukekonstruksjon og manøvreringsutstyr vil gjennomføres av lukeleverandør i forbindelse med detaljprosjektering av nye glideluker. I denne sammenheng dimensjoneres også bjelkene i bjelkestengselet.

Dimensjoneringen vil kontrolleres av fagansvarlig for fagområde III. Tegninger og beregninger kan ønskelig oversendes NVE etter at fagansvarlig har utført kontroll.

4 Dispensasjonssøknad

4.1 Bakgrunn

§7-2 i gjeldende damssikkerhetsforskrift (2010) stiller krav om måling av vannstand, lekkasje og deformasjoner for en betongdam i klasse 3 fundamentert på fjell. Dette er en vesentlig skjerping av kravene som gjaldt i perioden 2000-2010, gjengitt i "Retningslinje for overvåking og instrumentering av vassdragsanlegg" (2005). I retningslinjens kap 3.1 blir det kun stilt krav til betongdammer som er fundamentert på løsmasser eller berg med utpregede svakhetssoner. Det står også at "det er ingen generelle krav til instrumentering av gravitasjonsdammer".

Generelt er Norconsults formening at gjeldende krav fører til unødvendig omfattende instrumentering av mindre betongdammer. Forskriften skiller ikke på damtype eller høyde, og i liten grad på klasse. Det er etter vår vurdering ikke naturlig at det stilles samme krav til lekkasjemåling for en 3 m høy gravitasjonsdam i klasse 2 som en høy plate- eller hvelvdam i klasse 4. Norconsult mener derfor at det er grunnlag for å benytte skjønn når det kommer til kravene i damssikkerhetsforskriftens § 7-2.

§5-9 i damssikkerhetsforskriften stiller krav til senkehastighet av magasinet i en fare- eller ulykkessituasjon. Forskriften skiller igjen i liten grad mellom damtype eller høyde, slik at kravene er like for en 5 m høy massiv betongdam som for en 50 m høy fyllingsdam i samme klasse. Dette kan ført gi urimelige krav for lave dammer i høye konsekvensklasser, hvor også det oppdemmede magasinet er stort sett i forhold til størrelsen på dammen. Forskriften åpner for å redusere kravene for store magasin, noe som Norconsult mener vil være riktig for Gjerdingen.

4.2 Deformasjonsmålinger

Damssikkerhetsforskriften stiller krav til måling av deformasjoner for betong- og murdammer i klasse 3 og 4. Gjeldende retningslinje angir ikke hyppighet for deformasjonsmålinger av gravitasjonsdammer fundamentert på god berggrunn. For tilsvarende damtype med dårligere fundamentering er kravet at innmåling skal utføres ved hvert hovedtilsyn, som ved Gjerdingen skal gjennomføres minst hvert 5 år.

Dette kravet er etter vårt skjønn beregnet på høyere hvelv- og platedammer, ikke gravitasjonsdammer. For en ny, lav, massiv gravitasjonsdam i betong med svært massivt tverrsnitt fundamentert på godt fjell synes deformasjonsbolter å være lite hensiktsmessig. Dammenes lave høyde og fundamentering på fjell gjør at eventuelle deformasjoner antas å være neglisjerbare.

Stabilitetsberegningene viser at det for alle lasttilfeller er trykk i betong og fjellfundament og tilhørende spenninger vil være meget beskjedne. Videre er ikke den massive damkonstruksjonen særlig ømfintlig for mindre deformasjoner.

All betong som benyttes i dag kontrolleres og godkjennes med hensyn på maksimalt tillatt alkaliinnhold for produksjon av ikke-alkalireaktiv betong. Således er det heller ikke fare for deformasjoner/oppsprekking grunnet alkalisk reaksjoner.

Dersom det (hypotetisk) skulle oppstå en situasjon med deformasjoner i dammen (f.eks. som følge av langt større poretrykk eller istrykk enn dammen er dimensjonert for), så kan ikke Norconsult se at innmåling av 2-3 bolter på damkronene hvert 5 år vil øke sikkerheten ved anlegget.

Dispensasjon fra deformasjonsmålinger har vært gjort ved lignende nye massive betongdammer ved f.eks. Steinbruvann og Breisjøen. Norconsult mener de samme vurderingene og argumentene bør kunne legges til grunn også ved Gjerdingen.

4.3 Lekkasjemålinger

Forskriftene stiller krav til måling av lekkasjer for betongdammer i klasse 3. Iht. gjeldende veileder for overvåking (2019) skal lekkasjer måles for dammer i klasse 2-4.

Gjerdingen har noe spesielle forhold ved at flomløpskanalen renner nedstrøms store deler av damtåa. Eksisterende kanal (og ny kanal) vil i de dypere partiene være etablert i løsmasser hvor kanalbunnen ligger betydelig høyere enn damfundamentet. Vann fra flomløpet vil trekke ned i underliggende masser og gjøre det vanskelig å skille vann fra flomløpet fra eventuelt lekkasjevann. Vannet fra flomløpet vil være klart dominerende og eventuelle mindre lekkasjer gjennom dammen vil i praksis være vanskelig å kartlegge. Gjerdingen reguleres også i liten grad slik at det i store deler av året vil renne vann i flomløpet.

Den nye dammen vil anlegges på fjell og med et svært solid tverrsnitt. Injeksjon av fundamentet gjennomføres om nødvendig. Videre er dammen relativt lav med en maksimal trykkehøyde ved HRV ned til det dypeste punktet i fundamentet på ca. 6,6 m. Alle vertikale støpeskjøter utføres med waterstop og motfundamentet legges det et svellebånd som knyttes til waterstopen. Denne utformingen vil sikre at en eventuell lekkasje gjennom dammen vil være minimal.

Videre vil en mindre lekkasje gjennom dammen ikke ha noen konsekvenser, da hverken fundament eller damkonstruksjoner vil kunne ta skade av dette. Det er sannsynlig at en eventuell lekkasje vil være mer eller mindre konstant i dammens levetid, kun avhengig av variasjoner i magasinvannstand.

Basert på ovenstående er det Norconsults vurdering at lekkasjemålinger ved Gjerdingen er utfordrende å få til, samtidig som det ikke ansees å heve sikkerheten til anlegget i nevneverdig grad. Detsynes lite rasjonelt å etablere et system med ledemurer/drensrør og lekkasjemålekum som i svært stor grad vil influeres av vann i overløpet. Det vil være vanskelig å trekke konklusjoner om dammens faktiske lekkasjer (som forventes å være små og mest sannsynlig konstant) gjennom et slikt arrangement.

4.4 Beredskapsmessig nedtapping

I henhold til damsikkerhetsforskriften §5-9 skal dammer i klasse 3 ha tappeorgan som sikrer kontrollert senkning av magasinet i en fare- eller ulykkesituasjon. Kravet til senking ved midlere tilsig er ca. 0,5 m/døgn ned til 5 m under HRV.

Beskrivelse av tappearrangementet fremkommer av kapittel 1.4. Kapasiteten til systemet er beregnet i vedlegg 3 og oppsummert i kapittel 3.2. Gjennomsnittlig senkningshastighet for de øverste 5 meterne av magasinet er ca. 9 cm/døgn.

Som resultatene viser er senkehastigheten til tappelukene svært begrenset. Forskriftens krav til senkningsnivå og senkningshastighet viser seg av erfaring å være vanskelig å oppfylle for lave dammer med tilhørende stort magasinareal. Magasinet til Gjerdingen er det 3. største i Nordmarka, mens selve dammen er en lav og beskjeden konstruksjon.

Damsikkerhetsforskriften åpner opp for at kravet til nedtappingskapasiteten kan reduseres for store magasin. Norconsult mener dette bør legges til grunn for Gjerdingen der magasinet er stort sett opp mot dammens høyde og utstrekning. Tappeorganer vil få en relativt lav trykkehøyde, noe som gjør det utfordrende å oppnå tilstrekkelig kapasitet.

I kapittel 3.2 fremkommer det at dameier har vurdert å øke tappekapasiteten ut av anlegget ved å etablere ekstra tappeorgan gjennom dammen. Resultatene viser at eksempelvis et tapperør i liten grad vil bidra til å øke kapasiteten. Selv ved en rørdiameter på 1,0 m vil senkningshastigheten kun øke med ca. 0,11 m/døgn ved HRV, og fortsatt være langt unna å oppnå forskriftskravene. Vannføringen ut av tappeorgan med en slik størrelse vil i tillegg også nærme seg dimensjonerende flom i

vassdraget, noe som ikke er ønskelig. Det er dermed ansett som lite aktuelt å anlegge et ekstra tappeorgan gjennom ny dam.

Gjennomsnittlig trykkehøyde for ny dam vil være ca. 4 m ved HRV. I løpet av 10 døgn vil tappelukene i overføringstunnelen ha senket magasinet med ca. 0,9 m. Dammen vil dermed ha fjernet omtrentlig 23 % av vanntrykket. Dette vurderes som akseptabelt for anlegget.

4.5 Konklusjon

I samsvar med forskrift og sikkerhet ved vassdragsanlegg § 8-2 søkes det om dispensasjoner fra følgende bestemmelser i forskriften:

- § 5-9 Senking av magasin. (Gjelder krav til senkehastighet ved beredskapsmessig tapping)
- § 7-2 Overvåking. (Gjelder dispensasjon fra kravet til lekkasjemålinger).
- § 7-2 Overvåking. (Gjelder dispensasjon fra kravet til deformasjonsmålinger).

5 Gjennomføring av arbeidene

5.1 Generelt

Arbeidene planlegges utført i perioden mai/juni 2021 – september 2022.

Kort oppsummert omfatter arbeidene følgende hovedaktiviteter:

Felles:

- Nedtapping av Gjerdingen og Daltjuven til LR/V via overføringstunnelen til Daltjuven og videre til Sandungen.
- Etablering av rigg, drift av byggeplass og nedrigging ved Gjerdingen og Daltjuven.

Dam:

- Fjerne eksisterende damfylling, murdam og overløp.
- Eventuelt anlegge en fangdam oppstrøms området for ny dam.
- Avdekking, rensk av fjellfundament og eventuell injeksjon.
- Bygging av ny betongdam, nytt overløp og ny bro. Ny dam vil få omtrentlig samme senterlinje som eksisterende dam.
- Etablering av ledevegg nedstrøms overløpet.
- Tilbakefylling av masser mot opp- og nedstrøms side av ny dam, samt terrengtilpassing.
- Utbedre flomløpskanalen nedstrøms dammen med tydeligere kanalutforming og erosjonssikring.
- Generell opprydding og arrondering av anleggsområdet

Luker Gjerdingen og Daltjuven:

- Etablering av mindre fangdammer i front av inntaket til Gjerdingen og Daltjuven. Fangdammene anlegges med rørgjennomføringer for å håndtere tilsig.
- Riving av eksisterende luker, føringer, opptrekkstang og skruespill.
- Etablering av nye luker med nye føringer, opptrekkstang, støttelager og hydraulisk opptrekk. Lukeføringer settes i ny påstøp utenpå eksisterende mureverflate. Tilsiget ledes via rør gjennom ett lukeløp for så å veksle om til det andre når første luka er ferdigmontert.
- Støpe føringer for bjekkestengsel i front av inntaket til Gjerdingen.
- Fjerne fangdammer og utføre generell opprydding.

5.2 Forbileding av vann i byggeperioden

Alltilsig i byggeperioden skal håndteres via overføringstunnelene mellom Gjerdingen og Daltjuven, samt mellom Daltjuven og Sandungen. I de periodene lukene skal skiftes, samt at arrangementet for bjekkestengsel anlegges, vil det være nødvendig å bygge opp en liten fangdam i front av inntakene til tunnelene. Fra inntakene er det utført en sprengt kanal og forskjæring ut i magasinet. Fangdammene legges i front av forskjæringene og vil være av svært beskjeden utstrekning. Det legges rør gjennom fangdammene og forbi lukesjakta, slik at vannet forbiledes mens arbeidene med lukene og bjekkestengselet pågår.

Behovet for fangdam oppstrøms damstedet må avklares etter at magasinet senkes og oppstrøms magasinbunn tørrlegges. Det befinner seg en god del løsmasser og muligens en fjellrygg mellom dammen og inntaket til overføringstunnelen til Daltjuven. Terrengbunnen ligger en god del høyere enn LR/V, slik at behovet for en fangdam kan falle bort.

5.3 Dokumentasjon før bygging

I tillegg til teknisk plan vil det bli utarbeidet kontrollplan for utførelsen. Kontrollplanen vil bli ettersendt til NVE etter at entreprenør er valgt, men før permanente arbeider igangsettes. Av kontrollplanen vil det fremgå krav til organisering, kontroll, rapportering, sluttrapport etc.

De planlagte tiltakene vil medføre moderate terrenginngrep. Dammen ligger i hovedsak på allerede opparbeidede flater og områder. Ny dam vil tilnærmet følge linjeføringen til eksisterende dam og vil ikke beslaglegge nye uberørte områder. Det lages en arealdisponeringsplan hvorav inngrepsgrenser, berørte områder, lager, rigg etc. fremkommer. Samtidig vil det utarbeides en søknad for midlertidig nedtapping av magasinet i anleggsperioden hvor forhold til naturmiljø etc. blir behandlet.

6 Referanser og vedlegg

6.1 Referanser

1. Forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg (damsikkerhetsforskriften), NVE (2011)
2. Retningslinjer for betongdammer, NVE (2005)
3. Retningslinjer for flomløp, NVE (2005)
4. Retningslinje for laster og dimensjonering, NVE (2003)
5. Retningslinje for overvåking og instrumentering av vassdragsanlegg, NVE (2005)
6. Veileder for overvåking av vassdragsanlegg, NVE (2019)
7. Flomberegning for Maridalsvassdraget, Norconsult AS (2018)
8. Dam Gjerdingen. Forenklet revurdering, Norconsult AS (2019)
9. Revurdering. Dam Gjerdingen, CM Consulting (2007)

6.2 Vedlegg

1. Dambruddsbølgeberegninger for ombygd dam Gjerdingen
2. Routing nytt flomløp
3. Beregning av tappekapasitet til eksisterende tunnelsystem
4. Flomvannstand ved Daltjuven
5. Stabilitetsberegninger
6. Beregninger av nødvendig inngysningslengde fjellbolter
7. Tegninger
 - a. TP001 – Ombygging dam Gjerdingen. Plan og oppriss.
 - b. TP002 – Ombygging dam Gjerdingen. Snitt.
 - c. TP003 – Overføringstunnel Gjerdingen – Daltjuven. Utskifting luker. Arrangement.
 - d. TP004 – Overføringstunnel Gjerdingen – Daltjuven. Bjelkestengsel. Prinsipp.

Vedlegg 1

DBBB for ombygd dam Gjerdingen

Oppdragsgiver: Oslo VAV

Oppdragsnr.: 5193476 Dokumentnr.: 01

Til: Jørgen Lysgaard

Fra: Carolina Frias Uribe

Dato: 2020-05-28

► Dambruddsbølgeberegninger for ombygd dam Gjerdingen

Sammendrag

Dam Gjerdingen skal bygges om til en betongdam. Norconsult er engasjert av Oslo VAV til å vurdere dambrudd på dam Gjerdingen slik den vil være når dammen er ombygd.

Dam Gjerdingen er i dag plassert i konsekvensklasse 3. Hensikten med disse beregningene er å kontrollere om damklassen bør endres som følge av rehabilitering.

Basert på tilgjengelige hydrauliske modeller og oppdaterte beregningene konkluderes det at ombygging av dammen til en betongdam vil ikke endre dagens konsekvensklasse, dvs. dammen vil forbli i konsekvensklasse 3.

Innledning

Norconsult har i 2010 utført dambruddsbølgeberegninger for dam Gjerdingen [1]. Disse beregningene ble oppdatert med oppmålinger av noen profiler i Lillestrøm i 2015 [2]. Begge rapportene ble oppdatert i 2018 [3].

Vurderingene presentert i dette notatet er basert på de hydrauliske modellene brukt tidligere (2010 og 2015/2018). Den tidligere modellen er endret ved å legge til attholdsdammen ved Store Skillingen som overløp mot Harestuvatnet. Dette vil medføre en mindre demping av bruddbølgen gjennom Store Skillingen. Bruddforløpet til dam Gjerdingen er endret til bruddforløp for betongdammer.

I vurdering av konsekvensene nedover vassdraget er det i tillegg benyttet en hydraulisk modell laget i forbindelse med flomsonekartlegging langs Nitelva i 2017 [4].

Vurderingene er utført for brudd ved middelflom (Q_M) og 1000-årsflom (Q_{1000}).

Initiale betingelser

Vannføring langs vassdraget er hentet fra [1] og presenteres i Tabell 1.

Tabell 1 Vannføring langs vassdraget (m^3/s)

Profil	Middelflom (QM)		1000-årsflom (Q1000)	
	Lokal	Akkumulert	Lokal	Akkumulert
78.82	1,5	1,5	11	11
2464.68	4,5	6	21	32
7637.73	15	21	70	102
11989.39	4	24	17	120
15123.38	3	28	17	136
16077.92	2	30	11	147
20057.41	3	33	16	163
22409.17	4	37	18	181
26980.55	3	41	16	196
33290.77	4	45	21	219
39899.85	6	51	27	246
44406.58	7	58	35	281
49149.87	18	76	85	366

Initiale vannstander ved magasinene er presentert i Tabell 2. Det foreligger ikke flomberegninger for Store Skillingen og Harestuvatnet, og initialtilstand ved disse dammene er estimert basert på damtegnningene samt den hydrauliske modellen. For å finne initialvannføring ved middelflom er 1000-års tilløpsflom nedskalert med forholdstallet 3,18 (Q_{1000}/Q_M) og deretter rutet gjennom magasinet. Forholdstallet er basert på flomfrekvensanalyser benyttet i andre flomberegninger i Nordmarka.

Tabell 2 Initiale vannstander ved magasinene (moh.)

Magasin	Middelflom ¹ (QM)	1000-årsflom ² (Q1000)
Gjerdningen (P 78,82)	448,75	449,36
Skilling (P 6734,22)	248,38	248,87 ³
Harestuvatnet (P 7637,73)	234,76 ⁵	235,81 ^{4,5}

¹ Antatt 25 % tilstopning.

² Inkludert 40 % klimapåslag og 25 % tilstopning.

³ Det går noe vann over attholddammen og derfor er initialvannstanden lavere enn beregningene fra 2015/2018 (249,13 moh.).

⁴ Dammen ved Harestuvatnet er modellert med åpningene under vegbrua og derfor er initialvannstanden litt lavere enn beregningene fra 2015/2018 (235,93 moh.).

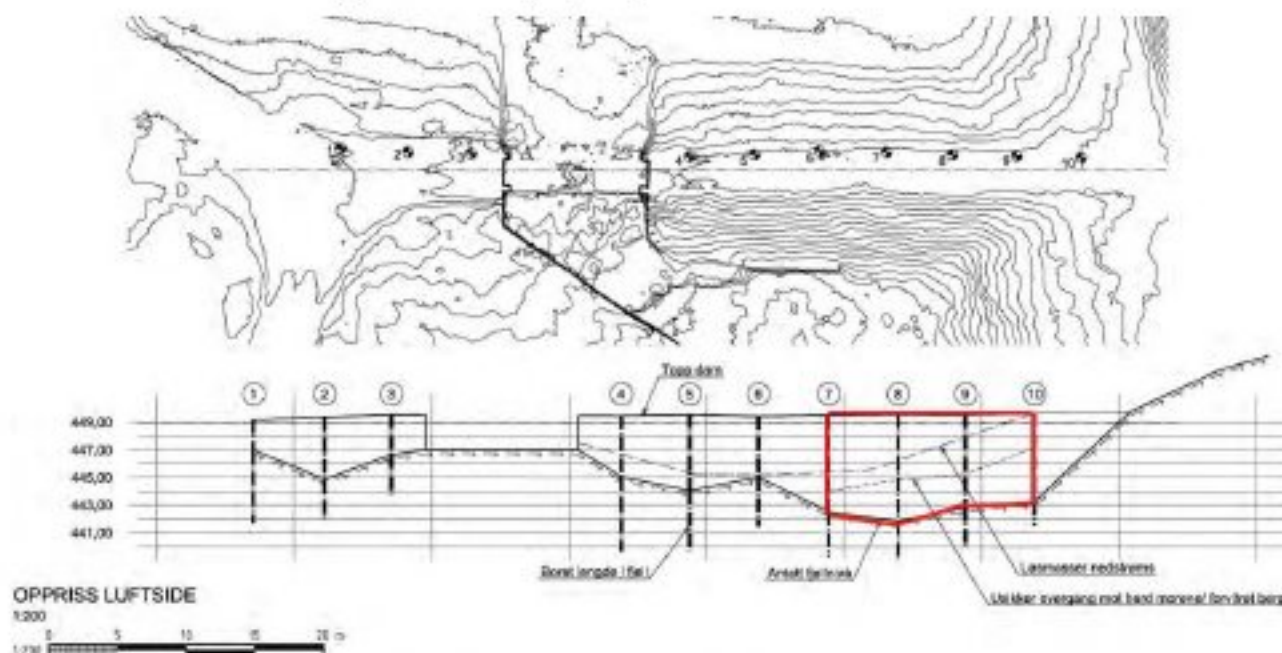
⁵ Høyt undervann sannsynligvis påvirker initialvannstand i magasinet.

Modellering av brudd

Gjerdingen

I tidligere beregningene ble bruddforløp for eksisterende dam Gjerdingen beregnet som en fyllingsdam. Dammen skal bygges om som en betongdam og det er derfor kjørt nye beregninger i henhold til NVEs retningslinjer. Det regnes med momentant brudd på de tre støpeseksjonene som gir størst bruddvannføring. Støpeseksjoner på ny dam Gjerdingen skal ha bredde på 6 meter.

Det er noe usikkerhet om damhøyde. Grunnundersøkelse har identifisert de mest sannsynlige bunnivåene av dammens fundament. Disse tilsier at det laveste punktet i damfundamentet ligger på kote 441,90 (se Figur 1). Det er antatt at bruddet vil skje over de 18 meterne som gir størst bruddvannføring (mellom ca. boringer 7 og 10). Figur 2 viser brudd på dam Gjerdingen som betongdam. For å ta hensyn til at fjellnivå varierer er det i modellen begrenset bruddåpning iht. profilet.



Figur 1 Dam Gjerdingen – fjellkontrollboringer og bruddåpning (tverrprofil sett motstrøms)



Figur 2 Modellering av brudd på dam Gjerdingen som betongdam (tverrsnitt sett medstrøms)

Store Skillingen

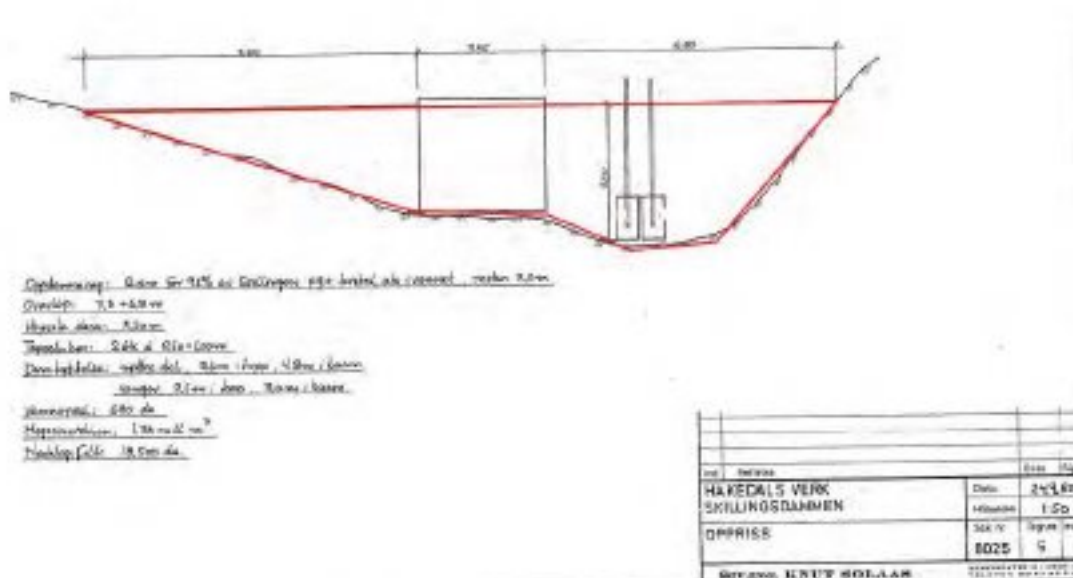
Skillingen er demmet opp av to dammer. Magasinarealet ved HRV (kote 247,8) er 0,7 km² og oppdemt volum er estimert til 1,4 mill.m³.

Hoveddammen er en steindam med fugemasse. Damkronen ligger på kote 248 og damlengde er 18,5 m. Høyde på dammen er 3,4 m. Det er et fløtingsløp i dammen, men dette antas å være stengt i beregningene, slik at vann bare kan renne over damkronen. Ved dominobrudd antas det at hele dammen går til momentant brudd (Figur 4).

Attholdsdammen er en fyllingsdam. Damkronen ligger på kote 248,75 og damlengde er ca. 180 m. Ved overtopping/brudd på attholdsdammen vil vannet gå en omvei ned til Harestuvatn og deretter Nitelva. Det regnes dominobrudd på hoveddammen da dette er mer konservativt. Iht. retningslinjer vil dammen gå til dominobrudd ved vannstand lik 248,68 moh. Initialvannstand ved Q1000 er høyere enn dominobruddvannstand.



Figur 3 Dam Skillingen



Figur 4 Modellert brudd på dam Skillingen

Harestuvatnet

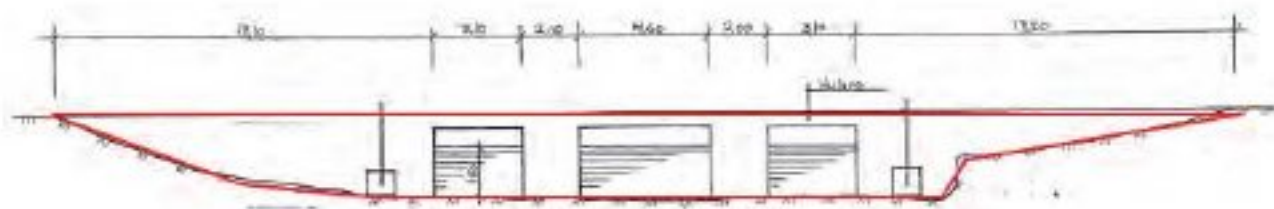
Harestuvatnet har et magasinareal ved HRV (ca. kote 233,15) på 2,06 km² og magasinvolum er estimert til 3,44 mill.m³.

Dam Harestuvatnet er en steindam med fugemasse. Damkronen ligger på kote 234,5 og damlengde er 41,4 m. Høyde på dammen er ca. 3,1 m. Den reguleres med nålestengsel og to bunnluker. Det antas at nålestengslene er på og vann renner mellom toppen av disse og underkantbroen. Til sammen er det tre åpninger, to av disse er 3,1 x ca. 0,8 m og den tredje er 4,6 x ca. 0,8 m (se Figur 6).

Ved dominobrudd antas det at hele dammen går til momentant brudd. Iht. retningslinjer vil dammen gå til dominobrudd ved vannstand lik 235,13 moh. Initialvannstand ved Q1000 er høyere enn dominobruddvannstand.



Figur 5 Dam Harestuvatnet



Gegenstromweg 1. Runde
 Lärchen: 2.000 m - 7.000 m - 1.000 m - 1.000 m - 2.000 m - 1.000
 Tappellärchen: 2.000 m - 2.000 m - 1.000
 Bruchlärchen: 1.000 m
 - - - - - Vögel: 2.000 m
 Harnkraut: 1.000 m
 Kirschenblüten: 2.000 m - 1.000 m
 Fledermaus: 1.000 m - 1.000 m

Figur 6 Modellert brudd på dam Harestuvatnet

Flomsonekart Nitelva

NVE har i 2017 utført en flomsonekartlegging langs Nitelva i Nittedal kommune [4]. Analyseområdet er vist i Figur 7. Vi har brukt den hydrauliske modellen fra [4] for å vurdere berørt infrastruktur i dette området. Denne modellen er mer detaljert enn modellen brukt i dambruddsbølgeberegninger. Blant annet nevnes det følgende:

- Modellen bruker 40 oppmålte tverrprofiler, disse er forlenget basert på en terrengmodell ved behov
- Modellen inkluderer bruer og dammer
- Det er en flomvoll ved Hakadal ungdomsskolen. Toppen av flomvollen ligger på kote 137,6.



Figur 7 Analyseområde flomsonekartlegging i Nitelva [3]

Tabell 1 viser vannføring langs Nitelva brukt i flomsonekartlegging. Verdiene avviker noe med verdier brukt i dambruddsbølgeberegninger (se Tabell 4).

Tabell 3 Vannføringer langs vassdraget – kulminasjonsverdier [4]

Nitelva	QM m ³ /s	Q5 m ³ /s	Q10 m ³ /s	Q20 m ³ /s	Q50 m ³ /s	Q100 m ³ /s	Q200 m ³ /s	Q500 m ³ /s	Q1000 m ³ /s	Q2000 m ³ /s
Nitelva v. Hekedal	42	51	63	75	88	100	113	130	146	163
Nitelva v. Nordre Myrer	43	52	65	78	91	104	117	135	152	171
Nitelva v. Berg	44	53	66	79	92	105	119	136	154	172
Nitelva v. Nordre Strøm	45	54	68	81	95	109	122	140	158	177
Nitelva v. Strømsenge	47	57	70	85	99	113	127	145	164	182
Nitelva v. Haugestad	48	58	71	86	100	114	128	148	167	185
Nitelva v. Sandum	54	65	82	98	114	130	147	169	190	216
Nitelva v. Kjøl	57	69	86	103	120	137	154	177	200	225

Tabell 4 viser en sammenligning av vannføringer brukt i flomsonekart og i dambruddsølgeberegninger (DBBB). Middelflom i DBBB er lavere enn middelflommen i flomsonekartlegging (8 – 20 %), mens 1000-års flommen i DBBB er høyere enn 1000-årsflommen i flomsonekartlegging (10 – 25 %).

Tabell 4 sammenligning av vannføringer brukt i flomsonekart og vannføringer brukt i dambruddsølgeberegninger

Vannføring (m ³ /s)					
Flomsonekartlegging			Dambruddsølgeberegninger		
XS flomsonekart	QM	Q1000	XS DBBB	QM	Q1000
94	42	146	20057	33	163
81	43	152	25137		
72	44	154	25815		
58	45	158	26981	41	198
55	47	164	29068		
38	48	167	30523		
28	54	190	33291	45	219
21	57	200	35200		

Resultater

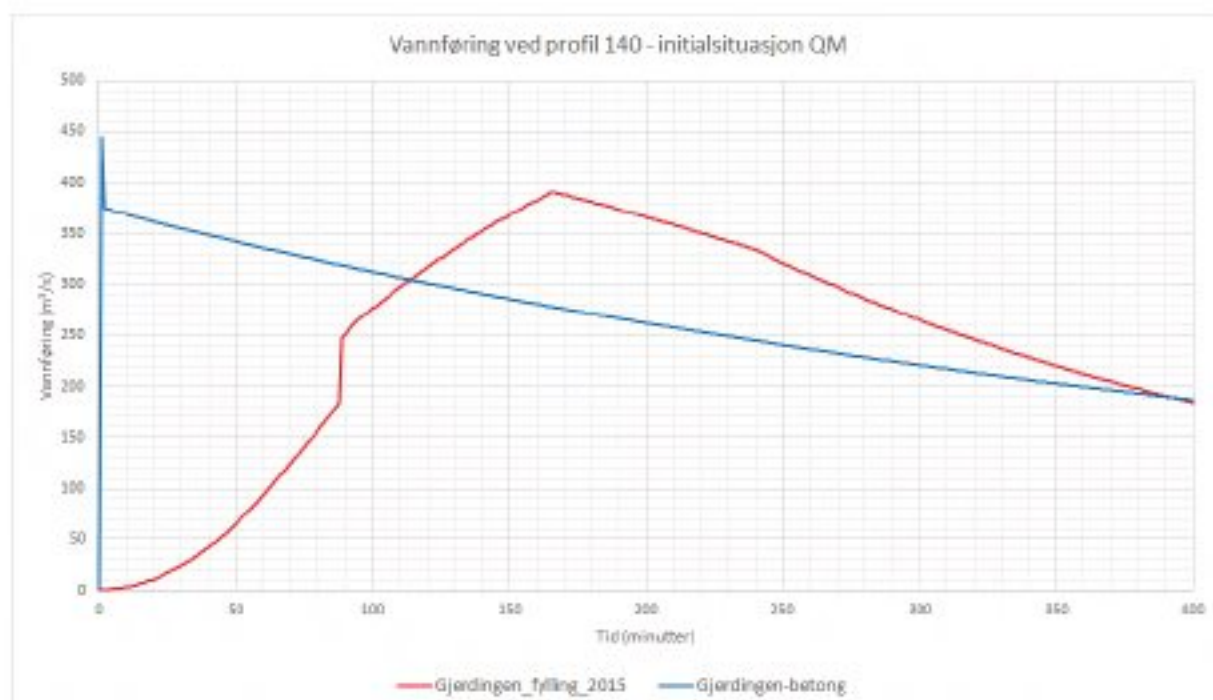
Bruddvannføringer

Det er beregnet bruddvannføring langs vassdraget ved middel- og 1000-årsflom. Bruddbølgen ut av dammen og langs vassdraget er sammenlignet med resultater fra 2015, der bruddet ble beregnet som en fyllingsdam [1].

Figur 8 til Figur 10 viser bruddvannføringer på forskjellige steder ved initialsituasjon middelflom (QM). Figur 11 til Figur 13 viser bruddvannføringer ved initialsituasjon 1000-årsflom (Q1000).

Bruddvannføring ved profil 20057 brukes som grensebetingelsen for å vurdere bruddbølgeutbredelsen ved bruk av modellen for flomsonekartlegging [3]. Bruddvannføring ved profil 42966 kan brukes for å vurdere konsekvenser i Lillestrømsområdet.

Brudd på dam Gjerdingen som betongdam vil gi lignende maksimal bruddvannføring som tidligere beregnet for en fyllingsdam. Det gjøres oppmerksom på at i tidligere beregningene er bunnen av bruddet satt på kote 444,4, mens bunnen av bruddet for betongdammen er satt til 441,9 (etter opplysninger fra grunnundersøkelser). Bruddvannføring ut fra dammen som beregnet i 2015 var ca. 510 m³/s ved Q1000 og ca. 390 m³/s ved QM. Bruddvannføring som betongdam gir ca. 440 m³/s ved begge initialsituasjonene (se Figur 8 og Figur 11).



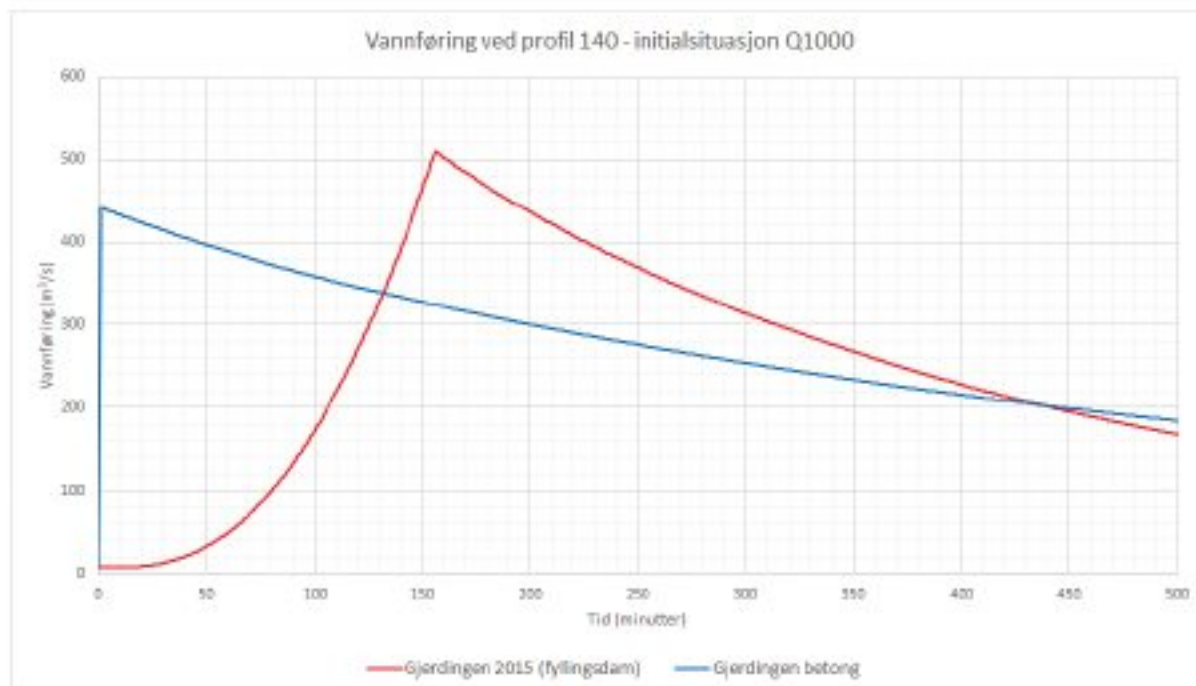
Figur 8 Bruddvannføring ut fra dam Gjerdingen: som fyllingsdam (2015) og som betongdam, initialsituasjon middelflom



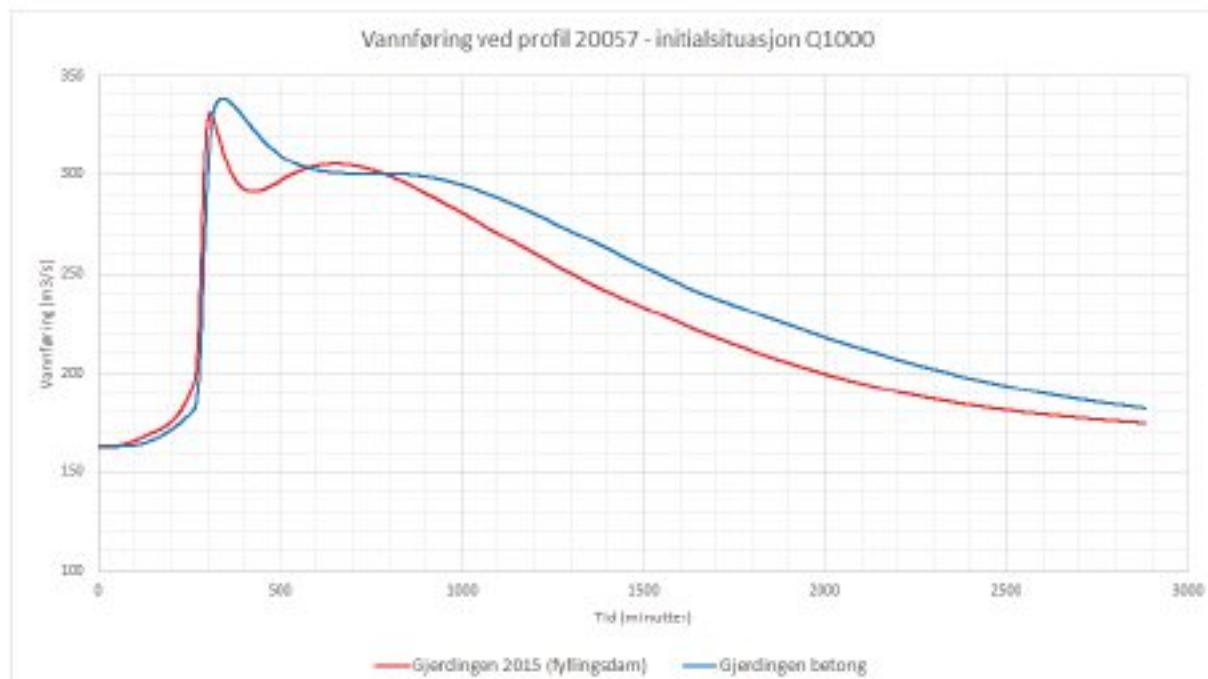
Figur 9 Bruddvannføring ved profil 20057: fyllingsdam (2015) og betongdam, initialsituasjon i middelom



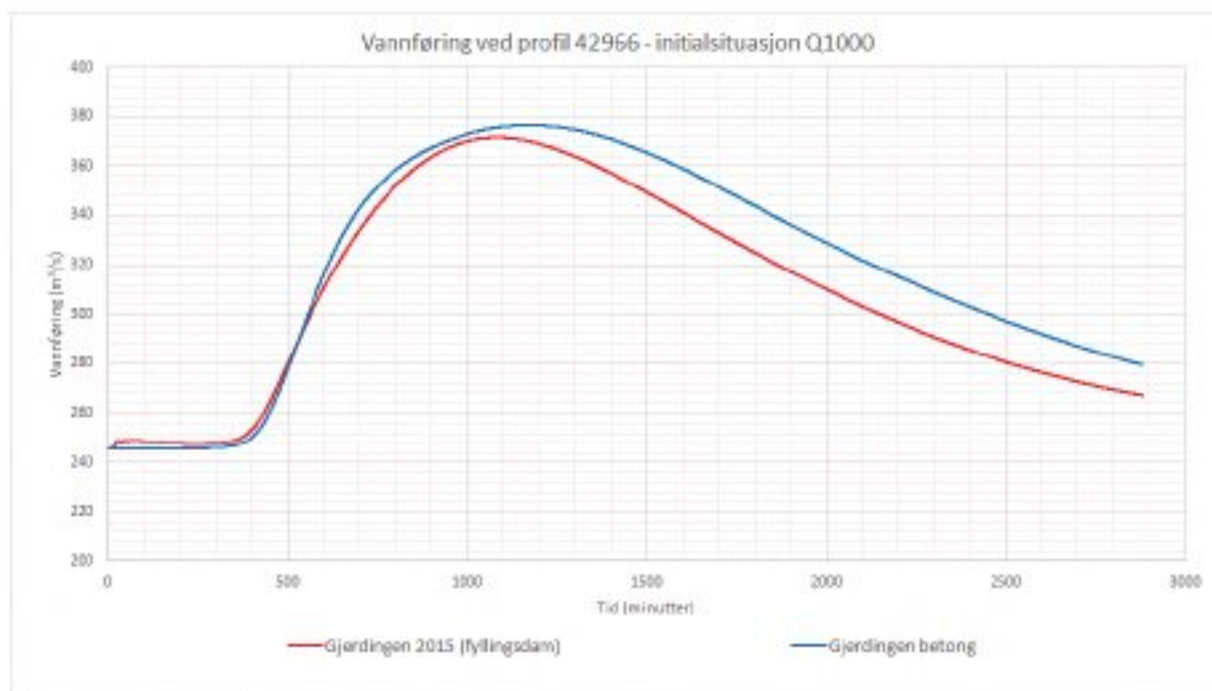
Figur 10 Bruddvannføring ved profil 42966: fyllingsdam (2015) og betongdam, initialsituasjon i middelom



Figur 11 Bruddvannføring ut fra dam Gjerdingen: som fyllingsdam (2015) og som betongdam, initialsituasjon 1000-årsflom



Figur 12 Bruddvannføring ved profil 20057: fyllingsdam (2015) og betongdam, initialsituasjon 1000-årsflom



Figur 13 Bruddvannføring ved profil 42966: fyllingsdam (2015) og betongdam, initialsituasjon 1000-årsflom

Modellen viser at de øverste 50 meterne av flomvullen ved Hakadal ungdomsskolen vil overtoppes med ca. 10 cm ved brudd på dam Gjerdingen ved initialsituasjon 1000-årsflom. Toppen av flomvullen ligger på kote 137,6. Den eksisterende 1-D modellen kan ikke simulere det oversvømte området som følge av dette.

Berørte bygg

Det er utført en vurdering av berørte infrastruktur ved de forskjellige scenarioene. For dette er det brukt 2 hydrauliske modeller:

1. Dam Gjerdingen – Hakadal: dynamiske beregninger [1]. Modellen har ikke elvebunnen og er basert på forholdsvis grov grunnlagsdata.
2. Flomsonekart Nitelva: stasjonære beregninger. Det kjøres den maksimale bruddvannføringen for relevante scenarioer (konservativt, da det ikke tas hensyn til demping av bruddbølgen langs vassdraget), men det legges ikke til sidetilsig langs vassdraget (15 m³/s ved middelflom og 55 m³/s ved 1000-årsflom).

Tidligere beregninger oppgir at antall berørte bygg ved brudd på dam Gjerdingen som fyllingsdam i Lillestrømsområdet er ubetydelig [3]. Det er ikke beregnet vesentlige høyere vannføring i profil 42966 i dette notatet¹ enn de som ble beregnet i tidligere beregninger. Det er derfor ikke utført en ny optelling av berørte bygg i dette området.

Tabell 5 viser berørte boligbygg ved brudd ved initialsituasjon middel- og 1000-årsflom. Det er flere berørte bygg (skur, garasje osv.) som ikke vises på tabellen.

¹ Ved initialsituasjon middelflom er økning i vannføring under 10 % og ved initialsituasjon 1000-årsflom er økning i vannføring under 2 %.

Tabell 5 Berørte boligbygg ved brudd på dam Gjerdingen som betongdam

Type bygg	DBBB QM	IS Q1000	DBBB Q1000	Bruddbølge Q1000
Boligbygg (111, 112, 113, 121, 122, 123)	36	36	69	33
Flermannsboliger (135)	0	0	1	1
Kontor-, butikk-, restaurantbygg (311, 319, 321, 322, 429, 449, 531, 651)	5	6	10	4

Det er usikkert om Håkadal ungdomsskolen blir berørt ved overtopping av flomvollen. Skolen har 220 elever fordelt på 3 trinn. Det er anslått at ca. 50 ansatte jobber på skolen. Dette gir ca. 22 boenheter.

Følgeskader

I [2] er det konservativt estimert at ca. 10 boligbygg kan bli berørt pga. erosjon eller rasfare. Estimater er basert på brudd på dam Gjerdingen som fyllingsdam, som er noe mindre enn bruddbølgen ut av Gjerdingen som betongdam med oppdatert opplysning om damfundament. Da det er relativt lite forskjellig i simulerte maksimal vannføring, er det ikke noe grunn til å endre dette estimatet.

Kommentarer

Dambruddsbølgeberegninger for dam Gjerdingen som betongdam er utført ved hjelp av den hydrauliske modellen fra 2010. I de siste årene har det vært en stor fremgang med hensyn til laserdata og detaljeringsnivå til hydrauliske modeller. Modellen fra 2010 vurderes som grov da den er laget basert på 1 m-høydekurver og inkluderer ikke detaljer av viktig infrastruktur (for eksempel bruer) eller elvebunnen. Modellen kan med fordel forbedres blant annet på strekningen Store Skillingen – Harestuvatnet – Stryken, da forholdene nedenfor Harestuvatnet kan påvirke bruddbølgen ut fra Harestuvatnet (se vedlegg 1). Bruddbølgeutbredelser beregnet med denne modellen vurderes som noe usikre, men gir et godt estimat av berørte bygg og infrastruktur.

Modellen fra flomsonekartlegging er kjørt stasjonær, dvs. at det tas ikke hensyn til demping av bruddbølgene nedover vassdraget. Dette vil gi et konservativt estimat. For å unngå å være for konservativt er det ikke lagt inn sidetilsig nedover vassdraget. Denne hydrauliske modellen har i tillegg brudekker, dvs. brudekkene er ikke antatt å gå til brudd når vannstand når underkantbru.

Dam Gjerdingen er i dag plassert i konsekvensklasse 3. Opptelling av berørte boligbygg mellom dammen og Stranda (nedstrøms enden av modellen til flomsonekartlegging fra NVE) viser at berørte boligbygg for både middel- og 1000-årsflom ligger over 20. Det vurderes som lite sannsynlig at dammen kan nedklassifiseres. I tillegg kan noen områder langs vassdraget bli fortettet i fremtiden og da er mer hensiktsmessig å planlegge ombygging av dam Gjerdingen som en klasse 3 dam. Basert på tilgjengelige hydrauliske modeller og oppdaterte beregningene konkluderes det at ombygging av dammen til en betongdam vil ikke endre dagens konsekvensklasse, dvs. dammen vil forbli i konsekvensklasse 3.

Referanser

- [1] Norconsult, 2010 (oppdatert i 2018). Dambruddsbølgeberegninger for Gjerdingen.
- [2] Norconsult, 2015 (oppdatert i 2018). Dambruddsbølgeberegninger for dam Gjerdingen. Revisjon av Lillestrømområdet
- [3] Norconsult, 2018. Dambruddsbølgeberegninger for dam Gjerdingen. Revisjon av Lillestrømområdet
- [4] NVE, 2017. Flomsonekart delprosjekt Nittedal.

Vedlegg 1: Bilder fra tidligere utført befaringer



Figur 14 RV4 mellom Støre Skillingen og Harestuvatn



Figur 15 Bru nedstrøms Stryken



Figur 16 RV4-bru sett fra bru nedstrøms Strylen



Figur 17 Elva sett fra lokalveibru nedstrøms RV4 (litt oppstrøms brua begynner elva å falle).



B04	2020-05-28	Vedlegg til teknisk plan	C. F. Urbe	J. Lancaster	O. K. Langaker
B03	2020-05-08	Vedlegg til teknisk plan	C. F. Urbe	J. Lancaster	O. K. Langaker
B02	2019-10-14	Lagt inn beregninger med bredde på lavere nivå	C. F. Urbe	J. Lancaster	J. Lancaster
B01	2019-08-19	For dekket av oppdragskveir	C. F. Urbe	J. Lancaster	J. Lancaster
Version	Dato	Beskrivelse	Utbildet	Fagkontrollert	Godkjent

Dele dokumenter er arbeidstøt Norconsult som del av de oppdrags som dokumentet omhandler. Oppkavsette tilkøper Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det som er oppdragsavtale beskrevet, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tillater.

Vedlegg 2

Routing nytt flomløp

Til: Ole Kristian Langaker
Fra: James Lancaster
Sted, dato: , 2020-04-02
Kopli til: Carolina Frias Uribe

► Dam Gjerdingen - nytt overløp

1 Nytt flomløp - kapasitetskurve

Eksisterende overløp og bru på dam Gjerdingen rives i sine helhet og det etableres en ny massiv overløpsterskel oppstrøms en ny bru. Bruen skal plasseres slik at den ikke kommer i kontakt med vannstrålen over overløpet.

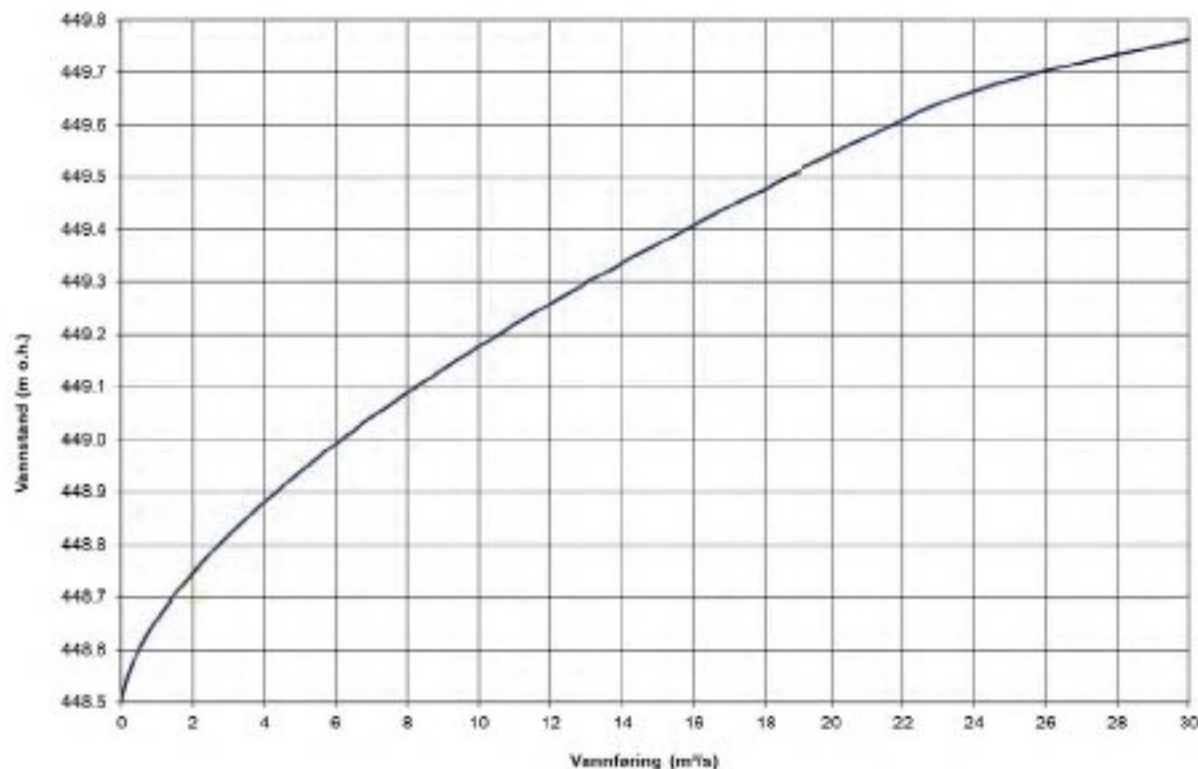
Nytt overløp vil ha lengde på 9,5 m, hvorav 1,5 m bygges med topp terskel 0,2 m lavere enn resten. Dette for å tilrettelegge for eventuelt fremtidig senkning av HRV. Den lavere delen av overløpet vil suppleres med et bjelkestengselsstål, slik at hele terskelengden ligger på dagens HRV (kote 448,5). Det antas at bjelkestengselet vil fungere som et skarpkronet overløp ($C = 1,8$).

Nedstrøms del av overløpsterskelen utformes som et standard overløp med dimensjonerende overløpshøyde på 0,8 m. Oppstrøms terskelkronen er det en overgang med radius på 0,36 m til en vertikal vannside. Denne radiusen har blitt valgt da den gir en oppstrøms krumning som er i godt samsvar med den for et standard overløp. Terskelen har en flatt topp med bredde på 0,2 m. Terskelhøyden er 1,5 m. Dette gir en overløpskoeffisient C_0 ved dimensjonerende overløpshøyde (H_0) på 2,17 ifølge ref./1/. Den flate toppen vil imidlertid reduserer overløpskoeffisient noe. Basert på erfaring med øvrige overløp, er overløpskoeffisienten C_0 skjønnsmessig redusert ved 10% til 1,95. Overløpskoeffisienten vil variere med overløpshøyde (ref./2/).

Det er godt fall nedstrøms dammen og det forventes derfor ikke at kapasiteten til overløpet vil bli påvirket av høy nedstrøms vannstand. Nedstrøms bunnivå vil ikke begynne å påvirke overløpskapasiteten før overløpshøyden når ca. 2,3 m (Figur 3-5 i ref./2/). Dette tilsvarer en vannstand i magasinet på kote ca. 460,8. En så høy vannstand vil ikke oppstå.

Effektiv overløpslengde kan bli påvirket av kontraksjon ved avslutningen. Avslutningene til overløpet består av skrående vangemur. Det er valgt en kontraksjonskoeffisient på 0,05 på grunn av disse (ref./1/).

Avløpskurven for Gjerdingen med nytt overløp er vist i Figur 1. Brystningen på damkronen har totallengde på ca. 55 m og ligger på kote 449,65. Damkronen er antatt å ha overløpskoeffisient tilsvarende et bredkronet overløp i henhold til ref./2/.



Figur 1 Vannføringskurver for dam Gjerdingen – nytt overløp

1.1 Tilstopping

Det er regnet med 50 % tilstopping av eksisterende overløp ved beregning av dimensjonerende flom.

Det nye overløpet ved dam Gjerdingen vil bli mindre utsatt for tilstopping enn det eksisterende overløpet. Dette fordi overløpslengden skal økes og bruen skal flyttes til nedstrøms overløpet. Brubanen vil ikke komme i kontakt med vannstrålen over overløpet. Det vil ikke lenger være en pilar som deler overløpet ved overløpskronen. Disse tiltakene gjør at tilstopningsrisiko ved den rehabiliterte dammen vil bli vesentlig mindre enn med den eksisterende dammen.

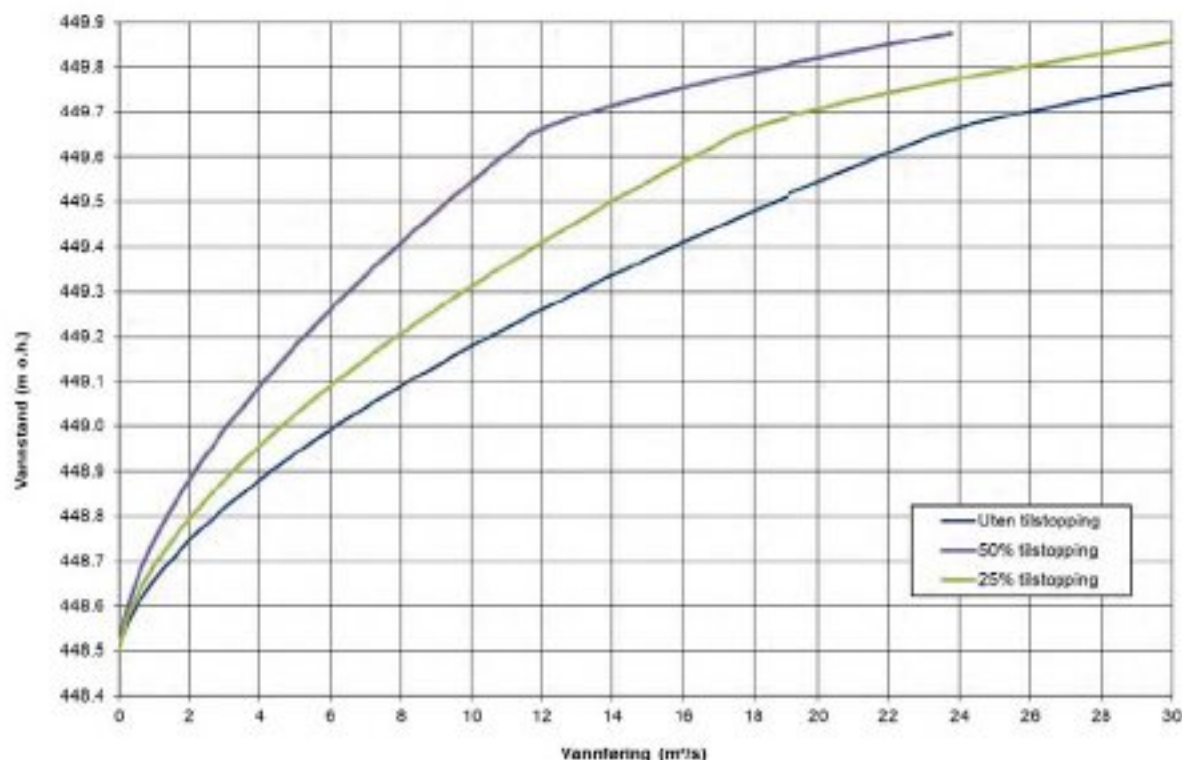
Ifølge ref./3/ bør følgende forutsetninger være oppfylt for å unngå betydelig tilstopping av enkelttrær (mer enn 10-20 % av trærne):

- Overløpsbredde må ikke være mindre enn 80 % av trehøyden.
- Overløpshøyden må være større enn 1/6 av trehøyden for å unngå midlertidig tilstopping.

Overløpshøyde ved dimensjonerende flom er ca. 0,6 m, mens overløpsbredden ved ny dam Gjerdingen er 9,5 m. Dette betyr at trær med høyder større enn ca. 3 m kan føre til tilstopping på grunn av lav overløpshøyde. Trær som er høyere enn 12 m kan føre til tilstopping på grunn av overløpsbredden. Det er trær i feltet til Gjerdingen som er høyere enn 3 m, og tilstopping av overløpet kan derfor ikke utelukkes. Det er også en risiko for at trær kan samles opp ved brupilaren nedenfor overløpet og skaper oppstuvning.

Det planlegges imidlertid å etablere en lense i forkant av overløpet for å fange drivgods før det når overløpet. Det ansees derfor som ikke nødvendig å regne med tilstopping ved beregning av dimensjonerende flom for

den rehabiliterte dammen. Figur 2 viser avløpskurven til ny dam Gjerdingen med 25 % og 50 % tilstopping av overløpet.



Figur 2 Vannføringskurver for dam Gjerdingen – nytt overløp: uten tilstopping og med hhv. 25% og 50% tilstopping av overløpet

2 Nye flomverdier

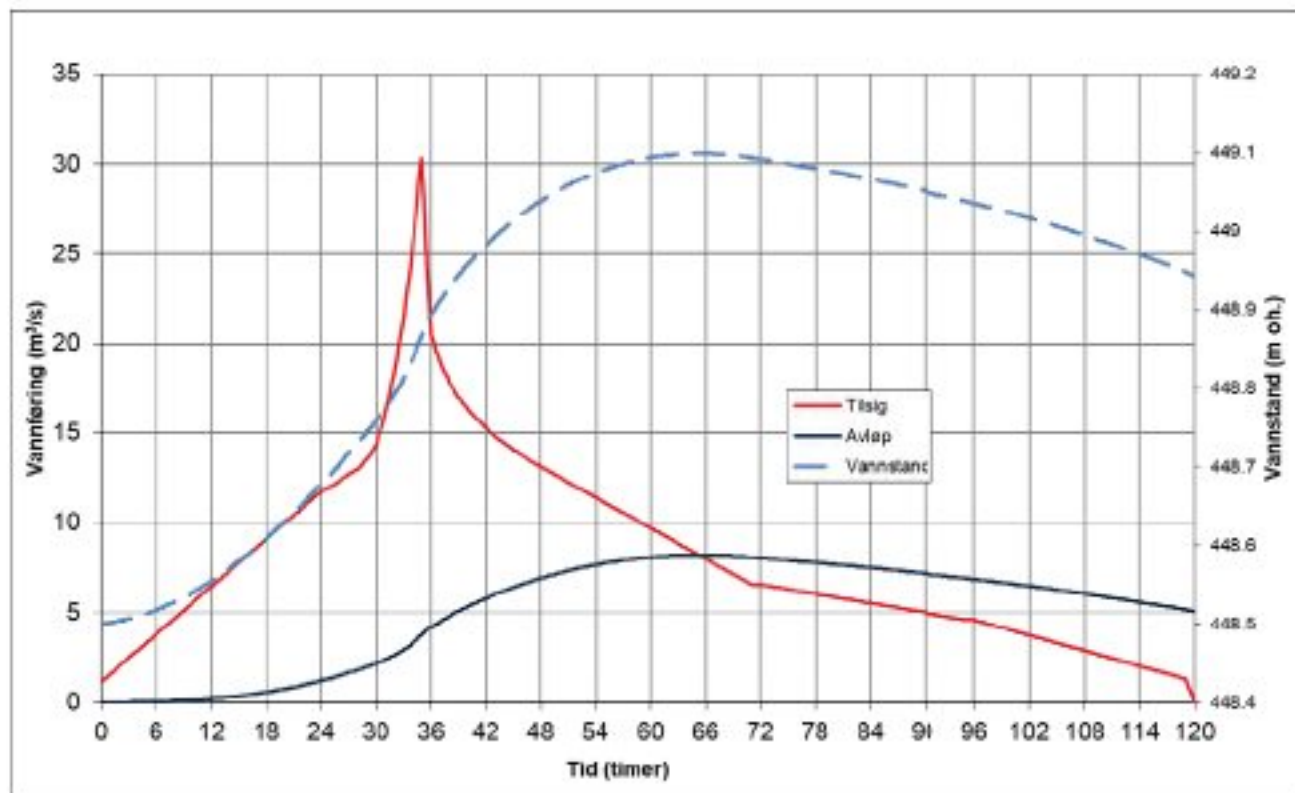
Tilløpsflommene til dam Gjerdingen har blitt rutet gjennom magasinet basert på den nye avløpskurven. Dette gir følgende flomvannstander og avløpsflommer ($Q_{1000} + 40\%$ gjelder klimapåslag):

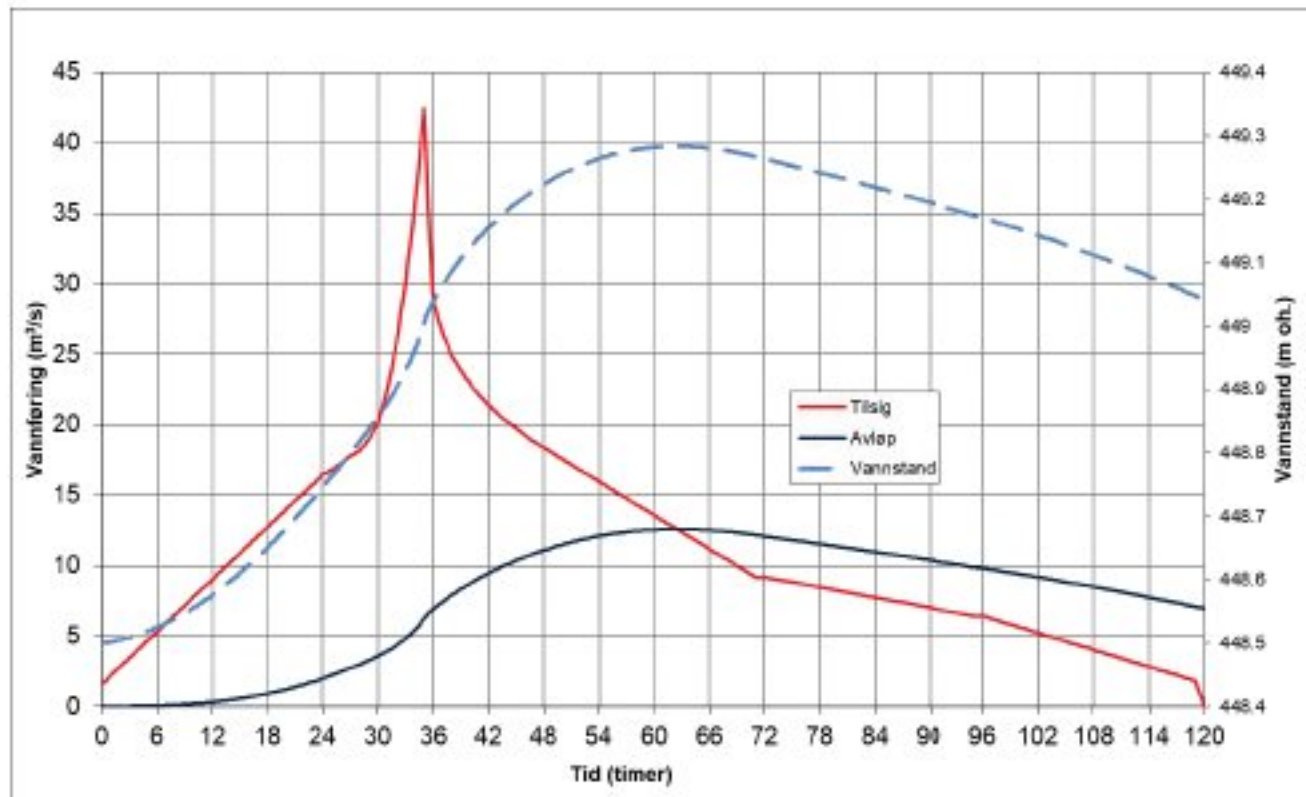
Gjerdingen (HRV = 448,50)	Tilstoppings- grad	Tilløp (m³/s)	Avløp (m³/s)	Flomvannstand (m o.h.)	Flomstigning (m)
Q_{1000}	0 %	30,3	8,2	449,10	0,60
$1,4 \times Q_{1000}$	0 %	42,5	12,6	449,28	0,78
Q_{PMF}	0 %	75,8	27,0	449,72	1,22

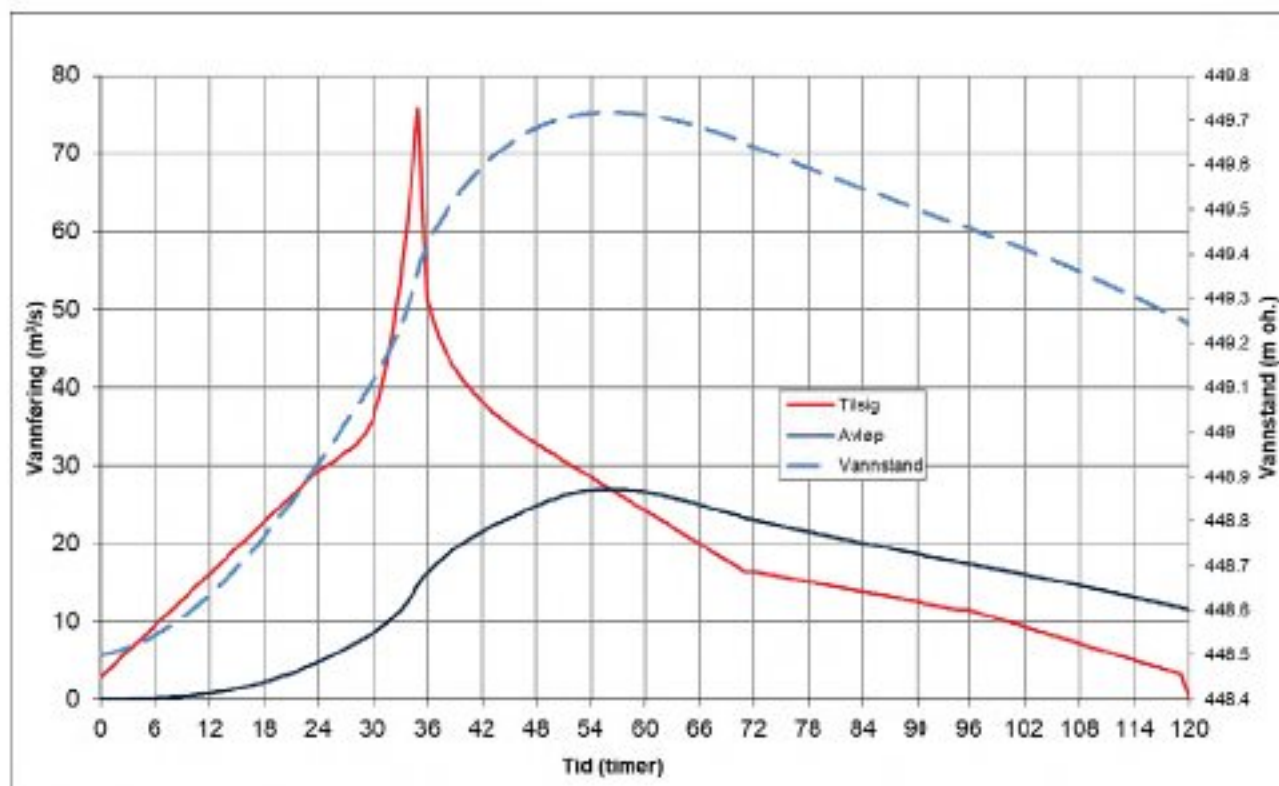
Tabell 2-1. Nye flomverdier for dam Gjerdingen.

Figur 3 til Figur 5 viser resultater. Vannstanden ved PMF gir H_a/H_o på 1,53 og overløpskoeffisient på overløpet på 2,07. Variasjon i vannstand/overløpskoeffisient ligger innenfor Figur 3-3 i ref./2/.

Brystningen på damkronen bør heves fra 449,65 til 449,75 om det skal unngås overtopping ved PMF.

Figur 3 Q_{1000} , ny dam Gjerdingen

Figur 4 1, 4 x Q_{1000} , ny dam Gjerdingen



Figur 5 PMF, ny dam Gjerdingen

2.1 Følsomhetsanalyse – tilstopningsgrad

Det er utført følsomhetsanalyse ved å variere tilstopningsgrad på overløpet:

Gjerdingen (HRV = 448,50)	Tilstopnings- grad	Tilløp (m³/s)	Avløp (m³/s)	Romvannstand (m.o.h)	Flomstigning (m)	Forskjell uten tilstopning (m)
Q ₁₀₀₀	25 %	30,3	7,1	449,16	0,66	0,06
Q ₁₀₀₀	50 %	30,3	5,7	449,24	0,74	0,14
1,4xQ ₁₀₀₀	25 %	42,5	11,0	449,36	0,86	0,08
1,4xQ ₁₀₀₀	50 %	42,5	8,9	449,47	0,97	0,19

Tabell 2-2. Følsomhet til tilstopning

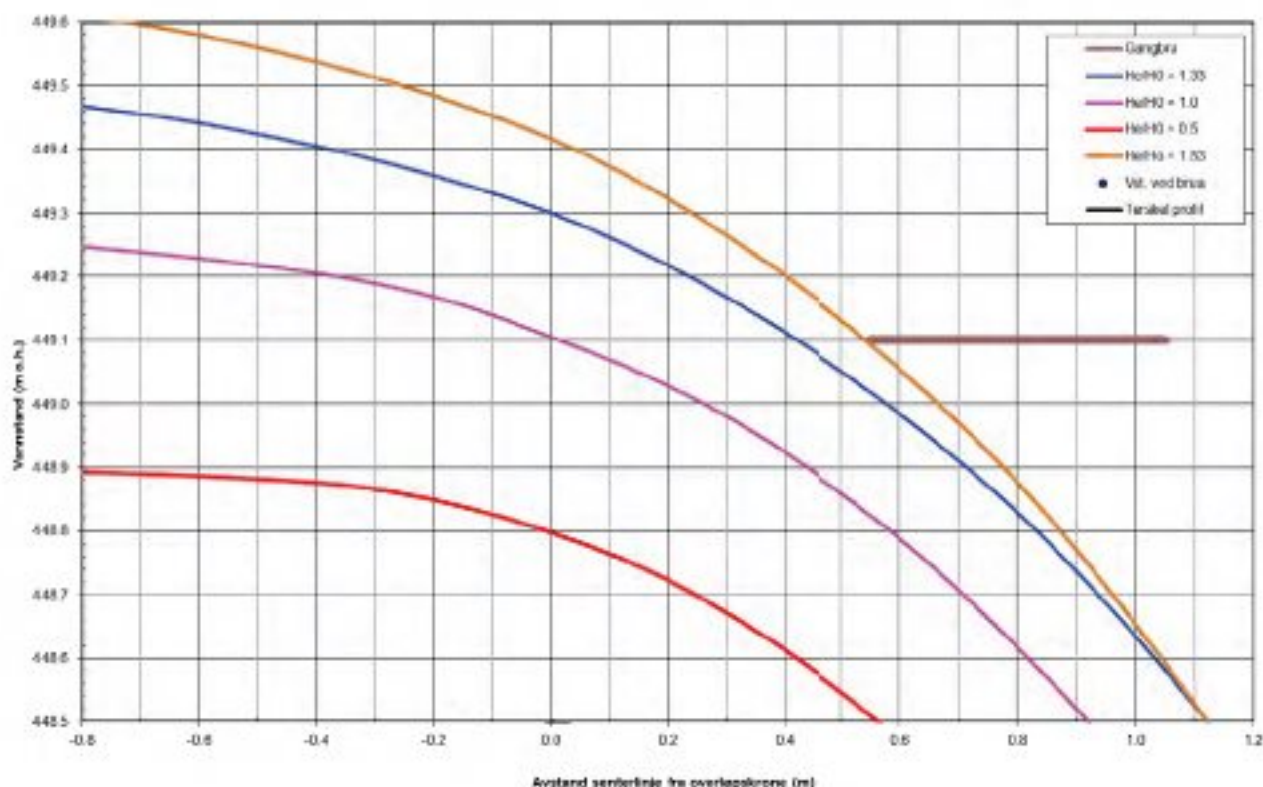
Damkronen er ikke overtoppets selv med 40% klimafaktor og opp til 50% tilstopning.

3 Ny bru over flomløpet

Det er planlagt en ny bru over flomløpet med underkant på kote 449,1. Figur 6 viser vannstandsprofilen over overløpet ved PMF, jf. ref./4/. Denne figuren viser at broa må plasseres minst 0,55 m nedstrøms begynnelsen av nedstrøms krumningen for å unngå at vannstrålen treffer underkant bru ved PMF. I tillegg bør det tas høyde for usikkerhet, og helst også for eventuelt drivgods. Om broa plasseres 1,05 m nedstrøms

overløpskronen vil den ha ca. 0,5 m klarering over vannstrålen ved PMF. Brua er foreløpig plassert ca. 1,7 m nedstrøms overløpskronen, ved bunnen av overløpet. Her vil strømmingen bli overkritisk med en vanddybde på ca. 0,4 m ved PMF, og underkant bru vil ligge ca. 1,7 m over vannflaten.

Avløpskanalen under brua har en tilnærmet flat bunn med en lengde på ca. 5 – 6 m. Deretter er kanalen brattere igjen. Lengden av den flate kanalen under brua er vesentlig kortere enn lengden som er nødvendig for å utvikle et fullstendig vannstandsprang (ca. 10 m). Froude-tallet ved bunnen av overløpet (3,8) tilsier imidlertid at kan oppstå et svingende vannstandsprang som kan bevege seg opp- og ned avløpskanalen. Det er beregnet en korresponderende dybde ved en full utviklet vannstandsprang på ca. 1 og 1,8 m ved hhv. Q_{1000} og PMF. Underkant bru ligger 2,1 m over bunnen til avløpskanalen. Brua vil derfor ikke komme i konflikt med vannstanden i avløpskanalen nedenfor overløpet.



Figur 6 Vannstandsprofil over overløpet ved forskjellige magasin vannstander (H_e)

4 Konsekvenser for skadefloppen

Endringer til overløpet på dam Gjerdingen kan eventuelt føre til en økning i skadefloppen nedenfor dammen. For å vurdere konsekvensene av å endre overløpet er det beregnet 10-års flom ved Gjerdingen med eksisterende og planlagt situasjon. I flomberegningene ble det funnet at NVEs formelverk for små felt gir resultater som er i ganske god samsvar med flomfrekvensanalyser på målestasjoner i området rundt Gjerdingen (ref./5/). Med grunnlag i dette er det estimert at $Q_{10} = 0,39 \cdot Q_{1000}$. Det er antatt ingen tilstopping av overløpene ved disse beregningene:

Gjerdningen (HRV = 448,50)	Dam	Tilløp (m ³ /s)	Avløp (m ³ /s)	Flomvannstand (m.o.h)	Flomstigning (m)
Q ₁₀	Eksisterende	11,8	2,3	448,78	0,28
Q ₁₀	Rehabilitert	11,8	2,4	448,78	0,28

Tabell 4-1. Q₁₀ ved eksisterende og rehabilitert dam

Endring i overløpet gir en liten økning i avløpet på 0,1 m³/s ved 10-års flom. Det er ikke forventet at denne lille endringen vil gi økt flomrisiko lengre ned i vassdraget.

5 Eventuelt fretidig senket HRV

Tabell 5-1 viser resultater ved bjekkestengselen fjernet, slik at HRV er senket til kote 448,3 og den sentrale delen av overløpet fungerer som et standard overløp. Senking av HRV ved 0,2 m fører til en reduksjon i flomvannstander på ca. 0,1 m.

Gjerdningen (HRV = 448,30)	Tilstoppings- grad	Tilløp (m ³ /s)	Avløp (m ³ /s)	Flomvannstand (m.o.h)	Flomstigning (m)
Q ₁₀	0 %	11,8	1,4	448,66	0,36
Q ₁₀₀₀	0 %	30,3	6,8	449,00	0,70
1,4xQ ₁₀₀₀	0 %	42,5	11,2	449,19	0,89
Q _{FWF}	0 %	75,8	24,5	449,65	1,35

Tabell 5-1. Flom verdier for dam Gjerdningen med senket HRV (kote 448,3).

6 Referanser

1. USBR (2006) Design of Small Dams.
2. NVE (2005) Retningslinjer for flomløp.
3. Sintef NHL (1992) Prosjekt damsikkerhet Rapport nr.4 Tilstopping av flomløp
4. Chow (1959) Open-channel hydraulics.
5. Norconsult (2018) Flomberegning for Maridalsvassdraget

Vedlegg 3

Beregning av tappekapasitet til eksisterende tunnelsystem

Til: Oslo kommune - VAV
Fra: Norconsult AS
Dato: 2020-01-30

► **Beredskapsmessig tapping - dam Gjerdingen**

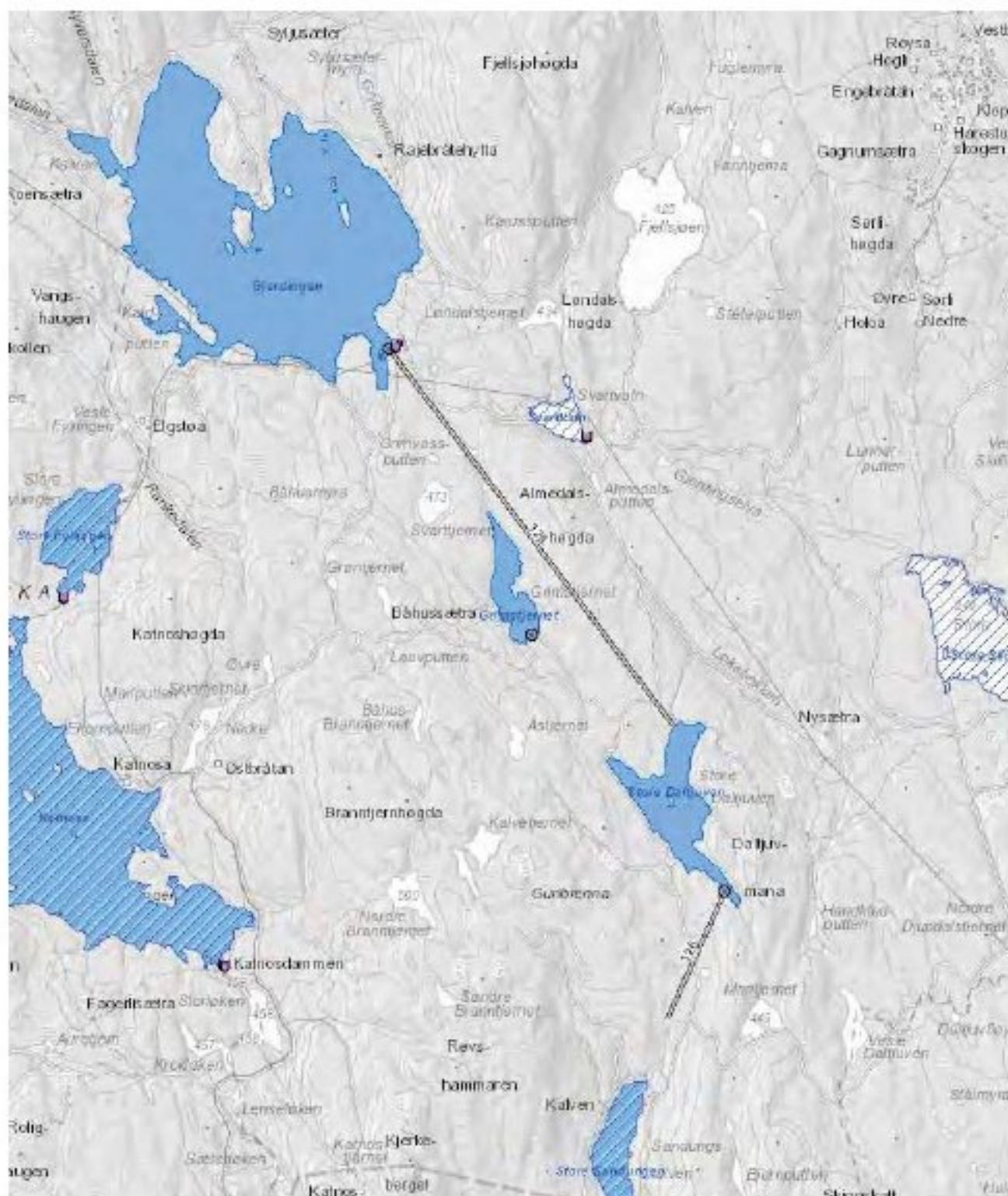
Det er utført beregninger av tappekapasiteten gjennom tunnelsystemet ved dam Gjerdingen i Nordmarka. Dam Gjerdingen er en klasse 3 dam. I henhold til damsikkerhetsforskriften [1] skal dammer i konsekvensklasse 3 kunne senkes ca. 5 m under HRV med en gjennomsnittlig hastighet på ca. 0,5-1 m per døgn i en fare- eller ulykkesituasjon. Den beredskapsmessige tappingen skal kunne skje med et tilsvarende middelvanntilføringen.

Ved Gjerdingen skjer tapping gjennom en 3864 m lang tappetunnel som går til Daltyven. Tunnelen mellom Gjerdingen og Daltyven tar også inn vann fra Grimsvatn. Fra nedserkningsmagasinet Daltyven føres vannet videre gjennom en tunnel som har utløp i friluft ved Ingvaldsflaten. Se Figur 1.

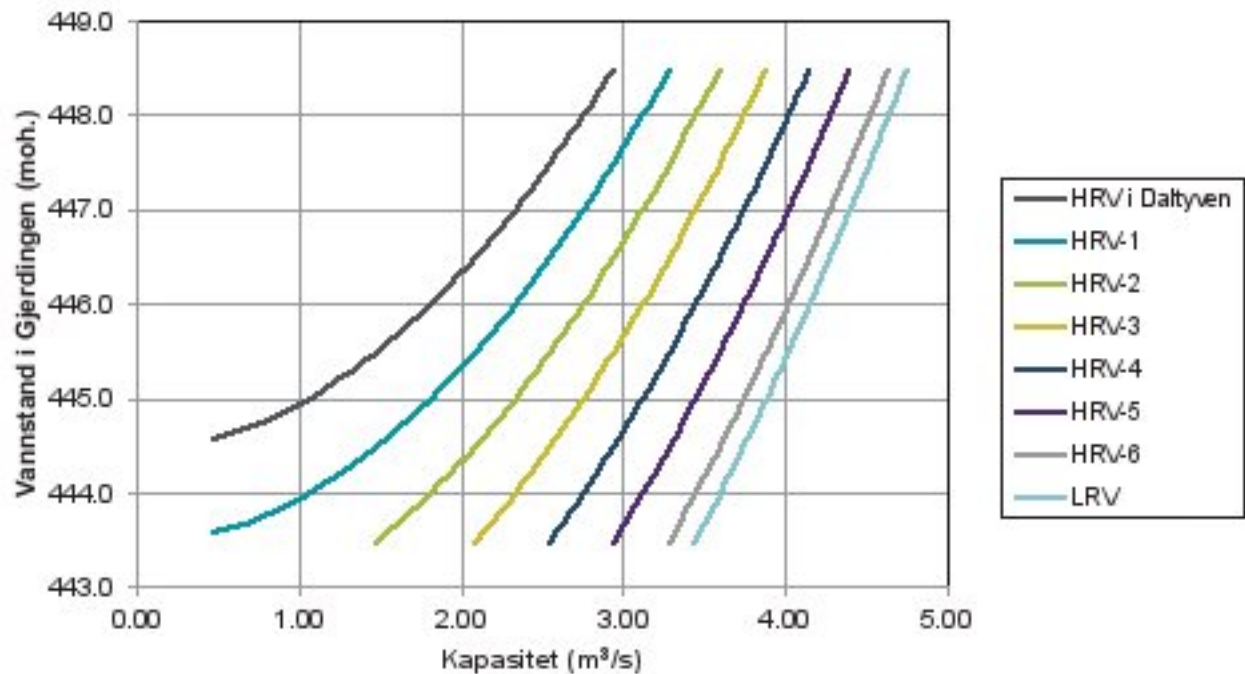
HRV i Gjerdingen er 448,5 moh. og LRV er 441,75 moh. Magasinvolumet er 16,6 mill. m³. HRV i Daltøyen er 444,5 moh. og LRV er 438 moh. Magasinvolumet er 1,8 mill. m³. Informasjonen er vist i Tabell 1. Da HRV i Daltøyen ligger kun 4 m under HRV i Gjerdingen, må også Daltøyen tappes ned hvis vannstanden i Gjerdingen skal senkes med 5 m.

Tabell 1 HRV, LRV og magasinvolum

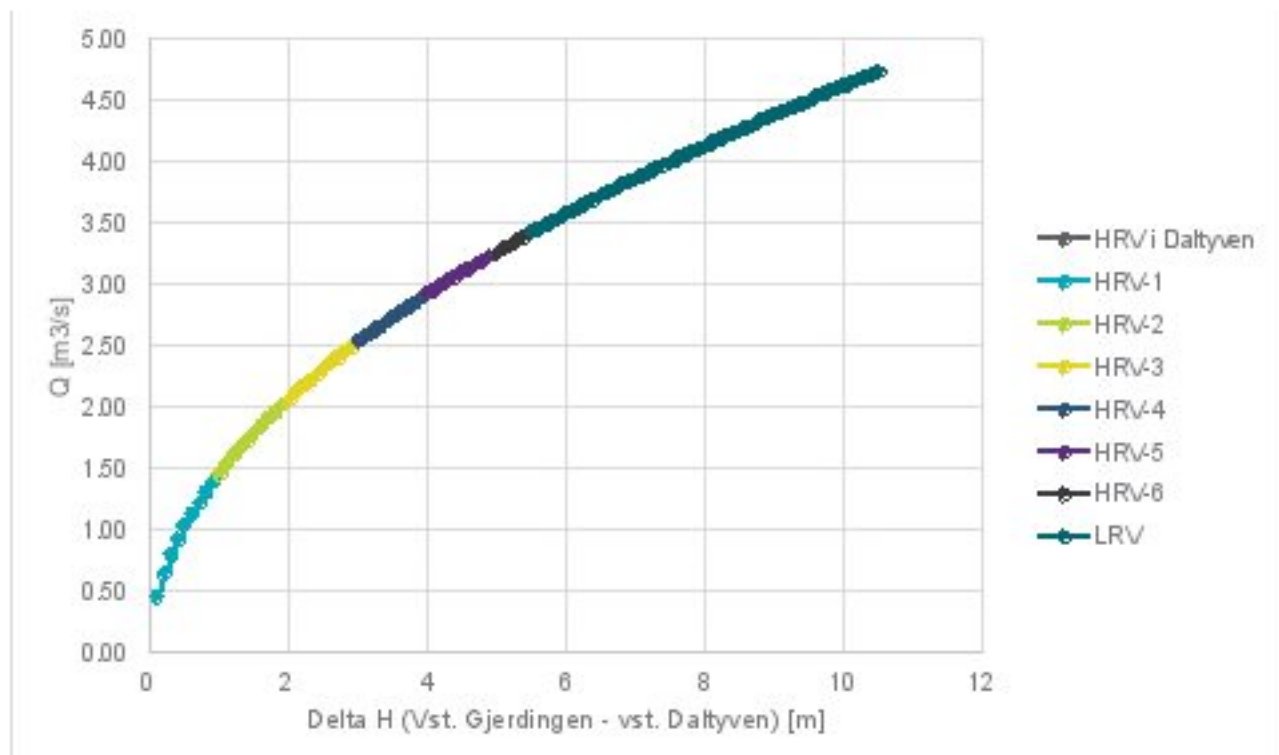
Magasin	HRV (mch.)	LRV (mch.)	Magasinvolum (mill.m ³)
Gjerdingen	448,5	441,75	16,6
Daltyven	444,5	438	1,8



Figur 1 Overføring Gjerdingen - Daltynen - Ingvaldsflaten (fra INVE Atlas)

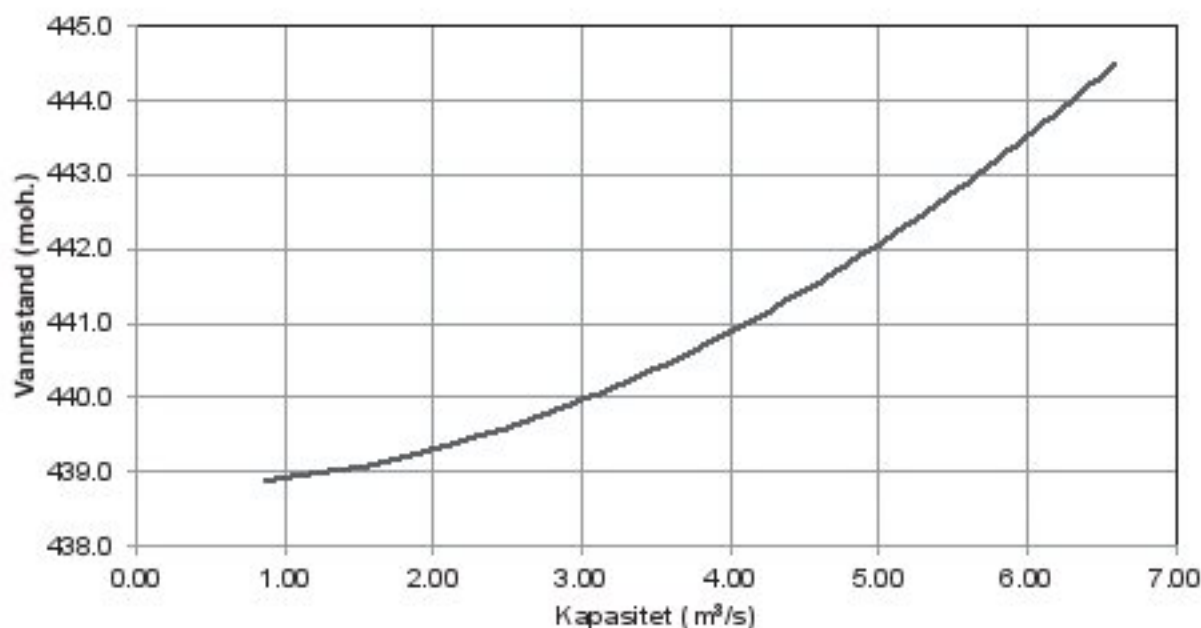


Figur 2 Tappetapasitet Gjerdningen ved ulike vannstander i Daltyven.



Figur 3 Tappetapasitet gjennom tunnelen ved Gjerdningen plottet mot differansen mellom magasinvannstand i Gjerdningen og Daltyven.

Figur 4 viser kapasiteten til tunnelen mellom Daltyven og Ingvaldsflaten. I beregningen er det antatt at vannstanden ved utløpet tilsvarer halvfull tunnel ved utløpet.



Figur 4 Tappelasitet gjennom tunnelen ved Daltvæn.

4. Beredskapsmessig tapping

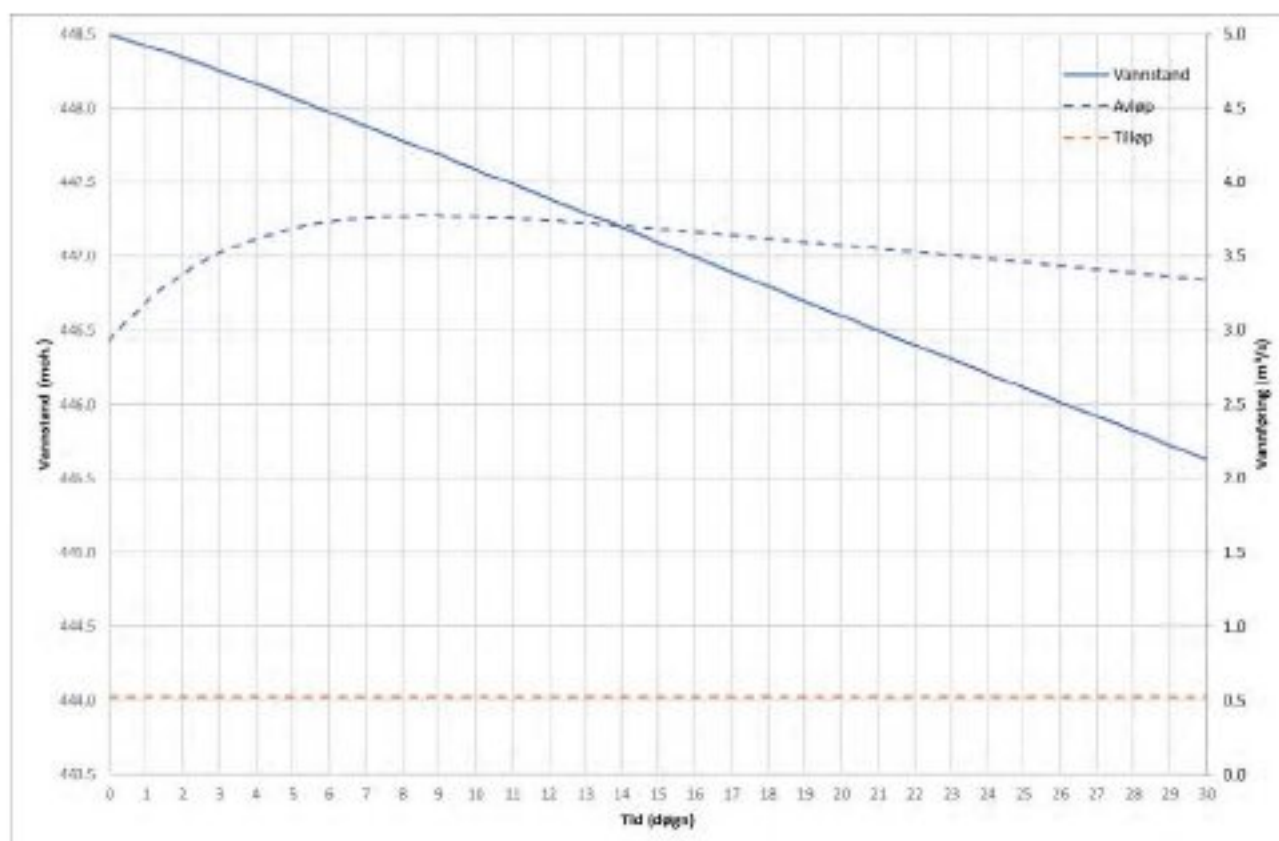
Vannstandssenkningen er beregnet ved hjelp av hydrologiske routingberegninger. Beregningene har grunnlag i tappekurvene for tunnelene og magasinkurvne for Gjerdingen og Daltyven. I beregningene ble tilsiget fra Grimsvatn lagt til ved starten av tunnelen mellom Gjerdingen og Daltyven. Det antas i beregningene at begge magasin har initialvannstand lik HRV og lukene ved begge magasin åpnes fullt.

Tabell 4 viser resultatene fra beregningene. Figur 5 og Figur 6 viser simulerte vannstander i, og avløp fra, Gjerdningen og Daltynen. Tunnelsystemet oppfyller ikke kravet til gjennomsnittlig senkningshastighet. Det vil ta omtrent 53 døgn å senke vannstanden i Gjerdningen til 443,5 moh. (5 m under HRV). Rutingberegningene viser en maksimal vannføring i tunnelen mellom Gjerdningen og Daltynen på 3,8 m³/s. For å senke vannstanden i Gjerdningen til 5 m under HRV med en hastighet på 0,5 m/døgn, viser en svært forenklet beregning at kapasiteten til tunnelen måtte vært omtrent 14,9 m³/s.

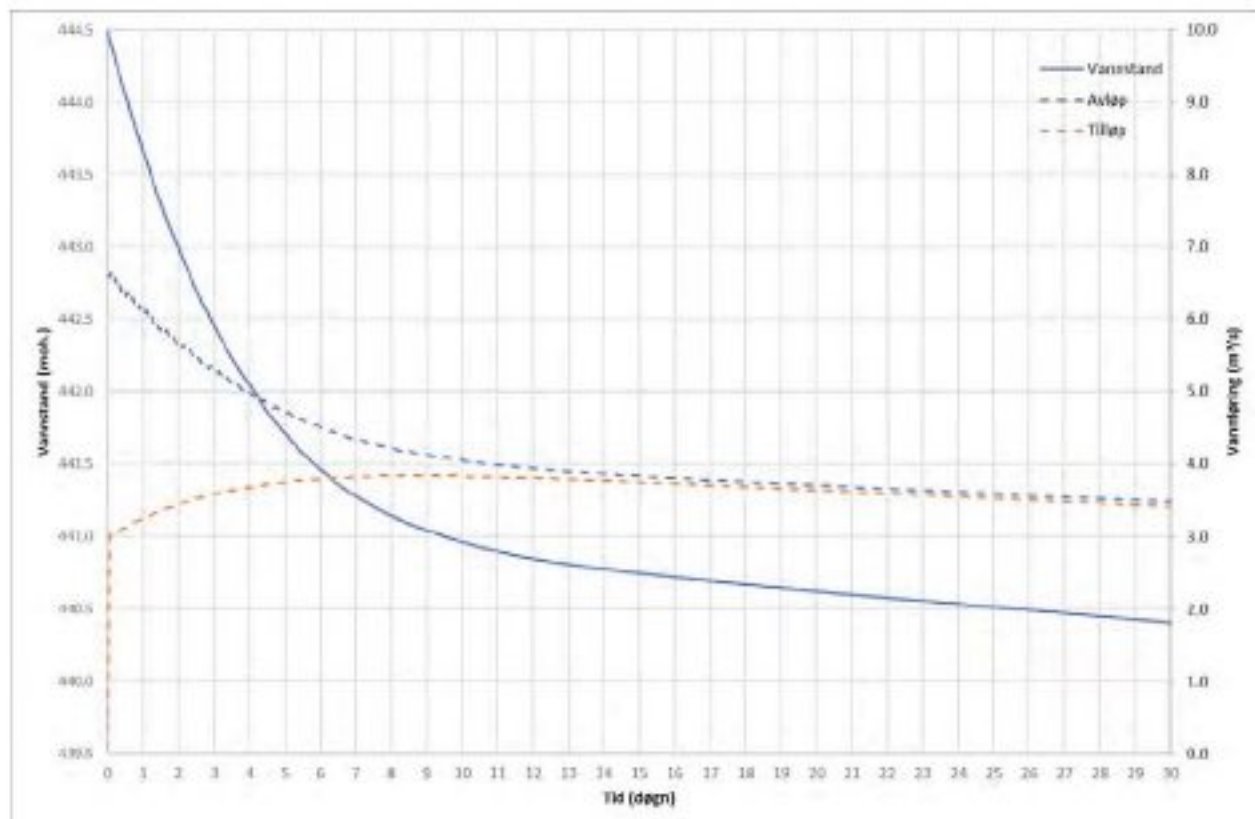
Maksimal kapasiteten til tunnelen mellom Daltvæn og Ingvaldsflaten er 6,6 m³/s.

Tabell 4 Senkning av magasin vannstand de første 10 døgne.

Døgn	Total senkning (m)	Gj.snittlig senkningshastighet (m/døgn)	Vannstand Gjerdingen (moh.)
1	0,08	0,08	448,42
2	0,16	0,08	448,34
3	0,24	0,08	448,26
4	0,34	0,09	448,16
5	0,43	0,09	448,07
6	0,53	0,10	447,97
7	0,62	0,10	447,88
8	0,72	0,10	447,78
9	0,81	0,10	447,69
10	0,91	0,10	447,59



Figur 5 Beredskapsmessig tapping av Gjerdingen.

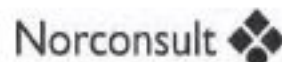


Figur 6 Daltyven ved beredskapsmessig tapping av Gjerdningen.

Referanser

- [1] OED, «Forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg (damsikkerhetsforskriften)», 2009.
- [2] Norconsult, «Flomberegning for Maridalsvassdraget», 2018.
- [3] Norconsult, «Notat- befaring Daltyven/Gjerdningen», 2019.

Notat



Oppdragsgiver: Oslo kommune - Vann og avløpsetaten

Oppdragsnr.: 51857 08 Dokumentnr.:

J01	2020-01-30	Forbruk	Kathrine Albrekt Hamann & James Lancaster	Carolina Frida Unbe	Ole Kristian Langaker
Version	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

De tre dokumenter største detalj Norco's i tAS som del av de toppdrage tsom dokumentet om kauder. Opplysningene til disse er Norco's i tAS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtale beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller ristone støttekulinge nformålet tilskier.

Vedlegg 4

Beregning av dimensjonerende flomvannstand ved Daltjuven

Til: Ole Kristian Langaker
 Fra: James Lancaster
 Sted, dato: Sandvika, 2020-05-18
 Kopi til:



Daltyven - flom vannstand

1 Innledning / Sammendrag

Tappetunnel fra Gjerdingen munner ut i Daltyven. Fra Daltyven videreføres vann i en tappetunnel mot Ingvaldsflaten og deretter i åpen elv til Sandungen. Når tilsiget til Daltyven er større enn kapasiteten til tappetunnelen, eller tappetunnelen mot Sandungen er stengt, går vann i overløp mot Niteelva. I forbindelse med utarbeidelse av Teknisk Plan for Gjerdingen, er det ønsket et estimat av dimensjonerende flomvannstand i Daltyven.

I en flomberegning utført i 2007 (ref./1/) er det beregnet flomvannstander for Daltyven, som oppsummert i Tabell 1. Denne flomberegningen har blitt erstattet av en ny flomberegning for Maridalsvassdraget (ref./2/), dog der flomforhold ved Daltyven ikke var beregnet.

Tabell 1 Q_{500} ved Daltyven som beregnet i ref./1/

Rom	Feltareal (km ²)	Døgntilsig (l/s.km ²)	Tilsig (m ³ /s)	Avløp (m ³ /s)	HRV (moh.)	Damkrone (moh.)	Vannstand (moh.)
Q_{500}	2,33	1260	8,2	6,1	444,50	444,80	444,85

I dette notatet er det utarbeidet et nytt estimat av dimensjonerende flomforhold ved Daltyven. Daltyven er plassert i konsekvensklasse 0, men da hensikten med de beregnende flomverdiene er å vurdere forhold i forbindelse med rehabilitering av dam Gjerdingen, som er plassert i konsekvensklasse 3, er det i dette notatet beregnet nye verdier for både Q_{500} og Q_{1000} ved Daltyven:

Tabell 2 Dimensjonerende flom for Daltyven

Rom	Døgntilsig ¹ (l/s.km ²)	Tilsig ² (m ³ /s)	Avløp (m ³ /s)	Vannstand (moh.)	Vannstandstigning (m)
Q_{500} uten tilstopping	1000	8,2	6,1	444,68	0,57
Q_{500} med tilstopping	1000	8,2	5,9	444,76	0,65
Q_{1000} uten tilstopping	1100	8,7	6,4	444,69	0,58
Q_{1000} med tilstopping	1100	8,7	6,2	444,77	0,66

¹Lokalfelt

²Inkludert overføring fra Gjerdingen

2 Daltyven

Daltyven har et magasinareal på 0,36 km². Daltyven er et skningsmagasin og det ligger en lav overløpstærskel ved utløpet (Figur 1). HRV ligger på kote 444,5, men brua og bjelkestengslene ved utløpstærskelen er fjernet, og laveste terskelnivå er nå kote 444,11 (Figur 2). Lengdene og høydene angitt i Figur 2 ser rimelige ut basert på flyfoto og laserdata fra høydedata.no.

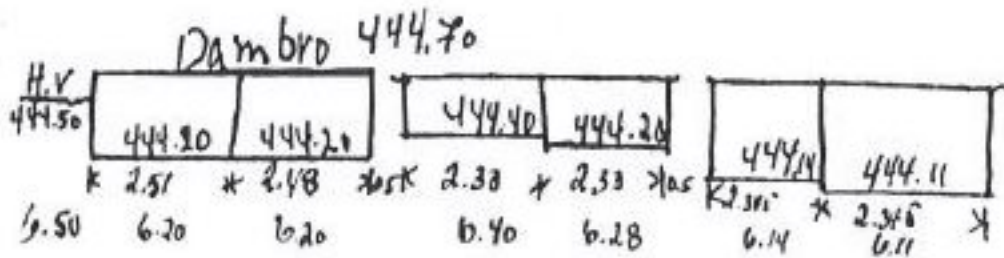
Terrenget nedenfor overløpet er relativt flatt (Figur 3), og ved fjernede bjelkestengsler har overløpsterskelen meget lav høyde over omkringliggende terreng. Det er derfor utarbeidet en 2-D HEC-RAS modell for å estimere vannføringskurven ved utløpet til Daltyven. Det er benyttet en terrengmodell lastet ned fra hoydedata.no. Overløpsterskelen som vist i Figur 2 er simulert som en såkalt «SA/2D Connection». Modellen ser bort fra kapasiteten til kulverten under skogsveien som krysser dalen ca. 75 m nedenfor overløpsterskelen, da det antas at denne kulverten kan bli fullstendig tilstoppet ved store flommer.

Nedstrøms grensebetingelser er satt til normaldybde, og er plassert tilstrekkelig langt nedstrøms til at usikkerhet i nedstrøms grensebetingelser ikke vil ha betydning for beregnede vannstander ved Daltyven. Det er benyttet en Mannings-n på 0,06, da det er mye skog i området.

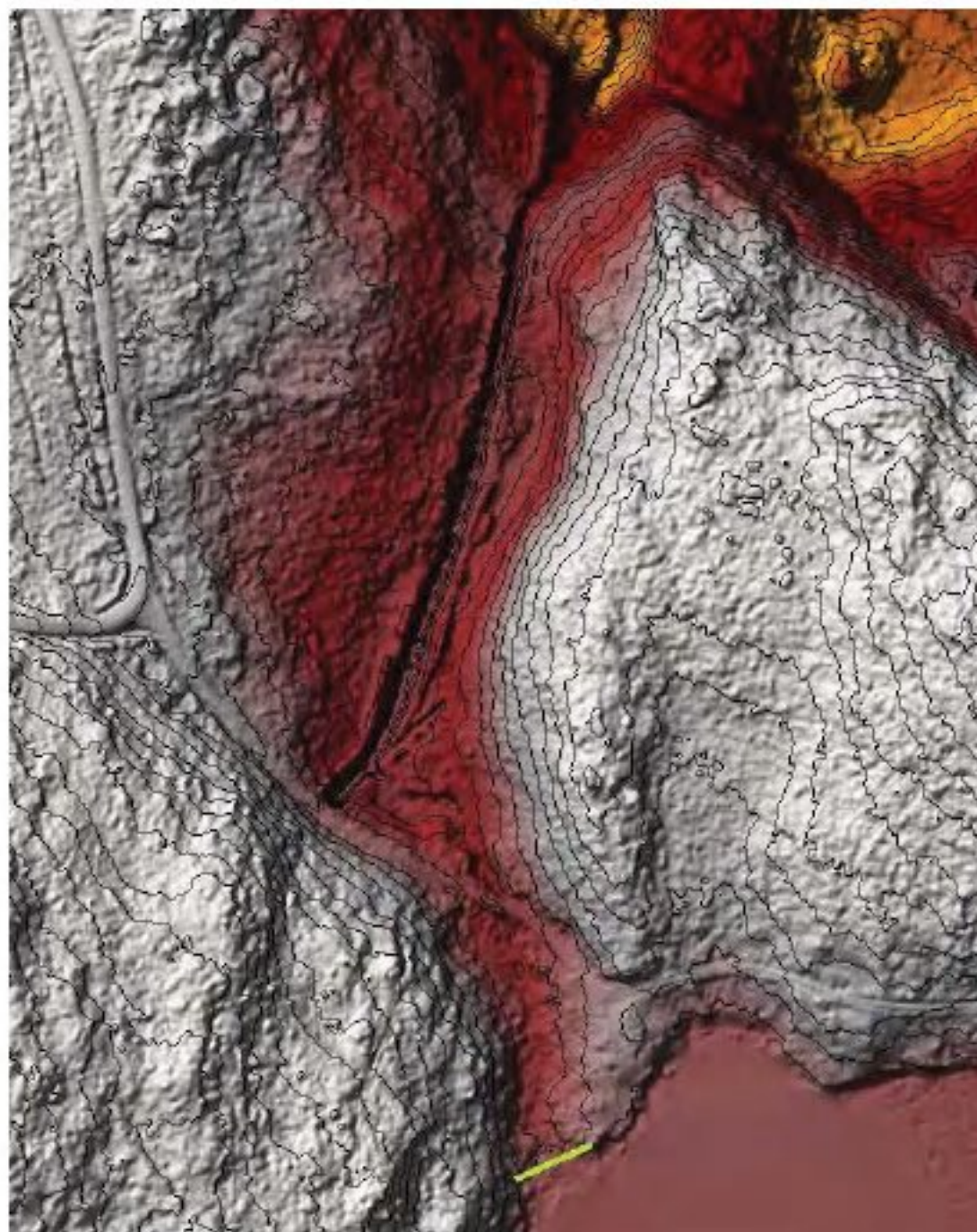
Det er en viss risiko for tilstopping av overløpet, da det er mye skog i nedbørfeltet. Det er derfor utført beregninger med en 25 % reduksjon i avløpskapasitet på grunn av tilstopping. Resulterende avløpskurve er vist i Figur 5.



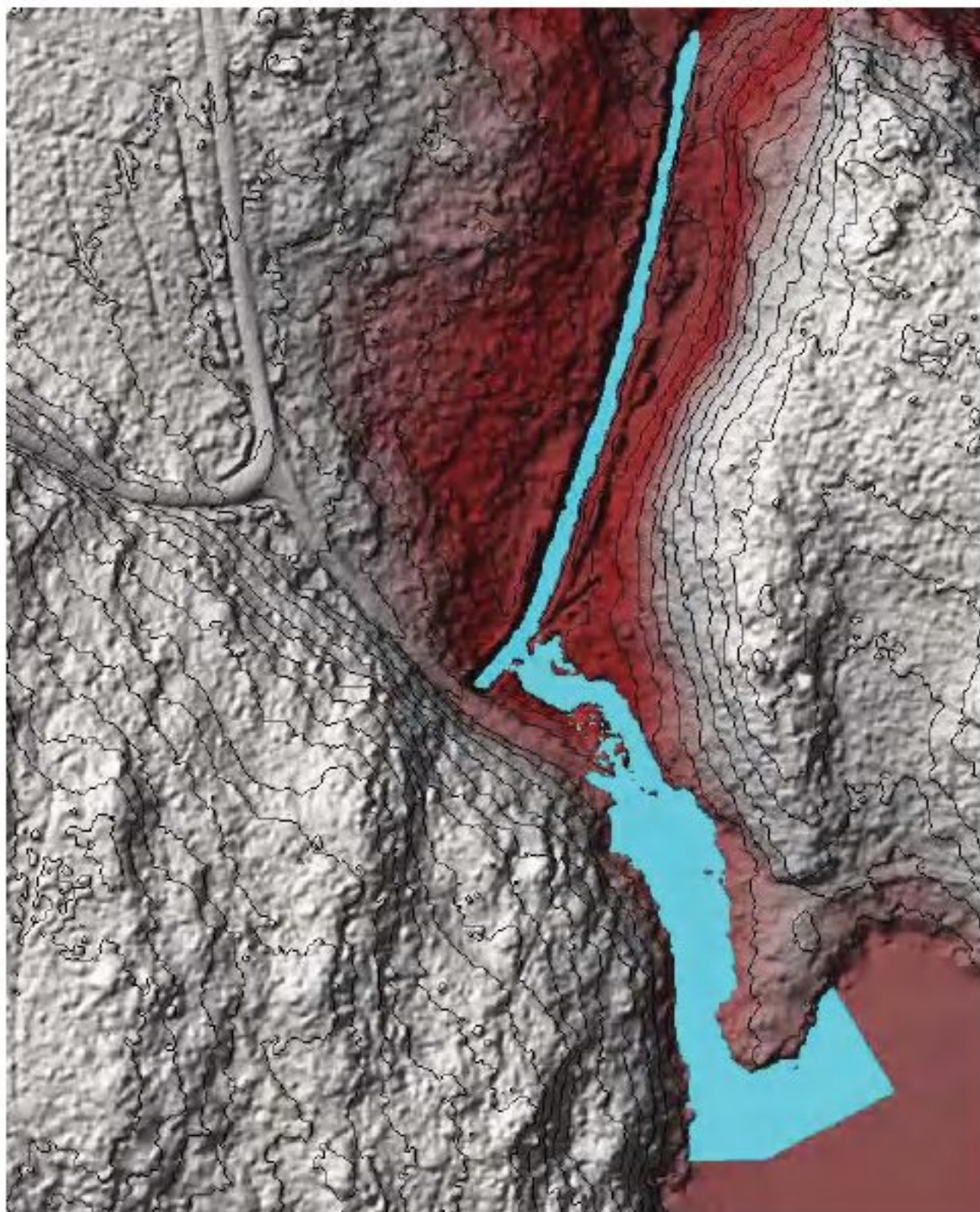
Figur 1 Overløpsterskel ved utløpet til Daltyven



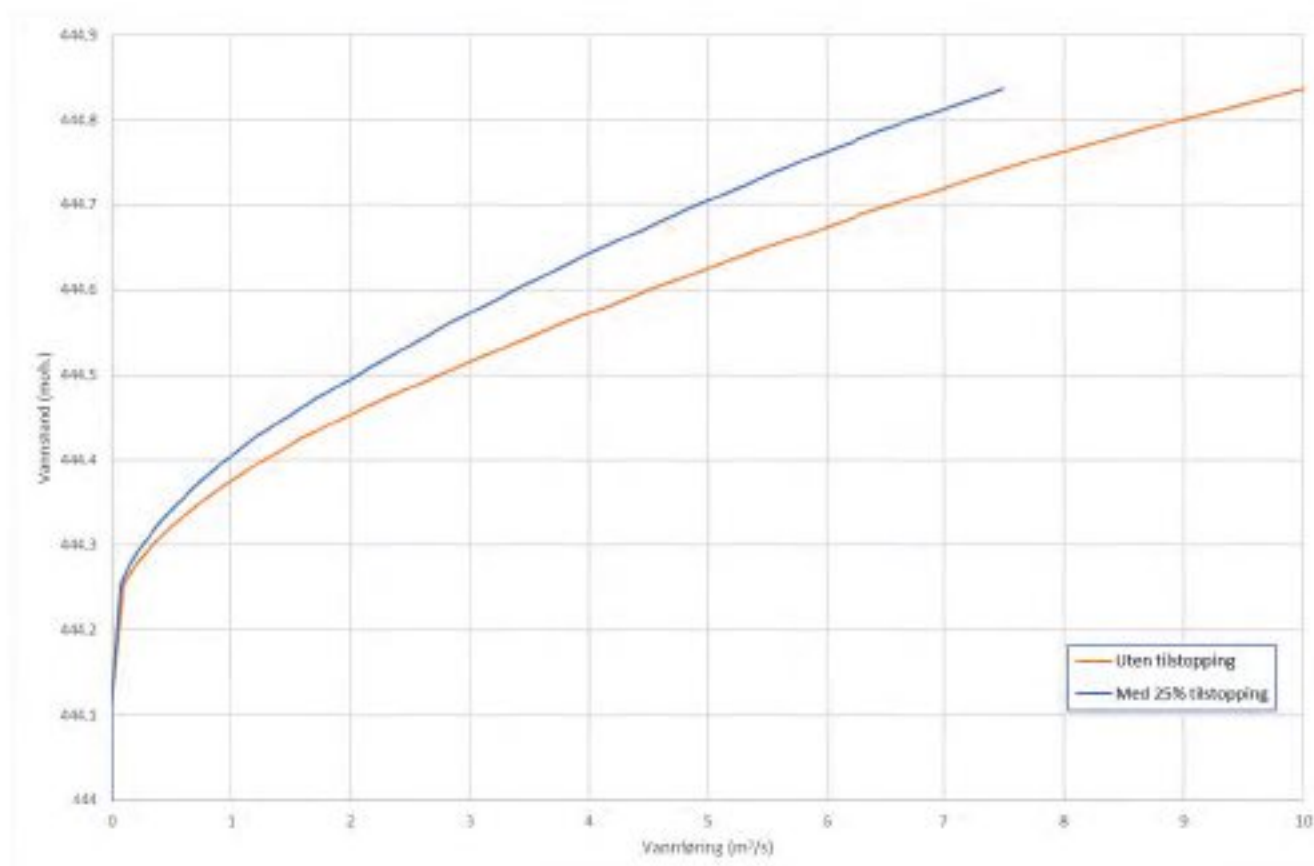
Figur 2 Innmåling utført i ca. 1910



Figur 3 Terrengmodell for området nedenfor Daltyven med høydekoter med ekvidistanse på 1m. Beliggenheten til overløpsterskelen er vist med en grønn linje.



Figur 4 Oversvømt område/ flomsone ved en vannføring på 6 m³/s.



Figur 5 Avløpskurve, Daltyven (få med tilstoppet kurve også).

3 Tillopsflom

Feltarealet til Daltyven har blitt kontrollert ved hjelp av NEVINA og Scalgo Live. Scalgo Live gir et feltareal på 2,32 km², som er i godt samsvar med feltarealet fra NEVINA (2,31 km²).

Feltparametere som beregnet ved hjelp av NEVINA er vist i Vedlegg 1. Årsavrenning er korrigert iht justering av årsavrenning for feltene i den østre delen av Maridalsvassdraget som beskrevet i ref./2/. Årsavrenning som opprinnelig angitt av NEVINA (39,3 l/s.km²) er dermed korrigert til 29,6 l/s.km². Det er benyttet en effektiv sjø prosent eksklusiv Daltyven på 0,001.

Tillopsflom er estimert ved hjelp av flere metoder:

- NVEs nye ligninger for tillopsflom fra RFFA-2018 (ref./3/), som beregnet i NEVINA.
- NVEs formelverk for små felt (ref./4/)
- PQROUT modellering (ref./5/). Det benyttes samme nedbør og snøsmelting data som benyttet for Gjerdingen i ref./2/.
- Resultater fra multipellregresjonsanalyse basert på flomfrekvensanalyse for nærliggende vannmeier beskrevet i ref./2/.

Det er ikke benyttet regionale flomformler fra NVEs retningslinjer for flomberegninger, da feltarealet til Daltyven er vesentlig mindre enn 20 km². RFFA-2018 er bare gyldig for felt med areal større enn 60 km².

men inkluderes her til informasjon. Forholdstall for Q_{mom}/Q_{dsgn} benyttet sammen med resultatene fra multipellregresjonsanalyse fra ref./2/ er beregnet ved hjelp av ligningen for høstflommer i ref./5/.

Tabell 3 Q_{500} ved Daltyven som beregnet mer ved hjelp av flere metoder

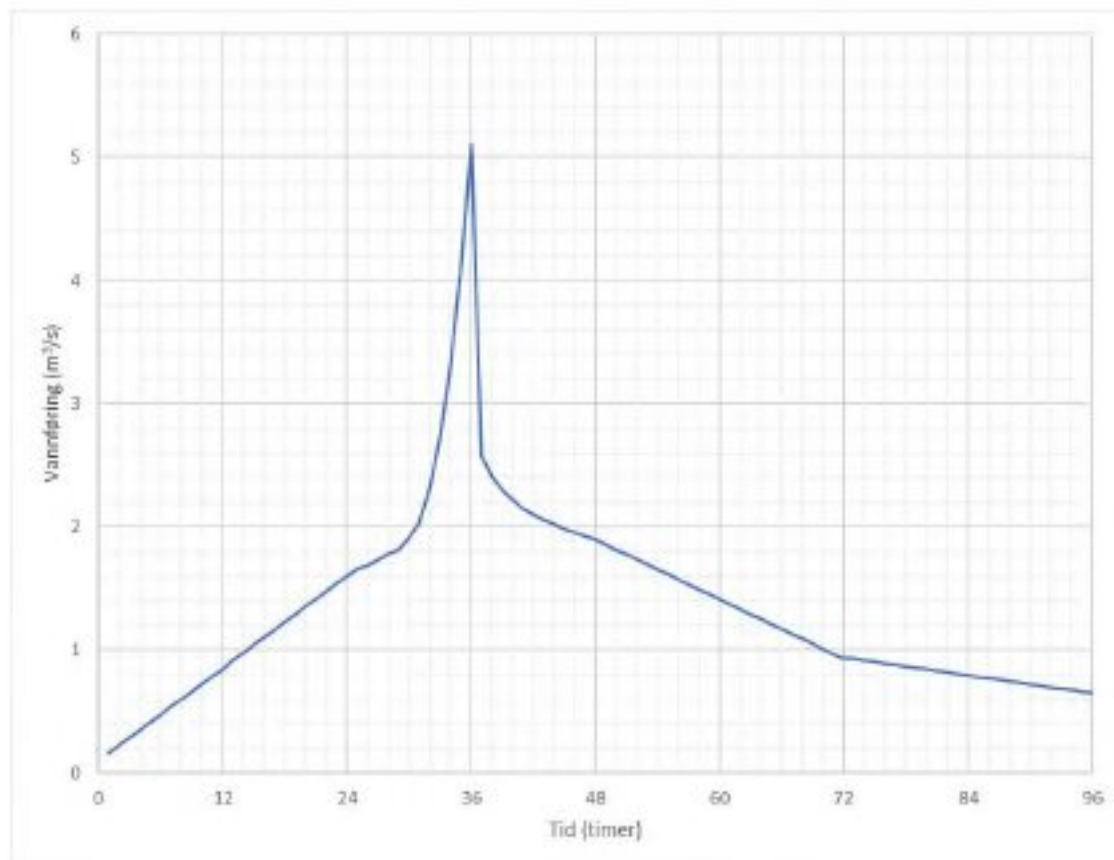
Metode	Døgntilsig (l/s km ²)	Kulminasjonsfaktor	Til sig (m ³ /s)
RFFA-2018	960	2,03	4,5
NIFS	-	-	6,1
PQROUT med snø	1420	2,16	7,1
PQROUT uten snø	1200	2,31	6,4
Multipel regresjonsanalyse fra ref./2/	1000	2,18	5,0

Tabell 4 Q_{1000} ved Daltyven som beregnet mer ved hjelp av flere metoder

Metode	Døgntilsig (l/s km ²)	Kulminasjonsfaktor	Til sig (m ³ /s)
RFFA-2018	1040	2,03	4,9
NIFS	-	-	7,0
PQROUT med snø	1570	2,14	7,8
PQROUT uten snø	1350	2,26	7,1
Multipellregresjonsanalyse fra ref./2/	1080	2,18	5,4

Det ble funnet i ref./2/ at nedbør-avløpsmodellen konsekvent ga høyere flomverdier enn de øvrige metodene for dammene i Maridalsvassdraget. I ref./2/ ble døgntilsiget for Q_{1000} ved Gjerdingen satt til 1000 l/s km². Daltyven har mindre feltareal og det ansees derfor som rimelig at det vil ha et noe høyere døgntilsig enn Gjerdingen. Med grunnlag i Tabell 3 og Tabell 4 er døgntilsig ved Q_{500} og Q_{1000} satt til hhv. 1000 og 1100 l/s km². Det benyttes en kulminasjonsfaktor på 2,2.

Flomforløpet for feltet til Daltyven er konstruert som beskrevet i ref./2/ (Figur 6). I tillegg kommer det vann fra overføringstunnelen fra Gjerdingen, som også tar inn vann fra Grimsvatn. Kapasiteten til denne overføringstunnelen er angitt i ref./2/ til 3,2 m³/s. I Teknisk Plan for Gjerdingen er det utført en mer detaljert vurdering som estimerer kapasiteten til 3,1 m³/s ved 4,5 m høydeforskjell mellom Gjerdingen (HRV= 448,5 moh.) og Daltyven. Det legges til en vannføring på 3,1 m³/s gjennom hele flomforløpet for å ta hensyn til overføringen fra Gjerdingen og Grimsvatn.

Figur 6 Q_{500} flom forløp for Daltyven

4 Dimensjonerende flomvannstander

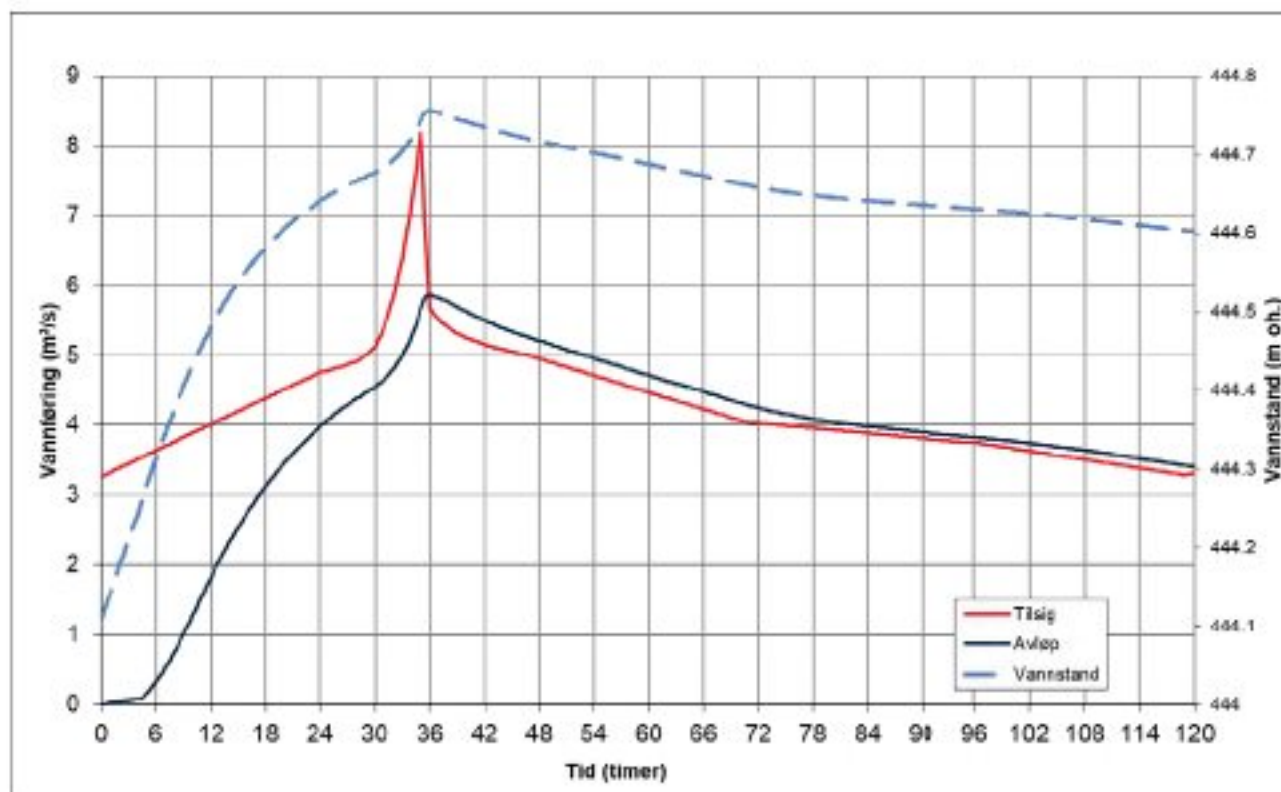
Tilløpsflommen er rutet gjennom magasinet for å beregne flomvannstand og avløpsflom. Det er benyttet en initialvannstand på 444,11. Det antas at overføringen fra Gjerdingen er åpen, mens overføringen fra Daltyven til Ingvaldsflaten er stengt. Resultatene er vist i Tabell 5 og Figur 7.

Tabell 5 Dimensjonerende flom for Daltyven

Rom	Døgntilsg ¹ (l/s.km²)	Tilsg ² (m³/s)	Avløp (m³/s)	Vannstand (moh.)	Vannstandstigning (m)
Q_{500} uten tilstopping	1000	8,2	6,1	444,68	0,57
Q_{500} med tilstopping	1000	8,2	5,9	444,76	0,65
Q_{1000} uten tilstopping	1100	8,7	6,4	444,69	0,58
Q_{1000} med tilstopping	1100	8,7	6,2	444,77	0,66

¹Lokalfelt

²Inkludert overføring fra Gjerdingen

Figur 7 Magasinruting, Q_{500} med 25% tilstopping

4.1 Klima

Ved ombygging av dam Gjerdingen skal dettas høyde for en 40% økning i tilspsflommen på grunn av klimaendring. Flomforhold ved Daltyven ved en 40% økning i tilspsflommen fra lokalfeltet er vist i Tabell 6.

Tabell 6 Dimensjonerende flom for Daltyven med 40% klimapåslag

Flom	Dagrtilslig ¹ (l/s.km ²)	Tilslig ² (m ³ /s)	Avløp (m ³ /s)	Vannstand (moh.)	Vannstandstigning (m)
Q_{500} uten tils topping + 40%	1400	10,2	7,4	444,74	0,63
Q_{500} med tilstopping + 40%	1400	10,2	7,2	444,82	0,71
Q_{1000} uten tilstopping + 40%	1540	11,0	7,8	444,76	0,65
Q_{1000} med tilstopping + 40%	1540	11,0	7,5	444,84	0,73

¹Lokalfelt

²Inkludert overføring fra Gjerdingen

5 Referanser

1. Norconsult (2007) Maridalsvassdraget Revidering av flomberegning.
2. Norconsult (2018) Flomberegning for Maridalsvassdraget Inkludert dammene Trehørningen og Ørfiske.
3. NVE (2020) Lokal og regional flomfrekvensanalyse. NVE Rapport Nr.10/2020.
4. NVE (2015) Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt.
5. NVE (2011) Retningslinjer for flomberegninger til § 5-7 i forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg, Rapport 4.

6 Vedlegg

Vedlegg 1: NEVINA

Vedlegg 5

Stabilitetsberegninger

Stabilitetkontroll - Gravitasjonsdam uten dreneasje

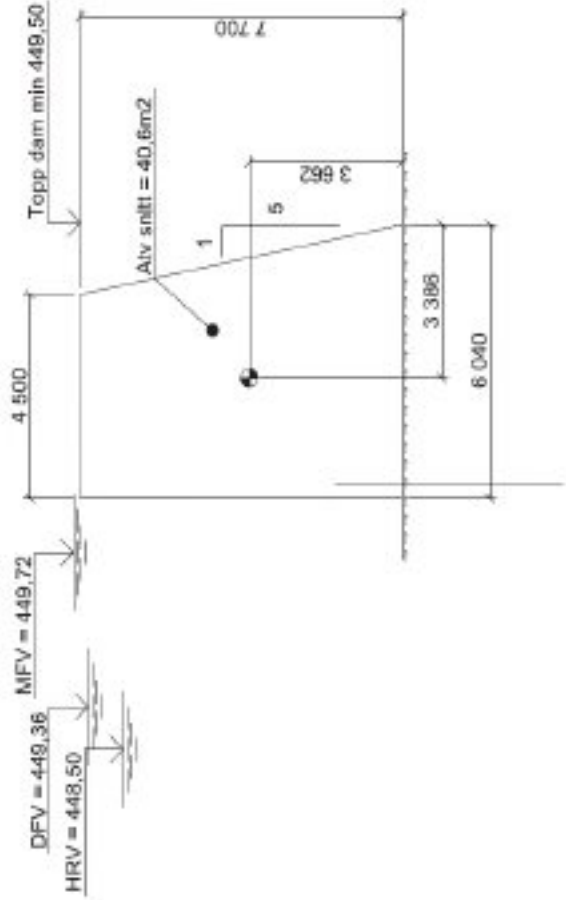
- Prosjekt: Gjerdingen
- Prosjekt nr.: 8185708
- Konsultansklasse: 3
- Damhøyde (m): 7,7
- Kontroll av stabilitet gjennomført i samarbeid med:
1. Forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg
2. NVEs retningslinje for laster og dimensjonering, utgave 2
3. NVEs retningslinje for betongdammer, utgave 2
4. Skriv fra NVE datert 6. desember 2012 med nye stabilitetskriterier ved r. kontroll med fjellbolter.

Forutsættninger	
Egen vekt, dam	23 kN/m ³
Egenvekt, vann	9,8 kN/m ³
Egen vekt, leamasasjer	20 kN/m ³
Jordtrykks koeffisient (Hviletrykk mot vannside)	0,50
Istrykk	100,0 kN/m
Fjellbolt, kapasitet	180 kN/m ²
Boltdiameter	32 mm
Areallbolt	804 mm ²
Bolt, plassering - avstand fra oppstrøms side	0,30 m
Boltestand	0,60 m
Andel av bolter som ikke er virksomme (prosent)	16 %
Friktjonsvinkel, ϕ	45 °
Fundamentbetingelse (positiv ved helning mot magasinet)	0 °
Tan($\phi+c$)	1,00
Kohesjon er ikke medregnet	c=0
Positiv trykkskoen	Linært avlagende
DFV, Dimensjonerende flom (Qd m)	Q1000
Ulykkesflom	PMF
Materialfaktor og lastfaktor er satt lik 1,0	1,00

Dimensjoner, dam	
Nivå fundament, oppstrøms side	441,80 m.o.h.
Nivå topp dam	449,50 m.o.h.
Nivå leamasasjer, oppstrøms side	449,50 m.o.h.
Tverrsnitt, Areal	40,60 m ²
Tyngdepunkt damtverrsnitt - avstand fra nedstrøms tå	3,39 m
Bredde av fundament (B)	6,04 m
Segmentbrede	1,00 m
Nivå fundament, nedstrøms tå	441,80 m.o.h.
Damhøyde over nedstrøms tå	7,70 m
Helning, oppstrøms side (-h -JL, figur)	0,00

Flomtilsijon	Oppstrøms vannstand	Nedstrøms vannstand	Kommentar
HRV	448,50 m.o.h.	0,00 m.o.h.	
	Vannstand, nivå	0,00 m	Ikke bakrann
	Statisk vanntrykk	0,00 m	Ingen overtopping
DFV	449,36 m.o.h.	0,00 m.o.h.	
Q1000	Statisk vanntrykk	0,00 m	Ikke bakrann
	Overtopping	0,00 m	Ingen overtopping
Ulykkesflom	449,72 m.o.h.	0,00 m.o.h.	
PMF	Statisk vanntrykk	0,00 m	Ikke bakrann
	Overtopping	0,22 m	Overtopping

INNDATA - REGNEARK



KREFTER OG MOMENT

Forbegræget
 Vertikal last: +ve ved oppadrettet last.
 Horisontal last: +ve ved last som virker mot nedstrøms side.
 Moment: +ve ved de-stabiliserende moment. Moment regnes om nedstrøms til.
 Last og moment beregnet pr. lepmeter dam

LASTER		Vertikal last kN	Horisontal last kN	Momentarm m	Moment kNm
Poretrykk	Lastsituasjon				
	HRV				
	P2	198,29	0,00	3,02	0,00
	DFV	0,00	0,00	4,03	798,46
	P1	0,00	0,00	3,02	0,00
Resultanten i merter 1/3-punkt (fl. fig. 2)	DFV	223,75	0,00	4,03	900,95
	P2	0,00	0,00	3,02	0,00
	Ulykkesom	234,40	0,00	4,03	943,85
	P1	0,00	0,00	3,02	0,00
	P3	117,20	0,00	2,01	235,96
Resultanten i 1/6 punkt (fl. fig. 3)	Ulykkesom	234,40	0,00	4,03	1051,83
	P2	0,00	0,00	3,02	0,00
	DFV	335,62	0,00	3,78	1266,96
	P3	55,94	0,00	1,01	56,31
	P2	447,49	0,00	3,02	1351,42
Full poretrykk	Ulykkesom	468,80	0,00	3,02	1415,78
	P2	0,00	0,00	3,02	0,00
Sum		-933,80	100,00	6,46	645,00
Fjellbøtter, Vertikal kapasitet		-202,67	0,00	6,74	-1563,30
Egen vekt, dam		-933,80	15,19	3,38	-355,58
Jordtrykk mot vannside - Horisontal		0,00	0,00	2,57	388,05
Vertikal jordtrykk mot vannside		0,00	0,00	0,00	0,00
Oppstrøms vanntrykk, Horisontal - fig. 1; V1	HRV	218,96	0,00	2,23	491,25
	DFV	280,05	0,00	2,52	705,73
	Ulykkesom	307,12	0,00	2,64	809,89
	HRV	0,00	0,00	0,00	0,00
	DFV	0,00	0,00	0,00	0,00
Nedstrøms vanntrykk, Horisontal - fig. 1; V2	Ulykkesom	0,00	0,00	0,00	0,00
	DFV	0,00	0,00	0,00	0,00
	Ulykkesom	0,00	0,00	0,00	0,00
	HRV	0,00	0,00	0,00	0,00
	DFV	0,00	0,00	0,00	0,00
Vertikal vanntrykk, skrå vannside - fig. 1; V3	DFV	0,00	0,00	6,04	0,00
	Ulykkesom	0,00	0,00	6,04	0,00
	HRV	0,00	0,00	0,00	0,00
	DFV	0,00	0,00	0,00	0,00
	Ulykkesom	0,00	0,00	0,00	0,00
Enhetstaster					
Last X1	HRV				0,00
	DFV				0,00
	Ulykkesom				0,00
	HRV				0,00
	DFV				0,00
Last X2	HRV				0,00
	DFV				0,00
	Ulykkesom				0,00
	HRV				0,00
	DFV				0,00
Last X3	HRV				0,00
	DFV				0,00
	Ulykkesom				0,00
	HRV				0,00
	DFV				0,00
Last X4	HRV				0,00
	DFV				0,00
	Ulykkesom				0,00
	HRV				0,00
	DFV				0,00
Last X5	HRV				0,00
	DFV				0,00
	Ulykkesom				0,00
	HRV				0,00
	DFV				0,00
Sum enhetstaster		0,00	0,00	0,00	0,00
SUM EGENVEKT, JORDTRYKK, VANNTRYKK OG ENHETSLASTER		-933,80	37,19	6,46	-226,38
		-933,80	43,124	6,74	-2071,80
		-933,80	458,31	6,74	-1967,94

Fig 1 Vannlast mot dammen



Fig 2 Poretrykk - Resultanten i 1/3-punktet

Fig 3 Poretrykk - Resultanten i 1/6-punktet

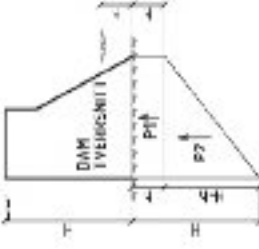


Fig 3 Poretrykk - Resultanten i 1/6-punktet

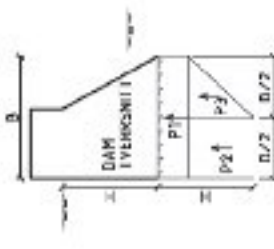


Fig 3 Poretrykk - Resultanten i 1/6-punktet

BEREGNING AV STABILITET

La stisituasjon: HRV + istrykk		Bruddgrense	
	V [kN]	H [kN]	M [kNm]
Egenvekt, dam	-933,80	100,00	-3165,58
Islast			645,00
Fjellbolter, Vertikal kapasitet			-1163,33
Jordtrykk mot vannside - Horisontalt	-202,67	151,19	388,05
Vertikalt jordtrykk mot skrå vann side	0,00		0,00
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt- fig.1; V1		219,96	491,25
Nedstrøms vanntrykk, Horisontalt- fig.1; V2		0,00	0,00
Vertikal vanntrykk, skrå vannside- fig.1; V3	0,00		0,00
Poretrykk	198,29		798,46
Enhet slasor	0,00	0,00	0,00
SUM	-938,18	471,15	-208,19

STABILITET		Glidning - Sikkerhet	
Vetting - Resultant		1,99 >1,5	Stabil
		2,14 >0,3	Stabil

La stisituasjon: DFV		Bruddgrense: DFV		Ulykkesgrense: DFV uten bolter	
	V [kN]	H [kN]	M [kNm]	V [kN]	H [kN]
Egenvekt, dam	-933,80		-3165,58	-933,80	
Fjellbolter, Vertikal kapasitet			-1163,33		
Jordtrykk mot vannside - Horisontalt	-202,67	151,19	388,05	151,19	388,05
Vertikalt jordtrykk mot skrå vann side	0,00		0,00	0,00	0,00
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt- fig.1; V1		280,05	705,73	280,05	705,73
Nedstrøms vanntrykk, Horisontalt- fig.1; V2		0,00	0,00	0,00	0,00
Vertikal vanntrykk, skrå vannside- fig.1; V3	0,00		0,00	0,00	0,00
Poretrykk	223,75		900,95	391,56	1223,27
Enhet slasor	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SUM	-912,72	431,24	-2334,17	-542,24	431,24

STABILITET		Glidning - Sikkerhet	
Vetting - Resultant		1,26 >1,1	Stabil
		1,38 >0,12	Stabil

La stisituasjon: Ulykkesfom		Ulykkesgrense: Ulykkesfom	
	V [kN]	H [kN]	M [kNm]
Egenvekt, dam	-933,80		-3165,58
Fjellbolter, Vertikal kapasitet			-1163,33
Jordtrykk mot vannside - Horisontalt	-202,67	151,19	388,05
Vertikalt jordtrykk mot skrå vann side	0,00		0,00
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt- fig.1; V1		307,12	809,59
Nedstrøms vanntrykk, Horisontalt- fig.1; V2		0,00	0,00
Vertikal vanntrykk, skrå vannside-fig.1; V3	0,00		0,00
Poretrykk	234,40		943,95
Enhet slasor	0,00	0,00	0,00
SUM	-902,07	458,31	-2187,42

STABILITET		Glidning - Sikkerhet	
Vetting - Resultant		1,97 >1,1	Stabil
		2,42 >0,6	Stabil

Kriterier for stabilitet*

1. Sikkerhet mot glidning = $\Sigma V \cdot \tan(\phi + u) / \Sigma H$, der ϕ friksjonsvinkelen og u er fundamenterbeving
2. Sikkerhet mot vetting er gitt ved resultantens plassering i fra nedstrøms damå

Kriterier for stabilitet*	Vetting		Glidning Sikkerhet
	Resultantens plassering (m)		
	Krav		
Bruddgrense: HRV + lasttrykk	1/3B	2,01	1,5
Bruddgrense: DFV	1/3B	2,01	1,5
Ulykkesgrense: DFV uten bolter	1/12B	0,50	1,1
Ulykkesgrense: Ulykkesform	1/6B	1,01	1,1

* Kriterier for stabilitet samsvare med aktiv fra NVE datert 6. desember 2012, som erstatter krøtler gitt i NVEs retningslinje for betongdammer, utgave 2.

Commentar: Lineært artagende poretrykk

Stabilitetskontroll - Gravitasjonsdam uten drenering, Jordskjelvsberegninger

Prosjekt: Gjerdingen
Prosjekt nr.: 5165708
Konsultens klasse: 3

Kontroll av jordskjelvsberegninger i samsvar med:

1. Forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg
2. NVEs retningslinje for laster og dimensjonering, utgave 2
3. Eurokode 8 og Norconsult notat: "Seismiske krefter på dam - Dimensjoneringskriterier", revidert mars 2011.

Fysiske data	
Egenvekt, dam	23 kN/m ³
Egenvekt, vann	9,8 kN/m ³
Egenvekt, lemmasser	20 kN/m ³
Jordtrykks koeffisient (Hellertrykk mot vann side)	0,50
Jordtrykks kapasitet	180 N/mm
Boltdiameter	32 mm
Areal bolt	804 mm ²
Bolt, plassering - avstand fra oppstrøms side	0,3 m
Boltdiameter	0,60 m
Frikoeffisient, ϕ	45°
Fundament heining, α (positiv ved heining mot magasin)	0°
Tan ($\phi + \alpha$)	1,00
Kohesjon er ikke medregnet	c=0
Porositet trykksonen	Linjert avagende
Materialfaktor og lastfaktor er satt lik 1,0	1,00

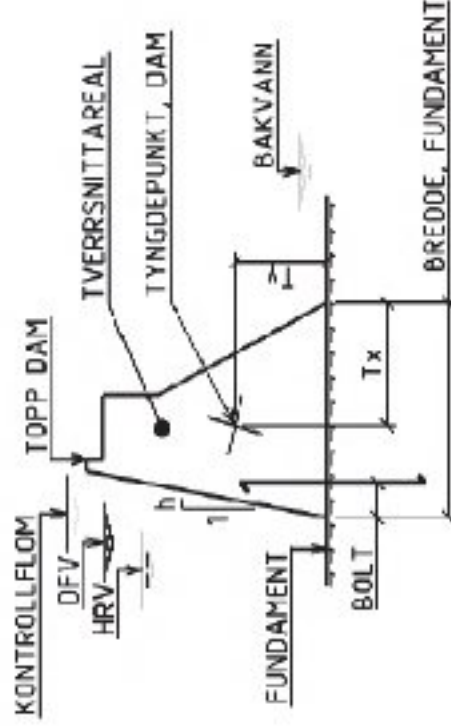
Dimensjoner, dam	
Nivå fundament, nedstrøms	448,80 m.o.h.
Nivå fundament, oppstrøms side	448,80 m.o.h.
Nivå topp dam	448,50 m.o.h.
Nivå lemmasser, oppstrøms side	448,50 m.o.h.
Tverrsnitt, Areal	40,60 m ²
Tyngdepunkt, damversant (= Tx, jf. figur)	3,39 m
Bredde av fundament (B)	6,04 m
Segmentredde	1,00 m
Damhøyde over nedstrøms	7,70 m
Heining, oppstrøms side (=h-jf. figur)	0,00

Fysiske data	
Oppstrøms vannstand	0,00 m.o.h.
Nedstrøms vannstand	0,00 m
Statisk vanntrykk	0,00 m
Overopplag	0,00 m

INDATA - JORDSKJELV

Jordskjelv	
Tyngdepunkt dam - vertikal arm (= Ty - jf. figur)	3,66 m
Heining på brytning	0,00 m
Akselerasjon, oppstrøms ($a_{0,10}$), Returperiode:	475 år
Akselerasjon, Returperiode ($a_{0,10}$):	0,55 m/s ²
Seismisk trykklaster ved skrå vannside (C_s):	0,44 m/s ²
Seismisk faktor c, Ty - Ulykkeslast, Returperiode:	475 år
Seismisk faktor c, Ty - Ulykkeslast, Returperiode:	2,00 = 2 (jf. Eurokode 8 - del 1)

INDATA - REGNEARK



KREFTER OG MOMENT

Fortegnelse:
 Vertikal last: +ve ved oppadrettet last.
 Horisontal last: +ve ved last som virker mot nedstrøms side.
 Moment: +ve ved de-stabiliserende moment. Moment regnes om nedstrøms til.
 Last og moment beregnet p.c. lepeimeter dam

LASTER	Vertikal last kN	Horisontal last kN	Momentarm m	Moment kNm
Poretrykk				
Ukjent avtagende poretrykk				
P1	0,00		3,02	0,00
P2	198,29		4,03	798,46
Pjellbolter				
	-202,67		6,74	-1163,39
Egenvekt, dam				
Jordtrykk mot vannside - horisontalt	-933,80	151,79	3,39	-3165,96
Vertikalt jordtrykk mot skrå vannside	0,00		2,57	388,05
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt- fig.1; V1		219,96	2,23	491,25
Nedstrøms vanntrykk, Horisontalt- fig.1; V2		0,00	0,00	0,00
Vertikalt vanntrykk, skrå vannside- fig.1; V3	0,00		6,04	0,00
Enhetlaster				
Last X1	0,00	0,00	0,00	0,00
Last X2	0,00	0,00	0,00	0,00
Last X3	0,00	0,00	0,00	0,00
Last X4	0,00	0,00	0,00	0,00
Last X5	0,00	0,00	0,00	0,00
Sum enhetlaster	0,00	0,00	0,00	0,00
SUM EGENVEKT, JORDTRYKK, VANNTRYKK OG ENHETSLASTER	-933,80	371,75		-2286,28

Kommentar:

- Last X3, X4 og X5 er forutsatt å ikke ha egenvekt (f.eks. bolter). Dette innebærer at lasten ikke er påvirket av seismisk akselerasjon.

PRINSIPPSSKISSE FOR VANNTRYKK



Fig 1 Vannlast ned dammen

PRINSIPPSSKISSE FOR PORETRYKK



Fig 2 Poretrykk - Resultaten i 1/3-punktet

JORDSKJELV - KREFTER OG MOMENT

Fondetninger:

1. Kvalitetsanalyse i samsvar med Eurokode 8 og Norconsult notat: "Seismiske krefter på dam - Dimensjonering skriftserie".
2. Begrunnig for grunnforholdene for vannstand ved HRV uten lasttrykk. Ved is i magasinet antas at denne sprekker opp slik at lasttrykk ikke er relevant.
3. Det er antatt et poretrykket som for lastsituasjon "HRV" uten seismiske laster. Poretrykk endres ikke under jordskjelvfordit.
- Når stabilitetsberegningene viser at anlegget har tilfredsstillende stabilitet, er det forutsatt at det ikke oppstår skader i form av oppsprekking og permanente forskyvninger som kan påvirke poretrykket.
- Spillkeilene antas å forplante seg raskere enn et eventuelt poretrykk. Normal frekvens for jordskjelv er i området 1 - 30 Hz.
4. Massekrefter fra jord og vertikal vannlast beregnes på samme måte som for massekrefter i dammen.
5. Bestemmelse i Eurokode 8 benyttes der kombinasjon av lastvirkinger ikke harmoniserer med NVEs retningslinje for laster og dimensjonering.

Snittbetydning, dam	Egensvingeperiode for dam		
	Elastisitetssmodul E GN/m ²	Frekvens f = 1/E · (0,012 · H) ² Hz	Egensvingeperiode T = 1/f sek
H m	20.000	48,40	0,0207
7,70			

Dimensjonerende seismisk akselerasjon		
Horisontalt:	$S_{d1} = \eta \cdot a_{g1} \cdot (2 + 55 \cdot T)^{1/3} / 3,75$	når $0 < T \leq 0,1$
	$S_{d1} = 2 \cdot \eta \cdot a_{g1}$	når $0,1 < T \leq 0,25$
Vertikalt:	$S_{d1} = 0,32 \cdot \eta \cdot a_{g1}$	$T = 0$

Grensefallstand	Horisontal seismisk akselerasjon		Vanntrykk z_{max} m	Egenvekt, vann ρ kN/m ³	Seismisk trykktfaktor C_s (se Norconsult notat, figur s. 8)	Seismisk tilleggslast, vann $P_{vx} = 0,66 \cdot C_s \cdot S_{d1} \cdot z_{max}^2 \cdot \rho / g$ kN		Momentarm Arm = 0,4 · z_{max} m		Moment kNm
	S_{d1} m/s ²	S_{d2} m/s ²								
Ulykkesgrense	0,32	0,32	6,70	9,80	0,73	19,90		2,68		53,33

Grensefallstand	Vekt av dam m Ton	Horisontal tilleggslast fra dam (P _{mx})		Arm Ty m	Moment kNm	Redusert og en vekt av dam (P _{mx})		Arm Tx m	Moment kNm
		S_{d1} m/s ²	S_{d2} m/s ²			Horisontal tilleggslast P _{mx} = S_{d1} · m kN	Redusert vekt P _{mx} = S_{d1} · m kN		
Ulykkesgrense	95,29	0,32	0,32	3,66	320,85	87,86	33,54	3,39	113,70

Andre seismiske laster	Grensefallstand	Horisontal tilleggslast (P _x)			Redusert og en vekt ved vertikal last (P _z)		
		Akselerasjon S_{d1} m/s ²	Vekt m tonn	Last Px kN	Akselerasjon S_{d1} m/s ²	Vekt m tonn	Last Px kN
Jordtrykk 1)	Ulykkesgrense	0,32	15,43	14,19	0,35	0,00	0,00
Vannlast, skrå vannside	Ulykkesgrense	0,32	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00
Last X1	Ulykkesgrense	0,32	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00
Last X2	Ulykkesgrense	0,32	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00

1) Jordtrykkkomponenten fra jordskjelv er antatt å virke 2/3 H over fundament, der H er høyden av påfyllingen. Vertikallasten gjelder bare ved skrå oppstrøm side.

2) Enhetslasten: Tilleggslasten er antatt å være destabilerende.

Sum tilleggslast fra dam og øvrige seismiske laster				
Grensefallstand	Returperiode	Horisontalt: P _{mx} + Σ P _x H [kN]	Vertikalt: P _{mx} + Σ P _z V [kN]	Moment: P _{mx} + Σ P _z M [kNm]
Ulykkesgrense	475 år	101,66	33,54	113,70

BEREGNING AV STABILITET

Kriterier for stabilitet

1. Sikkerhet mot glidning = $\Sigma V \cdot \tan(\phi + c) / \Sigma H$, der ϕ friksjonsvinkelen og c er fundamenterheling
2. Sikkerhet mot velling er gitt ved resultanten plassert i fra nedstrøms damstøt

Kriterier for stabilitet	Glidning Sikkerhet	Velling Resultantens plassering fra nedstrøms st. Krav: >B/6
Ulykkesgrense - Jordskjelv	$\geq 1,1$	$\geq 1,01$

Lastkombinasjoner, Jordskjelv	
Kombinasjon A:	$P_v + P_{mx} + \Sigma P_x + 0,3 \cdot (P_{mz} + \Sigma P_z)$
Kombinasjon B:	$P_v + 0,3 \cdot (P_{mx} + \Sigma P_x) + P_{mz} + \Sigma P_z$

Ulykkesgrense - Jordskjelv Retuperiode 475 år	Kombinasjon A:				Kombinasjon B:			
	$P_v + P_{mx} + \Sigma P_x + 0,3 \cdot (P_{mz} + \Sigma P_z)$		$P_v + 0,3 \cdot (P_{mx} + \Sigma P_x) + P_{mz} + \Sigma P_z$		$P_v + P_{mx} + \Sigma P_x + 0,3 \cdot (P_{mz} + \Sigma P_z)$		$P_v + 0,3 \cdot (P_{mx} + \Sigma P_x) + P_{mz} + \Sigma P_z$	
	V [kN]	H [kN]	M [kNm]		V [kN]	H [kN]	M [kNm]	
Porttrykk	198,29		798,46		198,29		798,46	
Fjellbolter	-202,67		-1163,33		-202,67		-1163,33	
Sum egenvekt, enhetslast, vann- og jordtrykk	-933,80	371,15	-2286,28		-933,80	371,15	-2286,28	
Selamisk tilleggslast, vanntrykk (Pv)		19,90	53,33			19,90	53,33	
Horisontal tilleggslast (Pmx + Px)		101,86	393,71			30,56	118,11	
Vertikal tilleggslast (Pmz + Pz)	10,06		34,11		33,54		113,70	
SUM	-928,12	492,90	-2170,01		-904,94	421,61	-2366,01	
STABILITET	Glidning - Sikkerhet		1,88 > 1,1	Stabil	2,15 > 1,1		Stabil	
	Velling - Resultant		2,34 > B/6	Stabil	2,62 > B/6		Stabil	

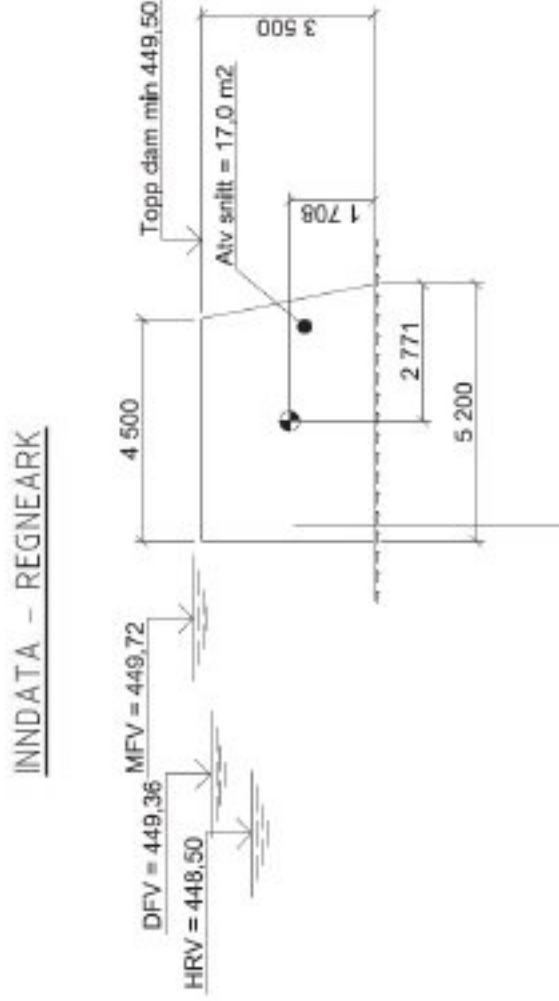
Stabilitetskontroll - Gravitationsdam uten dreina side

RESEARCH

1. Forskift om sikkerhet ved vassdragsanlegg
2. NVEs retningslinje for laster og dimensjonering, utgave 2
3. NVEs retningslinje for betongdammer, utgave 2
4. Sluttfra NVE datert 6. desember 2012 med nve stabilitetstsk

Forutsættelser	
Egen vekt, dam	23 kN/m ³
Egenvekt, vann	9,8 kN/m ³
Egen vekt, løsmasser	20 kN/m ³
Jordtrykks koefisient (Hviletrykk mot vannside)	0,50
Isstrykk	100,0 kN/m
Fjellbøle, kapasitet	180 N/mm ²
Bollediameter	32 mm
Areall bolt	804 mm ²
Bolt, plassering - avstand fra opphengs side	0,30 m
Bolteavstand	1,00 m
Andel av bolter som ikke er viksomme (prosent)	16 %
Frikjøningsvinkel, φ	45 °
Fundament heving, α (positiv ved heving mot magaset)	0 °
Tan(φ+α)	1,00
Kohesjon er ikke medregnet	c=0
Prestrykk i trykksone	L. hevert avhengende
DFV, Dimensjonerende stem (Qd km)	Q1000
Ulykkesfaktor	PMF
Materialeffektor og lastfaktor er satt lik 1,0	1,00

Dimensjoner, dam	
Nivå fundament, oppstrøms side	448,00 m.o.h.
Nivå topp dam	449,50 m.o.h.
Nivå loannasser, oppstrøms side	449,50 m.o.h.
Tversnitt, Areal	17,00 m ²
Tyngdepunkt damtversnitt - avst and fra nedstrøms tå	2,77 m
Bredde av fundament (B)	5,20 m
Segmentbredde	1,00 m
Nivå fundament, nedstrøms tå	448,00 m.o.h.
Damhøyde over nedstrøms tå	3,50 m
Heining, oppstrøms side (-h -fl. figur)	0,00



Flomsittsaijon	Oppdragsens vannstand	Nedsattens vannstand	Kommentar
HRV	Vannstand, nivå	448,30 m.o.h.	
	Stulak vanntrykk	2,50 m	
	Overflopping	0,00 m	ikke bakvann ingen overtopping
DFV	Vannstand, nivå	449,36 m.o.h.	
	Stulak vanntrykk	3,36 m	
	Overflopping	0,00 m	ikke bakvann ingen overtopping
Ulykkeaffom PMF	Vannstand, nivå	449,72 m.o.h.	
	Stulak vanntrykk	3,72 m	
	Overflopping	0,22 m	ikke bakvann Overtopping

KREFTER OG MOMENT

Forbegravet
 Vertikal last: +ve ved oppadrettet last.
 Horisontal last: +ve ved last som virker mot nedstrøms side.
 Moment: +ve ved de-stabiliserende moment. Moment regnes om nedstrøms til.
 Last og moment beregnet p.c. lepebetong dam

LASTER		Vertikal last kN	Horisontal last kN	Momentarm m	Moment kNm
Porttrykk	Laastituasjon				
	HRV	0,00		2,60	0,00
	P2	63,70		3,47	220,83
	DFV	0,00		2,60	0,00
	P2	85,61		3,47	296,79
	Ulykkesfall	0,00		2,60	0,00
	P2	94,79		3,47	328,99
	Ulykkesfall	0,00		2,60	0,00
	P2	94,79		3,90	369,66
	Ulykkesfall	47,39		1,73	82,15
Resultanten i 1/6 punkt (fl. fig.3)	DFV	0,00		2,60	0,00
	P2	128,42		3,25	417,36
	DFV	21,40		0,67	18,55
	P2	171,23		2,60	445,79
Full porttrykk	Ulykkesfall	189,57		2,60	492,89
	P2				
Sum		-121,80	100,00	2,25	225,00
Fjellbøtter, Vertikal kapabilitet				4,30	-295,85
Egen vekt, dam	Alle	-391,00	31,24	2,77	-1083,01
	Jordtrykk mot vannside - Horisontalt			1,17	36,44
	Alle	0,00		0,00	0,00
	Alle			0,00	0,00
	HRV	30,63		0,83	25,32
	DFV	55,32		1,12	61,96
	Ulykkesfall	67,57		1,23	83,23
	HRV	0,00		0,00	0,00
	DFV	0,00		0,00	0,00
	Ulykkesfall	0,00		0,00	0,00
Nedstrøms vanntrykk, Horisontalt - fig.1; V2	DFV	0,00		5,20	0,00
	DFV	0,00		5,20	0,00
	DFV	0,00		5,20	0,00
	Ulykkesfall	0,00		5,20	0,00
Vertikal vanntrykk, skrå vannside - fig.1; V3	DFV	0,00			
	DFV	0,00			
	DFV	0,00			
	DFV	0,00			
	Ulykkesfall	0,00			
Enhetelaster	HRV				0,00
	DFV				0,00
	Ulykkesfall				0,00
	Alle				0,00
	Alle				0,00
Sum enhetelaster	HRV	0,00	0,00		0,00
	DFV	0,00	0,00		0,00
	Ulykkesfall	0,00	0,00		0,00
	DFV	0,00	0,00		0,00
	Ulykkesfall	0,00	0,00		0,00
SUM EGENVEKT, JORDTRYKK, VANNTRYKK OG ENHETSLASTER	HRV	-391,00	61,88		-1021,11
	DFV	-391,00	86,56		-984,67
	Ulykkesfall	-391,00	98,81		-963,39

Fig 1 Vannlast mot dammen



Fig 2 Porttrykk - Resultanten i 1/3-punktet

Fig 3 Porttrykk - Resultanten i 1/6-punktet

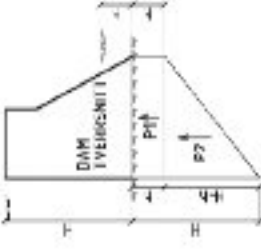


Fig 3 Porttrykk - Resultanten i 1/6-punktet

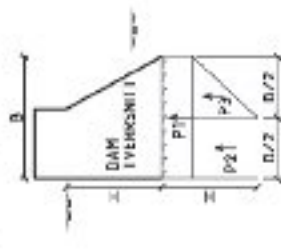


Fig 3 Porttrykk - Resultanten i 1/6-punktet

BEREGNING AV STABILITET

La stisituasjon: HRV + istrykk		Bruddgrense	
	V [kN]	H [kN]	M [kNm]
Egenvekt, dam	-391,00	100,00	-1083,07
Fjellbolter, Vertikal kapasitet			225,00
Jordtrykk mot vannside - Horisontalt	-121,60	31,24	-595,85
Vertikalt jordtrykk mot skrå vann side	0,00	0,00	36,44
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt- fig.1; V1	0,00	30,63	25,52
Nedstrøms vanntrykk, Horisontalt- fig.1; V2	0,00	0,00	0,00
Vertikal vanntrykk, skrå vannside- fig.1; V3	0,00	0,00	0,00
Poretrykk	63,70	0,00	220,93
Enhet slasor	0,00	0,00	0,00
SUM	-449,90	161,86	-1174,33

STABILITET		Glidning - Sikkerhet	
		Velling - Resultant	
		2,77 >1,5	Stabil
		2,61 >0,3	Stabil

La stisituasjon: DFV		Bruddgrense: DFV		Ulykkesgrense: DFV uten bolter	
	V [kN]	H [kN]	M [kNm]	V [kN]	M [kNm]
Q1000					
Egenvekt, dam	-391,00	100,00	-1083,07	-391,00	-1083,07
Fjellbolter, Vertikal kapasitet			-595,85		
Jordtrykk mot vannside - Horisontalt	-121,60	31,24	36,44	31,24	36,44
Vertikalt jordtrykk mot skrå vann side	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt- fig.1; V1	0,00	55,32	61,96	55,32	61,96
Nedstrøms vanntrykk, Horisontalt- fig.1; V2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vertikal vanntrykk, skrå vannside- fig.1; V3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Poretrykk	85,61	0,00	296,79	85,61	296,79
Enhet slasor	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SUM	-426,99	86,56	-1283,73	-305,39	-867,88

STABILITET		Glidning - Sikkerhet	
		Velling - Resultant	
		4,83 >1,5	Stabil
		3,01 >0,3	Stabil

La stisituasjon: Ulykkesfallom		Ulykkesgrense: Ulykkesfallom	
	V [kN]	H [kN]	M [kNm]
PMF			
Egenvekt, dam	-391,00	100,00	-1083,07
Fjellbolter, Vertikal kapasitet			-595,85
Jordtrykk mot vannside - Horisontalt	-121,60	31,24	36,44
Vertikalt jordtrykk mot skrå vann side	0,00	0,00	0,00
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt- fig.1; V1	0,00	67,57	83,23
Nedstrøms vanntrykk, Horisontalt- fig.1; V2	0,00	0,00	0,00
Vertikal vanntrykk, skrå vannside-fig.1; V3	0,00	0,00	0,00
Poretrykk	94,79	0,00	328,59
Enhet slasor	0,00	0,00	0,00
SUM	-417,82	98,81	-1230,85

STABILITET		Glidning - Sikkerhet	
		Velling - Resultant	
		4,23 >1,1	Stabil
		2,85 >0,6	Stabil

Kriterier for stabilitet*

1. Sikkerhet mot glidning = $\Sigma V \cdot \tan(\phi + u) / \Sigma H$, der ϕ friksjonsvinkelen og u er fundamenterbeining
2. Sikkerhet mot velling er gitt ved resultantens plassering i fra nedstrøms damå

Kriterier for stabilitet	Vetting		Glidning Sikkerhet
	Resultantens plassering (m)		
	Krav		
Bruddgrense: HRV + lastrykk	1/3B	1,73	1,5
Bruddgrense: DFV	1/3B	1,73	1,5
Ulykkesgrense: DFV uten bolter	1/12B	0,43	1,1
Ulykkesgrense: Ulykkesfallom	1/6B	0,87	1,1

* Kriterier for stabilitet sammenlignet med aktiv fra NVE datert 6. desember 2012, som erstatter kriterier gitt i NVEs retningslinje for betongdammer, utgave 2.

Kommentar: Lineært avhengende poretrykk - DFV uten bolter

Stabilitetskontroll - Gravitasjonsdam uten drenering, Jordskjelvsberegninger

Prosjekt: Gjerdningen
Prosjekt nr.: 5165708
Konsulten skisse: 3

Kontroll av jordskjelvsberegninger i samsvar med:

1. Forskrift om sikkerhet ved vassdrag anlegg
2. NVEs retningslinje for laster og dimensjonering, utgave 2
3. Eurokode 8 og Norconsult notat: "Seismiske krefter på dam - Dimensjoneringsteknikk", revidert mars 2011.

Fysiske data	
Egenvekt, dam	23 kN/m ³
Egenvekt, vann	9,8 kN/m ³
Egenvekt, lemmasser	20 kN/m ³
Jordtrykks koeffisient (Hellertrykk mot vann side)	0,50
Fjellbøt, kapasitet	180 N/mm
Bøttemeter	32 mm
Areal bøl	804 mm ²
Bøt, plassering - avstand fra oppstrøms side	0,3 m
Bøt, avstand	1,00 m
Frikjonsvinkel, ϕ	45°
Fundament heining, α (positiv ved heining mot magasinet)	0°
Tan ($\phi + \alpha$)	1,00
Kohesjon er ikke medregnet	c=0
Porositet trykksonen	Linjert avtagende
Materialfaktor og lastfaktor er satt lik 1,0	1,00

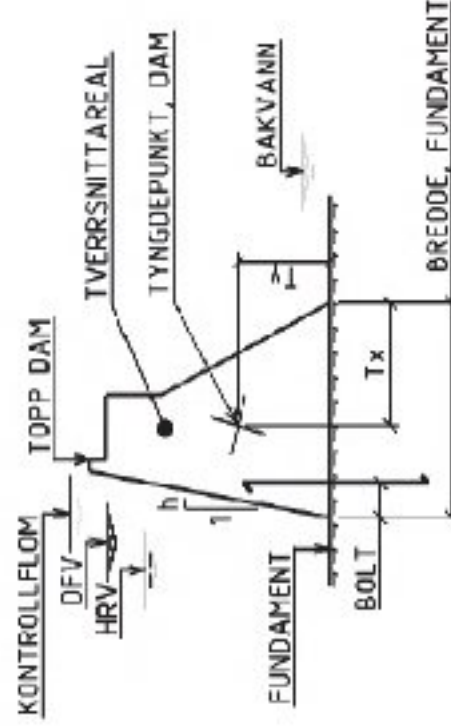
Dimensjoner, dam	
Nivå fundament, nedstrøms	448,00 m.o.h.
Nivå fundament, oppstrøms side	448,00 m.o.h.
Nivå topp dam	448,50 m.o.h.
Nivå lemmasser, oppstrøms side	448,50 m.o.h.
Tverrsnitt, Areal	17,00 m ²
Tyngdepunkt, damversant (= Tx, jf. figur)	2,77 m
Bredde av fundament (B)	5,20 m
Segmentbredde	1,00 m
Damhøyde over nedstrøms	3,50 m
Heining, oppstrøms side (=h-jf. figur)	0,00

Fysiske data	
Vannstand	Oppstrøms vannstand
Vannstand, nivå	0,00 m.o.h.
Statisk vanntrykk	0,00 m
Overopplag	Ikke bakvann Ingen overopplag

INDATA - JORDSKJELV

Jordskjelv	
Tyngdepunkt dam - vertikal arm (= Ty - jf. figur)	1,70 m
Heining på brytning	0,00 m
Akselerasjon, oppstrøms (a_{op})	0,55 m/s ²
Akselerasjon, retromassiplisverdi (a_{p})	0,44 m/s ²
Seismisk trykklaster ved skrå vannside (C_s)	0,73 = 0,73 ved vertikal vannside.
Seismisk faktor c, Ty - Ulykkeslast. Returperiode:	2,00 = 2 (jf. Eurokode 8 - del 1)

INDATA - REGNEARK



KREFTER OG MOMENT

Fortegnelse:
 Vertikal last: +ve ved oppadrettet last.
 Horisontal last: +ve ved last som virker mot nedstrøms side.
 Moment: +ve ved de-stabiliserende moment. Moment regnes om nedstrøms til.
 Last og moment beregnet p.r. lepermeter dam

LASTER	Vertikal last kN	Horisontal last kN	Momentarm m	Moment kNm
Poretrykk				
Ujunt avlagende poretrykk	P1 P2	0,00 63,70	2,60 3,47	0,00 220,83
Pjallbolter		-121,60	4,30	-525,26
Egenvekt, dam				
Jordtrykk mot vannside - horisontalt		-391,00	2,77	-1083,07
Vertikalt jordtrykk mot skrå vannside		0,00	1,17	38,34
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt- fig.1; V1		30,83	0,83	25,62
Nedstrøms vanntrykk, Horisontalt- fig.1; V2		0,00	0,00	0,00
Vertikalt vanntrykk, skrå vannside- fig.1; V3		0,00	5,30	0,00
Enhetlaster				
Last X1		0,00	0,00	0,00
Last X2		0,00	0,00	0,00
Last X3	Se kommentar under	0,00	0,00	0,00
Last X4	Se kommentar under	0,00	0,00	0,00
Last X5	Se kommentar under	0,00	0,00	0,00
Sum enhetlaster		0,00	0,00	0,00
SUM EGENVEKT, JORDTRYKK, VANNTRYKK OG ENHETSLASTER		-391,00	61,86	-1021,11

Kommentar:

- Last X3, X4 og X5 er forutsatt å ikke ha egenvekt (f.eks. bolter). Dette innebærer at lasten ikke er påvirket av seismisk akselerasjon.

PRINSIPPSSKISSE FOR VANNTRYKK

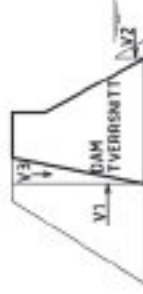


Fig 1 Vannlast ned dammen

PRINSIPPSSKISSE FOR PORETRYKK



Fig 2 Poretrykk - Resultaten i 1/3-punktet

JORDSKJELV - KREFTER OG MOMENT

Fondsetninger:

- Kvalitetsanalyse i samsvar med Eurokode 8 og Norconsult notat: "Seismiske krefter på dam - Dimensjonering skriftserie".
- Beregninger gjennomføres for vannstand ved HRV uten lasttrykk. Ved is i magasinet antas at denne spreker opp slik at lasttrykk ikke er relevant.
- Det er antatt et poretrykket som for lastsituasjon "HRV" uten seismiske laster. Poretrykk endres ikke under jordskjelvfordit.
 - Når stabilitetsberegningene viser at anlegget har tilfredsstillende stabilitet, er det forutsatt at det ikke oppstår skader i form av oppsprekking og permanente forskyvninger som kan påvirke poretrykket.
 - Sjokkbelastningene antas å forplante seg raskere enn et eventuelt poretrykk. Normalfrekvens for jordskjelv er i området 1 - 30 Hz.
- Masseretter fra jord og vertikale vannlast beregnes på samme måte som for masseretter i dammen.
- Bestemmelse i Eurokode 8 benyttes der kombinasjon av lastvirkinger ikke harmoniserer med NVEs retningslinje for laster og dimensjonering.

Snittebyrde, dam	Egensvingeperiode for dam		
	Elastisitetssmodul E GN/m ²	Frekvens f = 1/E · (0,012 · H) ² Hz	Egensvingeperiode T = 1/f sek
3,50	20,00	105,48	0,0094

Dimensjonerende seismisk akselerasjon		
Horisontalt:	$S_{d1} = \eta \cdot a_{g1} \cdot (2 + 55 \cdot T)^{1/3} / 3,75$	når $0 < T \leq 0,1$
	$S_{d1} = 2 \cdot \eta \cdot a_{g1}$	når $0,1 < T \leq 0,25$
Vertikalt:	$S_{d1} = 0,32 \cdot \eta \cdot a_{g1}$	$T = 0$

Grensefallstand	Tilleggslast fra vanntrykk (Px)				Seismisk trykktaktor C _s				Seismisk tilleggslast, vann				Momentarm				Moment M [kNm]
	Horisontal akselerasjon S _{d1} m/s ²	Vanntrykk z _v m	Gravitasjon g	Egenvekt, vann p kN/m ³	Horisontal last P _{mx} = S _{d1} · m kN	Horisontal akselerasjon S _{d1} m/s ²	Seismisk trykktaktor C _s	(se Norconsult notat, figur s. 8)	Horisontal last P _{mx} = S _{d1} · m kN	Horisontal akselerasjon S _{d1} m/s ²	Seismisk trykktaktor C _s	(se Norconsult notat, figur s. 8)	Horisontal last P _{mx} = S _{d1} · m kN	Horisontal akselerasjon S _{d1} m/s ²	Seismisk trykktaktor C _s	(se Norconsult notat, figur s. 8)	
Ulykkesgrense	0,74	2,30	9,80	9,80	25,46	0,74	0,73	(se Norconsult notat, figur s. 8)	25,46	0,74	0,73	(se Norconsult notat, figur s. 8)	25,46	0,74	0,73	(se Norconsult notat, figur s. 8)	2,32

Grensefallstand	Tilleggslast fra dam (Pmx)				Horisontal tilleggslast fra dam (Pmx)				Redusert egenvekt ved dam (Pmx)				Momentarm				Moment M [kNm]
	Vekt av dam m	Horisontal akselerasjon S _{d1} m/s ²	Vanntrykk z _v m	Gravitasjon g	Horisontal last P _{mx} = S _{d1} · m kN	Horisontal akselerasjon S _{d1} m/s ²	Seismisk trykktaktor C _s	(se Norconsult notat, figur s. 8)	Horisontal last P _{mx} = S _{d1} · m kN	Horisontal akselerasjon S _{d1} m/s ²	Seismisk trykktaktor C _s	(se Norconsult notat, figur s. 8)	Horisontal last P _{mx} = S _{d1} · m kN	Horisontal akselerasjon S _{d1} m/s ²	Seismisk trykktaktor C _s	(se Norconsult notat, figur s. 8)	
Ulykkesgrense	38,90	0,74	2,30	9,80	25,46	0,74	0,73	(se Norconsult notat, figur s. 8)	25,46	0,74	0,73	(se Norconsult notat, figur s. 8)	25,46	0,74	0,73	(se Norconsult notat, figur s. 8)	38,90

Andre seismiske laster	Horisontal tilleggslast (Px)				Redusert egenvekt ved vertikallast (Pz)				Momentarm				Moment				Moment M [kNm]
	Akselerasjon S _{d1} m/s ²	Vekt m tonn	Last Px kN	Arm m	Moment M [kNm]	Akselerasjon S _{d1} m/s ²	Vekt m tonn	Last Px kN	Arm m	Moment M [kNm]	Akselerasjon S _{d1} m/s ²	Vekt m tonn	Last Px kN	Arm m	Moment M [kNm]	Akselerasjon S _{d1} m/s ²	
Jordtrykk 1)	0,74	3,19	2,35	2,33	5,49	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vannlast, skrå vannside	0,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Last X1	0,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Last X2	0,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

1) Jordtrykkkomponenten fra jordskjelv er antatt å virke 2/3 H over fundament, der H er høyden av påfyllingen. Vertikallastene gjelder bare ved skrå oppstrøm side.

2) Enhetslasten: Tilleggslasten er antatt å være destabilerende.

Sum tilleggslast fra dam og øvrige seismiske laster				
Grensefallstand	Returperiode	Horisontalt: P _{mx} + ∑Px M [kNm]	Vertikalt: P _{mx} + ∑Pz M [kNm]	Horisontalt: P _{mx} + ∑Px M [kNm]
Ulykkesgrense	475 år	31,80	5,56	14,04

BEREGNING AV STABILITET

Kriterier for stabilitet

1. Sikkerhet mot glidning = $\Sigma V \cdot \tan(\phi + c) / \Sigma H$, der ϕ friksjonsvinkelen og c er fundamenterheling
2. Sikkerhet mot velling er gitt ved resultanten plassert i fra nedstrøms damstøt

Kriterier for stabilitet	Glidning Sikkerhet	Velling Resultantens plassering fra nedstrøms st. Krav: >B/6
Ulykkesgrense - Jordskjelv	$\geq 1,1$	$\geq 0,87$

Lastkombinasjoner, Jordskjelv	
Kombinasjon A:	$P_v + P_{mx} + \Sigma P_x + 0,3 \cdot (P_{mz} + \Sigma P_z)$
Kombinasjon B:	$P_v + 0,3 \cdot (P_{mx} + \Sigma P_x) + P_{mz} + \Sigma P_z$

Ulykkesgrense - Jordskjølv Retuperiode 475 år	Kombinasjon A:			Kombinasjon B:			
	$P_v + P_{mx} + \sum P_x + 0,3(P_{mz} + \sum P_z)$	H [kN]	M [kNm]	$P_v + 0,3(P_{mx} + \sum P_x) + P_{mz} + \sum P_z$	H [kN]	M [kNm]	
	V [kN]			V [kN]			
Porttrykk	63,70		220,83	63,70		220,83	
Fjellbolter	-121,60		-595,85	-121,60		-595,85	
Sum egenvekt, enhetslast, vann- og jordtrykk	-391,00	61,86	-1021,11	-391,00	61,86	-1021,11	
Selamisk tilleggslast, vanntrykk (Pv)		2,22	2,22		2,22	2,22	
Horisontal tilleggslast (Pmx + Px)		31,80	55,56		9,54	16,67	
Vertikal tilleggslast (Pmz + Pz)	4,21		11,67	14,04		38,90	
SUM	-444,69	95,89	-1326,68	-434,86	73,63	-1338,34	
STABILITET	Glidning - Sikkerhet			5,91 > 1,1			Stabil
	Velling - Resultant			3,08 > B/6			Stabil

Stabilitetkontroll - Gravitasjonsdam uten dreneasje

Prosjekt: Gjerdingen overlep
Prosjekt nr.: 81857 08
Konsultasjonsnr.: 3
Dammøyde (m): 1,5

Kontroll av stabilitet gjennomført i samarbeid med:

1. Forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg
2. NVEs retningslinje for laster og dimensjonering, utgave 2
3. NVEs retningslinje for betongdammer, utgave 2
4. Skriv fra NVE datert 6. desember 2012 med nye stabilitetskriterier ved r. kon troll med fjellbolter.

Forutsættninger	
Egen vekt, dam	23 kN/m ³
Egenvekt, vann	9,8 kN/m ³
Egen vekt, lemmasør	20 kN/m ³
Jordtrykks koeffisient (Aktiv jordtrykk mot vannside)	0,50
Jordtrykk	100,0 kN/m
Fjellbolt, kapasitet	180 kN/mm ²
Boltdiameter	32 mm
Areall bolt	804 mm ²
Bolt, plassering - avstand fra oppstems side	0,30 m
Boltestand	0,80 m
Andel av bolter som ikke er virksomme (prosent)	16 %
Friktjonsvinkel, ϕ	45 °
Fundament heining, α (positiv ved heining mot magasint)	0 °
Tan($\phi + \alpha$)	1,00
Kohesjon er ikke medregnet	c=0
Positiv trykkskoeffisient	Lineært avlagende
DFV, Dimensjonerende flom (Qd fm)	Q1000
Ulykkesflom	PMF
Materialfaktor og lastfaktor er satt lik 1,0	1,00

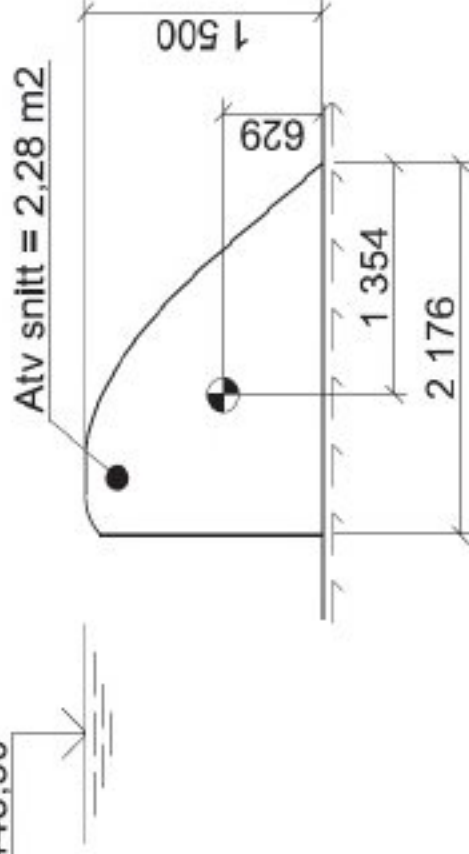
Dimensjoner, dam	
Nivå fundament, oppstems side	447,00 m.o.h.
Nivå topp dam	448,50 m.o.h.
Nivå lemmasør, oppstems side	447,00 m.o.h.
Tverrsnitt, Areal	2,28 m ²
Tyngdepunkt damtversnitt - avstand fra nedstems tå	1,35 m
Bredde av fundament (B)	2,18 m
Segmentbrede	1,00 m
Nivå fundament, nedstems tå	447,00 m.o.h.
Dammøyde over nedstems tå	1,50 m
Heining, oppstems side (-h, -h, figur)	0,00

Flomtilsatsjon	Oppstems vannstand	Nedstems vannstand	Kommentar
HRV	448,50 m.o.h.	0,00 m.o.h.	
	Vannstand, nivå	0,00 m	Ikke bakrann
	Statisk vanntrykk	0,00 m	Ingen overtopping
DFV	449,36 m.o.h.	0,00 m.o.h.	
Q1000	Statisk vanntrykk	0,00 m	Ikke bakrann
	Overtopping	0,00 m	Overtopping
Ulykkesflom	449,72 m.o.h.	0,00 m.o.h.	
PMF	Statisk vanntrykk	0,00 m	Ikke bakrann
	Overtopping	0,00 m	Overtopping

INNDATA - REGNEARK

HRV = 448,50

Atv snitt = 2,28 m2



KREFTER OG MOMENT

Forbegrænet

Vertikal last: +ve ved oppadrettet last.

Horisontal last: +ve ved last som virker mot nedstrøms side.

Mo ment: +ve ved de-stabiliserende moment. Moment regnes om nedstrøms til.

Last og moment beregnet pr. lepmeter dam

LASTER		Vertical last kN	Horisontal last kN	Momentarm m	Moment kNm
Poretrykk	Lastsituasjon				
	HRV				
	P2	0,00		1,09	0,00
	DFV	16,02		1,45	23,29
	P1	0,00		1,09	0,00
	DFV	25,21		1,45	36,64
	Ulykkesfall				
	P1	0,00		1,09	0,00
	P2	29,06		1,45	42,23
	Ulykkesfall				
Resultanten i 1/3 punkt (fl. fig. 2)	P1	0,00		1,09	0,00
	P2	29,06		1,45	42,23
	P3	14,53		0,73	10,56
	P1	0,00		1,09	0,00
	P2	37,81		1,36	51,52
	P3	6,30		0,36	2,29
Resultanten i 1/2 punkt	DFV	50,42		1,09	54,96
	DFV	58,11		1,09	63,34
	Ulykkesfall				
Full poretrykk					
Last		-152,00	100,00	1,25	125,00
Fjellbøtter, Vertikal kapasitet				1,25	-285,77
Egen vekt, dam	Alle	-52,44		1,25	-70,75
	Jordtrykk mot vannside - Horisontal all		0,00	0,00	0,00
	Alle	0,00		0,00	0,00
	Alle			0,00	0,00
	HRV		11,03	0,50	5,51
	DFV		23,67	0,83	14,99
	Ulykkesfall		28,96	0,65	18,96
	HRV		0,00	0,00	0,00
	DFV		0,00	0,00	0,00
	Ulykkesfall		0,00	0,00	0,00
Nedstrøms vanntrykk, Horisontal - fig. 1; V2	DFV		0,00	0,00	0,00
	DFV		0,00	0,00	0,00
	Ulykkesfall		0,00	0,00	0,00
Vertikal vanntrykk, skrå vannside - fig. 1; V3	DFV	0,00		2,18	0,00
	DFV	0,00		2,18	0,00
	Ulykkesfall			2,18	0,00
Enhetlaster					
Last X1	HRV				0,00
	DFV				0,00
	Ulykkesfall				0,00
	Alle				0,00
	Alle				0,00
Last X2	HRV				0,00
	DFV				0,00
	Ulykkesfall				0,00
	Alle				0,00
	Alle				0,00
Last X3	HRV				0,00
	DFV				0,00
	Ulykkesfall				0,00
	Alle				0,00
	Alle				0,00
Last X4	HRV				0,00
	DFV				0,00
	Ulykkesfall				0,00
	Alle				0,00
	Alle				0,00
Last X5	HRV				0,00
	DFV				0,00
	Ulykkesfall				0,00
	Alle				0,00
	Alle				0,00
Sum enhetslaster		0,00	0,00		0,00
SUM EGENVEKT, JORDTRYKK, VANNTRYKK OG ENHETSLASTER	HRV	-52,44	11,03		-65,38
	DFV	-52,44	23,67		-55,80
	Ulykkesfall	-52,44	28,96		-51,83

Fig 1 Vannlast mot dammen



Fig 2 Poretrykk - Resultanten i 1/3-punktet

Fig 3 Poretrykk - Resultanten i 1/6-punktet

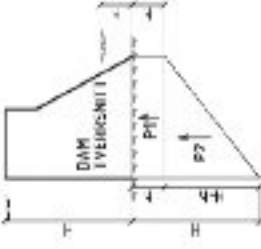


Fig 3 Poretrykk - Resultanten i 1/6-punktet

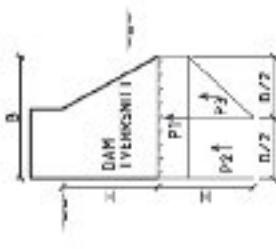


Fig 3 Poretrykk - Resultanten i 1/6-punktet

BEREGNING AV STABILITET

Lastsituasjon: HRV + istrykk		Bruddgrense	
	V [kN]	H [kN]	M [kNm]
Egenvekt, dam	-52,44	100,00	-70,79
Flislast	-152,00	0,00	125,00
Fjellbolter, Vertikal kapasitet			-285,77
Jordtrykk mot vannside - Horisontalt	0,00	0,00	0,00
Vertikalt jordtrykk mot skrå vann side			
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt- fig.1; V1	0,00	11,03	5,51
Nedstrøms vanntrykk, Horisontalt- fig.1; V2	0,00	0,00	0,00
Vertikal vanntrykk, skrå vannside- fig.1; V3	0,00	0,00	0,00
Poretrykk	16,02	0,00	23,29
Enhet slasor	0,00	0,00	0,00
SUM	-158,42	111,03	-202,76

STABILITET		Glidning - Sikkerhet	
		Velling - Resultant	
		1,70 >1,5	Stabil
		1,08 >0,3	Stabil

Lastsituasjon: DFV		Bruddgrense: DFV		Ulykkesgrense: DFV uten bolter	
	V [kN]	H [kN]	M [kNm]	V [kN]	H [kN]
Q1000					
Egenvekt, dam	-52,44	100,00	-70,79	-52,44	-70,79
Fjellbolter, Vertikal kapasitet	-152,00	0,00	-285,77		
Jordtrykk mot vannside - Horisontalt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vertikalt jordtrykk mot skrå vann side					
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt- fig.1; V1	0,00	23,67	14,99	23,67	14,99
Nedstrøms vanntrykk, Horisontalt- fig.1; V2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vertikal vanntrykk, skrå vannside- fig.1; V3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Poretrykk	25,21	0,00	36,64	44,12	53,81
Enhet slasor	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SUM	-179,23	23,67	-304,93	-8,32	23,67

STABILITET		Glidning - Sikkerhet	
		Velling - Resultant	
		7,57 >1,5	Stabil
		1,70 >0,3	Stabil

Lastsituasjon: Ulykkesfallom		Ulykkesgrense: Ulykkesfallom	
	V [kN]	H [kN]	M [kNm]
PMF			
Egenvekt, dam	-52,44	100,00	-70,79
Flislast	-152,00	0,00	125,00
Fjellbolter, Vertikal kapasitet			-285,77
Jordtrykk mot vannside - Horisontalt	0,00	0,00	0,00
Vertikalt jordtrykk mot skrå vann side			
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt- fig.1; V1	0,00	28,96	18,96
Nedstrøms vanntrykk, Horisontalt- fig.1; V2	0,00	0,00	0,00
Vertikal vanntrykk, skrå vannside-fig.1; V3	0,00	0,00	0,00
Poretrykk	29,06	0,00	42,23
Enhet slasor	0,00	0,00	0,00
SUM	-175,39	28,96	-293,37

STABILITET		Glidning - Sikkerhet	
		Velling - Resultant	
		6,08 >1,1	Stabil
		1,68 >0,6	Stabil

Kriterier for stabilitet*

1. Sikkerhet mot glidning = $\Sigma V \cdot \tan(\phi + u) / \Sigma H$, der ϕ er friksjonsvinkelen og u er fundamenterbebinding
2. Sikkerhet mot velling er gitt ved resultantens plassering i fra nedstrøms damå

Kriterier for stabilitet		Velling		Glidning	
		Resultantens plassering (m)		Sikkerhet	
		Krav			
Bruddgrense: HRV + istrykk		1/3B	0,73	1/3B	1,5
Bruddgrense: DFV		1/3B	0,73	1/3B	1,5
Ulykkesgrense: DFV uten bolter		1/12B	0,18	1/12B	1,1
Ulykkesgrense: Ulykkesfallom		1/6B	0,36	1/6B	1,1

* Kriterier for stabilitet samsvarer med aktiv fra NVE datert 6. desember 2012, som erstatter krøtler gte i NVEs retningslinje for betongdammer, utgave 2.

Kommentar: Damhøyde < 2 m, - kontroll av 'DFV uten bolter' er ikke nødvendig

ADVARSEL: Resultantens plassering og poretrykk bør beregnes for hånd ved 'DFV uten bolter - glidning'

Stabilitetskontroll - Gravitasjonsdam uten drenering, Jordskjelvber egninger

Prosjekt: Gjerdningen overløp

Prosjekt nr.: 5165708

Konsultens klasse: 3

Kontroll av jordskjelv er gjennomført i samsvar med:

1. Forskrift om sikkerhet ved vassdrag anlegg
2. NVEs retningslinje for laster og dimensjonering, utgave 2
3. Eurokode 8 og Norconsult notat: "Selskapskriterier", revidert mars 2011.

Fysiske data	
Egenvekt, dam	23 kN/m ³
Egenvekt, vann	9,8 kN/m ³
Egenvekt, lemmasser	20 kN/m ³
Jordtrykks koefisient (Aktiv jordtrykk mot vannside)	0,50
Fjellbøt, kapasitet	180 N/mm
Bøttemeter	32 mm
Areal bøl	804 mm ²
Bøt, plassering - avstand fra oppstrøms side	0,3 m
Bøt, avstand	0,80 m
Frikjøningsvinkel, ϕ	45°
Fundament heining, α (positiv ved heining mot magasinet)	0°
Tan ($\phi + \alpha$)	1,00
Kohesjon er ikke medregnet	c=0
Porositet trykksone	Linjert avtagende
Materialfaktor og løstfaktor er satt lik 1,0	1,00

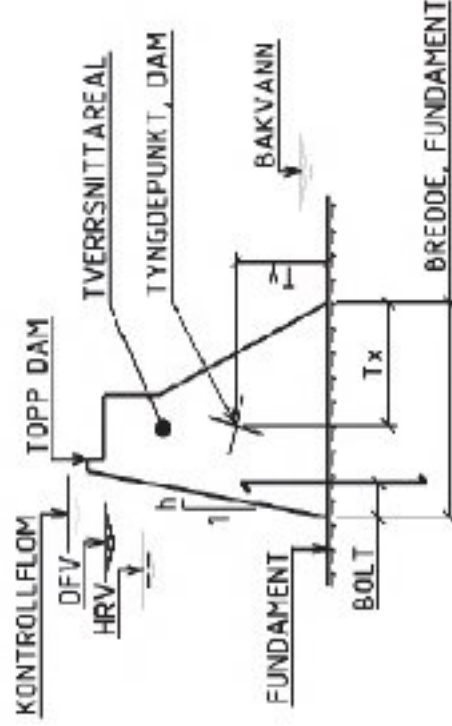
Dimensjoner, dam	
Nivå fundament, nedstrøms	447,00 m.o.h.
Nivå fundament, oppstrøms side	447,00 m.o.h.
Nivå topp dam	448,50 m.o.h.
Nivå lemmasser, oppstrøms side	447,00 m.o.h.
Tverrsnitt, Areal	2,28 m ²
Tyngdepunkt, damversant (= Tx, jf. figur)	1,35 m
Bredde av fundament (B)	2,18 m
Segmentredde	1,00 m
Damhøyde over nedstrøms	1,50 m
Heining, oppstrøms side (=h-jf. figur)	0,00

Fysiske data	
Vannstand	Oppstrøms vannstand
Vannstand, nivå	0,00 m.o.h.
Statisk vanntrykk	0,00 m
Overløp	Ikke bakvann Ingen overløp

INNDATA - JORDSKJELV

Jordskjelv	
Tyngdepunkt dam - vertikal arm (= Ty - jf. figur)	0,63 m
Heining på brytning	0,00 m
Akselerasjon, oppstrøms (a_{op})	0,55 m/s ²
Akselerasjon, retromstrøms (a_{re})	0,44 m/s ²
Selvmask trykklaster ved skrå vannside (C_s)	0,73 = 0,73 ved vertikal vannside.
Selvmask takt, τ , τ - Ulykkelast, Returperiode:	2,00 = 2 (jf. Eurokode 8 - del 1)

INNDATA - REGNEARK



KREFTER OG MOMENT

Fortegnelse:
 Vertikal last: +ve ved oppadrettet last.
 Horisontal last: +ve ved last som virker mot nedstrøms side.
 Moment: +ve ved de-stabiliserende moment. Moment regnes om nedstrøms til.
 Last og moment beregnet p.r. lepemeter dam

LASTER	Vertikal last kN	Horisontal last kN	Momentarm m	Moment kNm
Poretrykk				
Ujunt avlagende poretrykk	P1 P2	0,00 16,02	1,09 1,45	0,00 23,28
Pjallbolter		-152,00	1,88	-285,77
Egenvekt, dam				
Jordtrykk mot vannside - horisontalt		-52,44	1,35	-70,79
Vertikalt jordtrykk mot skrå vannside		0,00	0,00	0,00
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt- fig.1; V1		11,03	0,30	5,81
Nedstrøms vanntrykk, Horisontalt- fig.1; V2		0,00	0,00	0,00
Vertikalt vanntrykk, skrå vannside- fig.1; V3		0,00	2,38	0,00
Enhetlaster				
Last X1		0,00	0,00	0,00
Last X2		0,00	0,00	0,00
Last X3	Se kommentar under	0,00	0,00	0,00
Last X4	Se kommentar under	0,00	0,00	0,00
Last X5	Se kommentar under	0,00	0,00	0,00
Sum enhetlaster		0,00	0,00	0,00
SUM EGENVEKT, JORDTRYKK, VANNTRYKK OG ENHETSLASTER		-52,44	11,03	-65,28

Kommentar:
 - Last X3, X4 og X5 er forutsatt å ikke ha egenvekt (f.eks. bolter). Dette innebærer at lasten ikke er påvirket av seismisk akselerasjon.

PRINSIPPSSKISSE FOR VANNTRYKK

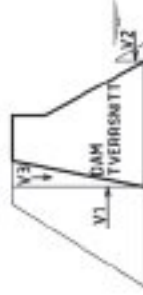


Fig 1 Vannlast ned dønnen

PRINSIPPSSKISSE FOR PORETRYKK



Fig 2 Poretrykk - Resultaten i 1/3-punktet

JORDSKJELV - KREFTER OG MOMENT

Fondetninger:

1. Kvalitetsanalyse i samsvar med Eurokode 8 og Norconsult notat: "Seismiske krefter på dam - Dimensjonering skriftserie".
2. Beregninger gjennomføres for vannstand ved HRV uten lasttrykk. Ved is i magasinet antas at denne spreker opp slik at lasttrykk ikke er relevant.
3. Det er antatt et poretrykket som for lastsituasjon "HRV" uten seismiske laster. Poretrykk endres ikke under jordskjelvfordi:
 - Når stabilitetsberegningene viser at anlegget har tilfredsstillende stabilitet, er det forutsatt at det ikke oppstår skader i form av oppsprekking og permanente forskyvninger som kan påvirke poretrykket.
 - Spillkeilene antas å forplante seg raskere enn et eventuelt poretrykk. Normal frekvens for jordskjelv er i området 1 - 30 Hz.
4. Massekrefter fra jord og vertikal vannlast beregnes på samme måte som for massekrefter i dammen.
5. Bestemmelse i Eurokode 8 benyttes der kombinasjon av lastvirkinger ikke harmoniserer med NVEs retningslinje for laster og dimensjonering.

Snittebygge, dam	Egensvingeperiode for dam		
	Elastisitet modulo	Frekvens	Egensvingeperiode
H	E	$f = 1/E \cdot (0,012 \cdot H)$	$T = 1/f$
m	GN/m ²	Hz	sek
1,50	20.000	248,45	0,0040

Dimensjonerende seismisk akselerasjon		
Horisontalt:	$S_{d1} = \eta \cdot a_{g1} \cdot (2 + 55T)^{1/3} / 3,75$	når $0 < T \leq 0,1$
	$S_{d1} = 2 \cdot \eta \cdot a_{g1}$	når $0,1 < T \leq 0,25$
Vertikalt:	$S_{d1} = 0,32 \cdot \eta \cdot a_{g1}$	$T = 0$

Grensefallstand	Tilleggslast fra vanntrykk (Px)			
	Horisontal seismisk akselerasjon	Vanntrykk	Gravitasjon	Egenvekt, vann
	S_{d1} m/s ²	z_{max} m	g m/s ²	ρ kN/m ³
Ulykkesgrense	0,65	1,50	9,80	9,80
				C_u (se Norconsult notat, figur s. 8)
				0,73
				Seismisk trykktfaktor
				$P_{vx} = 0,66 \cdot C_u \cdot S_{d1} \cdot z_{max}^2 \cdot \rho / g$
				kN
				0,71
				Momentarm
				Arm = 0,4 · z_{max}
				m
				0,60
				Moment
				kNm
				0,42

Grensefallstand	Tilleggslast fra dam (Pmx)			
	Vekt av dam	Horisontal akselerasjon	Horisontal last	Moment
	Tonn	S_{d1} m/s ²	$P_{mx} = S_{d1} \cdot m$ kN	T_y m
Ulykkesgrense	535	0,65	3,48	0,63
				Redusert egenvekt av dam (Pmz)
				Redusert vekt
				$P_{mz} = S_{d1} \cdot m$
				kN
				1,38
				Arm
				T_x
				m
				1,35
				Moment
				kNm
				2,54

Andre seismiske laster	Horisontal tilleggslast (Px)			
	Akselerasjon	Vekt	Last	Moment
	S_{d1} m/s ²	m tonn	P_x kN	T_y m
Jordtrykk 1)	0,65	0,00	0,00	0,00
Vannlast, skrå vannside	0,65	0,00	0,00	0,00
Last X1	0,65	0,00	0,00	0,00
Last X2	0,65	0,00	0,00	0,00
1) Jordtrykkkomponenten fra jordskjelv er antatt å virke 2/3 H over fundament, der H er høyden av påfyllingen. Vertikallasten gjelder bare ved skrå oppstrøm side.				
2) Enhetslasten: Tilleggslasten er antatt å være destabilerende.				
				Redusert egenvekt ved vertikallast (Pz)
				Vekt
				m
				0,00
				Last
				P_z
				kN
				0,00
				Arm
				T_x
				m
				0,00
				Moment
				kNm
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00

Sum tilleggslast fra dam og øvrige seismiske laster

Grensefallstand	Returperiode		Horisontalt: $P_{mx} + \sum P_x$		Vertikalt: $P_{mz} + \sum P_z$	
	H [kN]	M [kNm]	V [kN]	M [kNm]		
Ulykkesgrense	475 år	3,48	2,20	1,68		2,54

BEREGNING AV STABILITET

Kriterier for stabilitet

1. Sikkerhet mot glidning = $\Sigma V \cdot \tan(\phi + c) / \Sigma H$, der ϕ friksjonsvinkelen og c er fundamenterhelling
2. Sikkerhet mot velling er gitt ved resultantens plassering i fra nedstrøms damstø

Kriterier for stabilitet	Glidning Sikkerhet	Velling Resultantens plassering fra nedstrøms st. Krav: >B/6
Ulykkesgrense - Jordskjelv	$\geq 1,1$	$\geq 0,36$

Lastkombinasjoner, Jordskjelv	
Kombinasjon A:	$P_v + P_{mx} + \Sigma P_x + 0,3 \cdot (P_{mz} + \Sigma P_z)$
Kombinasjon B:	$P_v + 0,3 \cdot (P_{mx} + \Sigma P_x) + P_{mz} + \Sigma P_z$

Ulykkesgrense - Jordskjelv Retuperiode 475 år	Kombinasjon A:				Kombinasjon B:			
	$P_v + P_{mx} + \Sigma P_x + 0,3 \cdot (P_{mz} + \Sigma P_z)$		$P_v + 0,3 \cdot (P_{mx} + \Sigma P_x) + P_{mz} + \Sigma P_z$		$P_v + 0,3 \cdot (P_{mx} + \Sigma P_x) + P_{mz} + \Sigma P_z$		$P_v + 0,3 \cdot (P_{mx} + \Sigma P_x) + P_{mz} + \Sigma P_z$	
	V [kN]	H [kN]	M [kNm]		V [kN]	H [kN]	M [kNm]	
Porttrykk	16,02		23,29		16,02		23,29	
Fjellbolter	-152,00		-285,77		-152,00		-285,77	
Sum egenvekt, enhetslast, vann- og jordtrykk	-52,44	11,03	-65,28		-52,44	11,03	-65,28	
Selamisk tilleggslast, vanntrykk (Pv)		0,71	0,42			0,71	0,42	
Horisontal tilleggslast (Pmx + Px)		3,49	2,20			1,05	0,66	
Vertikal tilleggslast (Pmz + Pz)	0,57		0,76		1,88		2,54	
SUM	-187,85	15,22	-324,38		-186,54	12,78	-324,13	
Glidning - Sikkerhet		12,34 > 1,1	Stabil		14,60 > 1,1		Stabil	
Velling - Resultant		1,73 > B/6	Stabil		1,74 > B/6		Stabil	

Stabilitetkontroll - Gravitasjonsdam uten dreneasje

Prosjekt: Gjerdingen overløp
 Prosjekt nr.: 8185708
 Konsultantskisse nr.: 3
 Dimensjoner (m): 1,0

Kontroll av stabilitet gjennomført i samarbeid med:

1. Forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg
2. NVEs retningslinje for laster og dimensjonering, utgave 2
3. NVEs retningslinje for betongdammer, utgave 2
4. Skriv fra NVE datert 6. desember 2012 med nye stabilitetskriterier ved r. kon troll med fjellbolter.

Forutsetninger	
Egen vekt, dam	23 kN/m ³
Egenvekt, vann	9,8 kN/m ³
Egen vekt, leamasasjer	20 kN/m ³
Jordtrykks koefisient (Aktiv jordtrykk mot vannside)	0,50
Istrykk	100,0 kN/m
Fjellbolt, kapasitet	180 kN/m ²
Boltdiameter	32 mm
Areall bolt	804 mm ²
Bolt, plassering - avstand fra oppstrøms side	0,30 m
Bolteavstand	0,80 m
Andel av bolter som ikke er virksomme (prosent)	16 %
Friksjonsvinkel, ϕ	45 °
Fundament heining, α (positiv ved heining mot magasinet)	0 °
Tan($\phi + \alpha$)	1,00
Kohesjon er ikke medregnet	c=0
Positiv trykkskoefisient	0,00
DFV, Dimensjonerende flom (Qd fm)	Q1000
Ulykkesflom	PMF
Materialeffekt og lastfaktor er satt lik 1,0	1,00

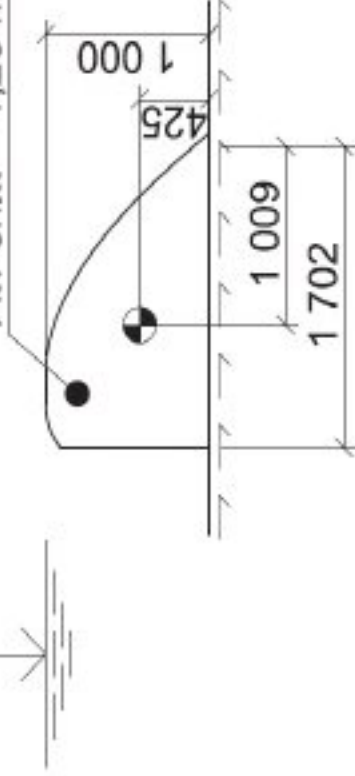
Dimensjoner, dam	
Nivå fundament, oppstrøms side	447,50 m.o.h.
Nivå topp dam	448,50 m.o.h.
Nivå leamasasjer, oppstrøms side	447,50 m.o.h.
Tverrsnitt, Areal	1,28 m ²
Tyngdepunkt damtversnitt - avstand fra nedstrøms tå	1,01 m
Bredde av fundament (B)	1,70 m
Segmentbredde	1,00 m
Nivå fundament, nedstrøms tå	447,50 m.o.h.
Damhøyde over nedstrøms tå	1,00 m
Heining, oppstrøms side (-h, -h _g , figur)	0,00

Flomtilsijon		Oppstrøms vannstand	Nedstrøms vannstand	Kommentar	
HRV	Vannstand, nivå	448,50 m.o.h.	0,00 m.o.h.		
	Statisk vanntrykk	1,00 m	0,00 m	Ikke bakrann	
	Overløp	0,00 m	0,00 m	Ingen overløp	
DFV	Vannstand, nivå	449,36 m.o.h.	0,00 m.o.h.		
Q1000	Statisk vanntrykk	1,88 m	0,00 m	Ikke bakrann	
	Overløp	0,88 m	0,00 m	Overløp	
Ulykkesflom	Vannstand, nivå	449,72 m.o.h.	0,00 m.o.h.		
PMF	Statisk vanntrykk	2,22 m	0,00 m	Ikke bakrann	
	Overløp	1,22 m	0,00 m	Overløp	

INNDATA - REGNEARK

HRV = 448,50

Atv snitt = 1,28 m²



KREFTER OG MOMENT

Forbegræget
 Vertikal last: +ve ved oppadrettet last.
 Horisontal last: +ve ved last som virker mot nedstrøms side.
 Moment: +ve ved de-stabiliserende moment. Moment regnes om nedstrøms til.
 Last og moment beregnet pr. lepmeter dam

LASTER		Vertikal last kN	Horisontal last kN	Momentarm m	Moment kNm
Poretrykk	Laastsituasjon				
	HRV	0,00		0,85	0,00
	P2	8,33		1,13	9,44
	DFV	0,00		0,85	0,00
	P2	15,49		1,13	17,56
	Ulykkesfall	0,00		0,85	0,00
	P2	18,49		1,13	20,95
	Ulykkesfall	0,00		0,85	0,00
	P2	18,49		1,28	23,58
	Ulykkesfall	9,25		0,57	5,24
Resultanten i 1/6 punkt (fl. fig.3)	HRV	0,00		0,85	0,00
	DFV	23,24		1,08	24,99
	P2	3,87		0,28	1,10
	DFV	30,99		0,85	26,34
	Ulykkesfall	36,99		0,85	31,44
Sum			100,00		
Fjellbølter, Vertikal kapasitet		-152,00		0,75	75,00
				1,40	-212,80
Egen vekt, dam	Alle	-29,44		1,01	-29,73
	Jordtrykk mot vannside - Horisontalt		0,00	0,00	0,00
	Alle	0,00		0,00	0,00
	Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt - fig.1; V1		4,90	0,33	1,63
	DFV		13,33	0,44	5,85
	Ulykkesfall		18,86	0,45	7,61
	HRV		0,00	0,00	0,00
	DFV		0,00	0,00	0,00
	Ulykkesfall		0,00	0,00	0,00
	DFV	0,00		1,70	0,00
Verdikal vanntrykk, skrå vannside - fig.1; V3	HRV	0,00		1,70	0,00
	DFV	0,00		1,70	0,00
	Ulykkesfall			1,70	0,00
	HRV				0,00
	DFV				0,00
Enhetelaster					
Last X1	HRV				0,00
	DFV				0,00
	Ulykkesfall				0,00
	Alle				0,00
	Alle				0,00
Last X2	HRV				0,00
	DFV				0,00
	Ulykkesfall				0,00
	Alle				0,00
	Alle				0,00
Last X3	HRV				0,00
	DFV				0,00
	Ulykkesfall				0,00
	Alle				0,00
	Alle				0,00
Last X4	HRV				0,00
	DFV				0,00
	Ulykkesfall				0,00
	Alle				0,00
	Alle				0,00
Last X5	HRV				0,00
	DFV				0,00
	Ulykkesfall				0,00
	Alle				0,00
	Alle				0,00
Sum enhetelaster		0,00	0,00		0,00
SUM EGENVEKT, JORDTRYKK, VANNTRYKK OG ENHETSLASTER	HRV	-29,44	4,90		-28,10
	DFV	-29,44	13,33		-23,89
	Ulykkesfall	-29,44	18,86		-22,12

Fig 1 Vannlast mot dammen

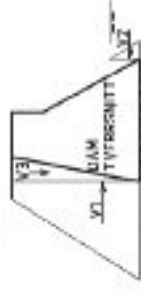


Fig 2 Poretrykk - Resultanten i 1/3-punktet

Fig 3 Poretrykk - Resultanten i 1/6-punktet

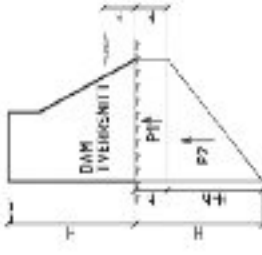


Fig 3 Poretrykk - Resultanten i 1/6-punktet

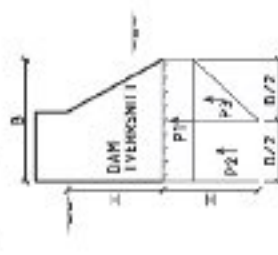


Fig 3 Poretrykk - Resultanten i 1/6-punktet

BEREGNING AV STABILITET

La.situasjon: HRV + istrykk		Bruddgrense	
		V [kN]	H [kN]
Egenvekt, dam		-29,44	
			M [kNm]
			-23,73
Fjellbolter, Vertikal kapasitet			75,00
Jordtrykk mot vannside - Horisontalt		-152,00	
			-212,80
Vertikalt jordtrykk mot skrå vann side		0,00	0,00
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt- fig.1; V1		0,00	0,00
Nedstrøms vanntrykk, Horisontalt- fig.1; V2		4,90	1,63
Vertikal vanntrykk, skrå vannside- fig.3; V3		0,00	0,00
Poretrykk		8,33	9,44
Enhet slasor		0,00	0,00
SUM		-173,11	102,90

STABILITET		Glidning - Sikkerhet	
		Velling - Resultant	
		1,85 >1,5	Stabil
		0,90 >0,3	Stabil

La.situasjon: DFV		Bruddgrense: DFV		Ulykkesgrense: DFV uten bolter	
		V [kN]	H [kN]	V [kN]	H [kN]
Q1000					M [kNm]
Egenvekt, dam		-29,44		-29,44	
					-29,73
Fjellbolter, Vertikal kapasitet					0,00
Jordtrykk mot vannside - Horisontalt		-152,00			0,00
					-212,80
Vertikalt jordtrykk mot skrå vann side		0,00	0,00	0,00	0,00
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt- fig.1; V1		0,00	0,00	13,33	5,85
Nedstrøms vanntrykk, Horisontalt- fig.1; V2		0,00	0,00	0,00	0,00
Vertikal vanntrykk, skrå vannside- fig.3; V3		0,00	0,00	0,00	0,00
Poretrykk		15,49		27,11	25,79
Enhet slasor		0,00	0,00	0,00	0,00
SUM		-165,95	13,33	-2,33	13,33

STABILITET		Glidning - Sikkerhet	
		Velling - Resultant	
		12,45 >1,5	Stabil
		1,32 >0,3	Stabil
		0,17 <1,1	Ikke stabil
		-0,82 <0,12	Ikke stabil

La.situasjon: Ulykkesfallom		Ulykkesgrense: Ulykkesfallom	
		V [kN]	H [kN]
P MF			M [kNm]
Egenvekt, dam		-29,44	
			-29,73
Fjellbolter, Vertikal kapasitet			
Jordtrykk mot vannside - Horisontalt		-152,00	
			-212,80
Vertikalt jordtrykk mot skrå vann side		0,00	0,00
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt- fig.1; V1		0,00	0,00
Nedstrøms vanntrykk, Horisontalt- fig.1; V2		16,86	7,61
Vertikal vanntrykk, skrå vannside-fig.3; V3		0,00	0,00
Poretrykk		0,00	0,00
Enhet slasor		18,49	20,96
SUM		-162,95	16,86

STABILITET		Glidning - Sikkerhet	
		Velling - Resultant	
		9,87 >1,1	Stabil
		1,31 >0,6	Stabil

Kriterier for stabilitet*

1. Sikkerhet mot glidning = $\Sigma V \cdot \tan(\phi + u) / \Sigma H$, der ϕ friksjonsvinkelen og u er fundamenterbeting
2. Sikkerhet mot velling er gitt ved resultantens plassering i fra nedstrøms damå

Kriterier for stabilitet		Velling		Glidning	
		Resultantens plassering		Sikkerhet	
		Krav			
Bruddgrense: HRV + istrykk		1/3B	0,57	1/3B	1,5
Bruddgrense: DFV		1/12B	0,14	1/12B	1,1
Ulykkesgrense: DFV uten bolter		1/6B	0,28	1/6B	1,1

* Kriterier for stabilisat samsvaret med aktiv fra NVE datert 6. desember 2012, som erstatter krøler gte i NVEs retningslinje for betongdammer, utgave 2.

Kommentar: Damhøyde < 2 m, - kontroll av 'DFV uten bolter' er ikke nødvendig

Kommentar: Lineært antagende poretrykk

Stabilitetskontroll - Gravitasjonsdam uten drenering, Jordskjellevbegninger

Prosjekt: Gjerdningen overløp

Prosjekt nr.: 5165708

Konsekvensklasse: 3

Kontroll av jordskjellevbegninger i samsvar med:

1. Forskrift om sikkerhet ved vassdragssanlegg
2. NVEs retningslinje for laster og dimensjonering, utgave 2
3. Eurokode 8 og Norconsult notat: "Selskapskriterier for dam - Dimensjoneringsskriterier", revidert mars 2011.

Fysiske data	
Egenvekt, dam	23 kN/m ³
Egenvekt, vann	9,8 kN/m ³
Egenvekt, lemmasser	20 kN/m ³
Jordtrykks koeffisient (Aktiv jordtrykk mot vannside)	0,50
Fjellbøt, kapasitet	180 N/mm
Bøttemeter	32 mm
Areal bøl	804 mm ²
Bøt, plassering - avstand fra oppstrøms side	0,3 m
Bøt, avstand	0,80 m
Frikjøningsvinkel, ϕ	45°
Fundament helning, α (positiv ved helning mot magasinet)	0°
Tan ($\phi + \alpha$)	1,00
Kohesjon er ikke medregnet	c=0
Porositet trykksonen	Linjert avtagende
Materialfaktor og lastfaktor er satt lik 1,0	1,00

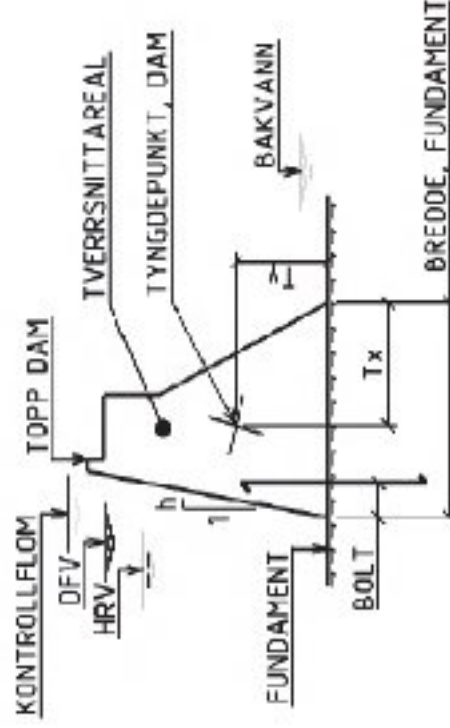
Dimensjoner, dam	
Nivå fundament, nedstrøms til	447,50 m.o.h.
Nivå fundament, oppstrøms side	447,50 m.o.h.
Nivå topp dam	448,50 m.o.h.
Nivå lemmasser, oppstrøms side	447,50 m.o.h.
Tverrsnitt, Areal	1,28 m ²
Tyngdepunkt, damversant (= Tx, jf. figur)	1,01 m
Bredde av fundament (B)	1,70 m
Segmentbredde	1,00 m
Damhøyde over nedstrøms til	1,00 m
Helning, oppstrøms side (=h-jf. figur)	0,00

Fysiske data	
Vannstand	Oppstrøms vannstand
Vannstand, nivå	0,00 m.o.h.
Statisk vanntrykk	0,00 m
Overløp	Ikke bakvann Ingen overløp

INNDATA - JORDSKJEL V

Jordskjellev	
Tyngdepunkt dam - vertikal arm (= Ty - jf. figur)	0,43 m
Heide på brytning	0,00 m
Akslerasjon, Oppløst (a ₀), Returperiode:	475 år
Akslerasjon, Returperiodeverdi (a ₀):	0,55 m/s ²
Selvmak trykklaster ved skrå vannside (C _s):	0,44 m/s ²
Selvmak trykklaster, Returperiode:	475 år
Selvmak trykklaster, Returperiode:	2,00 = 2 (jf. Eurokode 8 - del 1)

INNDATA - REGNEARK



KREFTER OG MOMENT

Fortegnelse:
 Vertikal last: +ve ved oppadrettet last.
 Horisontal last: +ve ved last som virker m ot nedstrøms side.
 Moment: +ve ved de-stabiliserende m oment. Moment regnes om nedstrøms tå.
 Last og moment beregnet p r lepe meter dam

LASTER	Vertikal last kN	Horisontal last kN	Momentarm m	Moment kNm
Poretrykk				
Ujunt avlagende poretrykk	P1 P2	0,00 8,33	0,85 1,13	0,00 9,44
Pjallbolter		-152,00	1,40	-212,80
Egenvekt, dam				
Jordtrykk mot vannside - horisontalt		-29,44	1,01	-29,73
Vertikalt jordtrykk mot skrå vannside		0,00	0,00	0,00
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt- fig.1; V1		4,90	0,33	1,63
Nedstrøms vanntrykk, Horisontalt- fig.1; V2		0,00	0,00	0,00
Vertikalt vanntrykk, skrå vannside- fig.1; V3		0,00	1,70	0,00
Enhetlaster				
Last X1		0,00	0,00	0,00
Last X2		0,00	0,00	0,00
Last X3	Se kommentar under	0,00	0,00	0,00
Last X4	Se kommentar under	0,00	0,00	0,00
Last X5	Se kommentar under	0,00	0,00	0,00
Sum enhetlaster		0,00	0,00	0,00
SUM EGENVEKT, JORDTRYKK, VANNTRYKK OG ENHETSLASTER		-29,44	4,90	-28,70

Kommentar:

- Last X3, X4 og X5 er forutsatt å ikke ha egenvekt (f.eks. bolter). Dette innebærer at lasten ikke er påvirket av seismisk akselerasjon.

PRINSIPPSSKISSE FOR VANNTRYKK

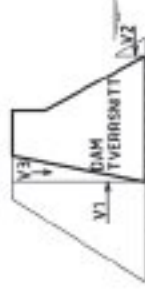


Fig 1 Vannlast ned dammen

PRINSIPPSSKISSE FOR PORETRYKK



Fig 2 Poretrykk - Resultaten i 1/3-punktet

1. Kvalitetsstatistisk analyse i samsvar med Eurocode 8 og Norconsults notat: "Seismiske krefter på dam - Dimensjonering skriftserie".
2. Beregning og gjennomføres for vannstand ved HRV uten lasttrykk. Ved la i magasinert antas at denne sprekker opp slik at lasttrykk ikke er relevant.
3. Det er antatt et poretrykket som for laststandsvisning "HRV" uten seismiske laster. Poretrykk endres ikke under jordskjelvsfordelt.
 - Når et al tilstrebene gene viser at anlegget har tilfredsstillende stabilitet, er det forutsatt at det ikke oppstår skader i form av oppsprekking og permanente forskyvninger som kan påvirke poretrykket.
 - Sjekklokalene antas å tilpasse seg raskere enn et eventuelt poretrykk. Normalfrekvens for jordskjelver i området 1 - 10 Hz.
4. Massekrefter fra jord og vertikal vannlast beregnes på samme måte som for massekrefter i dammen.
5. Bestemmelser i Eurocode 8 benyttes der kombinasjon av lastvirkingen der ikke harmoniserer med NVEs retningslinjer for laster og dimensjonering.

Eigena vindingsperiode for dam			
Snittareale, dam	Elastisitet modulo	Frekvens	Egenavindsperiode de
H	E	$f = 1/E(0,012 \cdot H)$	$T = 1/f$
m	GN/m ²	Hz	sek
1,00	20,00	372,88	0,0027

	Dimensjonerende selvmålt akselerasjon
Horisontalt:	$S_{Hd} = \ddot{u}_{gHd}(2 + 65 \cdot T) / 3,75$ når $0 < T \leq 0,1$ $S_{Hd} = 2 \cdot \ddot{u}_{gHd}$ når $0,1 < T \leq 0,25$
Vertikalt:	$S_{Vd} = 0,32 \cdot \ddot{u}_{gVd}$ $T = 0$

Tilleggsdata fra vanntrykk (Pvx)							
	Horisontal selvmask akselerasjon	Vanntrykk	Gravitasjon	Egenvekt, vann	Selvmask trykktaktor	Selvmask tilleggsdata vann	Momentarm
	S_{hd} m/s ²	z_{max} m	g m/s ²	ρ kN/m ³	C_s (se Normen sull notat, figur a. 8)	$P_{vx}=0,66 C_s S_d Z_d a^2 \rho / g$ kN	$Arm=0,4^* z_{max}$ m
Grensetilstand	0,63	1,00	9,80	9,30	0,73	0,30	0,40
Ulykkesgrense							0,12

Tilleggslast fra dam (pm)										
Grensestilling	Vekt av dam m Ton n	Horizontal akselerasjon			Horizontal tilleggsglast fra dam (pmx)			Redusert egenvekt av dam (pmz)		
		S _{xd} m/s ²	S _{xd} m kN	pmx = S _{xd} m kN	Arm Ty m	Moment kNm	Vertikal akselerasjon S _{zd} m/s ²	Redusert vekt pmz = S _{zd} m kN	Arm Tx m	Moment kNm
Ulykesgrense	300	0,83	1,86	1,86	0,43	0,81	0,35	1,72	1,01	1,07

Andre seismiske laster	Grensetilstand	Horisontalt tilleggslast (P_x)					Redusert egenvekt ved vertikallast (P_z)				
		Akselerasjon S_d m/s ²	Vekt m tonn	Last P_x kN	Arm m	Moment kNm	Akselerasjon S_d m/s ²	Vekt m tonn	Last P_x kN	Arm m	Moment kNm
Jordtrykk ¹⁾	Ulykkesgrense	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00
Vannlast, slett vannside	Ulykkesgrense										
Last X1	Ulykkesgrense	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00
Last X2	Ulykkesgrense	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00

Sum tilleggslast fra dam og øvrige seismiske laster				
Grensefall stand	Returperiode	Horisontalt: $P_{mx} + \sum P_x$		Vertikalt: $P_{mz} + \sum P_z$
		H [kN]	M [kNm]	V [kN]
Utvikelsegrense	475 år	1,899	0,31	1,06
				1,07

BEREGNING AV STABILITET

Kriterier for stabilitet

1. Sikkerhet mot glidning = $\Sigma V \cdot \tan(\phi + c) / \Sigma H$, der ϕ friksjonsvinkelen og c er fundamenterhelling
2. Sikkerhet mot velling er gitt ved resultanten plassert i fra nedstrøms damstø

Kriterier for stabilitet	Glidning Sikkerhet	Velling Resultantens plassering fra nedstrøms st. Krav: >B/6
Ulykkesgrense - Jordskjelv	$\geq 1,1$	$\geq 0,28$

Lastkombinasjoner, Jordskjelv	
Kombinasjon A:	$P_v + P_{mx} + \Sigma P_x + 0,3 \cdot (P_{mz} + \Sigma P_z)$
Kombinasjon B:	$P_v + 0,3 \cdot (P_{mx} + \Sigma P_x) + P_{mz} + \Sigma P_z$

Ulykkesgrense - Jordskjelv Retuperiode 475 år	Kombinasjon A:			Kombinasjon B:		
	$P_v + P_{mx} + \Sigma P_x + 0,3 \cdot (P_{mz} + \Sigma P_z)$			$P_v + 0,3 \cdot (P_{mx} + \Sigma P_x) + P_{mz} + \Sigma P_z$		
	V [kN]	H [kN]	M [kNm]	V [kN]	H [kN]	M [kNm]
Porttrykk	8,33		9,44	8,33		9,44
Fjellbolter	-152,00		-212,80	-152,00		-212,80
Sum egenvekt, anslagslast, vann- og jordtrykk	-29,44	4,90	-28,10	-29,44	4,90	-28,10
Selamisk tilleggslast, vanntrykk (Pv)		0,30	0,12		0,30	0,12
Horisontal tilleggslast (Pmx + Px)		1,89	0,81		0,57	0,24
Vertikal tilleggslast (Pmz + Pz)	0,32		0,32	1,06		1,07
SUM	-172,85	7,10	-230,21	-172,85	5,77	-230,83
STABILITET	Glidning - Sikkerhet		24,35 > 1,1	Stabil		Stabil
	Velling - Resultant		1,33 > B/6	Stabil		Stabil

Vedlegg 6

Beregning av nødvendig inngysningslengde fjellbolter

DIMENSJONERING AV FJELLBOLTER

(Ifht vedlegg til Retningslinje for betongdammer)

Senteravstand	1 m
Bolte diameter	32 mm
Hulldiameter	42 mm
Flytegrense (ifht Retningslinje for betongdammer (2005))	400 N/mm ²
Maksimal tillatt boltekraft	145 kN/bolt 145 kN/m
Mørtel	B35 ▼
Dimensjonerende heftfasthet (stål/mørtel)	1,75 N/mm ²
Bergart	Gneis ▼
Dimensjonerende heftfasthet (mørtel/fjell)	750 kN/m ²
Nødvendig inngysningslengde	3,3 m
Sprekkforhold	Godt fjell, spredte sprekkdannelser ▼
Bruddplan for fjellprisma	45 °
Densitet	26 kN/m ³
Nødvendig D	2,36 m
Nødvendig borhullsdybde	4,0 m

DIMENSJONERING AV FJELLBOLTER

(Ifht vedlegg til Retningslinje for betongdammer)

Senteravstand	0,8 m
Bolte diameter	32 mm
Hulldiameter	42 mm
Flytegrense (ifht Retningslinje for betongdammer (2005))	400 N/mm ²
Maksimal tillatt boltekraft	145 kN/bolt 181 kN/m
Mørtel	B35
Dimensjonerende heftfasthet (stål/mørtel)	1,75 N/mm ²
Bergart	Gneis
Dimensjonerende heftfasthet (mørtel/fjell)	750 kN/m ²
Nødvendig inngysningslengde	3,3 m
Sprekkforhold	Godt fjell, spredte sprekkdannelser
Bruddplan for fjellprisma	45 °
Densitet	26 kN/m ³
Nødvendig D	2,64 m
Nødvendig borhullsdybde	4,3 m

DIMENSJONERING AV FJELLBOLTER

(Ifht vedlegg til Retningslinje for betongdammer)

Senteravstand	0,6 m
Bolte diameter	32 mm
Hulldiameter	42 mm
Flytegrense (ifht Retningslinje for betongdammer (2005))	400 N/mm ²
Maksimal tillatt boltekraft	145 kN/bolt 241 kN/m
Mørtel	B35 ▼
Dimensjonerende heftfasthet (stål/mørtel)	1,75 N/mm ²
Bergart	Gneis ▼
Dimensjonerende heftfasthet (mørtel/fjell)	750 kN/m ²
Nødvendig inngysningslengde	3,3 m
Sprekkforhold	Godt fjell, spredte sprekkdannelser ▼
Bruddplan for fjellprisma	45 °
Densitet	26 kN/m ³
Nødvendig D	3,05 m
Nødvendig borhullsdybde	4,7 m

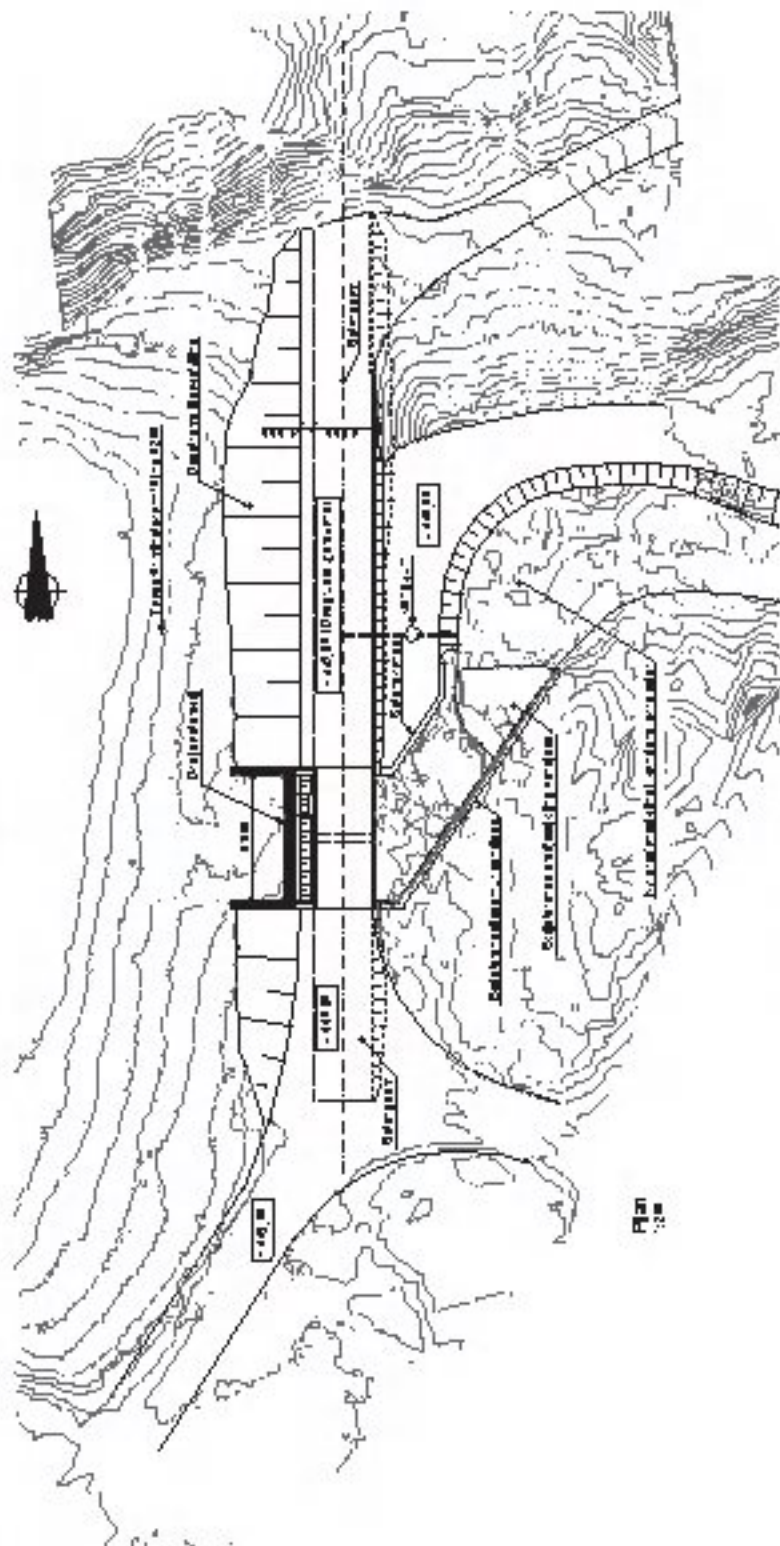
Vedlegg 7

Tegninger

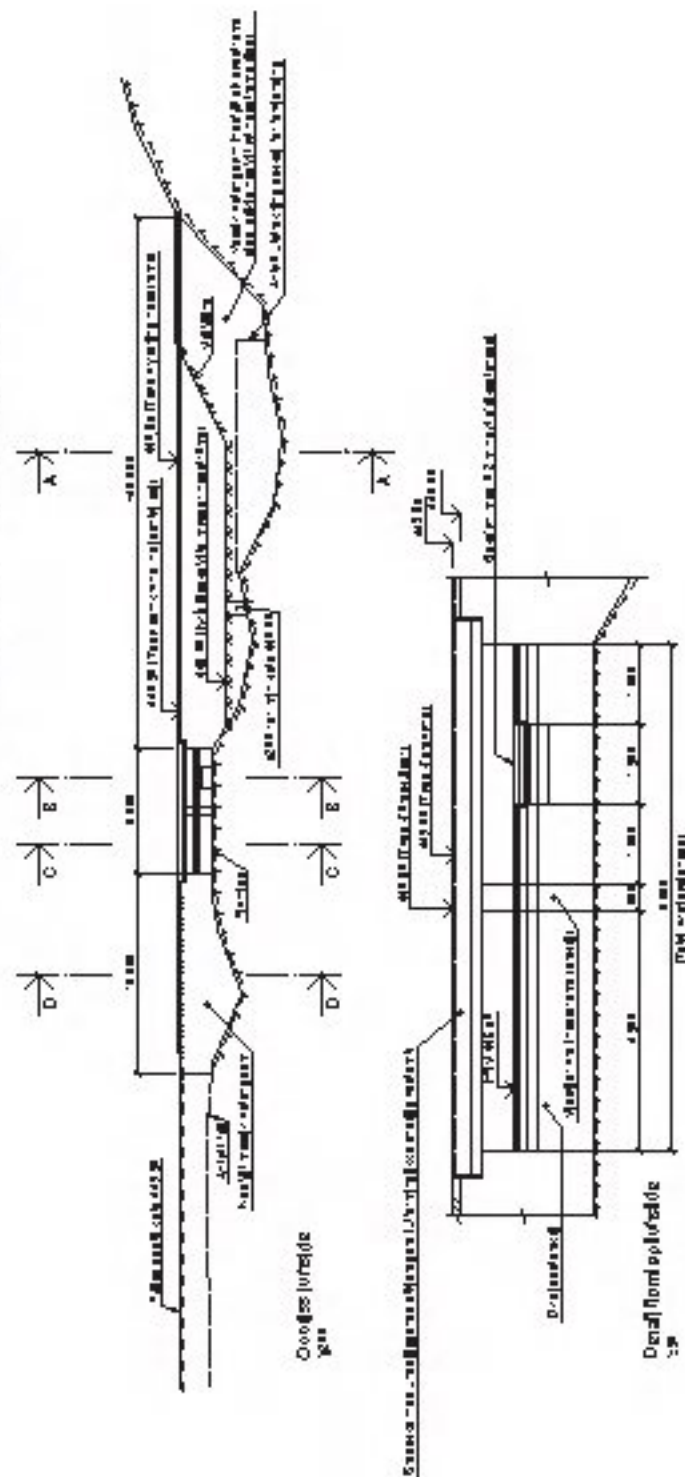
FORKLÄRUNG:

1. 1990-1991-1992-1993-1994-1995-1996-1997-1998-1999-2000-2001-2002-2003-2004-2005-2006-2007-2008-2009-2010-2011-2012-2013-2014-2015-2016-2017-2018-2019-2020-2021-2022-2023-2024-2025-2026-2027-2028-2029-2030-2031-2032-2033-2034-2035-2036-2037-2038-2039-2040-2041-2042-2043-2044-2045-2046-2047-2048-2049-2050-2051-2052-2053-2054-2055-2056-2057-2058-2059-2060-2061-2062-2063-2064-2065-2066-2067-2068-2069-2070-2071-2072-2073-2074-2075-2076-2077-2078-2079-2080-2081-2082-2083-2084-2085-2086-2087-2088-2089-2090-2091-2092-2093-2094-2095-2096-2097-2098-2099-2100-2101-2102-2103-2104-2105-2106-2107-2108-2109-2110-2111-2112-2113-2114-2115-2116-2117-2118-2119-2120-2121-2122-2123-2124-2125-2126-2127-2128-2129-2130-2131-2132-2133-2134-2135-2136-2137-2138-2139-2140-2141-2142-2143-2144-2145-2146-2147-2148-2149-2150-2151-2152-2153-2154-2155-2156-2157-2158-2159-2160-2161-2162-2163-2164-2165-2166-2167-2168-2169-2170-2171-2172-2173-2174-2175-2176-2177-2178-2179-2180-2181-2182-2183-2184-2185-2186-2187-2188-2189-2190-2191-2192-2193-2194-2195-2196-2197-2198-2199-2200-2201-2202-2203-2204-2205-2206-2207-2208-2209-2210-2211-2212-2213-2214-2215-2216-2217-2218-2219-2220-2221-2222-2223-2224-2225-2226-2227-2228-2229-2230-2231-2232-2233-2234-2235-2236-2237-2238-2239-2240-2241-2242-2243-2244-2245-2246-2247-2248-2249-2250-2251-2252-2253-2254-2255-2256-2257-2258-2259-2260-2261-2262-2263-2264-2265-2266-2267-2268-2269-2270-2271-2272-2273-2274-2275-2276-2277-2278-2279-2280-2281-2282-2283-2284-2285-2286-2287-2288-2289-2290-2291-2292-2293-2294-2295-2296-2297-2298-2299-2300-2301-2302-2303-2304-2305-2306-2307-2308-2309-2310-2311-2312-2313-2314-2315-2316-2317-2318-2319-2320-2321-2322-2323-2324-2325-2326-2327-2328-2329-2330-2331-2332-2333-2334-2335-2336-2337-2338-2339-2340-2341-2342-2343-2344-2345-2346-2347-2348-2349-2350-2351-2352-2353-2354-2355-2356-2357-2358-2359-2360-2361-2362-2363-2364-2365-2366-2367-2368-2369-2370-2371-2372-2373-2374-2375-2376-2377-2378-2379-2380-2381-2382-2383-2384-2385-2386-2387-2388-2389-2390-2391-2392-2393-2394-2395-2396-2397-2398-2399-2400-2401-2402-2403-2404-2405-2406-2407-2408-2409-2410-2411-2412-2413-2414-2415-2416-2417-2418-2419-2420-2421-2422-2423-2424-2425-2426-2427-2428-2429-2430-2431-2432-2433-2434-2435-2436-2437-2438-2439-2440-2441-2442-2443-2444-2445-2446-2447-2448-2449-2450-2451-2452-2453-2454-2455-2456-2457-2458-2459-2460-2461-2462-2463-2464-2465-2466-2467-2468-2469-2470-2471-2472-2473-2474-2475-2476-2477-2478-2479-2480-2481-2482-2483-2484-2485-2486-2487-2488-2489-2490-2491-2492-2493-2494-2495-2496-2497-2498-2499-2500-2501-2502-2503-2504-2505-2506-2507-2508-2509-2510-2511-2512-2513-2514-2515-2516-2517-2518-2519-2520-2521-2522-2523-2524-2525-2526-2527-2528-2529-2530-2531-2532-2533-2534-2535-2536-2537-2538-2539-2540-2541-2542-2543-2544-2545-2546-2547-2548-2549-2550-2551-2552-2553-2554-2555-2556-2557-2558-2559-2560-2561-2562-2563-2564-2565-2566-2567-2568-2569-2570-2571-2572-2573-2574-2575-2576-2577-2578-2579-2580-2581-2582-2583-2584-2585-2586-2587-2588-2589-2590-2591-2592-2593-2594-2595-2596-2597-2598-2599-2600-2601-2602-2603-2604-2605-2606-2607-2608-2609-2610-2611-2612-2613-2614-2615-2616-2617-2618-2619-2620-2621-2622-2623-2624-2625-2626-2627-2628-2629-2630-2631-2632-2633-2634-2635-2636-2637-2638-2639-2640-2641-2642-2643-2644-2645-2646-2647-2648-2649-2650-2651-2652-2653-2654-2655-2656-2657-2658-2659-2660-2661-2662-2663-2664-2665-2666-2667-2668-2669-2670-2671-2672-2673-2674-2675-2676-2677-2678-2679-2680-2681-2682-2683-2684-2685-2686-2687-2688-2689-2690-2691-2692-2693-2694-2695-2696-2697-2698-2699-2700-2701-2702-2703-2704-2705-2706-2707-2708-2709-2710-2711-2712-2713-2714-2715-2716-2717-2718-2719-2720-2721-2722-2723-2724-2725-2726-2727-2728-2729-2730-2731-2732-2733-2734-2735-2736-2737-2738-2739-2740-2741-2742-2743-2744-2745-2746-2747-2748-2749-2750-2751-2752-2753-2754-2755-2756-2757-2758-2759-2760-2761-2762-2763-2764-2765-2766-2767-2768-2769-2770-2771-2772-2773-2774-2775-2776-2777-2778-2779-2780-2781-2782-2783-2784-2785-2786-2787-2788-2789-2790-2791-2792-2793-2794-2795-2796-2797-2798-2799-2800-2801-2802-2803-2804-2805-2806-280

1001	1001
1001	1001

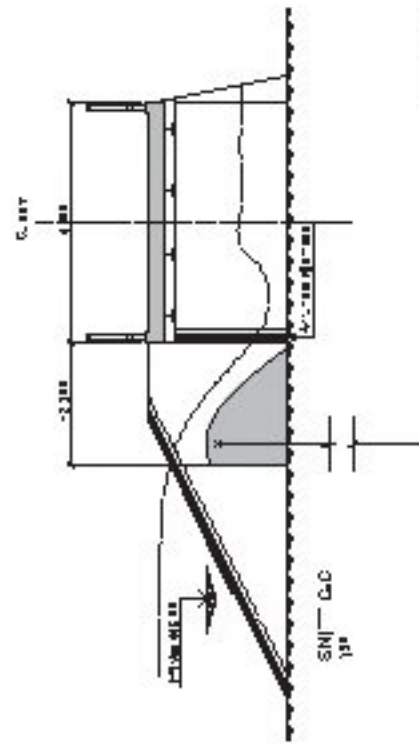
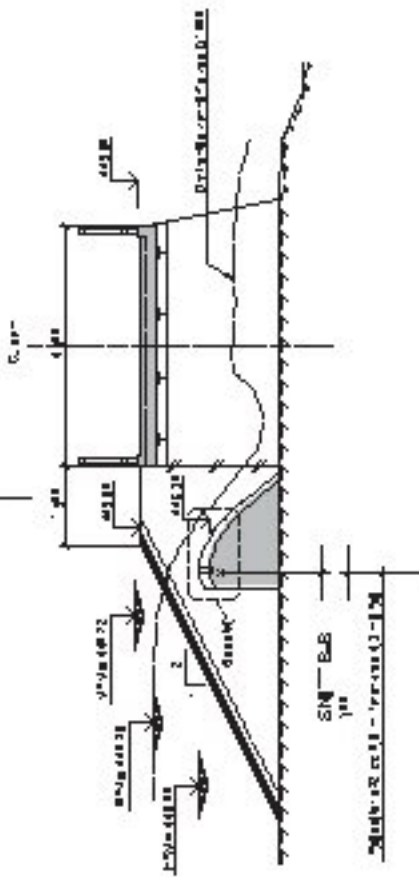
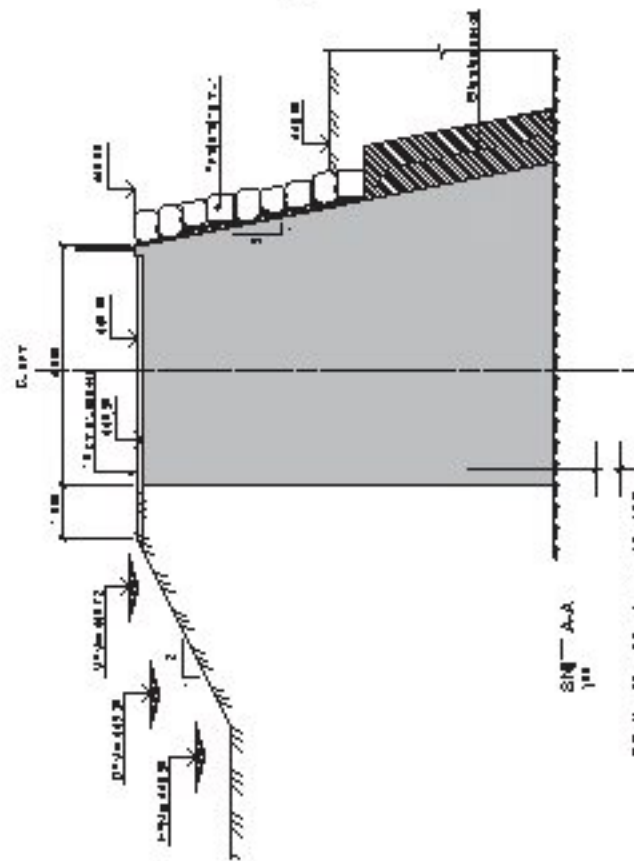
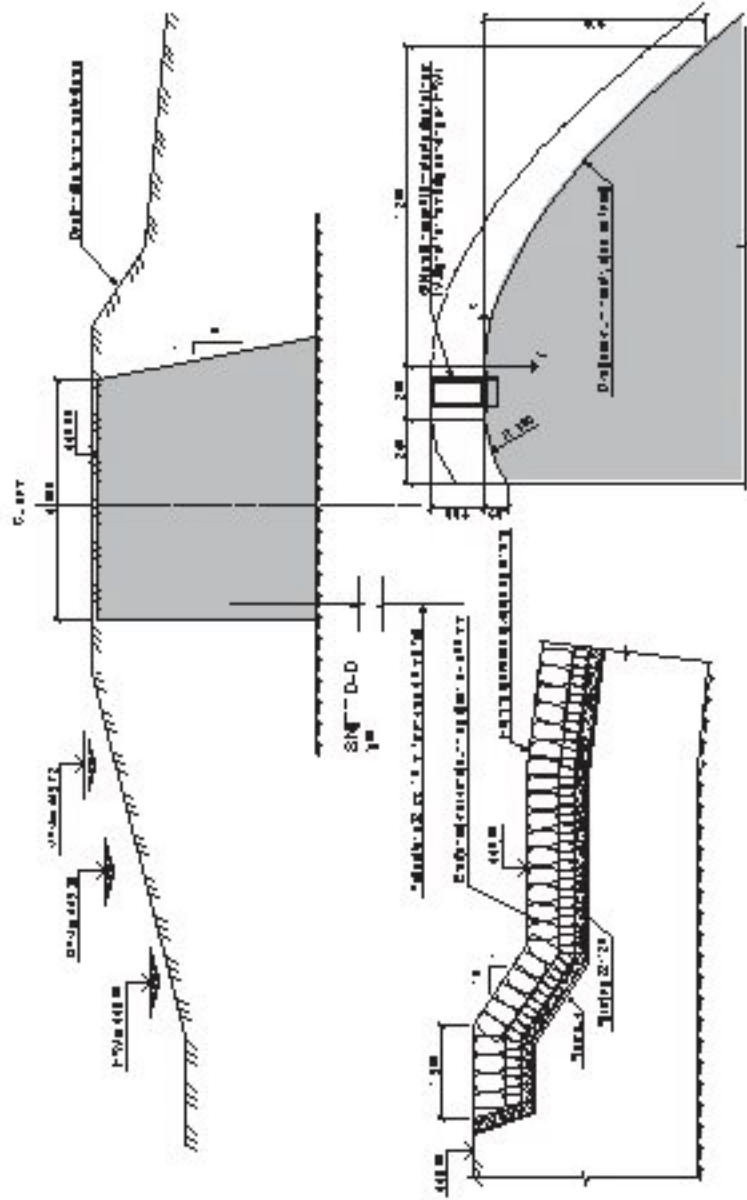
[illegible]

AF



अपराधोद्भवमुद्रा

100-1000000



Denial overexpression

2002

503

233946

[illegible]

AMSTERDAM

- $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$
- $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$
- $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$

HEMISINGER

- $$4 \quad 21 \quad 22 \quad 23 \quad 24 \quad 25 \quad 26 \quad 27 \quad 28 \quad 29 \quad 30$$

11

OSLO KOMMUNE - VAV

US	20-40	For position see last page of year	date	date
	to			
101	101	101	101	101
102	102	102	102	102
103	103	103	103	103
104	104	104	104	104
105	105	105	105	105
106	106	106	106	106
107	107	107	107	107
108	108	108	108	108
109	109	109	109	109
110	110	110	110	110
111	111	111	111	111
112	112	112	112	112
113	113	113	113	113
114	114	114	114	114
115	115	115	115	115
116	116	116	116	116
117	117	117	117	117
118	118	118	118	118
119	119	119	119	119
120	120	120	120	120
121	121	121	121	121
122	122	122	122	122
123	123	123	123	123
124	124	124	124	124
125	125	125	125	125
126	126	126	126	126
127	127	127	127	127
128	128	128	128	128
129	129	129	129	129
130	130	130	130	130
131	131	131	131	131
132	132	132	132	132
133	133	133	133	133
134	134	134	134	134
135	135	135	135	135
136	136	136	136	136
137	137	137	137	137
138	138	138	138	138
139	139	139	139	139
140	140	140	140	140
141	141	141	141	141
142	142	142	142	142
143	143	143	143	143
144	144	144	144	144
145	145	145	145	145
146	146	146	146	146
147	147	147	147	147
148	148	148	148	148
149	149	149	149	149
150	150	150	150	150
151	151	151	151	151
152	152	152	152	152
153	153	153	153	153
154	154	154	154	154
155	155	155	155	155
156	156	156	156	156
157	157	157	157	157
158	158	158	158	158
159	159	159	159	159
160	160	160	160	160
161	161	161	161	161
162	162	162	162	162
163	163	163	163	163
164	164	164	164	164
165	165	165	165	165
166	166	166	166	166
167	167	167	167	167
168	168	168	168	168
169	169	169	169	169
170	170	170	170	170
171	171	171	171	171
172	172	172	172	172
173	173	173	173	173
174	174	174	174	174
175	175	175	175	175
176	176	176	176	176
177	177	177	177	1

Newsprint 

5185J08

2002

500

FOR KLAINGCE &
WILLIAMSON

- Webb M., Parnell J., et al - www.biorxiv.org/content/10.1101/067892v1**

ANNOUNCEMENT

100	P003	HEMISINCE 2
-----	------	-------------

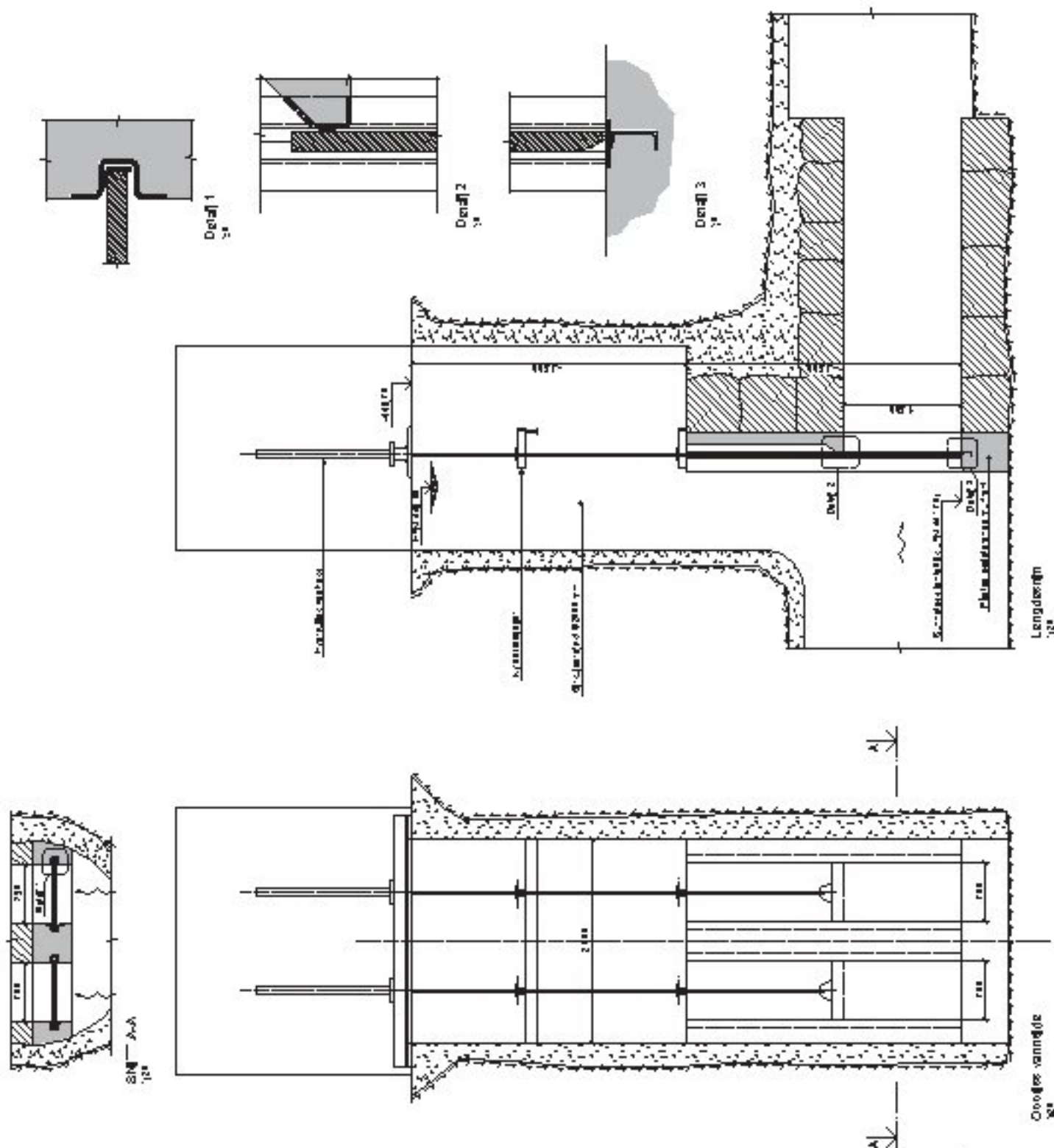
P003	D01
------	-----

[illegible]

OSLO KOMMUNE - VAV

OVERS. TUNNELGJERDINGEN - DALTYVEN
TILBETJENING AV LUKER
BRANDBREMSEN

5185J08	DM
---------	----



FORKLÄRUNG:

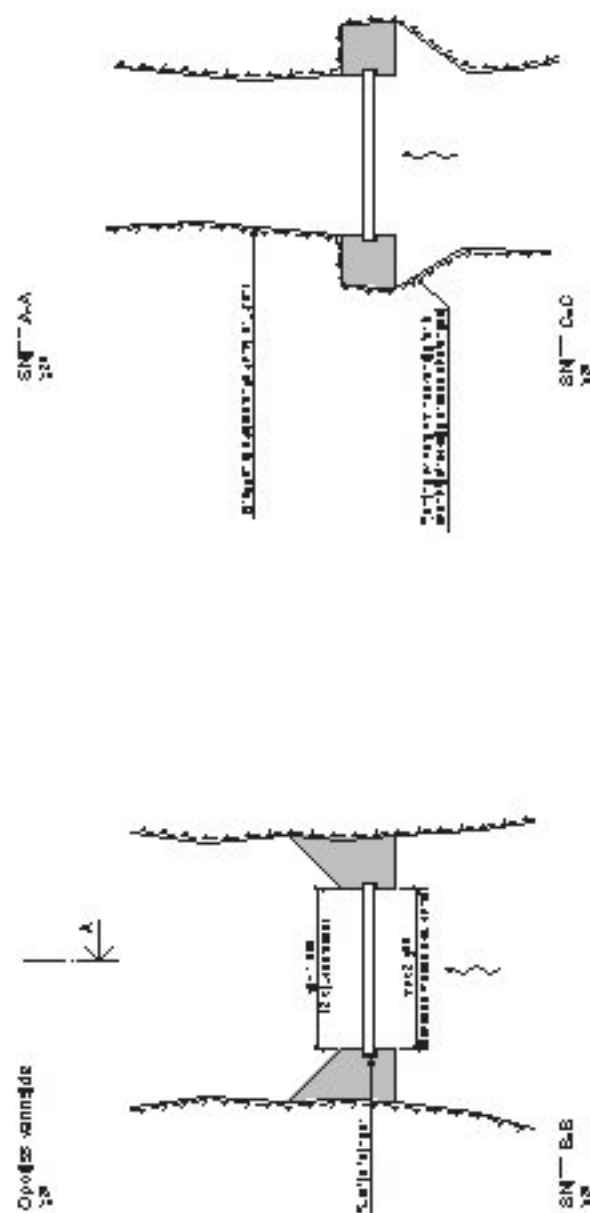
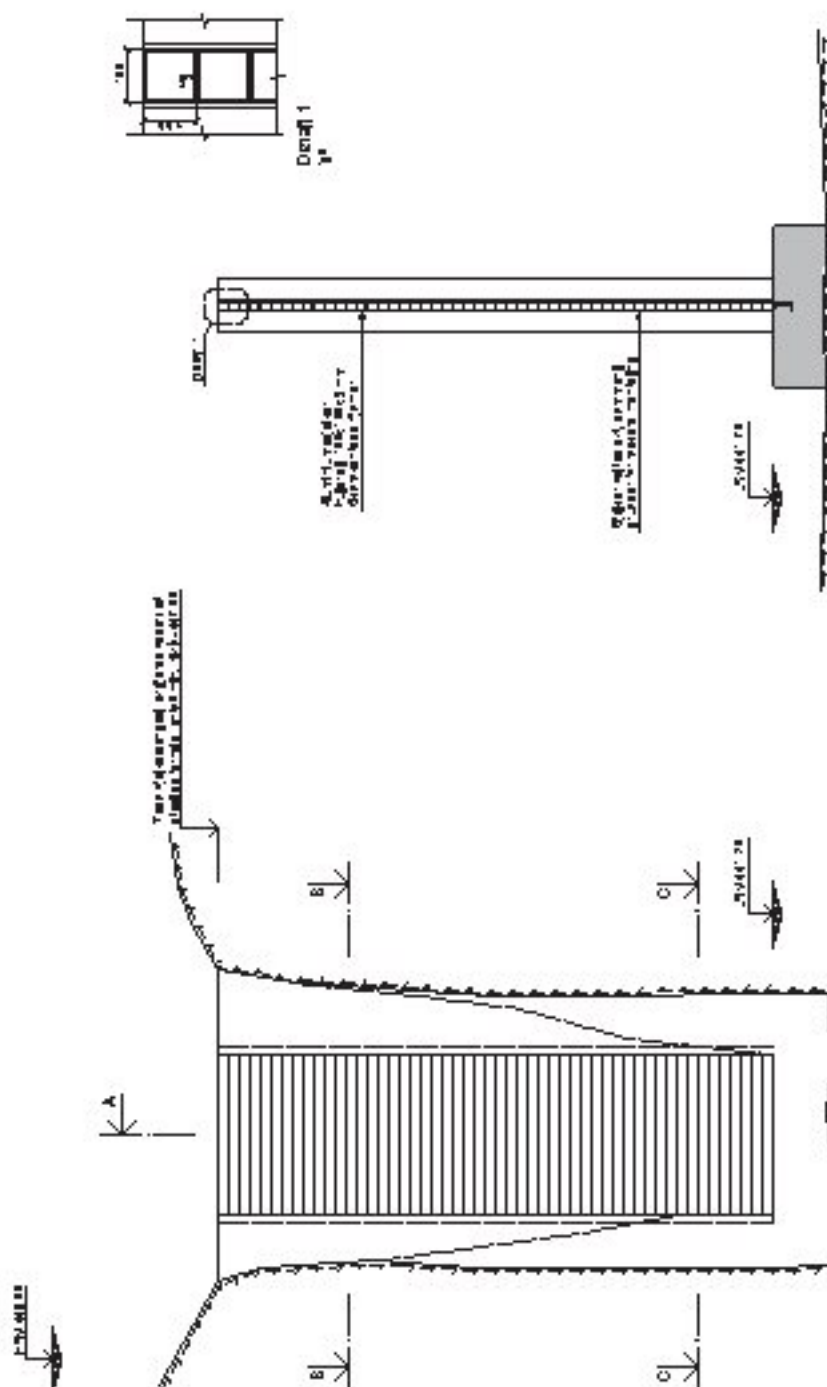
- 52 —

6. **CONCLUSIONS**

- 2000-2001
 2001-2002
 2002-2003
 2003-2004
 2004-2005
 2005-2006
 2006-2007
 2007-2008
 2008-2009
 2009-2010
 2010-2011
 2011-2012
 2012-2013
 2013-2014
 2014-2015
 2015-2016
 2016-2017
 2017-2018
 2018-2019
 2019-2020
 2020-2021
 2021-2022
 2022-2023
 2023-2024
 2024-2025
 2025-2026
 2026-2027
 2027-2028
 2028-2029
 2029-2030
 2030-2031
 2031-2032
 2032-2033
 2033-2034
 2034-2035
 2035-2036
 2036-2037
 2037-2038
 2038-2039
 2039-2040
 2040-2041
 2041-2042
 2042-2043
 2043-2044
 2044-2045
 2045-2046
 2046-2047
 2047-2048
 2048-2049
 2049-2050
 2050-2051
 2051-2052
 2052-2053
 2053-2054
 2054-2055
 2055-2056
 2056-2057
 2057-2058
 2058-2059
 2059-2060
 2060-2061
 2061-2062
 2062-2063
 2063-2064
 2064-2065
 2065-2066
 2066-2067
 2067-2068
 2068-2069
 2069-2070
 2070-2071
 2071-2072
 2072-2073
 2073-2074
 2074-2075
 2075-2076
 2076-2077
 2077-2078
 2078-2079
 2079-2080
 2080-2081
 2081-2082
 2082-2083
 2083-2084
 2084-2085
 2085-2086
 2086-2087
 2087-2088
 2088-2089
 2089-2090
 2090-2091
 2091-2092
 2092-2093
 2093-2094
 2094-2095
 2095-2096
 2096-2097
 2097-2098
 2098-2099
 2099-2100
 2100-2101
 2101-2102
 2102-2103
 2103-2104
 2104-2105
 2105-2106
 2106-2107
 2107-2108
 2108-2109
 2109-2110
 2110-2111
 2111-2112
 2112-2113
 2113-2114
 2114-2115
 2115-2116
 2116-2117
 2117-2118
 2118-2119
 2119-2120
 2120-2121
 2121-2122
 2122-2123
 2123-2124
 2124-2125
 2125-2126
 2126-2127
 2127-2128
 2128-2129
 2129-2130
 2130-2131
 2131-2132
 2132-2133
 2133-2134
 2134-2135
 2135-2136
 2136-2137
 2137-2138
 2138-2139
 2139-2140
 2140-2141
 2141-2142
 2142-2143
 2143-2144
 2144-2145
 2145-2146
 2146-2147
 2147-2148
 2148-2149
 2149-2150
 2150-2151
 2151-2152
 2152-2153
 2153-2154
 2154-2155
 2155-2156
 2156-2157
 2157-2158
 2158-2159
 2159-2160
 2160-2161
 2161-2162
 2162-2163
 2163-2164
 2164-2165
 2165-2166
 2166-2167
 2167-2168
 2168-2169
 2169-2170
 2170-2171
 2171-2172
 2172-2173
 2173-2174
 2174-2175
 2175-2176
 2176-2177
 2177-2178
 2178-2179
 2179-2180
 2180-2181
 2181-2182
 2182-2183
 2183-2184
 2184-2185
 2185-2186
 2186-2187
 2187-2188
 2188-2189
 2189-2190
 2190-2191
 2191-2192
 2192-2193
 2193-2194
 2194-2195
 2195-2196
 2196-2197
 2197-2198
 2198-2199
 2199-2200
 2200-2201
 2201-2202
 2202-2203
 2203-2204
 2204-2205
 2205-2206
 2206-2207
 2207-2208
 2208-2209
 2209-2210
 2210-2211
 2211-2212
 2212-2213
 2213-2214
 2214-2215
 2215-2216
 2216-2217
 2217-2218
 2218-2219
 2219-2220
 2220-2221
 2221-2222
 2222-2223
 2223-2224
 2224-2225
 2225-2226
 2226-2227
 2227-2228
 2228-2229
 2229-2230
 2230-2231
 2231-2232
 2232-2233
 2233-2234
 2234-2235
 2235-2236
 2236-2237
 2237-2238
 2238-2239
 2239-2240
 2240-2241
 2241-2242
 2242-2243
 2243-2244
 2244-2245
 2245-2246
 2246-2247
 2247-2248
 2248-2249
 2249-2250
 2250-2251
 2251-2252
 2252-2253
 2253-2254
 2254-2255
 2255-2256
 2256-2257
 2257-2258
 2258-2259
 2259-2260
 2260-2261
 2261-2262
 2262-2263
 2263-2264
 2264-2265
 2265-2266
 2266-2267
 2267-2268
 2268-2269
 2269-2270
 2270-2271
 2271-2272
 2272-2273
 2273-2274
 2274-2275
 2275-2276
 2276-2277
 2277-2278
 2278-2279
 2279-2280
 2280-2281
 2281-2282
 2282-2283
 2283-2284
 2284-2285
 2285-2286
 2286-2287
 2287-2288
 2288-2289
 2289-2290
 2290-2291
 2291-2292
 229

HEINZ HEIMANN

100	700L
-----	------



N	003-89-02	Fra gjenstander som har sprøkk/mørke til bakgrunn	alle	alle	alle
Helsekontroll av tannlege og tannhygienist i samarbeid med kommunehelsetjenesten. Tannleger og tannhygienister er utdannet til å oppdage og behandle tannsykdommer og skader på tennene. De vil også kunne gi råd om god tannpleie og forebygging av tannsykdommer.					

DOSLO KOMMUNE - VAV **SOM MJS**

LØVERE, TUNNEL GJERDINGEN - DAL TVEN
MELKES*ENGSEL
ingnspp

	nummer	type	nr.
	5185708	P004	DM