

Nannestad og Nittedal kommuner

► **Dam Storøyungen**

Teknisk plan

Oppdragsnr.: 5203976 Dokumentnr.: 01 Versjon: E02 Dato: 2020-11-04



Ansvarlig for vassdragsanlegget:	Nannestad og Nittedal kommuner
Navn og ID-nummer for vassdragsanlegget:	Dam Storøyungen: NVE id-nr. 4039
Konsekvensklasse:	1 (denne rapporten inneholder planer for nedklassifisering til 0)
VTA:	Det er ikke utnevnt VTA for anlegget
Rådgiver:	Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika
Oppdragsleder:	Ellen Jordfald

Befaringer av anlegget gjeldende for denne tekniske plan:

Dato	Deltagere
2020-05-19	Adel Al-Jumaily, Nannestad kommune Bjørn Joakimsen, Norconsult AS Ellen Jordfald, Norconsult AS

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

Fagområde	Utarbeidet	Kontrollert
I Betong- og murdammer med fundament	Ellen Jordfald	Bjørn Joakimsen (NVE fagansv. i alle klasser)
II Fyllingsdammer med fundament		
III Stenge- og tappeorganer, rør og tverrslagsporter		
IV Flomhydrologi		
V Hydraulikk og flomavledning		

E02	2020-11-04	For godkjenning hos myndigheter	ElJor	BJ	ElJor
A01	2020-10-21	Til intern kontroll	ElJor	BJ	ElJor
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

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

► Sammendrag

Dam Storøyungen er i dag plassert i konsekvensklasse 1. Dammen bærer tydelig preg av slitasje. Dameier ønsker å permanent senke dagens HRV med 1,0 m slik at dammen - ifølge tidligere korrespondanse med NVE - blir plassert i konsekvensklasse 0. Ved en permanent vannstand 1,0 m under gjeldende HRV, vil de delene av dammen som er påført krefter fra vann og is, være avgrenset til dypløpene i dammens østre del. Her vil dammen bli forsterket i form av en oppstrøms påstøp av betong, forankret med fjellbolter. Dagens flomløp erstattes med nytt og bredere flomløp for å sikre lav flomstigning.

► Innhold

►	Sammendrag	3
►	Innhold	4
1	Orientering	6
	1.1 Bakgrunn	6
	1.2 Beskrivelse av eksisterende anlegg	6
	1.3 Beskrivelse av tiltaket	7
2	Tidsplan	8
3	Organisering	9
	3.1 Byggherre	9
4	Vassdragsanlegg	10
	4.1 Høydesystem	10
	4.2 Konsekvensklasse	10
	4.3 Flomberegning	10
	4.4 Flomløp og flomavledning	11
5	Forberedende tiltak	11
	5.1 Adkomstvei	11
	5.2 Riggområde	11
	5.3 Tørrlegging og flomavledning i anleggsperioden	11
	5.4 Rivning av eksisterende konstruksjoner	12
6	Dam	13
	6.1 Beskrivelse dam	13
	6.2 Stabilitetsberegninger	15
7	Landskap og miljø	17
	7.1 Generelt	17
	7.2 Ivaretagelse av hensynet til landskap og miljø	17
	7.3 Arealbruksplan	17
	7.4 Flom- og skredfare	17
	7.5 Kulturminner	17
	7.6 Naturverdier	17
	7.7 Friluftsliv	17
	7.8 Forhold til andre myndigheter	18
	7.9 Hovedprinsipper for istandsetting	18
	7.10 Praktisk gjennomføring	18
8	Henvisninger	19
9	Referanser	19

Vedlegg A Tegninger

Vedlegg B Beregninger

Vedlegg C Bilder

1 Orientering

1.1 Bakgrunn

Dam Storøyungen ligger delvis i Nannestad og delvis i Nittedal kommune i Romeriksåsen. Det ble gitt konsesjon til regulering av Storøyungen og oppstrøms vann Djupøyungen 17.02.1900. Konsesjonen ble gitt til Gjerdrum Aktiemølle som den gangen stod oppført som dameier. Årsaken til at dammen ble bygget i utgangspunktet er ukjent, men det antas at vannet skulle utnyttes til mølleindustri. De siste 50-60 årene har ikke Gjerdrum Aktiemølle hatt nytte av dam Storøyungen. Storøyungen ligger i et populært turområde og benyttes i dag til rekreasjon og fiske.

Norconsult AS er på vegne av Nannestad og Nittedal kommuner engasjert for å utarbeide teknisk plan for tiltak på dam Storøyungen. Dameier ønsker å nedklassifisere anlegget til konsekvensklasse 0, og disse tekniske planer beskriver tiltak på dammen etter en slik nedklassifisering. Det foreligger ikke dokumentasjon på tiltak utført på dam Storøyungen i nyere tid, men observasjoner på stedet viser at dammens vestre del er påført en plate av betong på oppstrøms side. Påstøpen bærer preg av slitasje.

Det forutsettes videre at dammen er plassert i konsekvensklasse 0 iht. til tidligere korrespondanse mellom Gjerdrum Aktiemølle og NVE. Ved å nedklassifisere dammen til klasse 0 ved å permanent senke HRV, vil man kunne opprettholde et vannspeil i Storøyungen for rekreasjon og samtidig unngå en omfattende rehabilitering. Med referanse til etterfølgende bruk av høyre og venstre del av damanlegget er dammen alltid betraktet fra vannsiden (medstrøms).

1.2 Beskrivelse av eksisterende anlegg

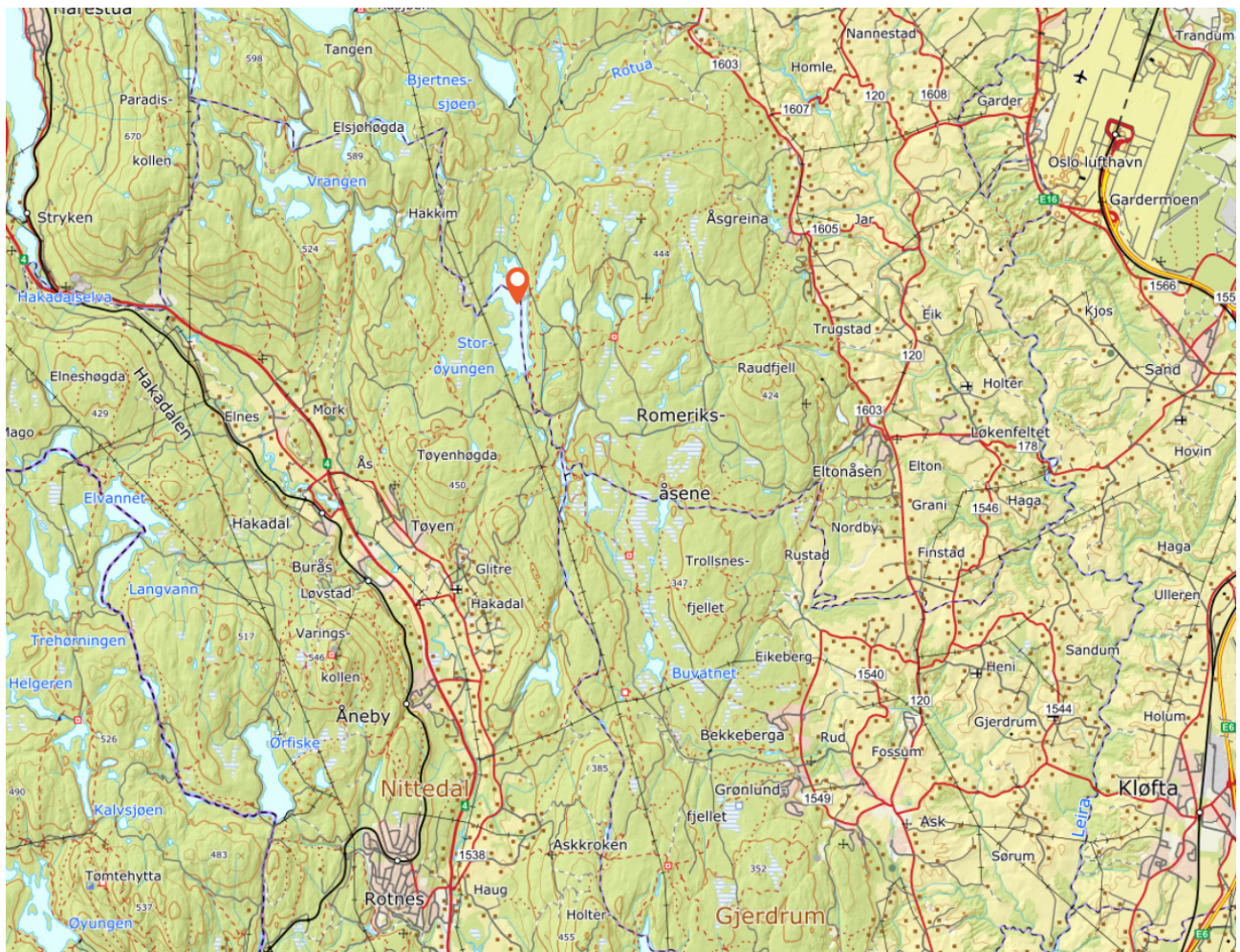
Dam Storøyungen er en 210 m lang murdam med antatt sentral røysfylling. Dammens største høyde er ca. 3,6 m. Eksisterende flomløp er ca. 2,5 m bredt og er plassert ca. 0,5 m lavere enn damkronen. Dammen er fundamentert på fjell. Eksisterende HRV er i dag kt. 330,5, damkronen er etablert på kt. 331.

Dam Storøyungen bærer preg av stor slitasje og har store lekkasjer og stedvis betydelige deformasjoner. Rundt dammen er det tilgrodd med busker og trær, også enkelte steder på oppstrøm side.

Tabell 1-1 lister anleggets hoveddata. Figur 1-1 og Figur 1-2 viser anleggets lokasjon og oversikt over dammen.

Hoveddata	
Byggeår	Begynnelsen av 1900-tallet
Areal nedbørsfelt	Ca. 13,5 km ²
Magasinivolum	Ca. 2 mill. m ³
Overflateareal ved HRV	Ca. 1,0 km ²

Tabell 1-1: Hoveddata for vassdragsanlegget



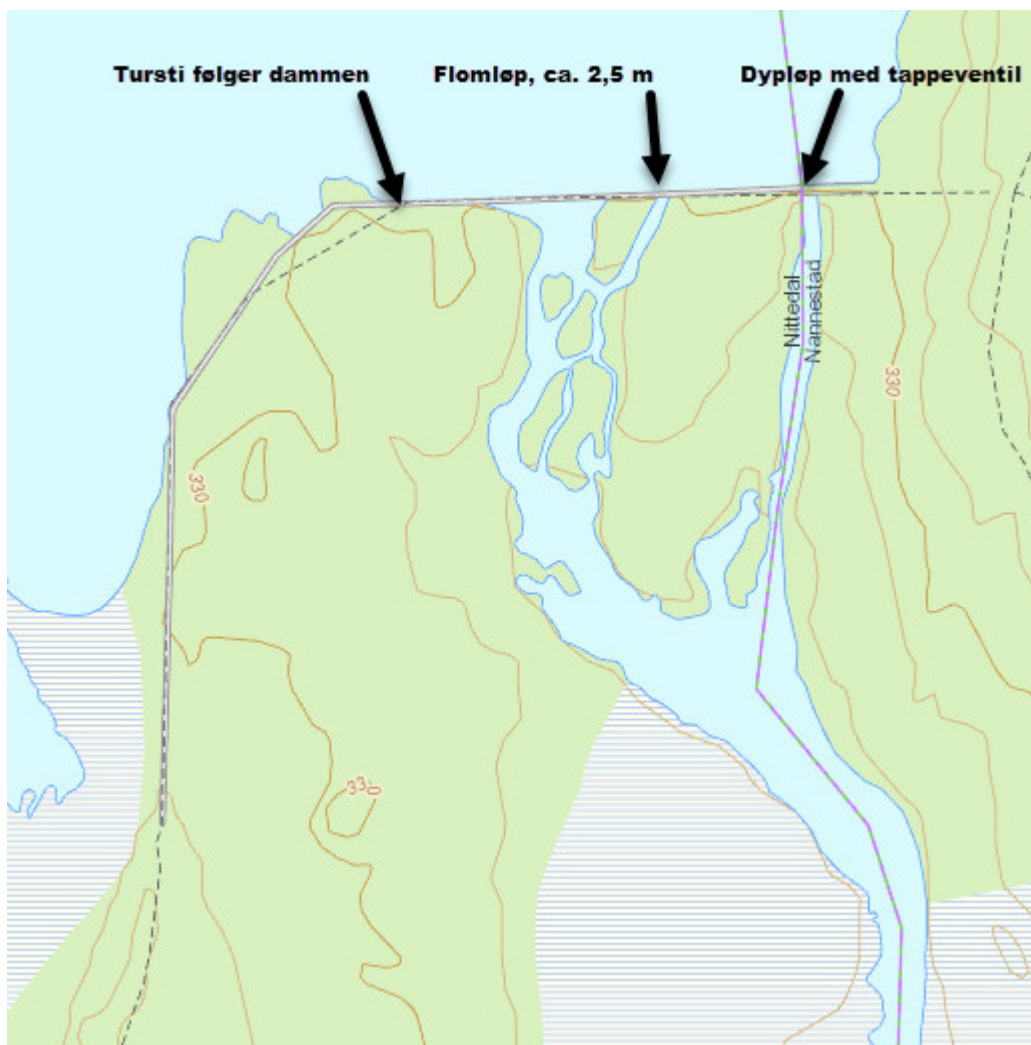
Figur 1-1: Lokasjon av vassdragsanlegget.

1.3 Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket omfatter å permanent senke HRV med 1,0, utvide flomløpet for å sikre tilstrekkelig flomavledningskapasitet og støpe en oppstrøms plate av betong for å oppnå tilstrekkelig beregningsmessig stabilitet.

Utvidelsen av flomløpet gjøres ved å rive deler av eksisterende dam til nivå 30-50 cm under ny HRV. Deretter støpes det en 14,5 m lang krone av betong over eksisterende dam. Flomløpet etableres i to ulike høyder. 7,25 m av flomløpet blir etablert på nivå med ny HRV, dvs. kt. 329,48. Et nivå opp, på kt. 329,60, etableres den andre delen av flomløpet, også det 7,25 m langt.

Oppstrøms påstøp av betong etableres fra damtå til kt. 330,34 dvs. til nivå med DFV og 0,86 m over ny HRV. Etter senking av HRV er det de delene som er utsatt for permanent vanntrykk som forstekes. Det gjelder dammens østre del, fra vederlaget til ca. 75 m langs damaksen. Påstøpen blir om lag 50 cm bred og forankres med fjellbolter.



Figur 1-2: Komponentene i vassdragsanlegget

2 Tidsplan

Byggherren har intensjon om å starte anleggsarbeidene vinteren 2021, og tar sikte på å fullføre arbeidene i løpet av våren 2021

3 Organisering

3.1 Byggherre

Ansvarlig for vassdragsanlegget: Nannestad kommune og Nittedal kommune

Rådgivende ingeniør: Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, 1338 Sandvika

Funksjon	Navn Firma	Mobil	E-post
Prosjektleder	Adel Al-Jumaily	916 38 885	Adel.Al-Jumaily@nannestad.kommune.no
Prosjekteringsleder	Ellen Jordfald Norconsult AS	456 99 696	Ellen.Jordfald@norconsult.com
Fagansvarlig (fagområde I, alle klasser)	Bjørn Joakimsen Norconsult AS	454 04 459	Bjørn.Joakimsen@norconsult.com
Fagansvarlig (fagområde V, alle klasser)	Carolina Frias Uribe Norconsult AS	454 01 452	Carolina.Frias.Uribe@norconsult.com

Tabell 3-1: Byggherrens organisering i prosjektet

4 Vassdragsanlegg

4.1 Høydesystem

Dammen er blitt scannet og tegnet opp i forbindelse med utarbeidelsen av tekniske planer. Høydesystem er NN2000.

4.2 Konsekvensklasse

Dammen er plassert i konsekvensklasse 1, iht. NVE-vedtak datert 01.03.2007. Vedtaket er fattet basert på en vurdering om at «et eventuelt dambrudd vil medføre terrengskader med følgeskader og potensielt også skader på annen manns eiendom». Videre i samme brev heter det at: «Dam Storøyungen vil bli plassert i konsekvensklasse 0 dersom vannstanden senkes permanent med minimum 1,0 m. Dette må i så fall gjøres ved at kotehøyden for det faste flomløpet senkes tilsvarende og at flomløpet dimensjoneres for å avlede dimensjonerende flom»[3].

I nytt brev fra NVE, datert 20.05.2009, fremholder NVE at en permanent senking av vannstanden på 0,8 m eller mer vil plassere dammen i konsekvensklasse 0, men at vedtak ikke kan fattes før tekniske planer for ombygging av dammen er mottatt og behandlet. I samme brev heter det «Med hjemmel i vannressursloven § 41 2. ledd vedtas at delvis nedlegging av dam Storøyungen ved permanent senking av vannstanden 0,8-1,0 m ikke er konsesjonspliktig etter samme lov § 8.» [2].

Med dette som grunnlag, antas det at en godkjennelse av disse tekniske planer medfører nedklassifisering av anlegget til konsekvensklasse 0.

4.3 Flomberegning

I forbindelse med denne tekniske planen har Norconsult AS utført flomberegninger [1]. NVE anbefaler at en dam i konsekvensklasse 0 dimensjoneres for en flom med 200 års gjentakintervall. Flomberegningene er utført med en forutsetning om at dammen tilhører konsekvensklasse 0, ref. avsnitt 4.2.

Flomsituasjon	Flom	Vannstand	Vannstand [moh.]	Vannstand over HRV [m]	Tilsig [m ³ /s]	Døgntilsig [l/skm ²]	Avløp [m ³ /s]
Ingen	Ingen	LRV	-				
Ingen	Ingen	HRV	329,48				
Dimensjonerende flom	Q ₂₀₀	DFV	330,08	0,60	17,9	1299	8,5
Q ₂₀₀ + 40 % klimapåslag og 25 % tilstopping av flomløp	-	-	330,34	0,86	25,1	1819	11,4

Tabell 4-1 Resultater fra flomberegning. Høydesystem NN2000.

Datagrunnlaget for flomberegningen vurderes til å ligge i kvalitetsklasse 2, brukbart hydrologisk grunnlag, med observasjoner nær vassdraget. For flomberegninger i kvalitetsklasse 2, er det normalt ikke krav om usikkerhetspåslag på tilsigsflommen.

Dam Storøyungen ligger i et område med mye skog og avledningskapasiteten beregnes derfor med en tilstopping på 25 %.

NVE ga i 2016 ut rapporten «Klimaendringer og fremtidige flommer i Norge» med anbefalinger om klimapåslag for Norge. Rapporten anbefaler minst 20% økning i vassdrag med areal mindre enn 100 km².

Nedbørsfeltet ved Storøyungen er ca. 13,5 km². Siden de største økningene er vurdert til å inntreffe i den nordligste delen av fylket (tidligere Akershus, nå Viken), anbefales det å benytte et klimapåslag på 40 %.

4.4 Flomløp og flomavledning

Flomavledningen ved dam Storøyungen vil skje over nytt flomløp med to nivåer. Flomløpslengden økes fra 2,8 m til 14,5 m og senkes fra kt. 330,48 til kt. 329,48 og kt. 329,60. Flomløpet utføres ved at det støpes en ny kappe av betong over eksisterende dam.

Krav til fribord for betongdammer i damsikkerhetsforskriften er at topp dam eller brystning minimum skal ligge høyere enn dimensjonerende flomvannstand. For dam Storøyungen er DFV beregnet til kt. 330,34 inkl. 25% tilstopping og 40% klimapåslag. Damkronen ligger på kt. 331. Dette betyr et fribord på 66 cm og dimensjonerende flom ikke vil medføre overtopping til side for flomløpet.

Flomavledningskapasiteten og krav til fribord er således tilfredsstillt.

5 Forberedende tiltak

5.1 Adkomstvei

Det er etablert en adkomstvei helt frem til anlegget.

5.2 Riggområde

Behovet for riggarealer er lite og foreslås lokalisert som vist på vedlagte arealbrukstegning.

Arbeidene vil kreve små landskapsmessige inngrep. Vannstanden må senkes slik at det kan etableres en fangdam (ref. avsnitt 5.3) og vegetasjon på nedstrøms side av dammen må fjernes slik at man kommer til.

Ved avslutning av arbeidene skal berørte områder føres tilbake til opprinnelig form og arronderes for å sikre en rask og naturlig tilbakeføring av landskapet.

5.3 Tørrlegging og flomavledning i anleggsperioden

Tiltak på dammen skal gjøres fra østre vederlag til ca. pel 75. Altså er det denne delen som må tørrlegges i anleggsperioden.

Vannstanden i Storøyungen vil bli senket noe i forbindelse med riving og forsterkning og det vil bli etablert en fangdam for at arbeidene med dette skal kunne utføres tørt. Ut ifra et dronebilde tatt av Øystein Klausen 8. september 2020 (se bilde Bilde 5-1), ser det ut som om det går et markert dypløp inn mot dammen ved eksisterende flomløp og tappeløp, noe som også samsvarer med damhøyden. Bildet viser rester av en dykket damkonstruksjon beliggende langs dammens akse, om lag 15 m inn i magasinet. Det forutsettes at fangdammen blir etablert ved denne konstruksjonen. Det vil bli søkt om tillatelse til midlertidig nedtapping av magasinet i byggeperioden i god tid før arbeidene igangsettes. Den midlertidige fangdammen vil bli fjernet så fort arbeidet er fullført.

Det forutsettes at tappeluka åpnes, og at tappeløpet benyttes til forbiledning av vann. Et rør legges gjennom fangdam, byggegrop og eksisterende dam. Vannstanden i magasinet kontrolleres ved at tilsig ledes gjennom tapperøret.

Fangdam og arrangement knyttet til forbiledning av vann forutsettes håndtert av entreprenøren og vil være hans ansvar.



Bilde 5-1: Foto viser konturene av tidligere damkonstruksjon (Øystein Klausen, Vassbygg).

5.4 Rivning av eksisterende konstruksjoner

Det vil være behov for å rive deler av eksisterende dam der nytt flomløp skal etableres. Toppen av dammen må rives ned til ca. kt. 329,1 i en lengde på i underkant av 20 m slik at ny flomløpstterskel kan etableres på kt. 329,5. Flomløpstterskelen bygges som en betongkappe flomløp over eksisterende murdam. Det er antatt at dammen er bygget opp av stein som kan deponeres i magasinet. Dette må vurderes på stedet, og evt. forurensede masser må leveres til godkjent deponi.

6 Dam

6.1 Beskrivelse dam

Dam Storøyungen er en 210 m lang murdam av hugget stein. Det foreligger ingen dokumentasjon fra byggingen av dammen, men observasjoner på stedet tyder på at damkroppens sentrale del består av røysfylling.

Østre del av dammen er ca. 100 m lang. Damkronen er ca. 1,0 m bred og ligger på ca. kt. 331,0. Dammens høyeste tverrsnitt, ca. 3-4 m, ligger ca. 25 m fra vestre landfeste. Her er det en fordypning i terrenget hvor det er montert en tappeluken. Det er usikkert hvorvidt luka fungerer. Eksisterende flomløp ligger ca. 70 m vest for tappeluka. Det er ca. 2,8 m langt og ligger på kt. 330,48.

Dammens oppstrøms side er tilnærmet vertikal med helning ca. 10:1. Langs store deler av dammens østre del har påkjenninger – sannsynligvis istrykk – forårsaket en forskyvning av steiner mot nedstrøms side. Nedstrøms side har helning ca. 4:1.

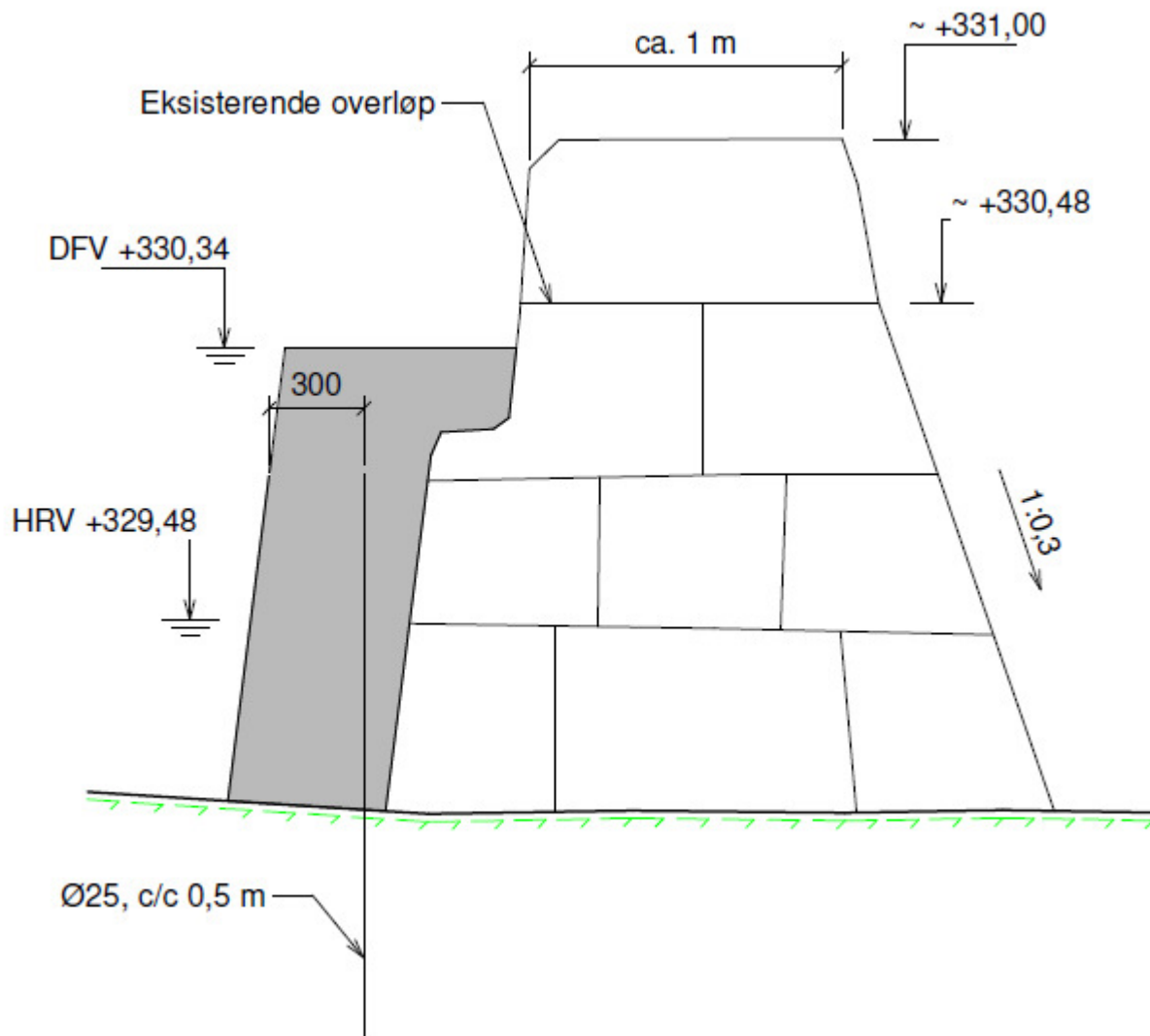
Dammens sørvestre del er ca. 110 m lang og største høyde er ca. 0,8 m. Oppstrøms og nedstrøms side har tilnærmet samme helning ca. 10:1. Damkronen i høyre del av dammen har et svakt stigende nivå og ender på kt. 331,5. Langs hele denne delen av dammen er terrenget høyere enn kt. 329,48, det vil si at denne delen av dammen ikke vil være påkjent hverken vanntrykk eller istrykk ved en permanent senking av HRV.

6.1.1 Stabiliserende tiltak

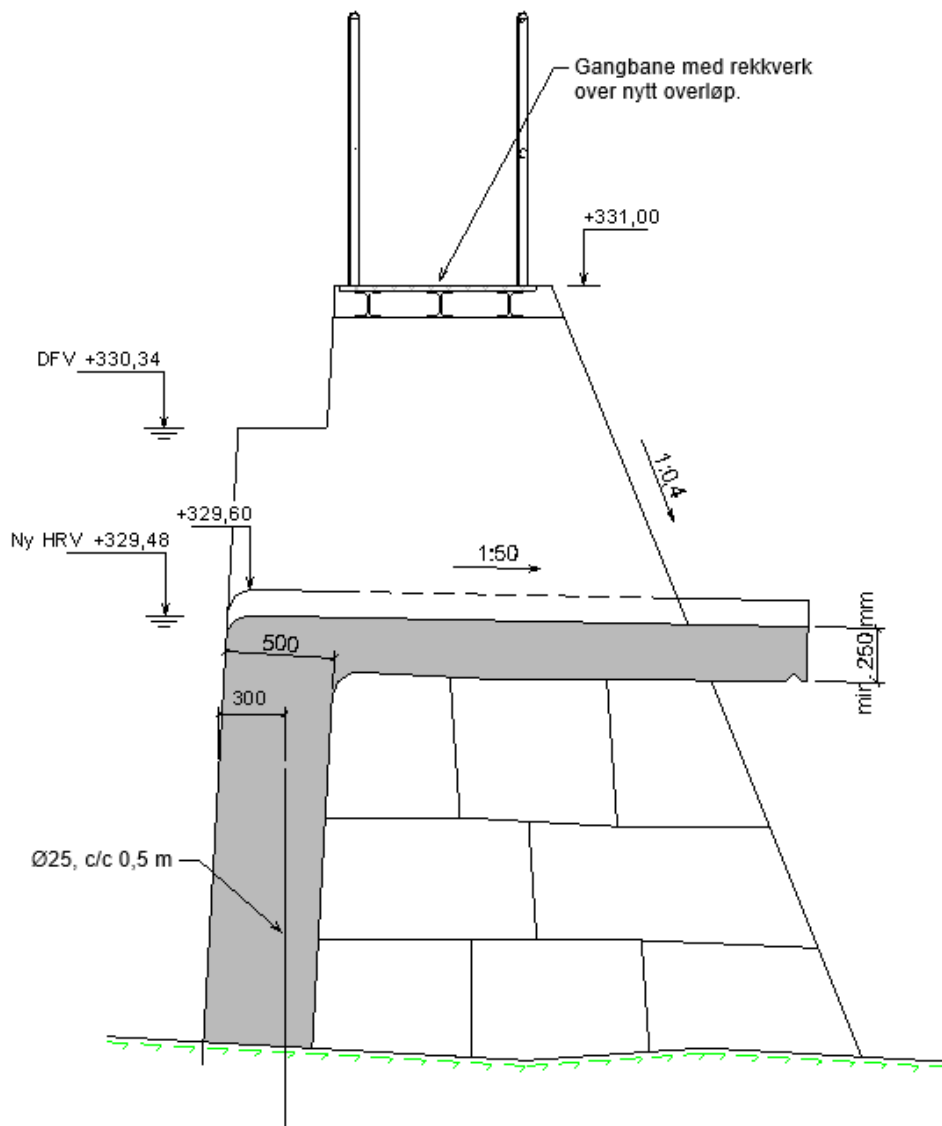
Det primære tiltaket for å stabilisere dammen vil være en permanent senking av HRV med 1,0 m. Det vil redusere lastene fra oppstrøms vanntrykk og poretrykk mot fundamentet, samt senke angrepspunktet til istrykket. I tillegg støpes en oppstrøms plate av betong som forankres med fjellbolter. Dette gjelder i alle snitt der dammen er påkjent vann- og istrykk ved HRV. Tykkelsen på påstøpen vil være min. 500 mm, se figur 6-1.

I dypløpet lengst mot øst etableres et nytt flomløp med en lengde 14,5 m. Flomløpet etableres som et fast flomløp av betong, støpt sammen med ny frontplate. Se figur 6-2 under.

Det monteres Ø25 fjellbolter av kamstål med senteravstand 0,5 m i hele flomløpets lengde. Til siden for nytt flomløp monteres fjellbolter med tilsvarende senteravstand 0,5 m. Boltene bores og gyses 3,2 m i fjell.



Figur 6-1 - Snitt A-A utforming av forsterkning av dam utenfor flomløpflomløp



Figur 6-2 – Snitt gjennom nytt flomløps laveste del

6.1.2 Utførelse

Alle arbeider skal utføres tørt.

Fjellfundamentet på oppstrøms side vil bli rensket for løsmasser. Deretter vil fjellflater og flater på eksisterende dam det skal støpes mot bli spylrensket. Deretter installeres fjellboltene.

6.2 Stabilitetsberegninger

Det er utført stabilitetsberegninger i henhold til krav i Damsikkerhetsforskriften med NVEs Retningslinjer for murdammer. Beregningene er utført med regneark utarbeidet av Norconsult AS. Beregningene som helhet følger som vedlegg til rapporten. Her oppsummeres forutsetninger og resultater.

Følgende damtverrsnitt er kontrollert (ref. tegning B101):

Forsterkning, snitt A-A

- $H = 2,0$ m

Flomløp, snitt B-B

- $H = 2,0$ m

6.2.1 Lasttilfeller

Stabilitetskontrollen er utført for følgende lasttilfeller:

1. HRV kt. 329,48 + istrykk 100 kN/m som angriper 0,25 m lavere enn HRV.
2. DFV (Q_{200} inkl. 25 % tilstopping og 40% klimapåslag)

Lasttilfellene er vurdert i bruddgrensetilstand.

Kontroll av stabilitet ved kontrollflom (ulykkesgrensetilstand) er ikke utført, ettersom kontrollflommen vil være mindre enn dimensjonerende flom med tillegg for tilstopping og klimapåslag.

6.2.2 Forutsetninger

Følgende forutsetninger er benyttet i stabilitetsberegningene:

- Egenvekt dam. Det er benyttet en gjennomsnittlig tyngdetetthet for dammen på 20 kN/m³. Eksisterende dam består av murdam med sentral røysfylling, dvs. en egenvekt på 16 kN/ m³. For påstøpen av betong er det benyttet en tyngdetetthet på 24 kN/m³.
- Det er regnet med et istrykk på 100 kN pr. løpemeter som angriper 0,25 m lavere enn HRV.
- Det forutsettes redusert poretrykk ved at oppstrøms tetning er effektiv og nedstrøms damkropp er drenerende.
- Fjellbolter Ø25 med forankring i fjell. Boltene er forutsatt utnyttet til 180 N/mm². Forankringslengde i fjell beregnet etter NVEs regelverk til 3,2 m.
- Det forutsettes at dammen er fundamentert på godt fjell, og at eneste aktuelle bruddplan er i overgangen mellom murdammen og fjellfundamentet

6.2.3 Stabilitetskriterier for mur- og gravitasjonsdammer

Gjeldende krav til beregningsmessig stabilitet mot velting er tilfredsstilt når resultanten i bruddgrensetilstanden angriper innenfor kjernetverrsnittet, tilsvarende avstanden $B/3$ fra nedstrøms tå.

6.2.4 Resultater stabilitetsberegninger

Lasttilfelle	Grense-tilstand	Sikkerhet mot glidning		Resultantens beliggenhet		Kommentar
		Resultat	Krav	Resultat	Krav	
HRV + is	Brudd	1,7	> 1,5	1,78	> 0,85 = $B/3$	OK
DFV (Q_{200})	Brudd	16	> 1,5	1,92	> 0,85 = $B/3$	OK

Tabell 6-1: Resultater stabilitetsberegning snitt A-A forstreking

Lasttilfelle	Grense-tilstand	Sikkerhet mot glidning		Resultantens beliggenhet		Kommentar
		Resultat	Krav	Resultat	Krav	
HRV + is	Brudd	1,5	> 1,5	1,37	> 0,94 =B/3	OK
DFV (Q ₂₀₀)	Brudd	4,7	> 1,5	2,04	> 0,94 =B/3	OK

Tabell 6-2: Resultater stabilitetsberegning snitt B-B flomløp

7 Landskap og miljø

7.1 Generelt

Tiltak skal utføres på østre del av dammen.

Permanent senkning av HRV med 1,0 m vil tilsvare en senking på ca. 0,55 m i forhold til dagens omtrentlige normalvannstand på sommerstid. Områdene rundt magasinet, som permanent tørrellegges ved en senking av magasinet, vil gro til ved naturlig revegetering.

7.2 Ivaretagelse av hensynet til landskap og miljø

For å sikre at utførelsen ikke medfører forringelse av området, vil det utarbeides priskbærende poster i konkurransegrunnlaget som ivaretar hensynet til omgivelsene, herunder nevnes inngjerding av området, korrekt mellomlagring av vegetasjonsmasser, håndtering av rivematerialer og krav til vedlikehold på maskiner.

7.3 Arealbruksplan

Det er utarbeidet en arealbruksplan som beskriver planlagt arealdisponering innenfor fastsatte inngrepsgrenser. Planen er vedlagt.

Yttergrensene for arbeidene er vist på planen og er kalt inngrepsgrense. Utenfor disse skal det ikke gjøres inngrep i forbindelse med arbeidet ved dammene. Eventuelle endringer av grensene skal avklares med byggherre og NVE i forkant av endringen.

7.4 Flom- og skredfare

NVEs aktsomhetskart for flom- og jordskred viser at Storøyungen ligger utenfor utløpsområder for flom- og jordskred, samt snøskred.

7.5 Kulturminner

Databasesøk på miljostatus.no viser ingen registrerte kulturminner innenfor eller i nærheten av berørte arealer.

7.6 Naturverdier

Dam Storøyungen ligger ikke i et registrert verneområde.

7.7 Friluftsliv

Området er flittig benyttet til friluftsliv i form av forvandring og fiske. Det er derfor viktig at hensynet til allmenne interesser ivaretas ved å tilrettelegge for ferdsel over dammen og ved naturlig revegetering av de områdene som tørrellegges ved en permanent senking av HRV.

7.8 Forhold til andre myndigheter

Det forutsetter NVE som kontrollerende myndighet. En eventuell kommunal saksbehandling må avklares med NVE

7.9 Hovedprinsipper for istandsetting

7.9.1 Generelt

Som hovedprinsipp vil all arrondering tilpasses omkringliggende terreng og landskapsformer. Overganger mellom berørte områder og eksisterende terreng skal se mest mulig naturlig ut etter at arbeidene er ferdigstilt. Skarpe overganger og rette linjer vil bli forsøkt unngått.

7.9.2 Massehåndtering og arrondering

Alle berørte arealer er planlagt tilbakeført ved naturlig revegetering fra stedlige toppmasser. Undergrunnsmasser og toppmasser skal sorteres og lagres hver for seg i ranker eller hauger.

Ved tilbakelegging av avdekkingsmasser etter arrondering skal toppmassene legges løst over undergrunnsmassene.

7.10 Praktisk gjennomføring

7.10.1 Adkomst

Det er anlagt en anleggsvei frem til dammen.

7.10.2 Riggområde

Riggområdet er avmerket på arealbruksplanen. På riggområdet plasseres nødvendige anleggsbrakker, containere for avfall, mellomlager for utstyr, samt oppstillingsplass for biler og anleggsmaskiner.

Etter anleggsslutt vil området bli ryddet og arrondert.

8 Henvisninger

[1] Flomberegning for Storøyungen (2020) Norconsult AS

[2] Brev ref. NVE 200703127-11 *Ang. nedklassifisering og nedlegging av dam Storøyungen i Nannestad og Nittedal kommuner – Vedtak om konsesjonsplikt* (2009) NVE

[3] Brev ref. NVE 200703127-1 *Dam Storøyungen i Nannestad og Nittedal kommuner og Dam Djupøyungen i Nannestad kommune. Vedtak om klassifisering m.m* (2007) NVE

9 Referanser

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

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

Norges vassdrag- og energidirektorat (8/2012). Veileder for planlegging og bygging.

Norges vassdrag- og energidirektorat (3/2011). Retningslinjer for murdammer.

Norges vassdrag- og energidirektorat (2/2005). Retningslinjer for flomløp.

Norges vassdrag- og energidirektorat (2/2005). Retningslinjer for betongdammer.

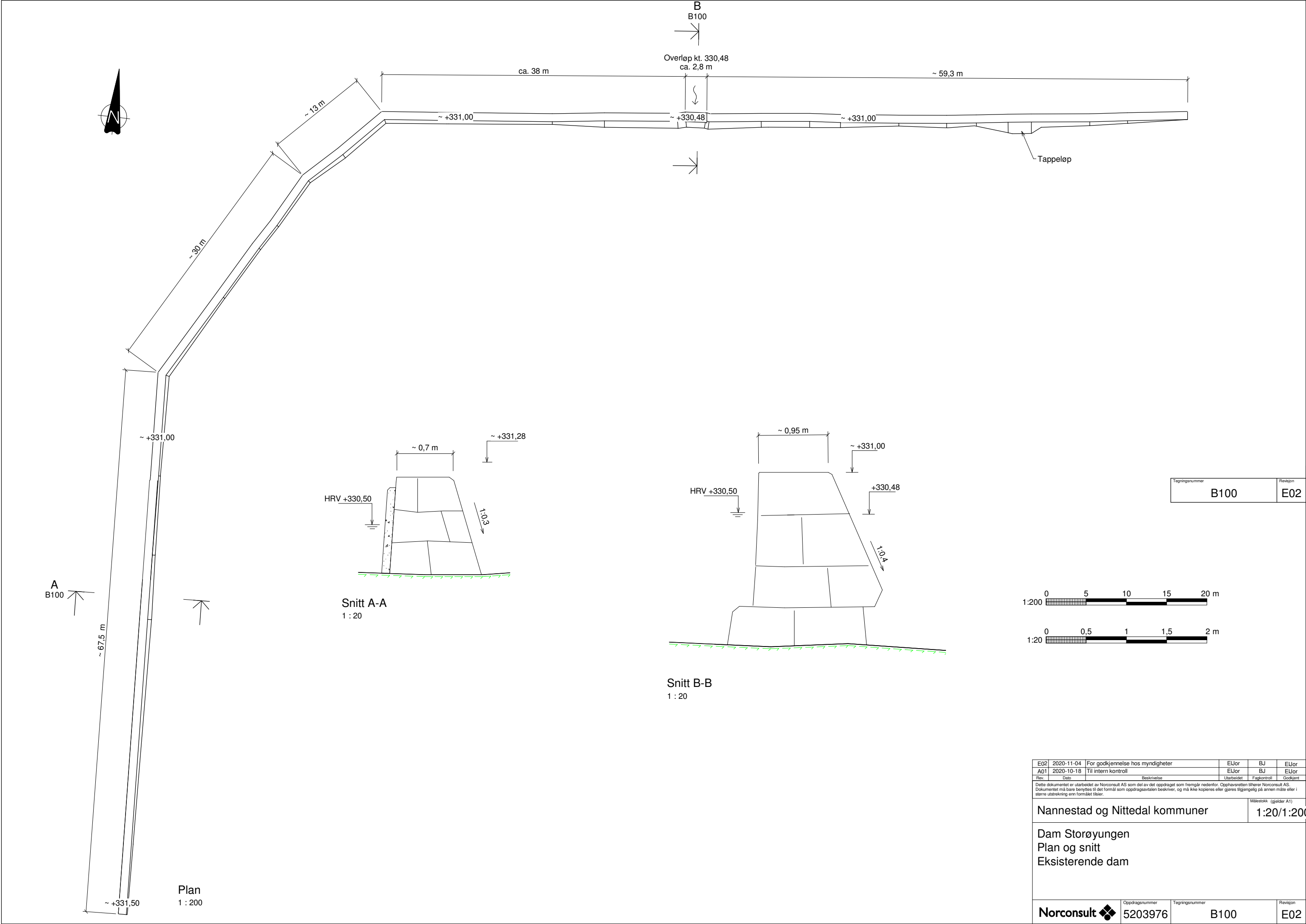
Norges vassdrag- og energidirektorat (1/2003). Retningslinje for laster og dimensjonering.

Vedlegg A **Tegninger**

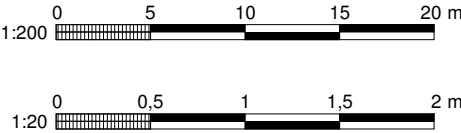
A.1 **Dam**

Følgende tegninger er vedlagt på de påfølgende sidene:

Tittel / Beskrivelse	Dok.nr/ Tegn.nr.	Utarbeidet av	Dato
Plan og snitt – Eksisterende dam	B100	Norconsult AS	Okt. 2020
Oppriss og snitt - Ombygging	B101	Norconsult AS	Okt. 2020
Arealbruksplan	B102	Norconsult AS	Okt. 2020



Tegningsnummer	Revisjon
B100	E02

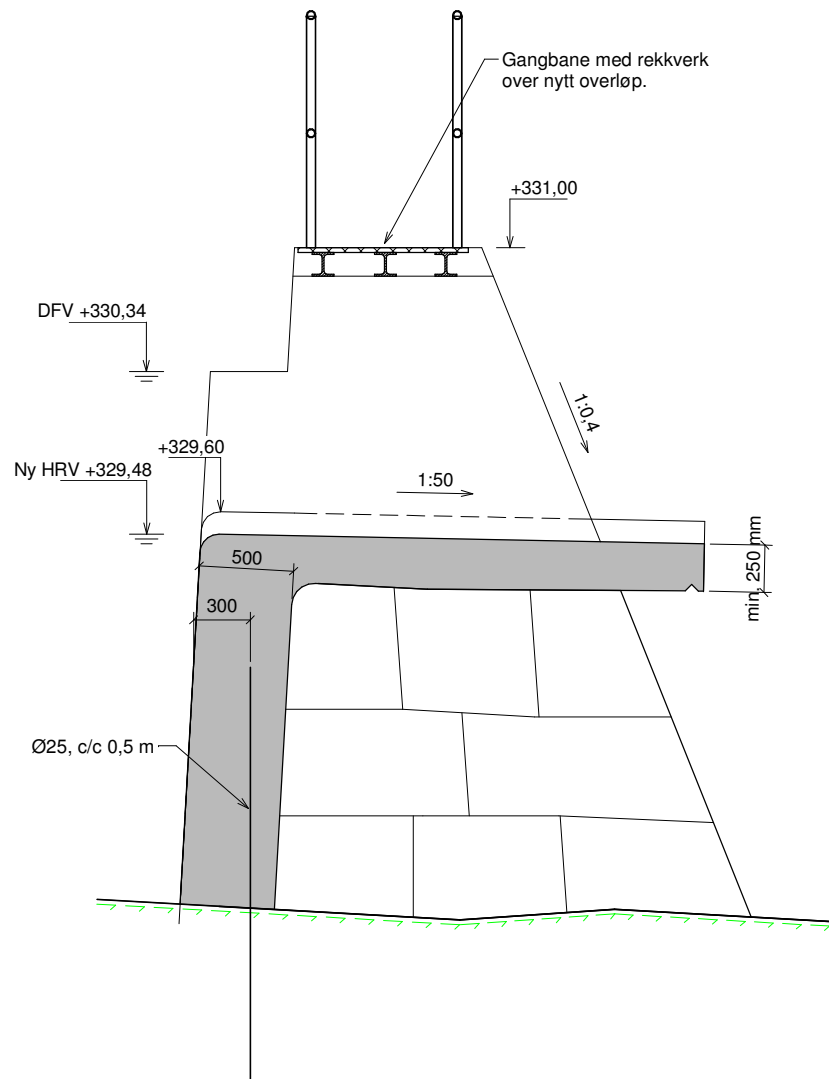
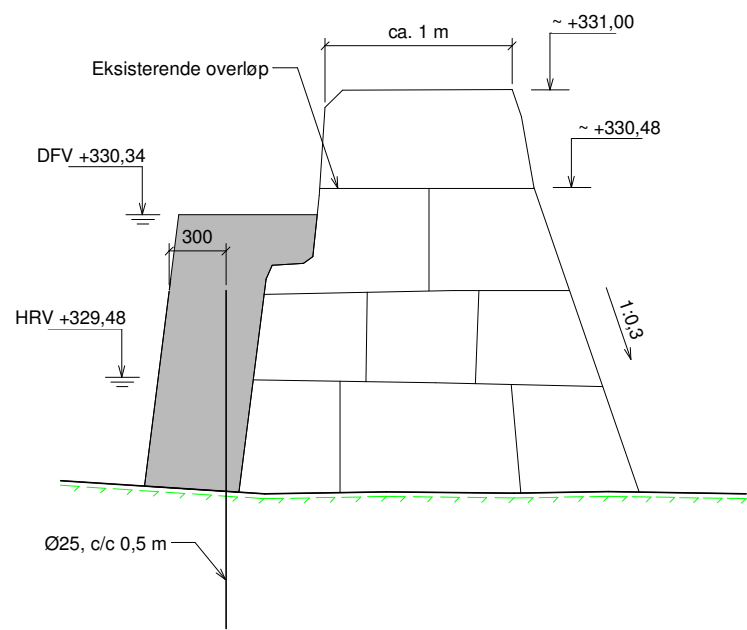
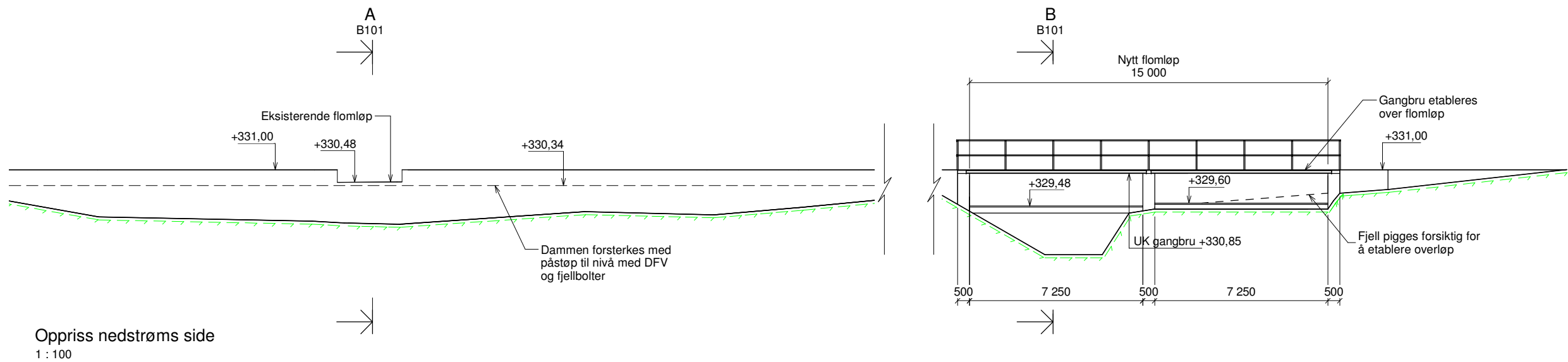


E02	2020-11-04	For godkjenning hos myndigheter	ELJor	BJ	ELJor
A01	2020-10-18	Til intern kontroll	ELJor	BJ	ELJor
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

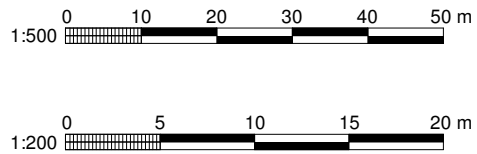
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet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

Nannestad og Nittedal kommuner				Målestokk (gjelder A1)	
				1:20/1:200	

Dam Storøyungen Plan og snitt Eksisterende dam					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		5203976	B100	E02	



Tegningsnummer	Revisjon
B101	E02



E02	2020-11-04	For godkjenning hos myndigheter	ELJor	BJ	ELJor
A01	2020-10-18	Til intern kontroll	ELJor	BJ	ELJor
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrækning enn formålet tilsier.					Målestokk (gjelder A1)
Nannestad og Nittedal kommuner					som vist
Dam Storøyungen Oppriss og snitt Ombygging					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
5203976		B101		E02	



Tegningsnummer	Revisjon
B102	E02

E02	2020-11-04	For godkjenning hos myndigheter	ELJor	BJ	ELJor
A01	2020-10-18	Til intern kontroll	ELJor	BJ	ELJor
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

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

Nannestad og Nittedal kommuner	Målestokk (gjelder A1)
	1 : 500

Dam Storøyungen
Arealbruksplan

Norconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
	5203976	B102	E02

Vedlegg B **Beregninger**

B.1 **Dam**

Følgende beregningsrapporter er vedlagt på de påfølgende sidene:

Tittel / Beskrivelse	Dok.nr/ Tegn.nr.	Utarbeidet av	Dato
Stabilitetsberegninger	-	Norconsult AS	Okt. 2020

Kontroll av stabilitet for gravitasjonsdam av betong eller mur er gjennomført i samsvar med :

1. Forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg
2. NVEs retningslinje for laster og dimensjonering, 2003
3. NVEs retningslinje for betongdammer, 2005
4. NVEs notat Glidekontroll for betongdammer uten medvirkning av fjellbolter, 2012
5. NVEs retningslinje for murdammer 2011
6. For jordskjelv: Eurokode 8 og Norconsult notat: "Seismiske krefter på dam - Dimensjoneringskriterie", revidert mars 2011.

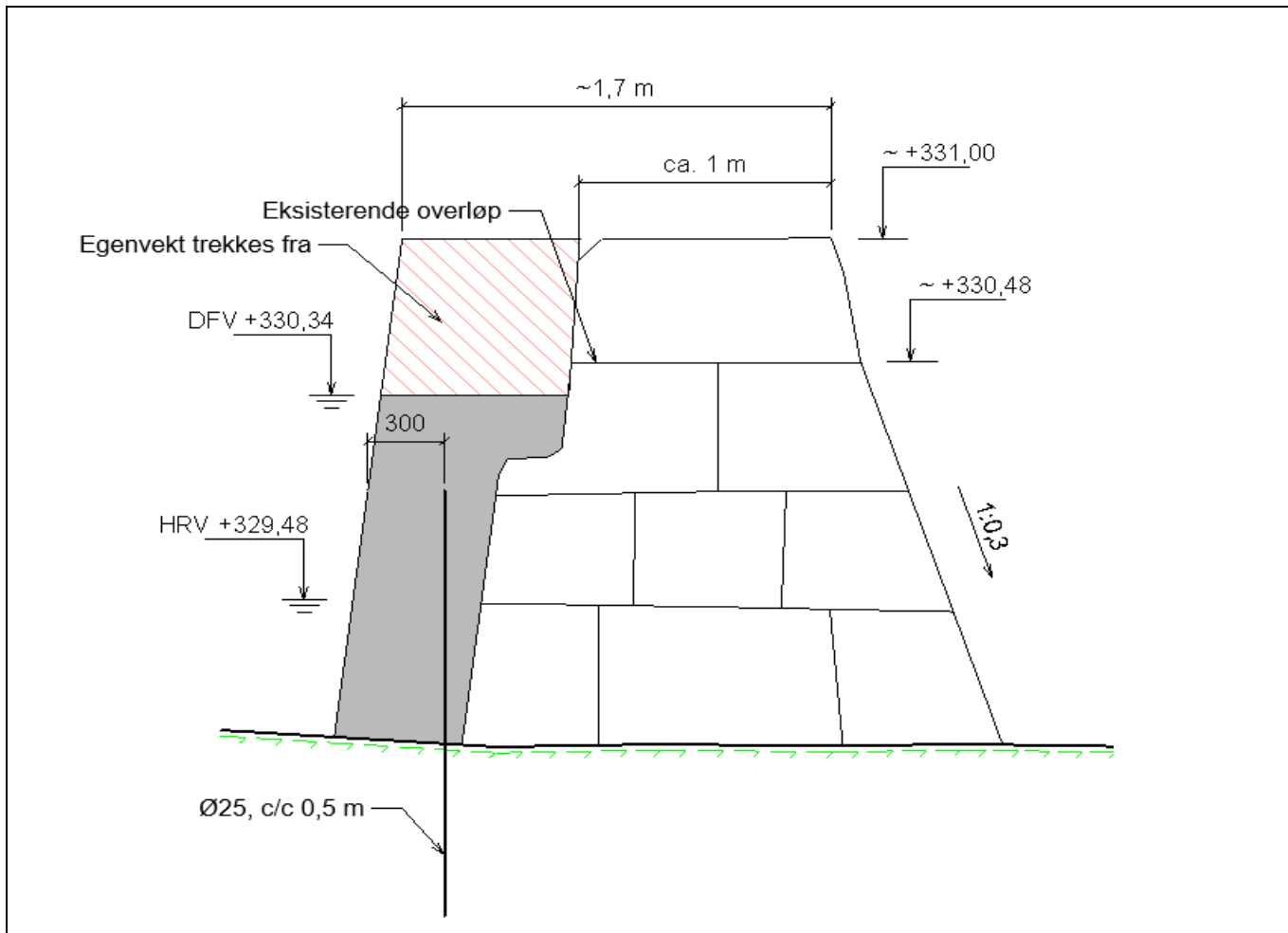


Fig. 1 - Skisse betraktet tverrsnitt av dam

RESULTATER FRA STABILITETSBEREGNINGER		Glidning			Velting		
Grensetilstand	Lasttilfelle	Beregnet Sikkerhet	Krav	Konklusjon	Beregnet plassering resultant	Krav	Konklusjon
Bruddgrense	HRV+istrykk	1,7	> 1,5	OK	1,78	>B/3 = 0,85	OK
Bruddgrense	DFV	16,0	> 1,5	OK	1,92	>B/3 = 0,85	OK
Tilleggskontroll	DFV u/bolter eller spennstag	4,9	> 1,1	OK	1,15	>B/12 = 0,21	OK
Ulykkesgrense	Kontrollflom	16,8	> 1,1	OK	1,92	>B/6 = 0,43	OK
Ulykkesgrense	Jordskjelv	6,3	> 1,1	OK	5,46	>B/6 = 0,43	OK

RESULTATER FRA SPENNINGSKONTROLL		Trykkspenning i fundament		
Grensetilstand	Lasttilfelle	Beregnet Spenning	Krav	Konklusjon
Bruddgrense	HRV+istrykk	0,19	< 13,3	OK
Bruddgrense	DFV	0,18	< 13,3	OK
Tilleggskontroll	DFV u/bolter eller spennstag	0,04	< 13,3	OK
Ulykkesgrense	Kontrollflom	0,19	< 13,3	OK

Forklaringer:

Hvite celler er innleste og grå celler er beregnede verdier

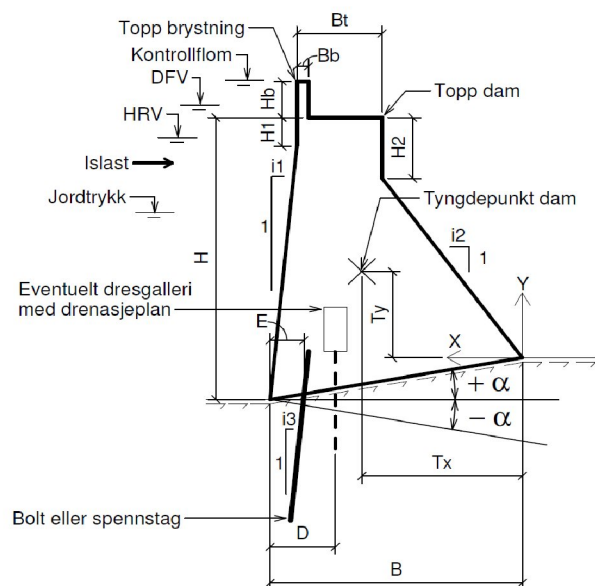


Fig. 2 - Inndata geometri og laster

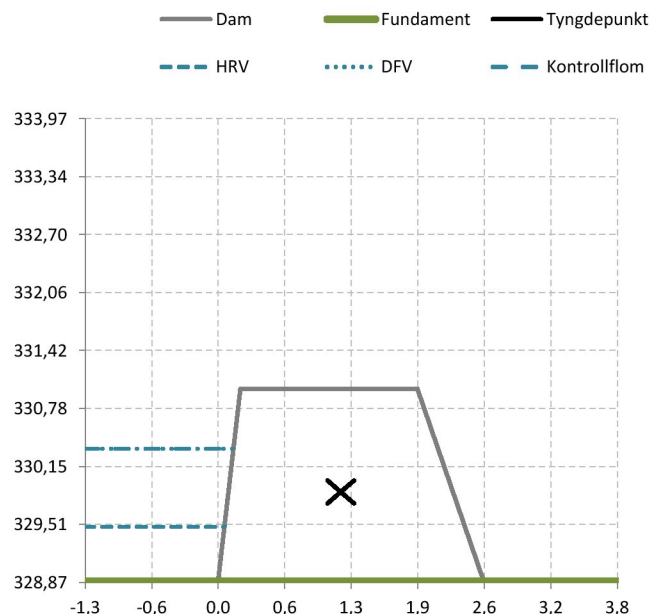


Fig. 3 - Opptegnet tversnitt av dam med vannstander

GEOMETRI			Kommentar
Nivå fundament oppstrøms	328,87	m.o.h.	
Nivå topp dam	331,00	m.o.h.	
Høyde dam oppstrøms side, H	2,13	m	
Høyde brystning, Hb	0,00	m	
Tykkelse brystning, Bb	0,00	m	
Helning oppstrøms, i1	0,10		
Helning nedstrøms, i2	0,30		
Kronebredde, Bt	1,70	m	
Høyde vertikal side oppstrøms, H1	0,00	m	
Høyde vertikal side nedstrøms, H2	0,00	m	
Nivå fundament nedstrøms	328,87	m.o.h.	
Fundamentbredde, B	2,55	m	
Fundamenthelning, α	0,0	°	
Tverrsnittsareal dam	4,53	m ²	
Arm langs x-akse, Tx	1,38	m	
Arm langs y-akse, Ty	0,99	m	

VANNSTANDER		Oppstrøms vannstand	Nedstrøms vannstand	Kommentar
HRV	Vannstand, nivå	329,48 moh.	0,00 m.o.h.	
	Statisk vanntrykk	0,61 m	0,00 m	
	Overtopping	0 m		
DFV	Vannstand, nivå	330,34 moh.	0,00 m.o.h.	
	Statisk vanntrykk	1,47 m	0,00 m	
	Overtopping	0 m		
Kontrollflom (Ulykkesgrense)	Vannstand, nivå	330,34 moh.	0,00 m.o.h.	
	Statisk vanntrykk	1,47 m	0,00 m	
	Overtopping	0 m		

FORUTSETNINGER		Kommentar
Damtype	Drenert murdam	
Tyngdetetthet dam	20 kN/m ³	
Tyngdetetthet vann	9,8 kN/m ³	
Elastisitetsmodul dam	15 GPa	Skal velges konservativt
Vannmettet tyngdetetthet jordmasser på oppstrøms side	0 kN/m ³	Dykket tyngdetetthet beregnes av regneark
Jordtrykkskoeffisient (Hviletrykk mot vannside)	0,00	
Drenasjeplan avstand fra oppstrøms side, D	0,5 m	= 0 dersom ikke drenasje
Drenasjefaktor, k	0,33	= 0 dersom ikke drenasje
Friksjonsvinkel mellom dam og fundament, φ	36°	
Tan(φ+α)	0,73	
Kohesjon	Ikke medregnet	
Poretrykk	Fullt i strekksone, linjert avtagende i trykksone	
Dimensjonerende flom (Qdim) ved DFV	Ikke valgt	
Kontrollflom (Ulykkesgrensetilstand)	Ikke valgt	
Materialeffektor og lastfaktor for stabilitetskontroll	Satt lik 1,0	
Segmentbredde	1,00 m	Settes lik 1,0 dersom man regner pr. 1m dam
Kar. sylindrefasthet betong, f _{ck}	25,00 N/mm ²	
Materialeffektor betong i spenningskontroll, γ _m	1,50	Ref. EC2 NA 2.4.2.4
Dim. trykkfasthet i betong, f _{cd} , pl	13,3 N/mm ²	Ref. EC2 12.3.1 og 3.1.6

LASTER						
Retninger for krefter og momenter:						
1. Vertikal kraft: + ved oppadrettet kraft.						
2. Horisontal kraft: + ved kraft som virker mot nedstrøms side.						
3. Moment: + ved de-stabiliserende moment. Moment regnes om nedstrøms tå.						
Nivå jordmasser, oppstrøms side		0,00 m.o.h.	Kommentar			
Statisk jordtrykk		0,00 m				
Islast, som virker 0,25 m under HRV		100,0 kN/m				
Spissverdi berggrunnens akselerasjon, a _g 40Hz		0,33 m/s ²	Kun ved jordskjelvberegning			
Seismisk faktor, γ _l		2,0	Kun ved jordskjelvberegning			
Tilleggslaster	Last	Lastsituasjon	Vertikallast	Horisontallast	Momentarm	Moment
	Egenvekt påstøp	HRV+is	12,00		2,10	25,20
		DFV	12,00		2,10	25,20
		Kontrollflom				0,00
		HRV				0,00
		Seismisk tilleggslast fra vann				0,00
	Bolter 25mm c/c 0,5	HRV+is			0,00	0,00
		DFV			0,00	0,00
		Kontrollflom				0,00
		HRV				0,00
		Seismisk tilleggslast fra vann				0,00
Vertikalt massebidrag fra last 3-5 inkluderes i jordskjelvberegning	Last 3	Alle				0,00
	Last 4	Alle				0,00
	Last 5	Alle				0,00
Sum tilleggslaster	HRV+is		12,00	0,00		25,20
	DFV		12,00	0,00		25,20
	Kontrollflom		0,00	0,00		0,00
	HRV		0,00	0,00		0,00
	Seismisk tilleggslast		0,00	0,00		0,00

BOLTER ELLER SPENNSTAG I BERG		- aktive
Type forankring (bolter eller spennstag)	Bolter	
Lengde konstruksjonsdel	6 m	
Antall installerte bolter/stag pr. konstruksjonsdel	12 stk	
Senteravstand mellom installerte bolter/stag	0,50 m	
Beregningsmessig antall bolter/stag pr. konstruksjonsdel iht NVEs regelverk	11 stk	
Plassering fra oppstrøms side av dam	0,30 m	
Helning bolt/stag, i3 se figur 1	0	
Dimensjonerende spenning	180 N/mm ²	
Diameter bolter eller nominell diameter spennstag	25 mm	
Tverrsnittsareal bolt eller spennstag	491 mm ²	

STABILITETSKONTROLL GRAVITASJONSDAM: BEREGNING AV STABILITET



Oppdragsnr. 5203976
 Damnavn: Storøyungen forsterkning i oppstrøms tå
 Konsekvensklasse: 0
 Henvising til tegning: B101
 Høyde dam [m]: 2,1

Dato: 2020-11-04
 Utført: eljor
 Kontrollert: bj

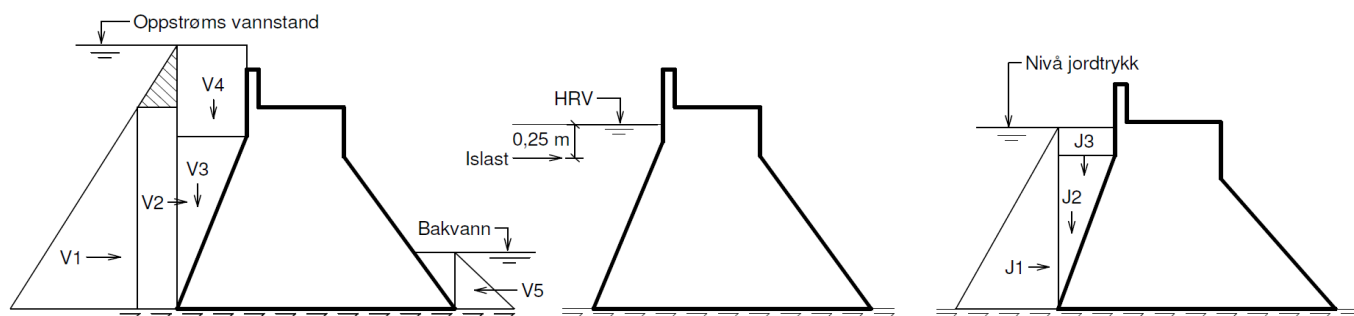


Fig. 4 - Vanntrykk, islast og jordlast

KREFTER OG MOMENTER FRA EGENVEKT OG PÅKJENTE LASTER

Retninger for krefter og momenter:

1. Vertikal kraft: + ved oppadrettet kraft.
2. Horisontal kraft: + ved kraft som virker mot nedstrøms side.
3. Moment: + ved de-stabiliserende moment. Moment regnes om nedstrøms tå.

		Lastsituasjon	Vertikal kraft kN	Horisontal kraft kN	Momentarm m	Moment kNm
Islast		HRV		100,00	0,36	36,00
Kraft fra bolter eller spennstag i berg		Alle	-161,99		2,25	-364,80
Egenvekt av dam		Alle	-90,57		1,38	-124,57
Jordtrykk, Horisontalt - J1		Alle		0,00	0,00	0,00
Jordtrykk, Vertikalt - J2		Alle	0,00		0,00	0,00
Jordtrykk, Vertikalt - J3		Alle	0,00		0,00	0,00
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt - V1		HRV		1,82	0,20	0,37
		DFV		10,59	0,49	5,19
		Kontrollflom		10,59	0,49	5,19
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt - V2		HRV		0,00	0,00	0,00
		DFV		0,00	0,00	0,00
		Kontrollflom		0,00	0,00	0,00
Oppstrøms vanntrykk, Vertikalt - V3		HRV	-0,18		2,53	-0,46
		DFV	-1,06		2,50	-2,65
		Kontrollflom	-1,06		2,50	-2,65
Oppstrøms vanntrykk, Vertikalt - V4		HRV	0,00		0,00	0,00
		DFV	0,00		0,00	0,00
		Kontrollflom	0,00		0,00	0,00
Nedstrøms vanntrykk, Horisontalt - V5		HRV		0,00	0,00	0,00
		DFV		0,00	0,00	0,00
		Kontrollflom		0,00	0,00	0,00
Tilleggslaster	Egenvekt påstøp	HRV+is	12,00	0,00	2,10	25,20
		DFV	12,00	0,00	2,10	25,20
		Kontrollflom	0,00	0,00	0,00	0,00
	Bolter 25mm c/c 0,5	HRV+is	0,00	0,00	0,00	0,00
		DFV	0,00	0,00	0,00	0,00
		Kontrollflom	0,00	0,00	0,00	0,00
Vertikalt massebidrag fra last 3-5 inkluderes i jordskjelvberegning	Last 3	Alle	0,00	0,00	0,00	0,00
	Last 4	Alle	0,00	0,00	0,00	0,00
	Last 5	Alle	0,00	0,00	0,00	0,00
Sum tilleggslaster		HRV+is	12,00	0,00		25,20
		DFV	12,00	0,00		25,20
		Kontrollflom	0,00	0,00		0,00

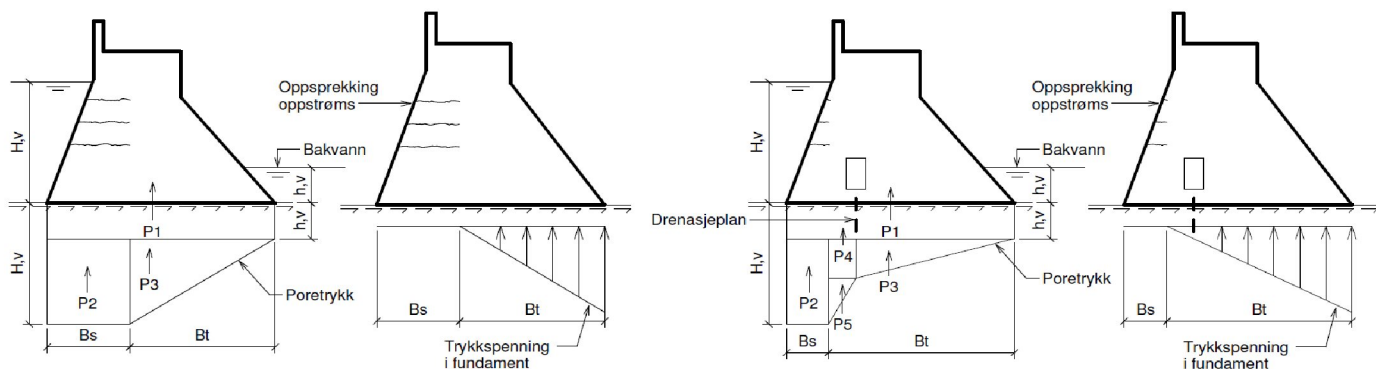


Fig. 5 - Poretrykk og trykkspenning i fundament under dam uten drenasje

PORETRYKK BESTEMT VED ITERASJON

Beregning av poretrykk:

1. Plassering av resultant bestemmes ved iterasjon
2. Trykksone beregnes basert på at resultanten ligger i nedre tredjedel av trykksone
3. Poretrykk med og uten drenasje beregnes som vist i figur
4. Dersom strekksone går inn i drenasjeplan regnes drenasje uvirksom
5. For ulykkesgrense med kontrollfom regnes drenasje uvirksom jf. NVEs retningslinje for betongdammer

Retninger for krefter og momenter:

1. Vertikal kraft: + ved oppadrettet kraft.
2. Horisontal kraft: + ved kraft som virker mot nedstrøms side.
3. Moment: + ved de-stabiliserende moment. Moment regnes om nedstrøms tå.

	Lastsituasjon		Vertikal kraft kN	Momentarm m	Moment kNm
	HRV+istrykk	P1	0,00	0,00	0,00
		P2	0,00	0,00	0,00
		P3	2,02	1,37	2,77
		P4	0,49	2,30	1,14
		P5	1,00	2,39	2,39
		Poretrykk	3,52		6,29
		Iterasjon resultant OK			
	DFV	Betongens trykksone		Bt [m]	2,55
		Betongens strekksone		Bs [m]	0,00
		P1	0,00	0,00	0,00
		P2	0,00	0,00	0,00
		P3	4,88	1,37	6,67
		P4	1,19	2,30	2,74
		P5	2,41	2,39	5,76
	DFV u/bolter eller spennstag	Poretrykk	8,48		15,16
		Iterasjon resultant OK			
		Betongens trykksone		Bt [m]	2,55
		Betongens strekksone		Bs [m]	0,00
		P1	0,00	0,00	0,00
		P2	0,00	0,00	0,00
		P3	4,88	1,37	6,67
	Kontrollfom	P4	1,19	2,30	2,74
		P5	2,41	2,39	5,76
		Poretrykk	8,48		15,16
		Iterasjon resultant OK			
		Betongens trykksone		Bt [m]	2,55
		Betongens strekksone		Bs [m]	0,00
		P1	0,00	0,00	0,00

STABILITETSBEREGNING			
Kriterier for stabilitet:			
1. Sikkerhet mot glidning = $\Sigma V \tan(\varphi + \alpha) / \Sigma H$, der φ friksjonsvinkelen og α er fundamenthelning			
2. Sikkerhet mot velting er gitt ved (kraft)resultantens plassering i fra nedstrøms damtå			
3. Trykkspenninger kontrollert mot dimensjonerende betongspenning for bruddgrense iht. NS-EN 1992-1-1+NA			
	Vertikal kraft kN	Horisontal kraft kN	Moment kNm
BRUDDGRENSE: HRV+ISLAST			
Egenvekt av dam	-90,57		-124,57
Islast		100,00	36,00
Kraft fra bolter eller spennstag i berg	-161,99		-364,80
Jordtrykk, Horisontalt - J1		0,00	0,00
Jordtrykk, Vertikalt - J2	0,00		0,00
Jordtrykk, Vertikalt - J3	0,00		0,00
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt - V1		1,82	0,37
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt - V2		0,00	0,00
Oppstrøms vanntrykk, Vertikalt - V3	-0,18		-0,46
Oppstrøms vanntrykk, Vertikalt - V4	0,00		0,00
Nedstrøms vanntrykk, Horisontalt - V5		0,00	0,00
Poretrykk	3,52		6,29
Tilleggslast	12,00	0,00	25,20
SUM	-237,22	101,82	-421,96
Stabilitet mot glidning - Sikkerhetsfaktor	1,7	Krav > 1,5	OK
Stabilitet mot velting - Plassering av resultant	1,78	Krav > 0,85	OK
Max trykkspenning i fundament	0,19	Krav < 13,33	OK
BRUDDGRENSE: DFV			
Egenvekt av dam	-90,57		-124,57
Kraft fra bolter eller spennstag i berg	-161,99		-364,80
Jordtrykk, Horisontalt - J1		0,00	0,00
Jordtrykk, Vertikalt - J2	0,00		0,00
Jordtrykk, Vertikalt - J3	0,00		0,00
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt - V1		10,59	5,19
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt - V2		0,00	0,00
Oppstrøms vanntrykk, Vertikalt - V3	-1,06		-2,65
Oppstrøms vanntrykk, Vertikalt - V4	0,00		0,00
Nedstrøms vanntrykk, Horisontalt - V5		0,00	0,00
Poretrykk	8,48		15,16
Tilleggslast	12,00	0,00	25,20
SUM	-233,14	10,59	-446,46
Stabilitet mot glidning - Sikkerhetsfaktor	16,0	Krav > 1,5	OK
Stabilitet mot velting - Plassering av resultant	1,92	Krav > 0,85	OK
Max trykkspenning i fundament	0,18	Krav < 13,33	OK
TILLEGGSKONTROLL: DFV U/BOLTER ELLER STAG			
Egenvekt av dam	-90,57		-124,57
Jordtrykk, Horisontalt - J1		0,00	0,00
Jordtrykk, Vertikalt - J2	0,00		0,00
Jordtrykk, Vertikalt - J3	0,00		0,00
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt - V1		10,59	5,19
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt - V2		0,00	0,00
Oppstrøms vanntrykk, Vertikalt - V3	-1,06		-2,65
Oppstrøms vanntrykk, Vertikalt - V4	0,00		0,00
Nedstrøms vanntrykk, Horisontalt - V5		0,00	0,00
Poretrykk	8,48		15,16
Enhetslast	12,00	0,00	25,20
SUM	-71,15	10,59	-81,66
Stabilitet mot glidning - Sikkerhetsfaktor	4,9	Krav > 1,1	OK
Stabilitet mot velting - Plassering av resultant	1,15	Krav > 0,21	OK
Max trykkspenning i fundament	0,04	Krav < 13,33	OK
ULYKKEGRENSE: KONTROLLFLOM			
Egenvekt av dam	-90,57		-124,57
Kraft fra bolter eller spennstag i berg	-161,99		-364,80
Jordtrykk, Horisontalt - J1		0,00	0,00
Jordtrykk, Vertikalt - J2	0,00		0,00
Jordtrykk, Vertikalt - J3	0,00		0,00
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt - V1		10,59	5,19
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt - V2		0,00	0,00
Oppstrøms vanntrykk, Vertikalt - V3	-1,06		-2,65
Oppstrøms vanntrykk, Vertikalt - V4	0,00		0,00
Nedstrøms vanntrykk, Horisontalt - V5		0,00	0,00
Poretrykk	8,48		15,16
Tilleggslast	0,00	0,00	0,00
SUM	-245,14	10,59	-471,66
Stabilitet mot glidning - Sikkerhetsfaktor	16,8	Krav > 1,1	OK
Stabilitet mot velting - Plassering av resultant	1,92	Krav > 0,43	OK
Max trykkspenning i fundament	0,19	Krav < 13,33	OK

STABILITETSKONTROLL GRAVITASJONSDAM: KONTROLL AV JORDSKJELV



Oppdragsnr. 5203976
 Damnavn: Storøyungen forsterkning i oppstrøms tå
 Konsekvensklasse: 0
 Henvising til tegning: B101
Høyde dam [m]: 2,1

Dato: 2020-11-04
 Utført: eljor
 Kontrollert: bj

FORUTSETNINGER

1. Kvasistatisk analyse i samsvar med Eurokode 8 og Norconsult notat: "Seismiske krefter på dam - Dimensjoneringskriterie".
2. Beregninger gjennomføres for vannstand ved HRV uten istrykk. Ved is i magasinet antas at denne sprekker opp slik at istrykk ikke er relevant.
3. Poretrykk endres ikke under jordskjelv ettersom sjokkbølgene antas å forplante seg raskere enn et eventuelt poretrykk.
Normal frekvens for jordskjelv er i området 1 - 10 Hz.
4. Massekrefter fra jord og vertikal vannlast beregnes på samme måte som for massekrefter i dammen.
5. Bestemmelser i Eurokode 8 benyttes der kombinasjon av lastvirkninger ikke harmonerer med NVEs retningslinje for laster og dimensjonering.

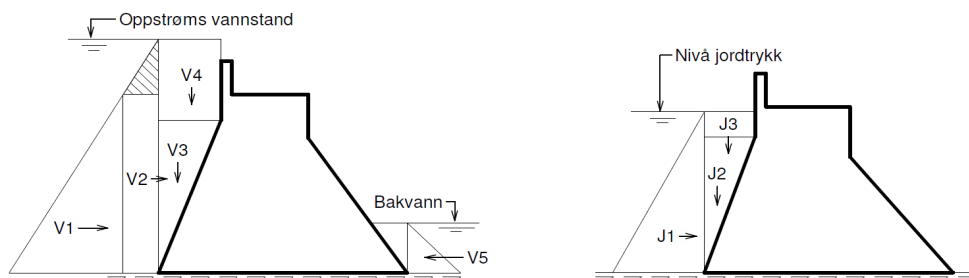


Fig. 7 - Vanntrykk og jordtrykk ved kontroll av jordskjelv

STATISKE KREFTER OG MOMENTER

Retninger for krefter og momenter:

1. Vertikal kraft: + ved oppadrettet kraft.
2. Horisontal kraft: + ved kraft som virker mot nedstrøms side.
3. Moment: + ved de-stabiliserende moment. Moment regnes om nedstrøms tå.

		Lastsituasjon	Vertikal kraft kN	Horisontal kraft kN	Momentarm m	Moment kNm
Kraft fra bolter eller spennstag i berg		Alle		0,00	2,25	-364,80
Egenvekt av dam		Alle	-90,57		1,38	-124,57
Jordtrykk, Horisontalt - J1		Alle		0,00	0,00	0,00
Jordtrykk, Vertikalt - J2		Alle	0,00		0,00	0,00
Jordtrykk, Vertikalt - J3		Alle	0,00		0,00	0,00
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt - V1		HRV		1,82	0,20	0,37
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt - V2		HRV		0,00	0,00	0,00
Oppstrøms vanntrykk, Vertikalt - V3		HRV	-0,18		2,53	-0,46
Oppstrøms vanntrykk, Vertikalt - V4		HRV	0,00		0,00	0,00
Nedstrøms vanntrykk, Horisontalt - V5		HRV		0,00	0,00	0,00
Tilleggslaster	Egenvekt påstøp	HRV	0,00	0,00	0,00	0,00
	Bolter 25mm c/c 0,5	HRV	0,00	0,00	0,00	0,00
	Last 3	Alle	0,00	0,00	0,00	0,00
	Last 4	Alle	0,00	0,00	0,00	0,00
	Last 5	Alle	0,00	0,00	0,00	0,00
Sum tilleggslaster		HRV	0,00	0,00	0,00	0,00
SUM Statiske krefter og momenter			-90,75	1,82		-489,45

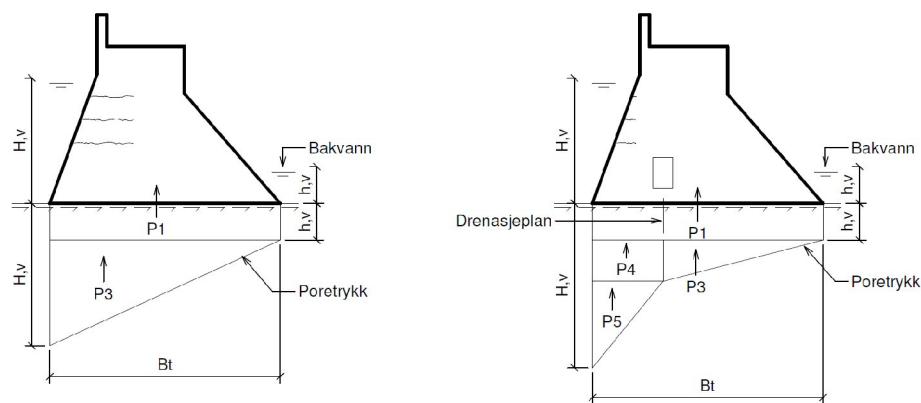
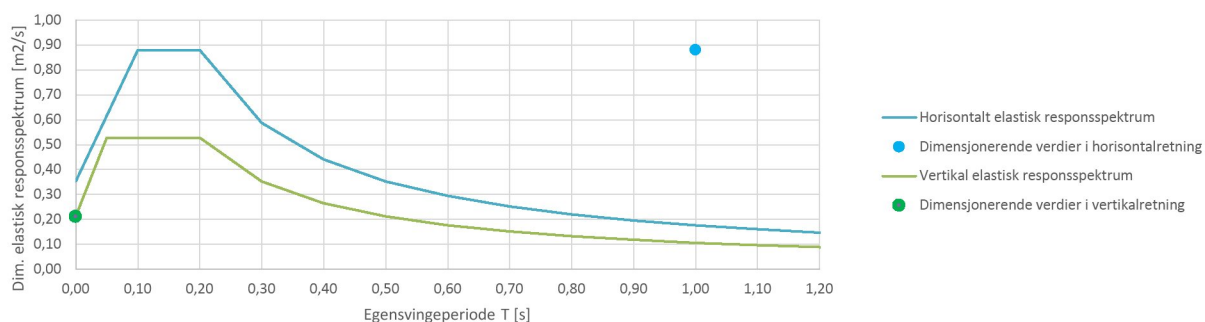


Fig. 8 - Poretrykk forutsatt trykk i hele fundamentet for dam uten og med drenasje

PORETRYKK VED HRV, FORUTSATT TRYKK I HELE FUNDAMENTET,		M/ VIRKSOM DRENASJE			
Retninger for krefter og momenter:					
1. Vertikal kraft: + ved oppadrettet kraft.					
2. Horizontal kraft: + ved kraft som virker mot nedstrøms side.					
3. Moment: + ved de-stabiliserende moment. Moment regnes om nedstrøms tå.					

DIMENSJONERENDE GRUNNAKSELERASJON			Kommentar
Grunntype	A	9,81 m/s ²	Fjell
Gravitasjonens akselerasjon		0,264 m/s ²	EC 8-1, NA 3.2.1
Referanseverdi for berggrunnens akselerasjon agr		0,528 m/s ²	EC 8-1, 3.2.1
Dimensjonerende grunnakselerasjon, ag			

DIMENSJONERENDE RESPONSSPEKTRUM			Kommentar
Horisontalt elastisk responsspektrum			
Parameter, S	1		EC 8-1, NA3.2.2.2
Parameter, TB	0,1 s		
Parameter, TC	0,2 s		
Parameter, TD	1,7 s		
Konstruksjonsfaktor, q	1,5		Minsteverdi ref. EC 8-5, 5.2.2.2
Dammens egenfrekvens	Hz		Beregner ikke egenfrekvens for murdam
Dammens egensvingeperiode i horisontalretning, T	s		Beregner ikke egensvingeperiode for murdam
Dim. horisontalt elastisk responsspektrum, Se	0,88 m/s ²		Regner toppverdi etter EC 3.2.2.2 (konservativt)
Vertikal elastisk responsspektrum			
Forhold avg/ag	0,6		EC 8-1, NA3.2.2.3
Parameter, TB	0,05		
Parameter, TC	0,2		
Parameter, TD	1,2		EC 8-5, 3.2.2.5 (6)
Konstruksjonsfaktor, q	1,5		5% viskøs demping ref. EC 8-1, 3.2.2.2
Dammens egensvingeperiode i vertikal retning, Tv	0 s		Satt lik 0 s da dam antas svært stiv i vertikal retning
Dim. Vertikalt elastisk responsspektrum, Sev	0,21 m/s ²		EC 8-1, 3.2.2.5



SEISMISK TRYKKFAKTOR FOR VANNLAST

Det antas kontrollsnitt på samme nivå som fundament. Seismisk trykkfaktor beregnes basert på oppstrøms helning etter Westergaard (1933).

Vanndyp på oppstrøms side av dam, Z1	0,61 m
Helling oppstrøms side av dam, θ	5,71 °
Parameter, k	0,95
Seismisk trykkfaktor, C_e	0,69

SEISMISKE KREFTER OG MOMENTER

Seismiske krefter beregnes som masse ganger akselerasjon (dim. elastisk responspektrum) ref. NVEs retningslinjer for laster og dimensjonering
Tilleggskrefter fra vannet på oppstrøms side av dam beregnes etter Westergaard (1933). Ser bort i fra tilleggskrefter fra bakvann.
Tilleggskrefter fra jordtrykk regnes etter EC 8-5 E.9 for stive tilbakefylte konstruksjoner

Retninger for krefter og momenter:

1. Vertikal kraft: + ved oppadrettet kraft.
2. Horizontal kraft: + ved kraft som virker mot nedstrøms side.
3. Moment: + ved de-stabiliserende moment. Moment regnes om nedstrøms tå.

	Masse tonn	Kraft kN	Momentarm m	Moment kNm
Horisontale				
Egenvekt dam	9,23	8,12	0,99	8,07
Jordtrykk fra J1		0,00	0,00	0,00
Tilleggslaster				
Egenvekt påstøp		0,00	0,00	0,00
Bolter 25mm c/c 0,5		0,00	0,00	0,00
Last 3	0,00	0,00	0,00	0,00
Last 4	0,00	0,00	0,00	0,00
Last 5	0,00	0,00	0,00	0,00
Vanntrykk fra V1 og V2		0,15	0,24	0,04
SUM horisontale seismiske krefter og momenter, Edx		8,27		8,11
Vertikale				
Egenvekt dam	9,23	1,95	1,38	2,68
Jordtrykk fra J2	0,00	0,00	0,00	0,00
Jordtrykk fra J3	0,00	0,00	0,00	0,00
Tilleggslaster				
Egenvekt påstøp		0,00	0,00	0,00
Bolter 25mm c/c 0,5		0,00	0,00	0,00
Last 3	0,00	0,00	0,00	0,00
Last 4	0,00	0,00	0,00	0,00
Last 5	0,00	0,00	0,00	0,00
Vanntrykk fra V3	0,02	0,00	2,53	0,01
Vanntrykk fra V4	0,00	0,00	0,00	0,00
SUM vertikale seismiske krefter og momenter, Edy		1,95		2,69

LASTKOMBINASJONER

Lastkombinasjoner fra EC8 4.3.3.5.2 benyttes for å ta hensyn til kombinasjon av seismiske krefter i vertikal- og horisontalretning.

Det regnes kun med horisontale seismiske krefter på tvers av damaksen. Horisontale krefter langs damaksen regnes ikke som dimensjonerende.

Kombinasjon A	Edx "+" 0,30 Edy
Kombinasjon B	0,30 Edx "+" Edy

"+" betyr "kombinert med". Edx er seismiske krefter i horisontalretning på tvers av damaksen. Edy er seismiske krefter i vertikalretning.

STABILITETSBEREGNING**Kriterier for stabilitet:**

1. Sikkerhet mot glidning = $\Sigma V \tan(\varphi + \alpha) / \Sigma H$, der φ friksjonsvinkelen og α er fundamenthelning
2. Sikkerhet mot velting er gitt ved (kraft)resultantens plassering i fra nedstrøms damtå
3. Trykkspenninger kontrollert mot dimensjonerende betongspenning for bruddgrense iht. NS-EN 1992-1-1+NA

	Vertikal kraft kN	Horisontal kraft kN	Moment kNm
ULYKKEGRENSE: JORDSKJELV KOMB. A			
Statiske krefter og momenter	-90,75	1,82	-489,45
Poretrykk	3,11		5,28
Horisontale seismiske krefter og momenter, Edx		8,27	8,11
Vertikale seismiske krefter og momenter, 0,3 Edy	0,59		0,81
SUM	-87,05	10,10	-475,25

Stabilitet mot glidning - Sikkerhetsfaktor	6,3	Krav > 1,1	OK
Stabilitet mot velting - Plassering av resultant	5,46	Krav > 0,43	OK
Max trykkspenning i fundament	0,00	Krav < 13,33	OK

ULYKKEGRENSE: JORDSKJELV KOMB. B			
Statiske krefter og momenter	-90,75	1,82	-489,45
Poretrykk	3,11		5,28
Horisontale seismiske krefter og momenter, 0,3 Edx		2,48	2,43
Vertikale seismiske krefter og momenter, Edy	1,95		2,69
SUM	-85,68	4,31	-479,05

Stabilitet mot glidning - Sikkerhetsfaktor	14,5	Krav > 1,1	OK
Stabilitet mot velting - Plassering av resultant	5,59	Krav > 0,43	OK
Max trykkspenning i fundament	0,00	Krav < 13,33	OK

Kontroll av stabilitet for gravitasjonsdam av betong eller mur er gjennomført i samsvar med :

1. Forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg
2. NVEs retningslinje for laster og dimensjonering, 2003
3. NVEs retningslinje for betongdammer, 2005
4. NVEs notat Glidekontroll for betongdammer uten medvirkning av fjellbolter, 2012
5. NVEs retningslinje for murdammer 2011
6. For jordskjelv: Eurokode 8 og Norconsult notat: "Seismiske krefter på dam - Dimensjoneringskriterie", revidert mars 2011.

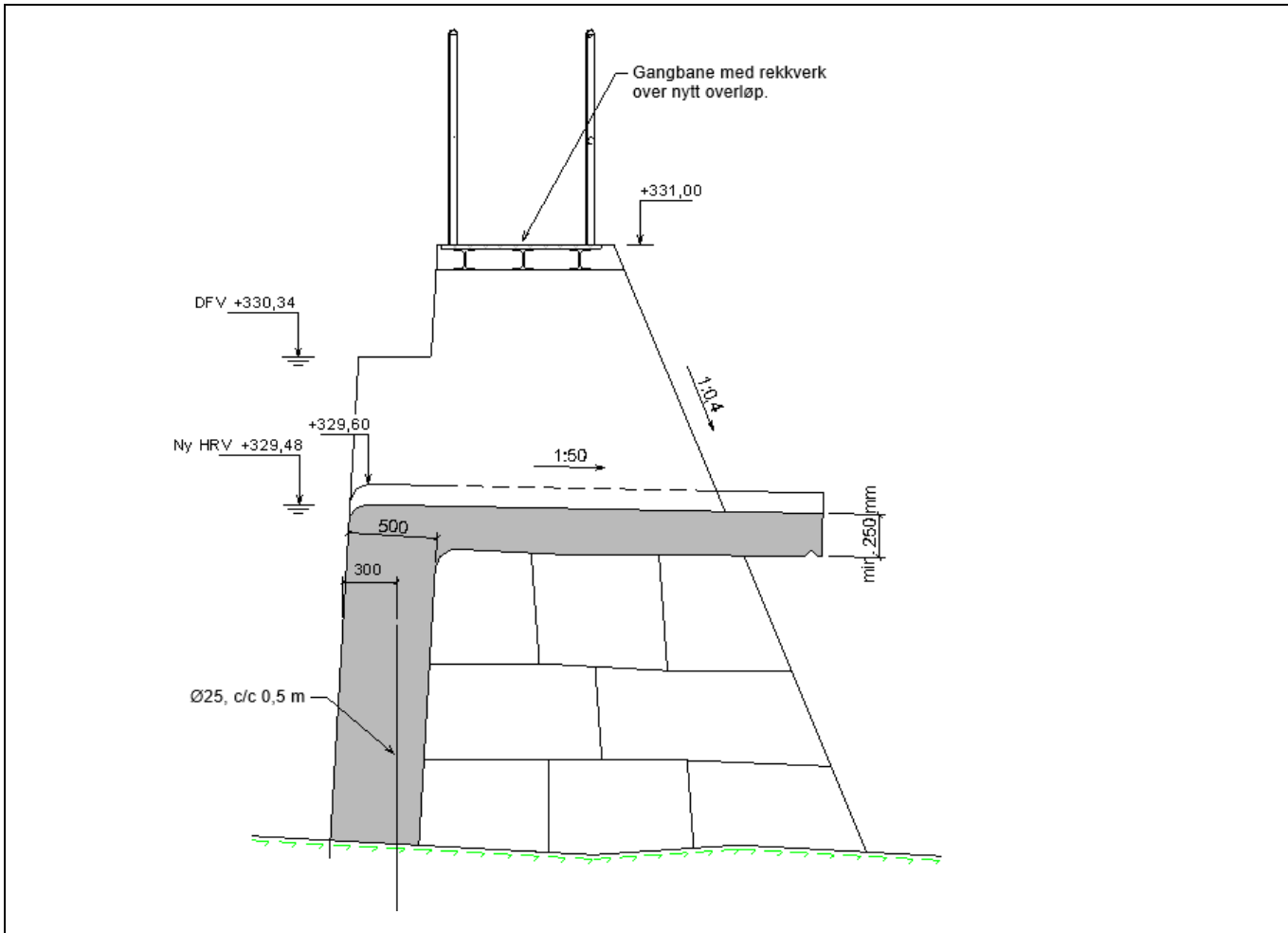


Fig. 1 - Skisse betraktet tverrsnitt av dam

RESULTATER FRA STABILITETSBEREKNINGER		Glidning			Velting		
Grensetilstand	Lasttilfelle	Beregnet Sikkerhet	Krav	Konklusjon	Beregnet plassering resultant	Krav	Konklusjon
Bruddgrense	HRV+istrykk	1,6	> 1,5	OK	1,75	>B/3 = 1,08	OK
Bruddgrense	DFV	5,0	> 1,5	OK	2,37	>B/3 = 1,08	OK
Tilleggs kontroll	DFV u/bolter eller spennstag	1,8	> 1,1	OK	1,38	>B/12 = 0,27	OK
Ulykkesgrense	Kontrollflom	5,0	> 1,1	OK	2,37	>B/6 = 0,54	OK
Ulykkesgrense	Jordskjelv	2,2	> 1,1	OK	6,39	>B/6 = 0,54	OK

RESULTATER FRA SPENNINGSKONTROLL		Trykkspenning i fundament		
Grensetilstand	Lasttilfelle	Beregnet Spenning	Krav	Konklusjon
Bruddgrense	HRV+istrykk	0,10	< 13,3	OK
Bruddgrense	DFV	0,16	< 13,3	OK
Tilleggs kontroll	DFV u/bolter eller spennstag	0,04	< 13,3	OK
Ulykkesgrense	Kontrollflom	0,16	< 13,3	OK

Forklaringer:

Hvite celler er innleste og grå celler er beregnede verdier

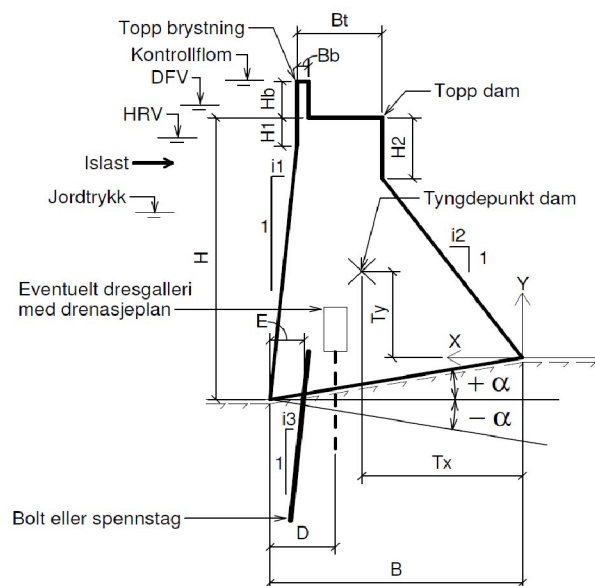


Fig. 2 - Inndata geometri og laster

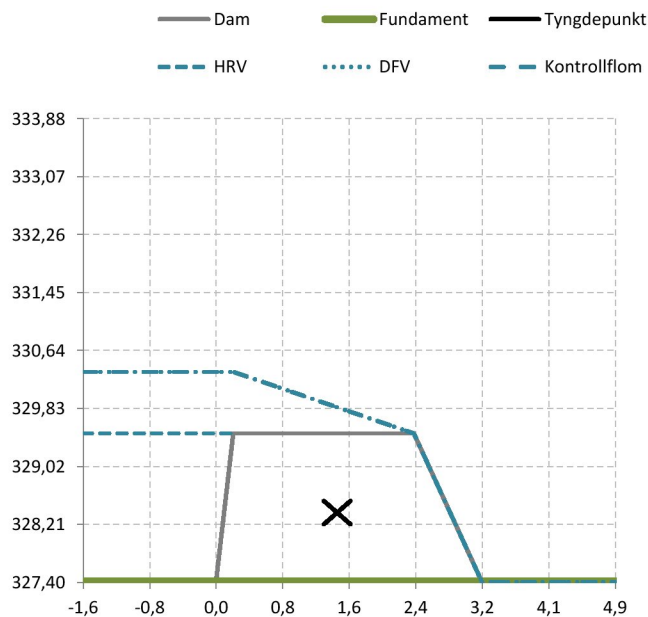


Fig. 3 - Opptegnet tverrsnitt av dam med vannstander

GEOMETRI			Kommentar
Nivå fundament oppstrøms	327,40	m.o.h.	
Nivå topp dam	329,48	m.o.h.	
Høyde dam oppstrøms side, H	2,08	m	
Høyde brystning, Hb	0,00	m	
Tykkelse brystning, Bb	0,00	m	
Helning oppstrøms, i1	0,10		
Helning nedstrøms, i2	0,40		
Kronebredde, Bt	2,20	m	
Høyde vertikal side oppstrøms, H1	0,00	m	
Høyde vertikal side nedstrøms, H2	0,00	m	
Nivå fundament nedstrøms	327,40	m.o.h.	
Fundamentbredde, B	3,24	m	
Fundamenthelning, α	0,0	°	
Tverrsnittsareal dam	5,66	m ²	
Arm langs x-akse, Tx	1,77	m	
Arm langs y-akse, Ty	0,97	m	

VANNSTANDER						
		Oppstrøms vannstand		Nedstrøms vannstand	Kommentar	
HRV	Vannstand, nivå	329,48	moh.	0,00	m.o.h.	
	Statisk vanntrykk	2,08	m	0,00	m	
	Overtopping	0	m			
DFV	Vannstand, nivå	330,34	moh.	0,00	m.o.h.	Overtopping
	Statisk vanntrykk	2,94	m	0,00	m	
	Overtopping	0,86	m			
Kontrollflom (Ulykkesgrense)	Vannstand, nivå	330,34	moh.	0,00	m.o.h.	Overtopping
	Statisk vanntrykk	2,94	m	0,00	m	
	Overtopping	0,86	m			

FORUTSETNINGER		Kommentar
Damtype	Drenert murdam	
Tyngdetetthet dam	20 kN/m ³	
Tyngdetetthet vann	9,8 kN/m ³	
Elastisitetsmodul dam	15 GPa	Skal velges konservativt
Vannmettet tyngdetetthet jordmasser på oppstrøms side	0 kN/m ³	Dykket tyngdetetthet beregnes av regneark
Jordtrykkskoeffisient (Hviletrykk mot vannside)	0,00	
Drenasjeplan avstand fra oppstrøms side, D	0,5 m	= 0 dersom ikke drenasje
Drenasjefaktor, k	0,33	= 0 dersom ikke drenasje
Friksjonsvinkel mellom dam og fundament, ϕ	36°	
Tan($\phi + \alpha$)	0,73	
Kohesjon	Ikke medregnet	
Poretrykk	Fullt i strekksone, linjert avtagende i trykksone	
Dimensjonerende flom (Qdim) ved DFV	Ikke valgt	
Kontrollflom (Ulykkesgrensetilstand)	Ikke valgt	
Materialeffektor og lastfaktor for stabilitetskontroll	Satt lik 1,0	
Segmentbredde	1,00 m	Settes lik 1,0 dersom man regner pr. 1m dam
Kar. sylindrefasthet betong, f _{ck}	25,00 N/mm ²	
Materialeffektor betong i spenningskontroll, γ_m	1,50	Ref. EC2 NA 2.4.2.4
Dim. trykkfasthet i betong, f _{cd} , pl	13,3 N/mm ²	Ref. EC2 12.3.1 og 3.1.6

LASTER						
Retninger for krefter og momenter:						
1. Vertikal kraft: + ved oppadrettet kraft.						
2. Horisontal kraft: + ved kraft som virker mot nedstrøms side.						
3. Moment: + ved de-stabiliserende moment. Moment regnes om nedstrøms tå.						
Nivå jordmasser, oppstrøms side		0,00 m.o.h.	Kommentar			
Statisk jordtrykk		0,00 m				
Islast, som virker 0,25 m under HRV		100,0 kN/m				
Spissverdi berggrunnens akselerasjon, ag40Hz		0,33 m/s ²	Kun ved jordskjelvberegning			
Seismisk faktor, γ_l		2,0	Kun ved jordskjelvberegning			
Tilleggslaster	Last	Lastsituasjon	Vertikallast	Horisontallast	Momentarm	Moment
	Egenvekt påstøp	HRV+is				0,00
		DFV				0,00
		Kontrollflom				0,00
		HRV				0,00
		Seismisk tilleggslast fra vann				0,00
	Bolter 25mm c/c 0,5	HRV+is				0,00
		DFV				0,00
		Kontrollflom				0,00
		HRV				0,00
		Seismisk tilleggslast fra vann				0,00
Vertikalt massebidrag fra last 3-5 inkluderes i jordskjelvberegning	Last 3	Alle				0,00
	Last 4	Alle				0,00
	Last 5	Alle				0,00
Sum tilleggslaster	HRV+is		0,00	0,00		0,00
	DFV		0,00	0,00		0,00
	Kontrollflom		0,00	0,00		0,00
	HRV		0,00	0,00		0,00
	Seismisk tilleggslast		0,00	0,00		0,00

BOLTER ELLER SPENNSTAG I BERG		- aktive
Type forankring (bolter eller spennstag)	Bolter	
Lengde konstruksjonsdel	6 m	
Antall installerte bolter/stag pr. konstruksjonsdel	13 stk	
Senteravstand mellom installerte bolter/stag	0,46 m	
Beregningsmessig antall bolter/stag pr. konstruksjonsdel iht NVEs regelverk	12 stk	
Plassering fra oppstrøms side av dam	0,30 m	
Helning bolt/stag, i3 se figur 1	0,3	
Dimensjonerende spenning	180 N/mm ²	
Diameter bolter eller nominell diameter spennstag	25 mm	
Tverrsnittsareal bolt eller spennstag	491 mm ²	

STABILITETSKONTROLL GRAVITASJONSDAM: BEREGNING AV STABILITET



Oppdragsnr. 5203976
 Damnavn: Storøyungen nytt overløp
 Konsekvensklasse: 0
 Henvisning til tegning: B101
 Høyde dam [m]: 2,1

Dato: 2020-11-04
 Utført: eljor
 Kontrollert: BJ

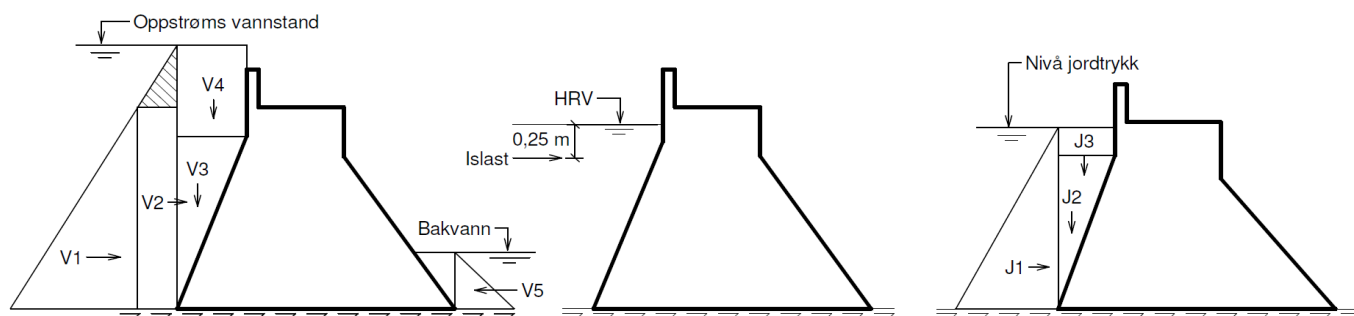


Fig. 4 - Vanntrykk, islast og jordlast

KREFTER OG MOMENTER FRA EGENVEKT OG PÅKJENTE LASTER

Retninger for krefter og momenter:

1. Vertikal kraft: + ved oppadrettet kraft.
2. Horisontal kraft: + ved kraft som virker mot nedstrøms side.
3. Moment: + ved de-stabiliserende moment. Moment regnes om nedstrøms tå.

		Lastsituasjon	Vertikal kraft kN	Horisontal kraft kN	Momentarm m	Moment kNm
Islast		HRV		100,00	1,83	183,00
Kraft fra bolter eller spennstag i berg		Alle	-169,26		2,94	-497,63
Egenvekt av dam		Alle	-113,15		1,77	-199,83
Jordtrykk, Horisontalt - J1		Alle		0,00	0,00	0,00
Jordtrykk, Vertikalt - J2		Alle	0,00		0,00	0,00
Jordtrykk, Vertikalt - J3		Alle	0,00		0,00	0,00
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt - V1		HRV		21,20	0,69	14,70
		DFV		21,20	0,69	14,70
		Kontrollflom		21,20	0,69	14,70
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt - V2		HRV		0,00	0,00	0,00
		DFV		17,53	1,04	18,23
		Kontrollflom		17,53	1,04	18,23
Oppstrøms vanntrykk, Vertikalt - V3		HRV	-2,12		3,17	-6,72
		DFV	-2,12		3,17	-6,72
		Kontrollflom	-2,12		3,17	-6,72
Oppstrøms vanntrykk, Vertikalt - V4		HRV	0,00		0,00	0,00
		DFV	-1,75		3,14	-5,50
		Kontrollflom	-1,75		3,14	-5,50
Nedstrøms vanntrykk, Horisontalt - V5		HRV		0,00	0,00	0,00
		DFV		0,00	0,00	0,00
		Kontrollflom		0,00	0,00	0,00
Tilleggslaster	Egenvekt påstøp	HRV+is	0,00	0,00	0,00	0,00
		DFV	0,00	0,00	0,00	0,00
		Kontrollflom	0,00	0,00	0,00	0,00
	Bolter 25mm c/c 0,5	HRV+is	0,00	0,00	0,00	0,00
		DFV	0,00	0,00	0,00	0,00
		Kontrollflom	0,00	0,00	0,00	0,00
Vertikalt massebidrag fra last 3-5 inkluderes i jordskjelvberegning	Last 3	Alle	0,00	0,00	0,00	0,00
	Last 4	Alle	0,00	0,00	0,00	0,00
	Last 5	Alle	0,00	0,00	0,00	0,00
Sum tilleggslaster		HRV+is	0,00	0,00		0,00
		DFV	0,00	0,00		0,00
		Kontrollflom	0,00	0,00		0,00

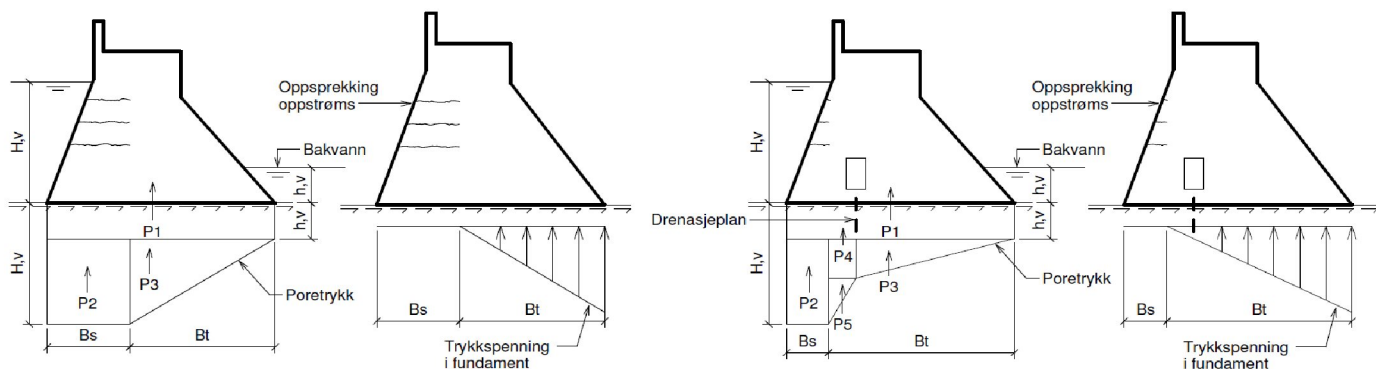


Fig. 5 - Poretrykk og trykkspenning i fundament under dam uten drenasje

PORETRYKK BESTEMT VED ITERASJON

Beregning av poretrykk:

1. Plassering av resultant bestemmes ved iterasjon
2. Trykksone beregnes basert på at resultanten ligger i nedre tredjedel av trykksone
3. Poretrykk med og uten drenasje beregnes som vist i figur
4. Dersom strekksone går inn i drenasjeplan regnes drenasje uvirksom
5. For ulykkesgrense med kontrollflom regnes drenasje uvirksom jf. NVEs retningslinje for betongdammer

Retninger for krefter og momenter:

1. Vertikal kraft: + ved oppadrettet kraft.
2. Horisontal kraft: + ved kraft som virker mot nedstrøms side.
3. Moment: + ved de-stabiliserende moment. Moment regnes om nedstrøms tå.

	Lastsituasjon		Vertikal kraft kN	Momentarm m	Moment kNm
	HRV+istrykk	P1	0,00	0,00	0,00
		P2	0,00	0,00	0,00
		P3	9,22	1,83	16,83
		P4	1,68	2,99	5,03
		P5	3,41	3,07	10,49
		Poretrykk	14,31		32,36
		Iterasjon resultant OK			
	DFV	Betongens trykksone		Bt [m]	3,24
		Betongens strekksone		Bs [m]	0,00
		P1	0,00	0,00	0,00
		P2	0,00	0,00	0,00
		P3	13,03	1,83	23,79
		P4	2,38	2,99	7,11
		P5	4,83	3,07	14,83
	DFV u/bolter eller spennstag	Poretrykk	20,23		45,73
		Iterasjon resultant OK			
		Betongens trykksone		Bt [m]	3,24
		Betongens strekksone		Bs [m]	0,00
		P1	0,00	0,00	0,00
		P2	0,00	0,00	0,00
		P3	13,03	1,83	23,79
	Kontrollflom	P4	2,38	2,99	7,11
		P5	4,83	3,07	14,83
		Poretrykk	20,23		45,73
		Iterasjon resultant OK			
		Betongens trykksone		Bt [m]	3,24
		Betongens strekksone		Bs [m]	0,00
		P1	0,00	0,00	0,00

STABILITETSBEREGNING			
Kriterier for stabilitet:			
1. Sikkerhet mot glidning = $\Sigma V \tan(\varphi + \alpha) / \Sigma H$, der φ friksjonsvinkelen og α er fundamenthelning			
2. Sikkerhet mot velting er gitt ved (kraft)resultantens plassering i fra nedstrøms damtå			
3. Trykkspenninger kontrollert mot dimensjonerende betongspenning for bruddgrense iht. NS-EN 1992-1-1+NA			
	Vertikal kraft kN	Horisontal kraft kN	Moment kNm
BRUDDGRENSE: HRV+ISLAST			
Egenvekt av dam	-113,15		-199,83
Islast		100,00	183,00
Kraft fra bolter eller spennstag i berg	-169,26		-497,63
Jordtrykk, Horisontalt - J1		0,00	0,00
Jordtrykk, Vertikalt - J2	0,00		0,00
Jordtrykk, Vertikalt - J3	0,00		0,00
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt - V1		21,20	14,70
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt - V2		0,00	0,00
Oppstrøms vanntrykk, Vertikalt - V3	-2,12		-6,72
Oppstrøms vanntrykk, Vertikalt - V4	0,00		0,00
Nedstrøms vanntrykk, Horisontalt - V5		0,00	0,00
Poretrykk	14,31		32,36
Tilleggslast	0,00	0,00	0,00
SUM	-270,22	121,20	-474,13
Stabilitet mot glidning - Sikkerhetsfaktor	1,6	Krav > 1,5	OK
Stabilitet mot velting - Plassering av resultant	1,75	Krav > 1,08	OK
Max trykkspenning i fundament	0,10	Krav < 13,33	OK
BRUDDGRENSE: DFV			
Egenvekt av dam	-113,15		-199,83
Kraft fra bolter eller spennstag i berg	-169,26		-497,63
Jordtrykk, Horisontalt - J1		0,00	0,00
Jordtrykk, Vertikalt - J2	0,00		0,00
Jordtrykk, Vertikalt - J3	0,00		0,00
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt - V1		21,20	14,70
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt - V2		17,53	18,23
Oppstrøms vanntrykk, Vertikalt - V3	-2,12		-6,72
Oppstrøms vanntrykk, Vertikalt - V4	-1,75		-5,50
Nedstrøms vanntrykk, Horisontalt - V5		0,00	0,00
Poretrykk	20,23		45,73
Tilleggslast	0,00	0,00	0,00
SUM	-266,06	38,73	-631,02
Stabilitet mot glidning - Sikkerhetsfaktor	5,0	Krav > 1,5	OK
Stabilitet mot velting - Plassering av resultant	2,37	Krav > 1,08	OK
Max trykkspenning i fundament	0,16	Krav < 13,33	OK
TILLEGGSKONTROLL: DFV U/BOLTER ELLER STAG			
Egenvekt av dam	-113,15		-199,83
Jordtrykk, Horisontalt - J1		0,00	0,00
Jordtrykk, Vertikalt - J2	0,00		0,00
Jordtrykk, Vertikalt - J3	0,00		0,00
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt - V1		21,20	14,70
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt - V2		17,53	18,23
Oppstrøms vanntrykk, Vertikalt - V3	-2,12		-6,72
Oppstrøms vanntrykk, Vertikalt - V4	-1,75		-5,50
Nedstrøms vanntrykk, Horisontalt - V5		0,00	0,00
Poretrykk	20,23		45,73
Enhetslast	0,00	0,00	0,00
SUM	-96,80	38,73	-133,39
Stabilitet mot glidning - Sikkerhetsfaktor	1,8	Krav > 1,1	OK
Stabilitet mot velting - Plassering av resultant	1,38	Krav > 0,27	OK
Max trykkspenning i fundament	0,04	Krav < 13,33	OK
ULYKKEGRENSE: KONTROLLFLOM			
Egenvekt av dam	-113,15		-199,83
Kraft fra bolter eller spennstag i berg	-169,26		-497,63
Jordtrykk, Horisontalt - J1		0,00	0,00
Jordtrykk, Vertikalt - J2	0,00		0,00
Jordtrykk, Vertikalt - J3	0,00		0,00
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt - V1		21,20	14,70
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt - V2		17,53	18,23
Oppstrøms vanntrykk, Vertikalt - V3	-2,12		-6,72
Oppstrøms vanntrykk, Vertikalt - V4	-1,75		-5,50
Nedstrøms vanntrykk, Horisontalt - V5		0,00	0,00
Poretrykk	20,23		45,73
Tilleggslast	0,00	0,00	0,00
SUM	-266,06	38,73	-631,02
Stabilitet mot glidning - Sikkerhetsfaktor	5,0	Krav > 1,1	OK
Stabilitet mot velting - Plassering av resultant	2,37	Krav > 0,54	OK
Max trykkspenning i fundament	0,16	Krav < 13,33	OK

STABILITETSKONTROLL GRAVITASJONSDAM: KONTROLL AV JORDSKJELV



Oppdragsnr. 5203976
 Damnavn: Storøyungen nytt overløp
 Konsekvensklasse: 0
 Henvising til tegning: B101
Høyde dam [m]: 2,1

Dato: 2020-11-04
 Utført: eljor
 Kontrollert: BJ

FORUTSETNINGER

1. Kvasistatisk analyse i samsvar med Eurokode 8 og Norconsult notat: "Seismiske krefter på dam - Dimensjoneringskriterie".
2. Beregninger gjennomføres for vannstand ved HRV uten istrykk. Ved is i magasinet antas at denne sprekker opp slik at istrykk ikke er relevant.
3. Poretrykk endres ikke under jordskjelv ettersom sjokkbølgene antas å forplante seg raskere enn et eventuelt poretrykk.
Normal frekvens for jordskjelv er i området 1 - 10 Hz.
4. Massekrefter fra jord og vertikal vannlast beregnes på samme måte som for massekrefter i dammen.
5. Bestemmelser i Eurokode 8 benyttes der kombinasjon av lastvirkninger ikke harmonerer med NVEs retningslinje for laster og dimensjonering.

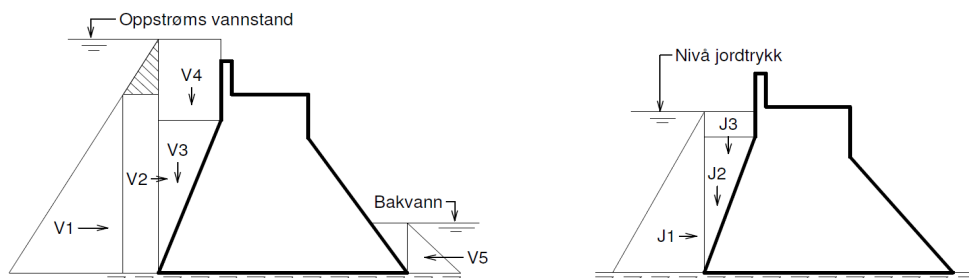


Fig. 7 - Vanntrykk og jordtrykk ved kontroll av jordskjelv

STATISKE KREFTER OG MOMENTER

Retninger for krefter og momenter:

1. Vertikal kraft: + ved oppadrettet kraft.
2. Horisontal kraft: + ved kraft som virker mot nedstrøms side.
3. Moment: + ved de-stabiliserende moment. Moment regnes om nedstrøms tå.

		Lastsituasjon	Vertikal kraft kN	Horisontal kraft kN	Momentarm m	Moment kNm
Kraft fra bolter eller spennstag i berg		Alle		0,00	2,94	-497,63
Egenvekt av dam		Alle	-113,15		1,77	-199,83
Jordtrykk, Horisontalt - J1		Alle		0,00	0,00	0,00
Jordtrykk, Vertikalt - J2		Alle	0,00		0,00	0,00
Jordtrykk, Vertikalt - J3		Alle	0,00		0,00	0,00
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt - V1		HRV		21,20	0,69	14,70
Oppstrøms vanntrykk, Horisontalt - V2		HRV		0,00	0,00	0,00
Oppstrøms vanntrykk, Vertikalt - V3		HRV	-2,12		3,17	-6,72
Oppstrøms vanntrykk, Vertikalt - V4		HRV	0,00		0,00	0,00
Nedstrøms vanntrykk, Horisontalt - V5		HRV		0,00	0,00	0,00
Tilleggslaster	Egenvekt påstøp	HRV	0,00	0,00	0,00	0,00
	Bolter 25mm c/c 0,5	HRV	0,00	0,00	0,00	0,00
	Last 3	Alle	0,00	0,00	0,00	0,00
	Last 4	Alle	0,00	0,00	0,00	0,00
	Last 5	Alle	0,00	0,00	0,00	0,00
Sum tilleggslaster		HRV	0,00	0,00	0,00	0,00
SUM Statiske krefter og momenter			-115,27	21,20		-689,49

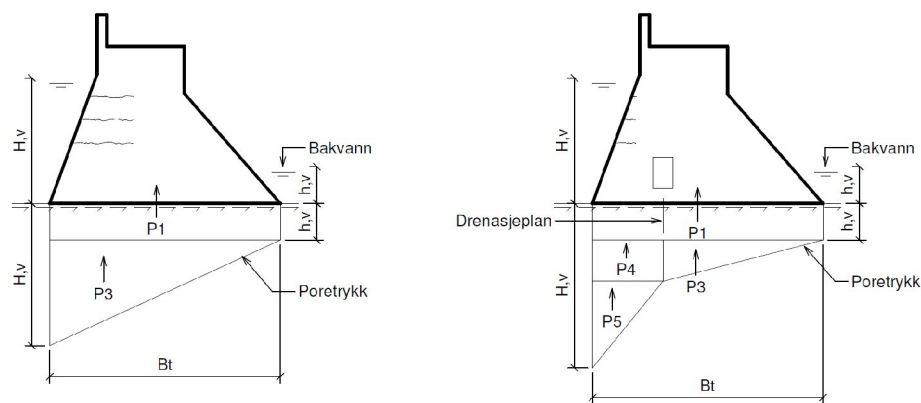
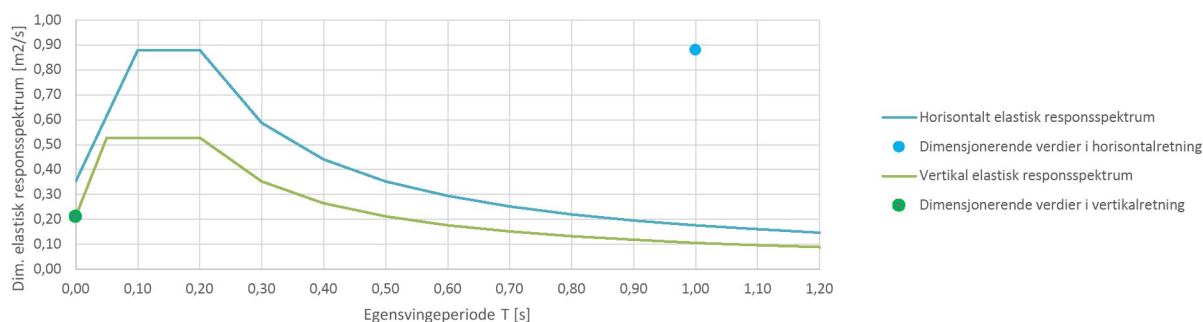


Fig. 8 - Poretrykk forutsatt trykk i hele fundamentet for dam uten og med drenasje

PORETRYKK VED HRV, FORUTSATT TRYKK I HELE FUNDAMENTET,		M/ VIRKSOM DRENASJE			
Retninger for krefter og momenter:					
1. Vertikal kraft: + ved oppadrettet kraft.					
2. Horizontal kraft: + ved kraft som virker mot nedstrøms side.					
3. Moment: + ved de-stabiliserende moment. Moment regnes om nedstrøms tå.					

DIMENSJONERENDE GRUNNAKSELERASJON			Kommentar
Grunntype	A	9,81 m/s ²	Fjell
Gravitasjonens akselerasjon		0,264 m/s ²	EC 8-1, NA 3.2.1
Referanseverdi for berggrunnens akselerasjon agr		0,528 m/s ²	EC 8-1, 3.2.1
Dimensjonerende grunnakselerasjon, ag			

DIMENSJONERENDE RESPONSSPEKTRUM			Kommentar
Horisontalt elastisk responsspektrum			
Parameter, S	1		EC 8-1, NA3.2.2.2
Parameter, TB	0,1 s		
Parameter, TC	0,2 s		
Parameter, TD	1,7 s		
Konstruksjonsfaktor, q	1,5		Minsteverdi ref. EC 8-5, 5.2.2.2
Dammens egenfrekvens	Hz		Beregner ikke egenfrekvens for murdam
Dammens egensvingeperiode i horisontalretning, T	s		Beregner ikke egensvingeperiode for murdam
Dim. horisontalt elastisk responsspektrum, Se	0,88 m/s ²		Regner toppverdi etter EC 3.2.2.2 (konservativt)
Vertikal elastisk responsspektrum			
Forhold avg/ag	0,6		EC 8-1, NA3.2.2.3
Parameter, TB	0,05		
Parameter, TC	0,2		
Parameter, TD	1,2		EC 8-5, 3.2.2.5 (6)
Konstruksjonsfaktor, q	1,5		5% viskøs demping ref. EC 8-1, 3.2.2.2
Dammens egensvingeperiode i vertikal retning, Tv	0 s		Satt lik 0 s da dam antas svært stiv i vertikal retning
Dim. Vertikalt elastisk responsspektrum, Sev	0,21 m/s ²		EC 8-1, 3.2.2.5



SEISMISK TRYKKFAKTOR FOR VANNLAST

Det antas kontrollsnitt på samme nivå som fundament. Seismisk trykkfaktor beregnes basert på oppstrøms helning etter Westergaard (1933).

Vanndyp på oppstrøms side av dam, Z1	2,08 m
Helning oppstrøms side av dam, θ	5,71 °
Parameter, k	0,95
Seismisk trykkfaktor, C_e	0,69

SEISMISKE KREFTER OG MOMENTER

Seismiske krefter beregnes som masse ganger akselerasjon (dim. elastisk responsspektrum) ref. NVEs retningslinjer for laster og dimensjonering
Tilleggskrefter fra vannet på oppstrøms side av dam beregnes etter Westergaard (1933). Ser bort i fra tilleggskrefter fra bakvann.
Tilleggskrefter fra jordtrykk regnes etter EC 8-5 E.9 for stive tilbakefylte konstruksjoner

Retninger for krefter og momenter:

1. Vertikal kraft: + ved oppadrettet kraft.
2. Horizontal kraft: + ved kraft som virker mot nedstrøms side.
3. Moment: + ved de-stabiliserende moment. Moment regnes om nedstrøms tå.

	Masse tonn	Kraft kN	Momentarm m	Moment kNm
Horisontale				
Egenvekt dam	11,53	10,15	0,97	9,88
Jordtrykk fra J1		0,00	0,00	0,00
Tilleggslaster				
Egenvekt påstøp		0,00	0,00	0,00
Bolter 25mm c/c 0,5		0,00	0,00	0,00
Last 3	0,00	0,00	0,00	0,00
Last 4	0,00	0,00	0,00	0,00
Last 5	0,00	0,00	0,00	0,00
Vanntrykk fra V1 og V2		1,74	0,83	1,45
SUM horisontale seismiske krefter og momenter, Edx		11,89		11,33
Vertikale				
Egenvekt dam	11,53	2,44	1,77	4,30
Jordtrykk fra J2	0,00	0,00	0,00	0,00
Jordtrykk fra J3	0,00	0,00	0,00	0,00
Tilleggslaster				
Egenvekt påstøp		0,00	0,00	0,00
Bolter 25mm c/c 0,5		0,00	0,00	0,00
Last 3	0,00	0,00	0,00	0,00
Last 4	0,00	0,00	0,00	0,00
Last 5	0,00	0,00	0,00	0,00
Vanntrykk fra V3	0,22	0,05	3,17	0,14
Vanntrykk fra V4	0,00	0,00	0,00	0,00
SUM vertikale seismiske krefter og momenter, Edy		2,48		4,45

LASTKOMBINASJONER

Lastkombinasjoner fra EC8 4.3.3.5.2 benyttes for å ta hensyn til kombinasjon av seismiske krefter i vertikal- og horisontalretning.

Det regnes kun med horisontale seismiske krefter på tvers av damaksen. Horisontale krefter langs damaksen regnes ikke som dimensjonerende.

Kombinasjon A	Edx "+" 0,30 Edy
Kombinasjon B	0,30 Edx "+" Edy

"+" betyr "kombinert med". Edx er seismiske krefter i horisontalretning på tvers av damaksen. Edy er seismiske krefter i vertikalretning.

STABILITETSBEREGNING**Kriterier for stabilitet:**

1. Sikkerhet mot glidning = $\Sigma V \tan(\varphi + \alpha) / \Sigma H$, der φ friksjonsvinkelen og α er fundamenthelning
2. Sikkerhet mot velting er gitt ved (kraft)resultantens plassering i fra nedstrøms damtå
3. Trykkspenninger kontrollert mot dimensjonerende betongspenning for bruddgrense iht. NS-EN 1992-1-1+NA

	Vertikal kraft kN	Horisontal kraft kN	Moment kNm
ULYKKEGRENSE: JORDSKJELV KOMB. A			
Statiske krefter og momenter	-115,27	21,20	-689,49
Poretrykk	12,93		27,96
Horisontale seismiske krefter og momenter, Edx		11,89	11,33
Vertikale seismiske krefter og momenter, 0,3 Edy	0,74		1,33
SUM	-101,60	33,09	-648,86

Stabilitet mot glidning - Sikkerhetsfaktor	2,2	Krav > 1,1	OK
Stabilitet mot velting - Plassering av resultant	6,39	Krav > 0,54	OK
Max trykkspenning i fundament	0,00	Krav < 13,33	OK

ULYKKEGRENSE: JORDSKJELV KOMB. B			
Statiske krefter og momenter	-115,27	21,20	-689,49
Poretrykk	12,93		27,96
Horisontale seismiske krefter og momenter, 0,3 Edx		3,57	3,40
Vertikale seismiske krefter og momenter, Edy	2,48		4,45
SUM	-99,86	24,77	-653,68

Stabilitet mot glidning - Sikkerhetsfaktor	2,9	Krav > 1,1	OK
Stabilitet mot velting - Plassering av resultant	6,55	Krav > 0,54	OK
Max trykkspenning i fundament	0,00	Krav < 13,33	OK

Vedlegg C Bilder



Bilde 9-1 – Dammens vestre del



Bilde 9-2 – Dammens midtre del



Bilde 9-3 – Dammens østre del



Bilde 9-4 – Eksisterende flomløp