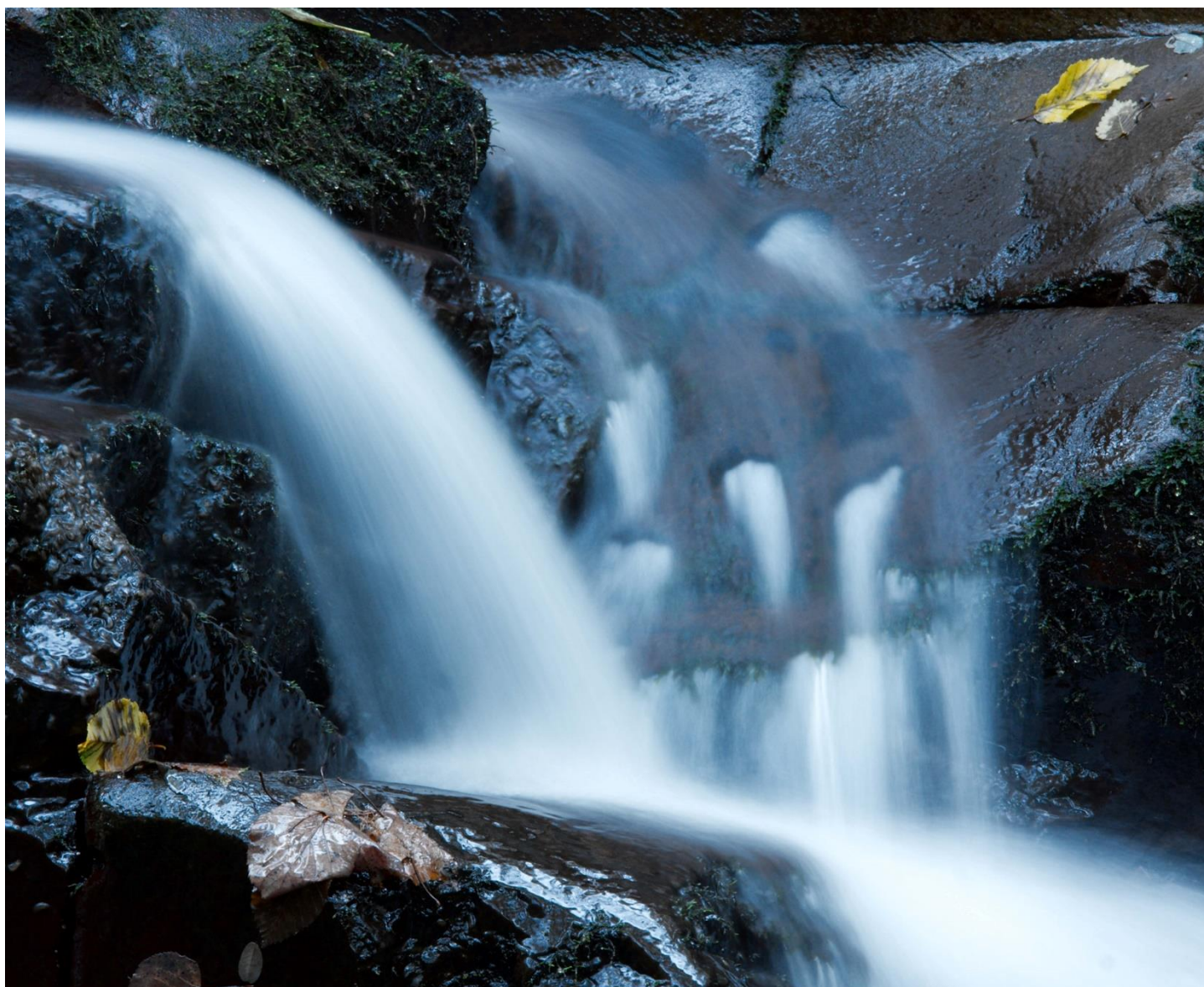


Bergen kommune - Bergen Vann

► **Dammer Storevatnet**

Forprosjekt

Oppdragsnr.: 52102359 Dokumentnr.: R007 Versjon: J05 Dato: 2024-05-14



Oppdragsgiver: Bergen kommune - Bergen Vann
Oppdragsgivers kontaktperson: Oddbjørn Andersen
Rådgiver: Norconsult AS, Valkendorfsgate 6, NO-5012 Bergen
Oppdragsleder: Hans Martin Skjefstad
Fagansvarlig: Olof Dahlén
Andre nøkkelpersoner: Thomas Fiskå, Kjetil Sandem, Tobias Karlsson, Sunniva Fitjar Lunestad og Christopher Garmann

J05	2024-05-14	For bruk. Tatt bort kostnader for bro i alternativ A	HaMSk	ThoFis	HaMSk
D04	2024-01-31	For gjennomgang hos oppdragsgiver etter nye innspill	HaMSk	OIDah	HaMSk
B03	2023-07-07	Grunnlag for videre diskusjon av tiltak	HaMSk		
J02	2021-12-17	For bruk	HaMSk	OIDah	HaMSk
D01	2021-11-29	For gjennomgang hos oppdragsgiver	HaMSk	OIDah	HaMSk
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

Dammene ved Storevatnet i Bergen kommune tilfredsstiller ikke damsikkerhetsforskriften sine krav til sikkerhet. I dette forprosjektet er det gjort undersøkelser og vurdert alternativer for tiltak slik at dammene tilfredsstiller dagens krav til dammer eller at de nedlegges som vassdragsanlegg.

Første fase av forprosjektet ble ferdigstilt desember 2021. I løpet av 2022 og 2023 er noen av alternativene tatt ut av forprosjektet.

Magasinet ble tappet ned i 2023 da deler av oppstrøms mur på hoveddammen ikke er stabil og deler av nedstrøms mur ikke har høy nok sikkerhet.

Ved nedtapping av magasinet i starten av 2023 ble det mulig å inspisere oppstrøms mur i mer detalj og forholdene inne i magasinet. Forprosjektet er oppdatert med den informasjonen som er hentet inn etter at magasinet er tappet ned.

Alternativene som det er vurdert som aktuelle er:

Alternativ A:

Magasinet beholdes med tilnærmet lik vannstand som eksisterende anlegg. Oppstrøms mur av den gamle dammen rives og erstattes av en ny massivdam i betong. Ny dam følger omtrent samme fasong som eksisterende dam og nedstrøms mur forsøkes beholdt i så stor grad som mulig. Deler av den eksisterende dammen rives i sin helhet for å gjøre plass til nytt flomløp som må bygges for å øke flomavledningskapasiteten.

Om alternativet utføres ved å ruste opp og bygge ny anleggsvei opp til Storevatnet er kostnadene estimert til ca. 58 millioner kroner og et utslipp i byggeperioden på ca. 1600 tonn CO₂-ekvivalenter.

Om tiltaket utføres ved bruk av helikopter for å frakte materialer inn til anlegget er tiltaket estimert til å ha en kostnad på ca. 38 millioner kroner og et utslipp i byggeperioden på ca. 1100 tonn CO₂-ekvivalenter.

Alternativ B:

Magasinet senkes med 4 meter. En stor del av den eksisterende dammen rives og det bygges en lav terskel i betong ved det nye utløpet av magasinet. De deler av den gamle muren som står igjen skal ikke ha funksjon som dam.

Tiltaket er estimert til å ha en kostnad på ca. 4,6 millioner kroner og et utslipp i byggeperioden på ca. 150 tonn CO₂-ekvivalenter.

Alternativ C:

Deler av den eksisterende dammen rives og magasinet føres tilbake til sin opprinnelige størrelse. Ingen av de gamle murene rundt magasinet vil med dette alternativet nå ha funksjon som vassdragsanlegg. Vannstanden vil ligge omtrent på nivå som det har gjort siden vinteren 2023 som er 5,5-6,0 meter lavere enn tidligere vannstand.

Tiltaket er estimert til å ha en kostnad på ca. 2,1 millioner kroner og et utslipp i byggeperioden på ca. 100 tonn CO₂-ekvivalenter.

Innhold

Sammendrag	3
1 Bakgrunn og forutsetning	5
1.1 Oppdraget	5
1.2 Orientering om vassdragsanlegget	5
1.3 Klassifisering	8
1.4 Flomberegning	8
1.5 Revurdering	9
2 Innledende vurderinger	11
2.1 Alternativer i konseptvalgutredningen som forkastes	11
2.2 Dykkerinspeksjon	11
2.3 Bergkontrollboringer og torvprøver	11
2.4 Rensk til fundament og prøvegraving	11
2.5 Tappearrangement	12
3 Alternativer for tiltak	13
3.1 Vannhåndtering og nytt tappearrangement	13
3.2 Alternativ A	14
3.3 Alternativ B	15
3.4 Alternativ C	16
4 Kostnadsestimat	17
4.1 Kostnader for anleggsarbeider ved dammene	17
4.2 Adkomst og transport med kostnadsvurderinger	17
4.2.1 Utbedre eksisterende vei og bygging av ny vei	17
4.2.2 Helikoptertransport	18
5 Landskapsvurderinger	19
6 Naturmangfold	22
7 Klimagassberegninger	23
8 Sammenligning av alternativer	24
9 Vedlegg	26

1 Bakgrunn og forutsetning

1.1 Oppdraget

Norconsult AS er engasjert av Bergen Vann - Bergen kommune for å vurdere tiltak på dammene ved Storevatnet i Bergen kommune. Oppdraget er todelt der den første rapporten bestod av en konseptvalgutredning hvor det ble fokusert på prinsipper for tiltak og anbefaling av grunnundersøkelser. Konseptvalgutredningen er redegjort for i rapporten «Dammer Storevatnet. Konseptvalgutredning for tiltak» datert 2021-06-25.

Denne rapporten bygger videre på løsningene i konseptvalgutredningen og resultater fra grunnundersøkelser og vurderinger av anlegget etter nedtapping av magasinet vinteren 2022/2023.

I samarbeid med oppdragsgiver er det plukket ut de alternativene for tiltak som er mest aktuelle å gå videre med. Det er utarbeidet kostnadsestimater for alternativene og de er vurdert i forhold til landskap, naturmangfold og klimagassutslipp.

1.2 Orientering om vassdragsanlegget

Storevatnet ligger i Stormøllenvassdraget i Bergen. Magasinet er dannet av tre separate dammer – Dam Storevatnet (hoveddammen), Dam Storevatnet N og dam Storevatnet S.

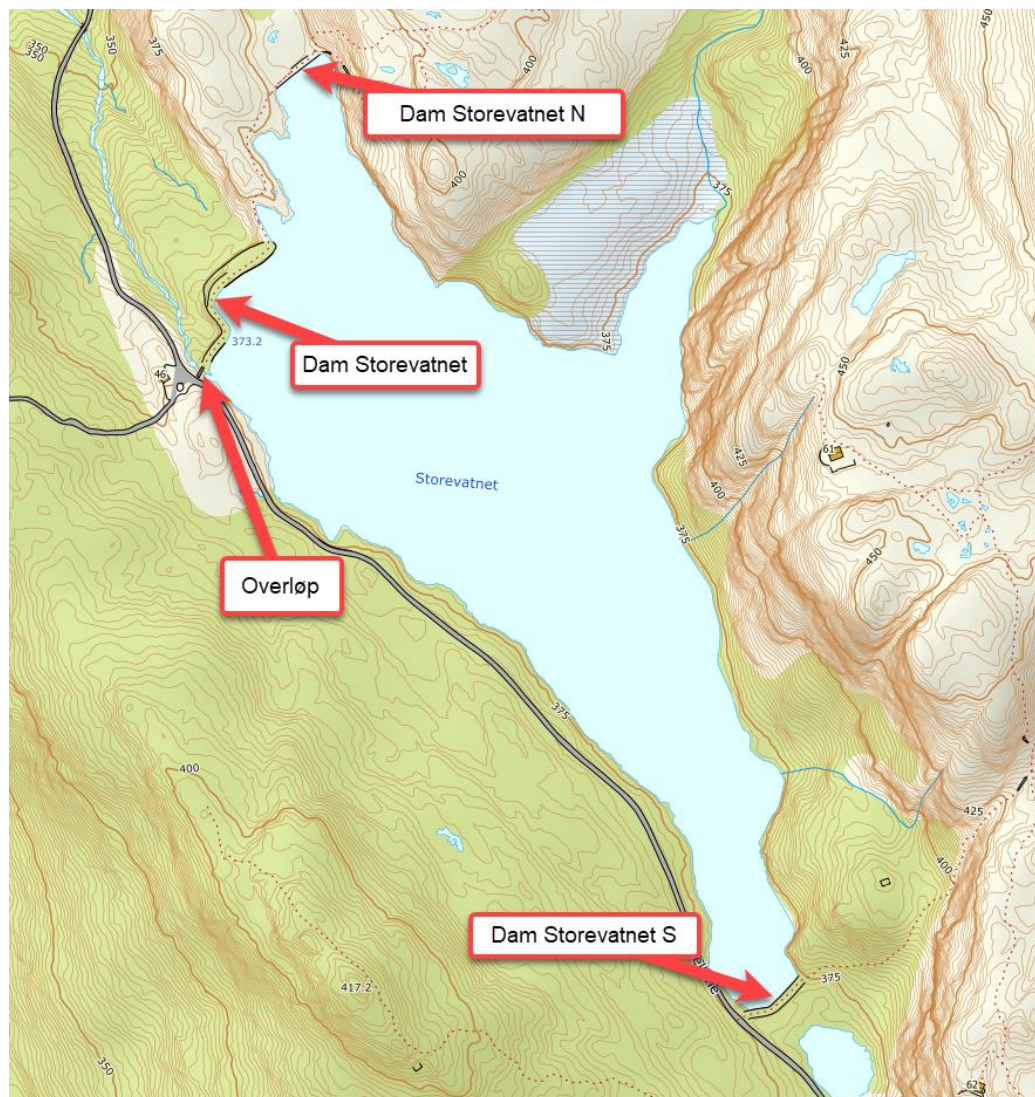
Det er kjørbare vei fram til Dam Storevatnet og Dam Storevatnet S. Dam Storevatnet N nåes ved å gå på etablert sti over kronen på Dam Storevatnet.

Samtlige dammer er i henhold til dokumentasjonen bygd som doble murdammer med sentral tetting av torv.

Overløpet ved hoveddammen er dannet av en utsprengt kanal med et noe udefinert overløpsnivå.



Figur 1-1 Plassering av magasin



Figur 1-2 Oversikt dammer

Tabell 1-1 Data er hentet fra siste ruting av flom gjennom magasinet som ble utført av Olav Olsen i 2020. Høydene er basert på innmålinger gjort av Asplan Viak i 2008 med oppdatering til NN2000 i 2017. Verdiene ser ut til å stemme bra. Se Tabell 1-2 for detaljert oppdeling av dammene mht. variasjon i damtopp.

	Dam Storevatnet	Dam Storevatnet N	Dam Storevatnet S
Nedbørsfelt	0,7 km ²		
HRV	373,1 (Ca. bunn av overløpskanal)		
Magasinareal ved HRV	0,06 km ²		
Damtopp	Varierer mellom 373,7 og 374,1	373,9	Varierer mellom 374,0 og 374,1
Lengde	Ca. 121 m	Ca. 32 m	Ca. 39 m
Høyde	Ca. 6 m	Ca. 1,5 m	Ca. 2,5 m
Bruddkonsekvensklasse	3	0	1

Tabell 1-2 Viser variasjon i nivå for damtopp ved de forskjellige dammene. Hentet direkte fra flomruting utført av Olav Olsen. Det antas at nivåene og lengdene er omtrentlige da damtoppen er av naturstein og varierer en del over damlengden.

Dam	Lengde (m)	Damtopp (moh.)
Overløpskanal	1,5	373,1
Dam Storevatnet	4,5	373,7
Dam Storevatnet	72	373,8
Dam Storevatnet	28	374,0
Dam Storevatnet	15,5	374,1
Dam Storevatnet N	31,5	373,9
Dam Storevatnet S	20	374,0
Dam Storevatnet S	19	374,1

1.3 Klassifisering

Dam Storevatnet er plassert i bruddkonsekvensklasse 3, jf. Brev fra NVE datert 04.07.2008. Dam Storevatnet N er plassert i bruddkonsekvensklasse 0 og Dam Storevatnet S i bruddkonsekvensklasse 1, jf. Brev fra NVE datert 08.08.2013.

1.4 Flomberegning

Tabell 1-3 Utklipp fra ruting gjennom magasinet som ble gjort ifm. flomberegning av Munkebotvatnet av Olav Olsen i 2020.

Sammendrag av resultater

Flomsituasjon	Tilsig (m ³ /s)	Avløp (m ³ /s)	Vannstand (moh.)
Q10, uten tilstopping	2.32	1.18	373.75
Q1000 , uten tilstopping	4.56	4.20	373.88
Q1000, med tilstopping	4.56	4.29	373.90
Q1000 med klimafaktor på 1.2, uten tilstopping	5.48	5.27	373.90
Q1000 med klimafaktor på 1.4, uten tilstopping	6.39	6.25	373.92
PMF, uten tilstopping	6.67	6.55	373.92
Q1000 klima1.2, usikkerhet 1.2, uten tilstopping	6.58	6.44	373.92
Q1000 klima1.4, usikkerhet 1.2, uten tilstopping	7.67	7.55	373.93

1.5 Revurdering

Revurdering ble utført av Norconsult i 2013. Revurderingen ble godkjent i vedtaksbrev fra NVE datert 12. aug. 2013.

Mangler og avvik som er funnet ved revurderingen er oppsummert i tabellen under.

Tabell 1-4 Oppsummering av avvik og mangler fra revurdering av dammene

Dam	Avvik og mangler	Kommentar
Hoveddam (klasse 3)	Fribord	Dammen overtoppes ved dimensjonerende flomvannstand
	Tappeløp/beredskapsmessig tapping	Ikke funksjonsprøvd. Gjengrodd og ikke i funksjon. <i>(Funksjonsprøvd i 2021. Se vedlegg 8 for beskrivelse og beregning av kapasitet)</i>
	Deformasjoner	Deler av oppstrøms mur har blitt presset innover i torvtettingen. Trolig på grunn av istrykk.
	Stabilitet	Hverken oppstrøms eller nedstrøms mur tilfredsstiller gjeldende krav til stabilitet. <i>Vinteren 2023 ble magasinet tappet ned for å øke sikkerheten til anlegget. Stabiliteten er ivaretatt når magasinet er nedtappet.</i>
	Instrumentering	Dammen har ikke instrumentering for måling av lekkasjer eller deformasjoner. <i>(Setningsbolter ble montert i 2017 og dammen ble avdekket til berg på nedstrøms side i 2021 slik at det nå er enkelt å observere eventuelle lekkasjer).</i> Det finnes vannstandsskala for manuell avlesning av vannstand ved Dam Storevatnet. For Dam Storevatnet som er i klasse 3 stilles det krav til måling av vannstand, lekkasjer og deformasjon. Det må gjøres en vurdering om det vil være behov for kontinuerlig måling av lekkasjer og vannstand. Om det avdekkes at dammen er fundamentert på løsmasser eller berg med utpregede svakhetssoner stilles det også krav til instrumentering for overvåking av poretrykk. <i>(Avdekking av fundamentet i 2021 viser at dammen er fundamentert på berg uten utpregede svakhetssoner. Det er derfor ikke behov for overvåking av poretrykk)</i>
Dam Storevatnet N (Klasse 0)	Fribord	Dammen overtoppes ved dimensjonerende flomvannstand
	Tappeløp/beredskapsmessig tapping	Hoveddam blir styrende
	Deformasjoner	Dammen har store deformasjoner i kjernen som følge av at en populær tursti går over dammen.

Dam	Avvik og mangler	Kommentar
	Stabilitet	Da dammen er plassert i bruddkonsekvensklasse 0 stilles ikke de samme kravene til stabilitet som dammer i klasse 1 til 4. Dameier må selv vurdere om dammen skal bygges om for å øke sikkerheten mht. stabilitet. Dammen tilfredsstiller ikke krav til sikkerhet iht. damsikkerhetsforskriften med vanlige stabilitetsberegninger når det regnes med fullt istrykk, men anses ellers til å ha tilfredsstillende stabilitet.
Dam Storevatnet S (Klasse 1)	Tappeløp/beredskapsmessig tapping	Eksisterende tappeløp er ikke funksjonsdyktig. Dette bør utbedres ved tiltak på dammen.
	Deformasjoner	Oppstrøms mur har noen deformasjoner i skvalpesonen ved at steiner er presset inn mot torvkjernen.
	Stabilitet	Nedstrøms mur tilfredsstiller ikke gjeldende krav til stabilitet. Oppstrøms mur har tilfredsstillende stabilitet.

2 Innledende vurderinger

2.1 Alternativer i konseptvalgutredningen som forkastes

Våren 2021 ble det gjennomført en konseptvalgutredning (KVU) for å gjøre en grov vurdering av hvilke tiltak på dammen som er aktuelle å gå videre med i forprosjektet. For detaljer rundt disse vurderingene henvises det til rapporten «Dammer Storevatnet. Konseptvalgutredning for tiltak» datert 2021-06-25.

Alternativene som ble vurdert som aktuelle å gå videre med i KVU var:

1. Nedlegging av vassdraget
2. Senking av vannstand med ca. 4 meter
3. Beholde vannstand og ombygging til ny gravitasjonsdam
4. Beholde vannstand og bygge på en ny betongplate på nedstrøms mur

Alternativ 4 er senere vurdert som uaktuell og anbefales ikke å gå videre med. Dette er i hovedsak på grunn av

- Mindre oversiktlig statisk system på ny dam
- Mer komplisert oppfølging av tilstand
- Mer omfattende å bygge ny oppstrøms mur enn først antatt

For Dam Storevatnet S er alternativer med betongstøp vurdert som uaktuelle å gå videre med da denne dammen er støpt på løsmasser.

2.2 Dykkerinspeksjon

29. juni 2021 ble det gjennomført dykkerinspeksjon av tappearrangementet til Dam Storevatnet. Se vedlagt inspeksjonsrapport. Tappearrangementet ble ikke prøvekjørt ved inspeksjon. Det ble ikke avdekket forhold som avviker stort fra det som var forutsatt.

2.3 Bergkontrollboringer og torvprøver

I uke 37, 2021, ble det utført geotekniske undersøkelser i form av boreprøver ved Dam Storevatnet og Dam Storevatnet S. Se vedlagt geoteknisk datarapport.

Undersøkelsene viste at fundamentforholdene var noe annerledes enn først antatt. For Dam Storevatnet S viste boreundersøkelsene at dammen er fundamentert på løsmasser. Det er mellom 5 og 8 meter til berg fra damtoppen. Dammen er mellom 1,5 og 2 meter høy. Disse funnene gjorde at alternativer med å bygge om dammen med betongpåstøp eller til ny massivdam ble vurdert som ikke aktuelt.

I forbindelse med boreprøvene ble det også tatt prøver av torva i dammene. Om det skulle bli aktuelt å gå videre med alternativer der torvkjernen beholdes vil det være nyttig å ha prøver fra torva som dokumentasjon på parametere som brukes ved stabilitetsberegninger av dammene. I dette forprosjektet er det nå ikke anbefalt å gå videre med å beholde torvdammen så lenge den skal fungere som et vassdragsanlegg.

2.4 Rensk til fundament og prøvegraving

I uke 40, 2021, ble fundamentet nedstrøms Dam Storevatnet rensket til berg og skannet. Det ble i tillegg gjort prøvegravinger på nedstrøms side av Dam Storevatnet S. Se vedlegg 9.

Undersøkelsene underbygget funnene som ble gjort ved bergkontrollboringer og reduserte en del prosjektrisiko ved å bekrefte bergplasseringen på nedstrøms side av Dam Storevatnet. Det er kun to punkter

det ikke er avgravid helt til berg. Dette er et felt til høyre for tappeløpet (sett medstrøms) samt ved første sving i damaksen nærme flomløpet. Ved Dam Storevatnet S ble damhøyden ned til løsmassefundamentet bekreftet. Det ble tatt en prøve av massene i fundamentet til PG2.

Det ble ikke avdekket avvik som påvirket valgene i forprosjektet utover det som allerede var avdekket ved bergkontrollboringer.

2.5 Tappearrangement

Tappearrangementet var ikke blitt testet i nyere tid før oppstart av dette forprosjektet. Det var også usikkerhet rundt utformingen og tilstanden til komponentene.

Etter dykkerinspeksjon, testing av arrangementet og innhenting av eldre data fra VA-etaten sine kart er det nå mindre usikkerhet knyttet til hvordan tappearrangementet er utformet. Arrangementet ble testet i slutten av august 2021.

Ved tappearrangementet er det en ventil på oppstrøms side av dammen med en manøvreringsstang opp til damkrona. Manøvreringsstanga er bøyd, og ventilen er ikke operativ. Ventilen er antatt at står fullt åpen, men det er ikke bekreftet sikkert om denne ventilen er koblet på røret gjennom dammen.

Det går et Ø300 mm rør fra ventilen på oppstrøms side og 25-30 m ut i magasinet i en steinsatt grøft. I enden av røret er en gammel silkasse i trematerialer som er delvis kollapset.

Fra oppstrøms side av dammen går det et Ø300 mm rør gjennom en kulvert under dammen. På nedstrøms side av dammen deler det seg til to Ø300 mm rør med ventil. Fra disse to ventilene ender et rør ut i terrenget ca. 30 m nedstrøms dammen. Fra den andre ventilen går røret i en nedgravid grøft ned til Smådiket som er et lite vann ca. 266 m lenger nedstrøms.

Se vedlegg 8 for mer detaljer.

3 Alternativer for tiltak

Alternativene som er utredet videre er følgende:

Alternativ A:

- Magasinet beholdes med tilnærmet lik vannstand som eksisterende anlegg.
- Oppstrøms mur av den gamle hoveddammen rives og erstattes av en ny massivdam i betong.
- Deler av den eksisterende dammen rives i sin helhet for å gjøre plass til nytt flomløp som må bygges for å øke flomavledningskapasiteten.
- Dam Storevatnet S forsterkes med plastret oppstrøms fylling.
- Det gjøres ingen tiltak på Dam Storevatnet N

Alternativ B:

- Magasinet senkes med ca. 4 meter.
- En stor del av den eksisterende dammen rives og det bygges en liten terskel i betong ved det nye utløpet av magasinet.
- Dam Storevatnet S og Storevatnet N beholdes slik de er i dag

Alternativ C:

- Vassdragsanlegget legges ned.
- Store deler av den eksisterende dammen rives og magasinet føres tilbake til sin opprinnelige størrelse.
- Vannstanden vil ligge omtrent på nivå som det har gjort siden vinteren 2023 som er 5,5-6,0 meter lavere enn tidligere vannstand.
- Dam Storevatnet S og Storevatnet N beholdes slik de er i dag

Se vedlagte tegninger for detaljer.

3.1 Vannhåndtering og nytt tappearrangement

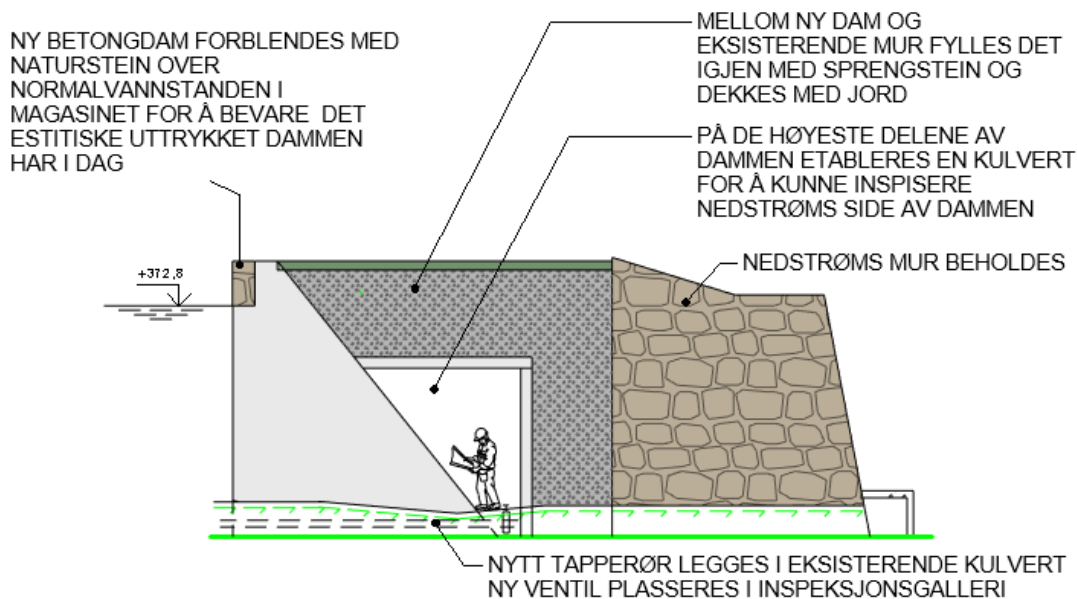
Vannhåndtering forutsettes at kan håndteres ved å ta hull i dammen hvor denne er høyest i en kort periode hvor det er god kontroll på tilsig og ekstra sikkerhet kan legges inn ved å tappe magasinet på forhånd.

Her kan det også brukes pumper for å senke magasinet ekstra mye i forkant for å ha bedre tid på å rive dammen i dypløpet.

Ved alternativ A kan det være aktuelt å kun bruke kulverten under den gamle dammen til vannhåndtering om denne kan åpnes uten å rive dammen. Dette vurderes nærmere om alternativet blir valgt. Da kan en større del av den gamle dammen beholdes, og en unngår å måtte bygge deler av den opp igjen.

3.2 Alternativ A

Tiltaket forutsetter at vannstanden beholdes i stor grad som den er i dag. Det er nødvendig å senke vannstanden med ca. 0,3 meter for å kunne avlede en dimensjonerende flom uten å få overtopping av dammen. Dette er forklart nærmere i konseptvalgutredningen.



Figur 3-1 Viser hvordan det bygges en ny massivdam på oppstrøms side av eksisterende nedstrøms mur..

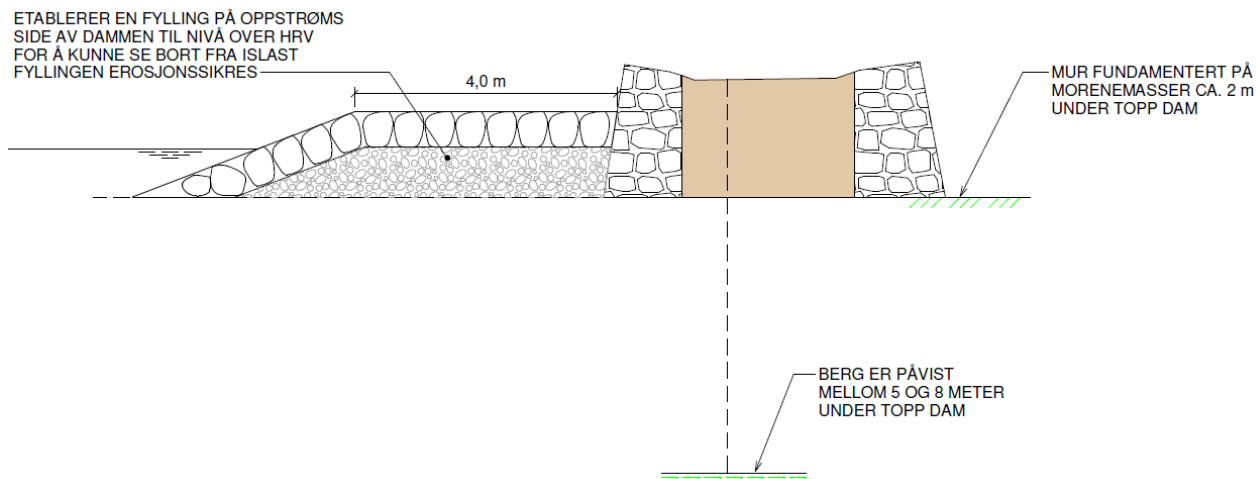
På hoveddammen gjøres følgende tiltak:

- Eksisterende oppstrøms mur og torvtetting rives
- Nedstrøms mur forsøkes beholdt i så stor grad som mulig
- Ny massivdam etableres på oppstrøms side av nedstrøms mur.
- Nytt bunntapperør etableres hvor dagens bunntapperør er
- Det lages et inspeksjonsgalleri langs nedstrøms side av ny massivdam
- Det fylles tilbake mellom ny og gammel dam.
- Over normal vannstand forblendes den nye massivdammen med naturstein.

Dam Storevatnet S forsterkes med ny oppstrøms fylling for å stabilisere oppstrøms mur ved nedtappet magasin og for å redusere islasten mot nedstrøms mur. Se figur 3-2.

Det gjøres ingen konstruktive tiltak på Dam Storevatnet N.

Se også vedlagte tegninger for flere detaljer.

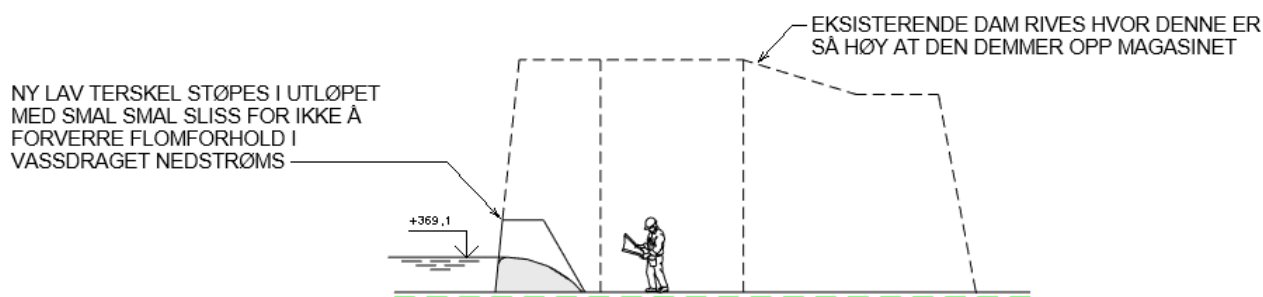


Figur 3-2 Prinsipsnitt av ny oppstrøms fylling ved Dam Storevatnet S

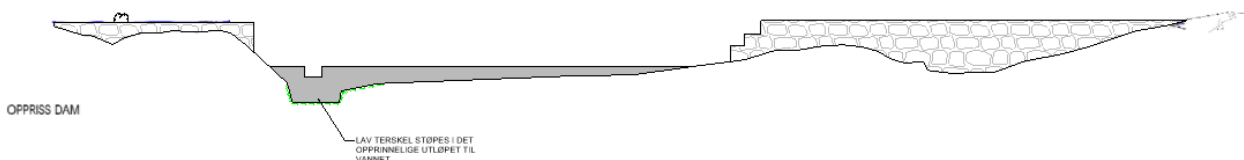
3.3 Alternativ B

Alternativet innebærer å senke vannstanden med ca. 4 meter. Dette gjøres for å redusere kostnaden på tiltaket, men beholde en noe høyere vannstand enn en fullstendig nedlegging av vassdragsanlegget.

Ved alternativ B rives alle deler av den eksisterende dammen som er med på å demme opp magasinet ved en vannstand 4 meter under HRV + flom.



Ved å gjøre dette vil ikke de gamle murene lenger ha funksjon som dam og trenger derfor ikke tilfredsstille damsikkerhetsforskriften. Dam Storevatnet S og Dam Storevatnet N blir også tørrlagt og kan bli stående. De kan derfor bli stående med mer moderate reparasjoner. De må i alle tilfeller ha god nok sikkerhet for publikum som skal bevege seg over og under murene.



Figur 3-3 Prinsipp oppriss nedstrøms dam. Lav terskel med utløp i vannets opprinnelige utløp

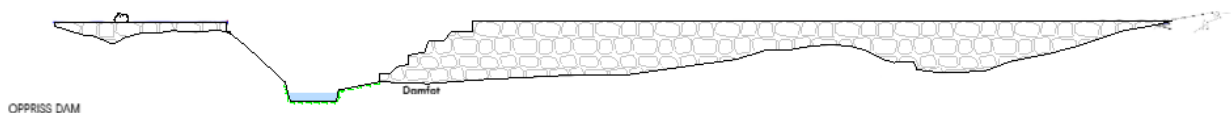
Tilstand og forslag til tiltak på murene er beskrevet i vedlagt «Geoteknisk vurdering av oppstrøms murer».

3.4 Alternativ C

Dette alternativet innebærer å legge ned vassdragsanlegget og føre vannet permanent tilbake til opprinnelig størrelse slik det så ut før det ble etablert dammer i området. Vannstanden vil da ligge 5,5-6,0 meter lavere enn vannstanden før nedtapping. Dette er omtrent det nivået som magasinet har etablert seg på ved senking som ble gjennomført vinteren 2022/2023.

I forhold til alternativ B vil en kunne beholde mer av de eksisterende murene, men vannet vil etablere seg på et noe lavere nivå. Dam Storevatnet S og Dam Storevatnet N blir også tørrlagt og kan bli stående

Ingen av de gamle murene vil etter dette ha status som et vassdragsanlegg og vil ikke være underlagt damsikkerhetsforskriften. Om murene beholdes må de allikevel følges opp for at sikkerhet for 3. person som kan oppholde seg oppå eller ved siden av murene blir ivarettatt.



Figur 3-4 Prinsipp oppriss nedstrøms dam. Utløp ved dagens tappeløp

4 Kostnadsestimat

4.1 Kostnader for anleggsarbeider ved dammene

Under følger kostnadsestimater for de forskjellige alternativene.

- Alternativ A: Ny massivdam i betong. Moderat senking av vannstand. Forsterkning av Dam Storevatnet S. Forsterkning og bygging av ny anleggsvei for transport av betong.
- Alternativ A.h: Ny massivdam i betong. Moderat senking av vannstand. Forsterkning av Dam Storevatnet S. Forutsetter frakt av betong, armering og forskaling med helikopter.
- Alternativ B: Senke magasin ca. 4 meter. Ny overløpsterskel og riving av en stor del av den gamle hoveddammen.
- Alternativ C: Nedlegging av vassdragsanlegget. 5,5-6 meter senking. Fjerning av en stor del av den gamle hoveddammen.

Kostnadene for arbeidene er basert på erfaringspriser fra tilsvarende anlegg og NVEs kostnadsestimat for vannkraftverk justert for prisstigning til 2023 priser.

Kostnadsestimat for de forskjellige alternativene er oppsummert i tabellen under. For mer detaljert kostnadsestimat, se vedlegg 2.

*Tabell 5 Estimerte byggekostnader i millioner NOK for de forskjellige alternativene. *Se kapittel 4.2.1 for forklaring av post 9.0.*

Post	Beskrivelse	Alternativ			
		A	A.h	B	C
1.0	Rigg og drift av byggeplass	6.5	6.5	1.2	0.4
2.0	Grunnarbeider og riving ved dam	1.4	1.4	0.5	0.5
3.0	Betongarbeider	8.9	19.2	1.0	0.0
4.0	Landskapsarbeider	0.8	0.8	0.5	0.5
5.0	Nytt tappearrangement	1.6	1.6	0.0	0.0
6.0	Instrumentering og sikkerhet	0.4	0.4	0.4	0.3
7.0	Byggherrekostnader	2.9	2.9	0.5	0.2
8.0	Uspesifisert og uforutsette kostnader	3.4	4.9	0.6	0.3
9.0	Forsterkning og bygging av vei opp til anlegget*	32.0			
	Estimert byggekostnad i millioner NOK	57.9	37.8	4.6	2.1

4.2 Adkomst og transport med kostnadsvurderinger

4.2.1 Utbedre eksisterende vei og bygging av ny vei

I forbindelse med forprosjekt for tiltak på Dam Storediket ble det gjort en egen vurdering av veialternativer for å etablere en anleggsvei frem til dammen som er god nok til å transportere alt nødvendig utstyr og materialer for å gjennomføre arbeidene.

Etablering av vei vil også være nødvendig ved Storevatnet om det skal fraktes opp store mengder materialer med lastebil og betongbil.

Kostnad for å utbedre og bygge ny vei opp til Dam Storediket ble i 2020 anslått til mellom 22 og 30 millioner kroner. Basert på kostnadene i de utredningene antas det at det kreves ca. 1 million ekstra for utbedring av veien videre til Dam Storevatnet. Med en prisstigning fra 2020 til 2023 anslås det en samlet kostnad på 27 til 36 millioner for oppgradering av veien frem til Storevatnet. Her er ikke kostnadene fordelt mellom prosjektet ved Storediket og Storevatnet.

4.2.2 *Helikoptertransport*

Det er gjort en vurdering av kostnader med forutsetning om at alle materialer som trengs for å utføre ombyggingen av dammen flys inn med helikopter. Alternativet med helikoptertransport er undersøkt for å se på kostnaden med å rehabilitere dammen uten å bygge ny adkomstvei. Det forutsettes at personell og det meste av utstyret kan benytte eksisterende veier for å komme seg frem til dammen, men at betong, armering og forskaling flys inn med helikopter.

I kostnadsestimatet er det alternativ A.h og B som er beregnet med bruk av helikopter.

5 Landskapsvurderinger

Alternativ A vil i stor grad beholde landskapet rundt vannet som det har vært frem til senkingen av magasinet i 2023. De største naturinngrepene ved alternativ A er om en velger å bygge ny anleggsvei opp for å frakte betong.



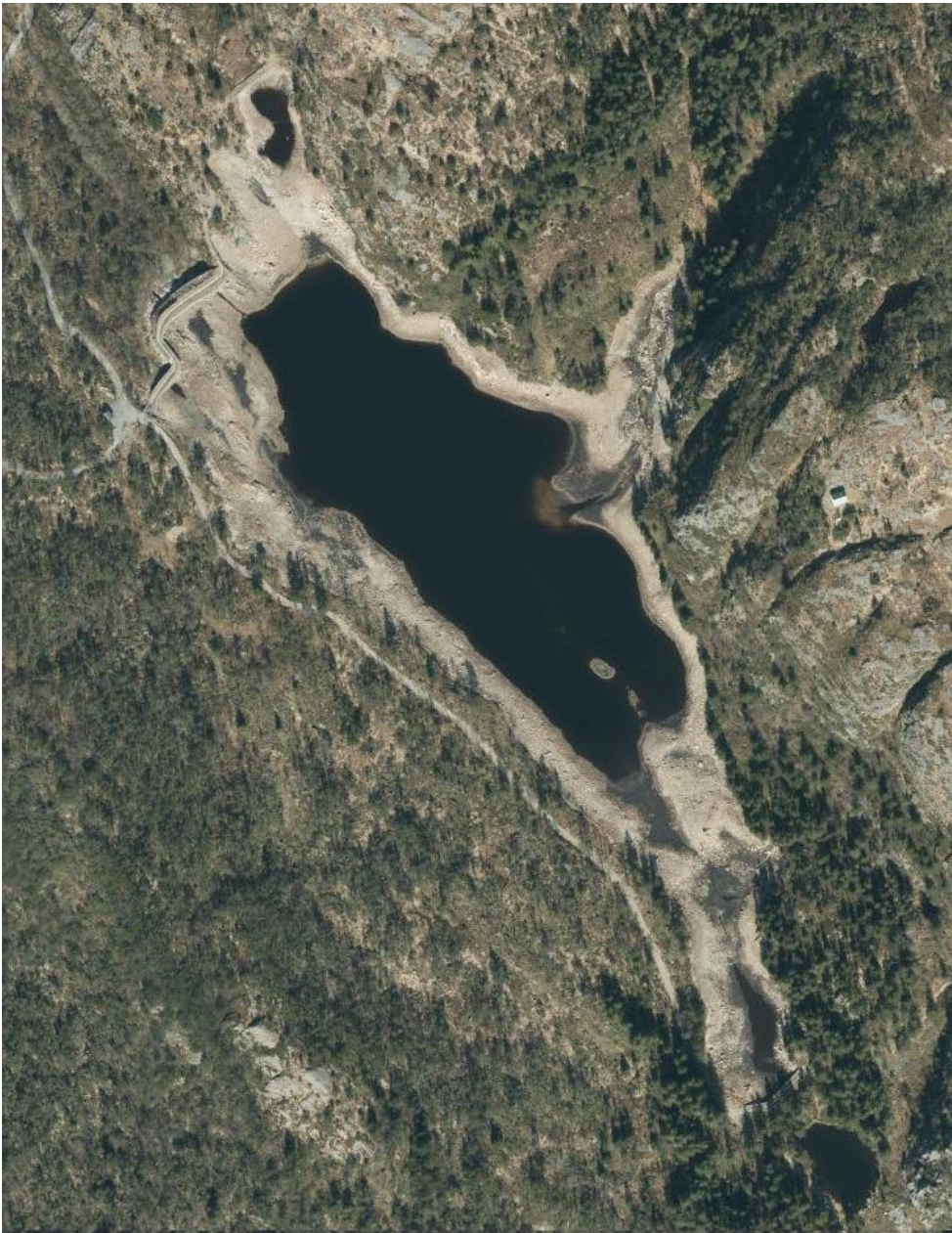
Figur 5-1 Flyfoto av vannet før nedtapping

Alternativ B og C vil senke vannstanden i magasinet permanent og gjøre vannet mindre. Det vil ikke lenger være mulig å bade fra de gamle murene.

Etter at magasinet ble tappet ned er det blitt klart at magasinet har lite humusholdige masser på bunnen. Områder som tidligere har ligget under vann og som nå er synlige består i stor grad av stein og berg. Det vil

ta tid før det vil etablere seg vegetasjon i disse områdene, men etter hvert vil det gro til på samme måte som områdene rundt. Torvmasser fra dammen som graves bort kan eventuelt brukes til å lage en noe bedre grobunn for vegetasjon i noen av områdene rundt vannet.

Bildene under viser flyfoto av situasjonen slik den er i dag med nedtappet magasin ca. 5,5 m under HRV, samt et flyfoto hvor det er illustrert omtrent hvor vannstanden vil etablere seg ved 4 meter senking av HRV.



Figur 5-2 Flyfoto av vannet nedtappet. Ved nedleggelse av vassdraget er det omtrent på dette nivået vannet vil etablere seg.



Figur 5-3 Flyfoto med illustrasjon av omtrentlig størrelse på vannet med 4 meter senking av vannstanden

6 Naturmangfold

I forbindelse med forprosjektet er det gjort en overordnet vurdering av påvirkningene for miljø/biologisk mangfold ved nedleggelse av vassdragsanlegget som beskrevet i alternativ C. Se vedlegg 7 for detaljer rundt disse vurderingene. Merk at alternativ C.1 som er omtalt i rapporten er tatt ut av forprosjektet. Alternativ C.2 i rapporten om naturmangfold er nå kun omtalt som alternativ C i forprosjektet.

Ettersom det ikke er noen biologiske undersøkelser av utløpsbekken og innløpsbekkene til Storevatnet går det ikke å avgjøre hvor de viktigste gyte- og oppvekstområdene til ørreten i Storevatnet er lokalisert. Det ser ut til at det er fri vandringsmulighet fra innsjøen til utløpsbekk, slik at det ikke kan utelukkes at deler av utløpsbekken kan ha funksjon som gyte- og oppvekstområde (selv om innløpsbekker ofte er mer typiske gytebekker enn utløpsbekk). Dette blir imidlertid kun spekulasjoner siden det ikke foreligger tilstrekkelig informasjon fra området.

Et nytt utløp med en betongterskel som foreslått i alternativ A og B vil etablere et menneskeskapt vandringshinder. Det vil i prinsippet forverre den biologiske tilstanden for vassdraget, da man vil bryte konektiviteten mellom innsjø og utløpsbekk. Om det er ønske om å gå videre med alternativ med ny betongterskel bør fiskevandring i utløpet utredes og konsekvensene av terskelen og dens utforming må vurderes.

7 Klimagassberegninger

Beregningsverktøyet VegLCA (mellomfaseverktøy) er benyttet for innledende klimagassberegninger. Verktøyet beregner klimagassutslipp knyttet til materialbruk, anleggsarbeid og arealbeslag, og fordeler klimagassutslippet på materialproduksjon og utbygging.

Beregninger viser at de forskjellige alternativene vil føre til utslipp som vist i tabellen under.

Se vedlegg 6 for detaljert beskrivelse av disse beregningene.

Beskrivelse	Alternativ				Enhet
	A	A.h	B	C	
Materialproduksjon, utbygging og arealbeslag	Ca. 600	Ca. 600	Ca. 120	Ca. 100	tonn CO ₂ -ekv.
Etablering av ny anleggsvei	Ca. 1000				tonn CO ₂ -ekv.
Transport av materialer med helikopter		Ca. 500	Ca. 30		tonn CO ₂ -ekv.
Sum av utslipp	Ca. 1600	Ca. 1100	Ca. 150	Ca. 100	tonn CO₂-ekv.

Rapporten ble utarbeidet i en tidligere fase av forprosjektet hvor alternativ A var delt opp i versjon 1, 2 og 3. Versjon 2 og 3 er nå tatt ut av forprosjektet. Alternativ A.1 i klimagassberegningene tilsvarer alternativ A i det oppdaterte forprosjektet med kun mindre endringer som ikke gir utslag av betydning på utslippene.

Alternativ B har fått et redusert betongforbruk fra 120 til 45 m³. Dette har redusert utslippene med ca. 20 tonn CO₂-ekv. for materialproduksjon og 20 tonn CO₂-ekv. for transport med helikopter.

For etablering av ny anleggsvei er nå utslipp ikke fordelt mellom Dam Storevatnet og Dam Storediket da det nå er bestemt at Dam Storediket skal legges ned og det ikke trengs ny anleggsvei opp for å forsterke den dammen.

8 Sammenligning av alternativer

Her sammenlignes de forskjellige alternativene som er vurdert i forprosjektet. Fordeler og ulemper med de forskjellige alternativene belyses.

Alle alternativene for ombygging som er beskrevet i denne rapporten vil tilfredsstille kravene til damsikkerhet når disse er ferdig prosjektert og godkjent av NVE.

Alternativene vil ha forskjellig påvirkning på området, vannet og eksisterende damkonstruksjoner. Det er også store forskjeller i estimerte kostnader og klimagassutslipp. Oppdragsgiver må velge hvilket alternativ som gir det beste forholdet mellom kostnad og nytteverdi for deres ansvarsområde.

Storevatnet er ikke en del av vannforsyningen til Bergen Vann.

Se Tabell 8-1 for sammenligning av alternativene.

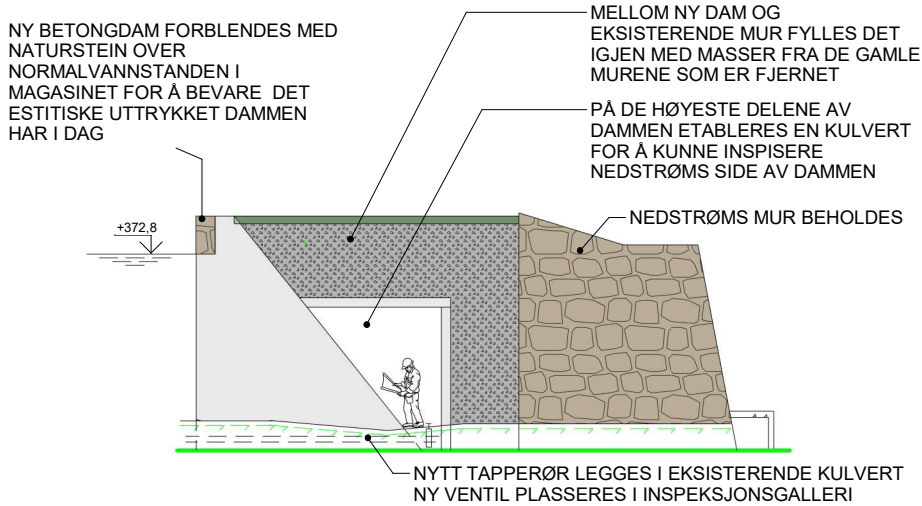
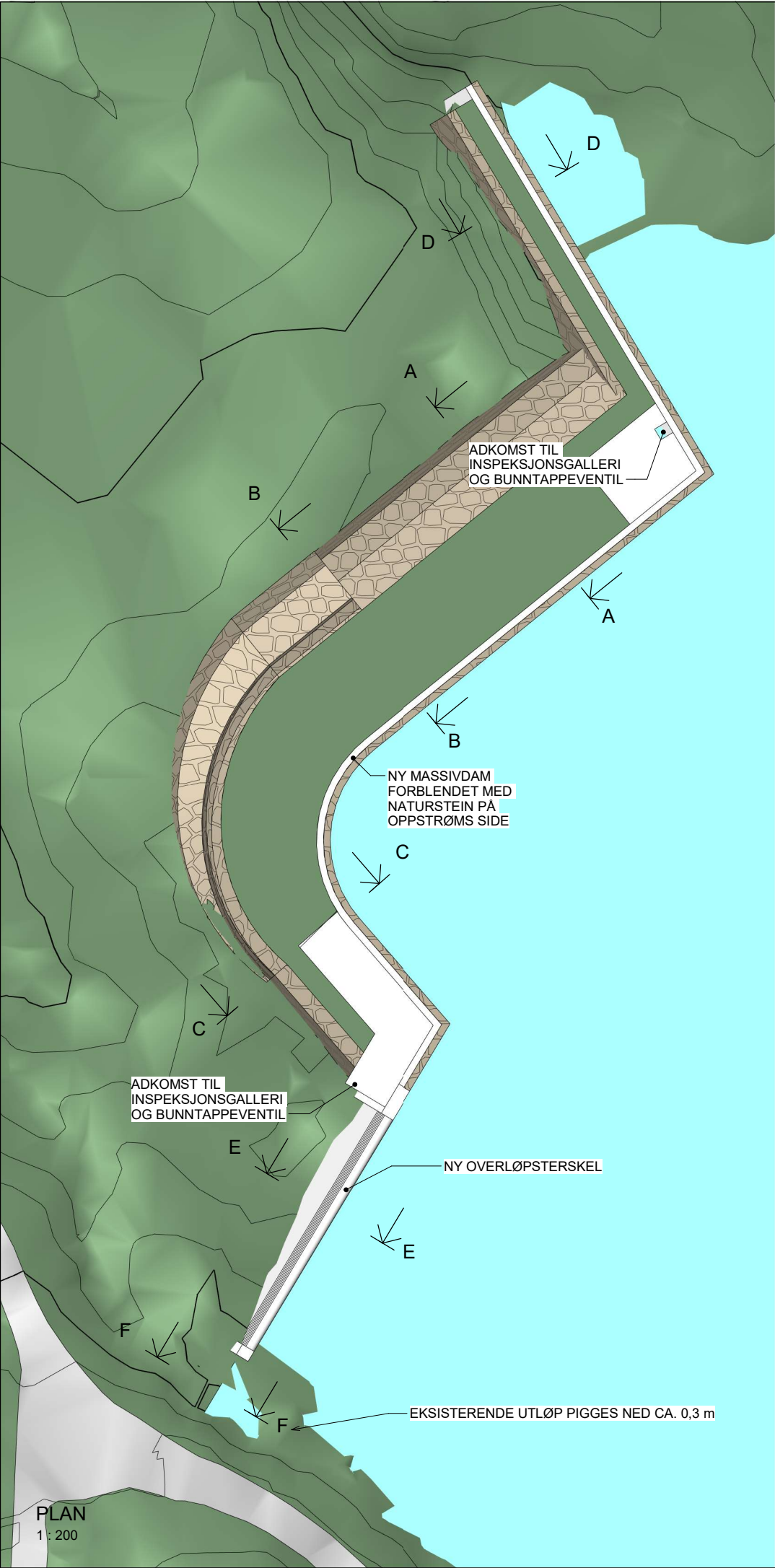
Tabell 8-1 Sammenligning av alternativer

Alternativ	Fordeler	Ulemper	Kostnadsestimat og utslipp
Alternativ A: Ny massivdam i betong. Moderat senking av vannstand. Opprusting og bygging av ny anleggsvei opp til Storevatnet.	1. 2. 3. 4. 5. Beholder vannstanden omtrent uendret. Dammen kan brukes til rekreasjon. Beholder i stor grad det visuelle uttrykket dammen har i dag. Vil sannsynligvis ikke kreve konsesjonssøknad. Beholder store deler av nedstrøms mur som kulturminne God sikkerhet mht. fremtidige revurderinger og eventuelle endringer i beregningsmetode av murdammer. En massivdam er en monolittisk konstruksjon hvor det ikke kan stilles spørsmål til dens virkemåte.	1. 2. 3. 4. 5. Det dyreste alternativet Opprusting og nybygging av anleggsvei vil kreve store inngrep. Store klimagassutslipp i forhold til de andre tiltakene. Ingen forbedring av den økologiske tilstanden til vassdraget. Mulig dårligere mht. fisk i utløpsbekken. Vil kreve fremtidig tilsyn og vedlikehold som et vassdragsanlegg	Ca. 57,9 millioner kroner Ca. 1600 tonn CO₂-ekvivalenter
Alternativ A.h: Ny massivdam i betong. Moderat senking av vannstand. Bruk av helikopter for frakt av materialer	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. Beholder vannstanden omtrent uendret Rimeligere enn alternativ A Mindre klimagassutslipp enn alternativ A Beholder i stor grad det visuelle uttrykket dammen har i dag. Vil sannsynligvis ikke kreve konsesjonssøknad. Beholder store deler av nedstrøms mur som kulturminne Mindre naturinngrep da man ikke ruster opp og bygger ny anleggsvei.	1. 2. 3. 4. Fremdeles en stor kostnad i forhold til alternativ B og C Fremdeles store utslipp i forhold til alternativ B og C Ingen forbedring av den økologiske tilstanden til vassdraget. Mulig dårligere mht. fisk i utløpsbekken. Vil kreve fremtidig tilsyn og vedlikehold som et vassdragsanlegg	Ca. 37,8 millioner kroner Ca. 1100 tonn CO₂-ekvivalenter
Alternativ B: Senke magasin med 4 meter. Ny overløpsterskel. Rive deler av den gamle murdammen.	1. 2. 3. 4. Vesentlig rimeligere enn alternativ A og A.h Vesentlig mindre utslipp enn alternativ A og A.h. Beholder et noe større vannspeil enn ved nedlegging Unngår krav til beredskapsmessig tapping om terskelen får en bruddkonsekvensklasse 2 eller lavere.	1. 2. 3. 4. 5. 6. Senker vannstanden og lager en randsone rundt vannet hvor det vil ta tid før ny vegetasjon etablerer seg som dagens situasjon. Vil kreve konsesjonssøknad Ingen forbedring av den økologiske tilstanden til vassdraget. Mulig dårligere mht. fisk i utløpsbekken. Dyrere enn alternativ C Større klimagassutslipp enn alternativ C Vil kreve fremtidig tilsyn og vedlikehold som et vassdragsanlegg	Ca. 4,6 millioner kroner Ca. 150 tonn CO₂-ekvivalenter
Alternativ C: Senker magasinet med 5,5-6,0 meter. Reetablerer et naturlig utløp av vannet. River en mindre del av den gamle murdammen.	1. 2. 3. 4. 5. Rimeligste alternativ. Alternativet med lavest klimagassutslipp. Alternativet som bevarer mest av den gamle muren som et kulturminne. Unngår fremtidig tilsyn og vedlikehold iht. damsikkerhetsforskriften Kan forbedre den økologiske tilstanden til vassdraget.	1. 2. Senker vannstanden lenger ned enn alternativ B og lager en randsone rundt vannet hvor det vil ta tid før ny vegetasjon etablerer seg som dagens situasjon Vil kreve konsesjonssøknad	Ca. 2,1 millioner kroner Ca. 100 tonn CO₂-ekvivalenter

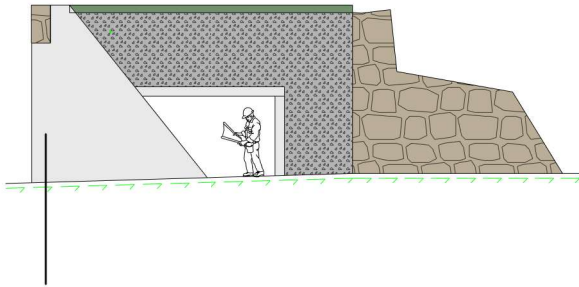
9 Vedlegg

1. Tegninger
2. Kostnadsestimat
3. Adkomstveg (Rapport ifm. forprosjekt ved Dam Storediket)
4. Geoteknisk rapport
5. Dykkerinspeksjon
6. Innledende klimagassberegninger
7. Miljøvurdering ved nedlegging
8. Tappearrangement
9. Prøvegraving ved Dam Storevatnet S
10. Geoteknisk vurdering av oppstrøms murer

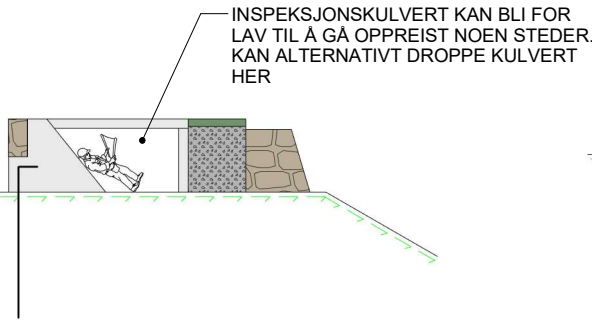
Vedlegg 1 – Tegninger



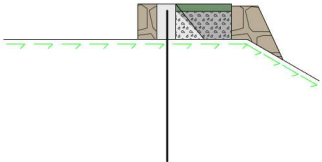
SNITT A
1 : 100



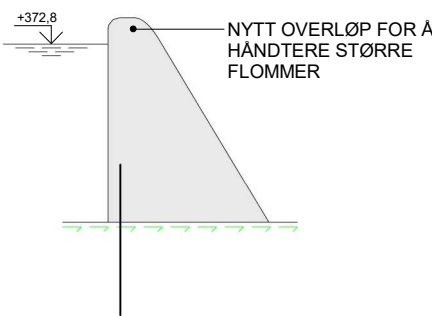
SNITT B
1 : 100



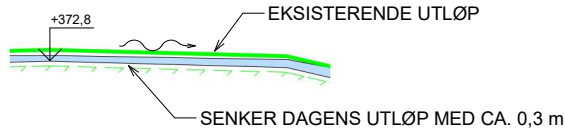
SNITT C
1 : 100



SNITT D
1 : 100



SNITT E
1 : 100

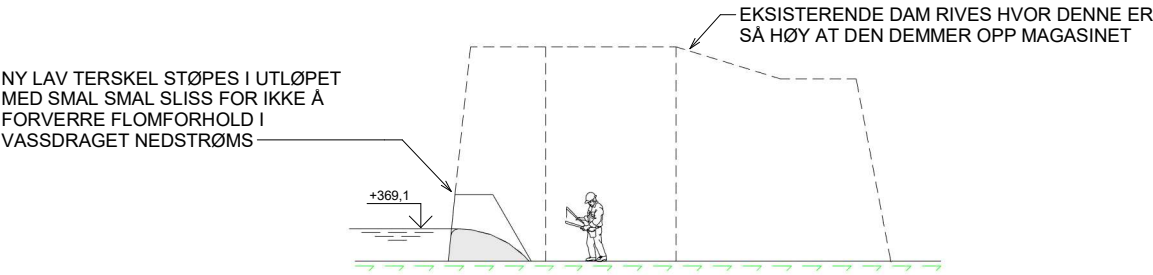


SNITT F
1 : 100

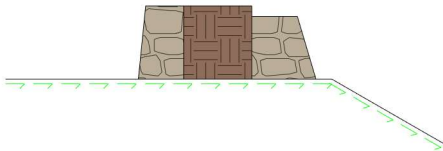


Tegningsnummer	Revisjon
B-1A	J03

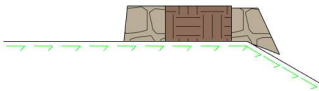
J03	2024-05-14	Fjernet bro over overløp	HAMSK	THOFIS	HAMSK
J02	2024-01-31	Revidert forprosjekt. 4 meter senking	HAMSK	OLDAH	HAMSK
J01	2021-12-17	Forprosjekt	HAMSK	OLDAH	HAMSK
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget 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 utstrøkning enn formålet tilsier.					
BERGEN KOMMUNE					Målestokk (gjelder A1)
					SOM VIST
DAMMER STOREVATNET - FORPROSJEKT					
DAM STOREVATNET					
ALTERNATIV FOR OMBYGGING					
ALTERNATIV A					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		52102359	B-1A	J03	



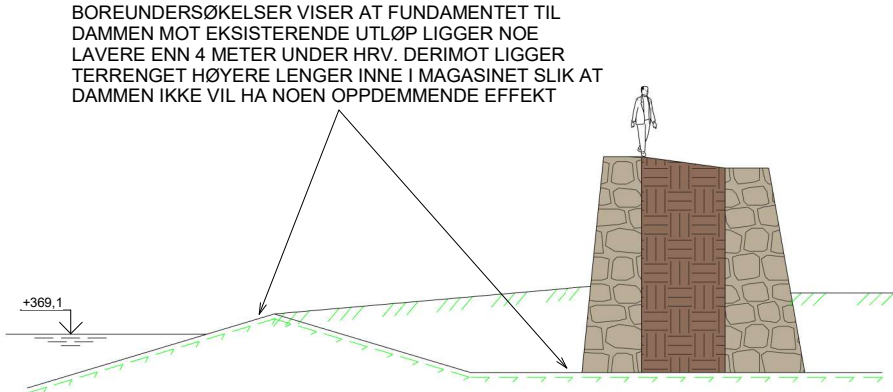
SNITT A
1 : 100



SNITT C
1 : 100

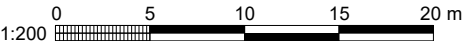
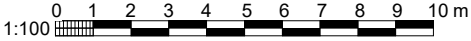


SNITT D
1 : 100



SNITT E
1 : 100

Tegningsnummer	Revisjon
B-1B	J02



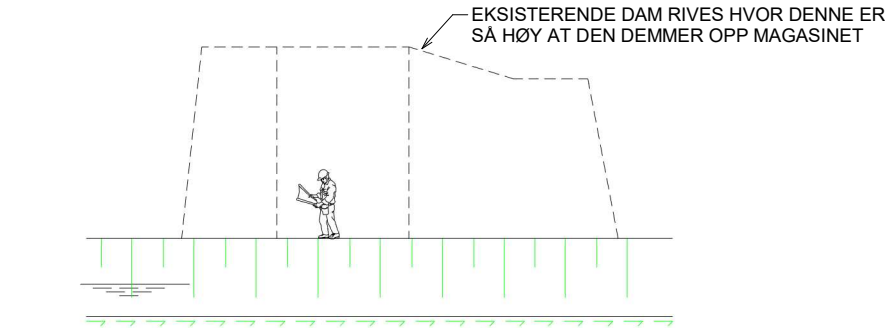
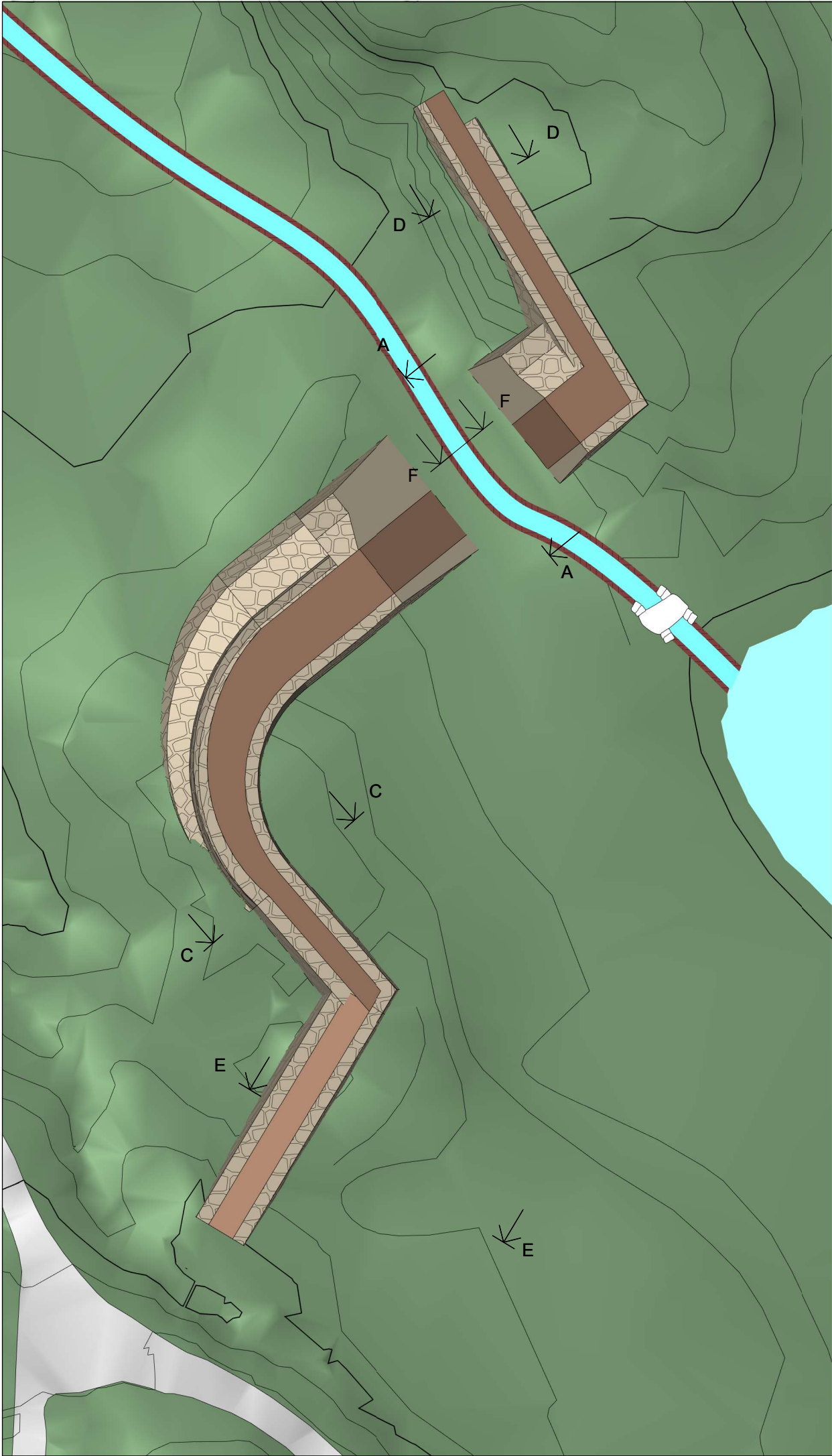
J02	2024-01-31	Revidert forprosjekt. 4 meter senking	HAMSK	OLDAH	HAMSK
J01	2021-12-17	Forprosjekt	HAMSK	OLDAH	HAMSK
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

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.

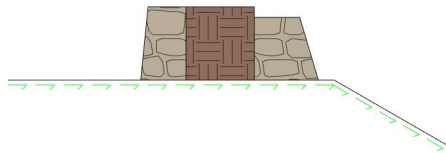
BERGEN KOMMUNE				Målestokk (gjelder A1)	
				SOM VIST	

DAMMER STOREVATNET - FORPROSJEKT
DAM STOREVATNET
ALTERNATIV FOR OMBYGGING
ALTERNATIV B

Norconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
	52102359	B-1B	J02



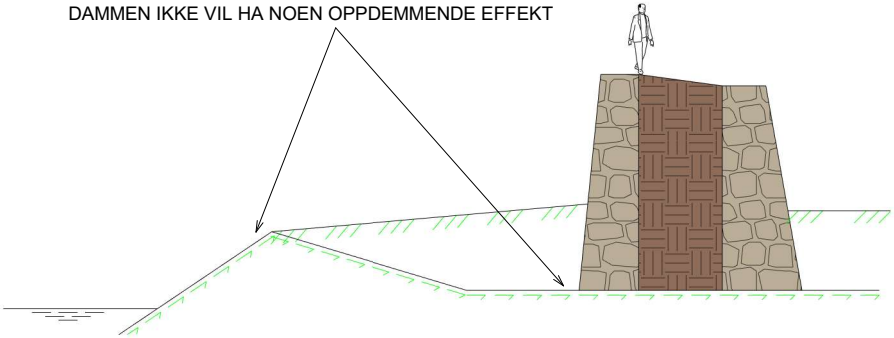
SNITT A
1 : 100



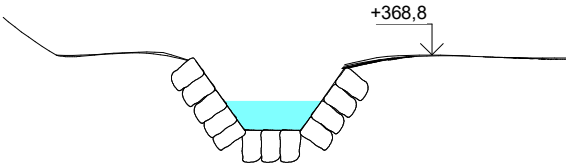
SNITT D
1 : 100

PLAN C
1 : 100

BOREUNDERSØKELSER VISER AT FUNDAMENTET TIL DAMMEN MOT EKSISTERENDE UTLØP LIGGER NOE LAVERE ENN 4 METER UNDER HRV. DERIMOT LIGGER TERRENGET HØYERE Lenger INNE I MAGASINET SLIK AT DAMMEN IKKE VIL HA NOEN OPPDEMMEDE EFFEKT



SNITT E
1 : 100



SNITT F
1 : 100

Tegningsnummer	Revisjon
B-1C	J01

J01	2024-02-23	Forprosjekt	THOFIS	HAMSK	HAMSK
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)		
BERGEN KOMMUNE				SOM VIST	
DAMMER STOREVATNET - FORPROSJEKT DAM STOREVATNET ALTERNATIV FOR OMBYGGING ALTERNATIV C					
Norconsult 		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		52102359	B-1C	J01	

Vedlegg 2 – Kostnadsestimat

Oppdragsgiver: Bergen Kommune v/Bergen Vann	Revisjon	2024-05-14	J05
Oppdragstittel: Dammer Storevatnet - Forprosjekt	Utarbeidet:	Fagkontroll:	Godkjent:
Oppdragsnummer: 52102359	HaMSk	ThoFis	HaMSk

Dammer Storevatnet - Forprosjekt

Kostandsoverslag

Alternativ A: Ny massivdam i betong. Moderat senking av vannstand. Opprusting og nybygging av vei.

Alternativ A.h: Ny massivdam i betong. Moderat senking av vannstand. Frakt av materialer med helikopter

Alternativ B: Senke magasin ca. 4 meter. Ny overløpsterskel. Frakt av materialer med helikopter

Alternativ C: Nedlegging av vassdragsanlegget. 5,5-6.0 meter senking

Post	Beskrivelse				
		A	A.h	B	C
1.0	Rigg og drift av byggeplass	6.5	6.5	1.2	0.4
2.0	Grunnarbeider og riving ved dam	1.4	1.4	0.5	0.5
3.0	Betongarbeider	8.9	19.2	1.0	0.0
4.0	Landskapsarbeider	0.8	0.8	0.5	0.5
5.0	Nytt tappearrangement	1.6	1.6	0.0	0.0
6.0	Instrumentering og sikkerhet	0.4	0.4	0.4	0.3
7.0	Byggherrekostnader	2.9	2.9	0.5	0.2
8.0	Uspesifisert og uforutsette kostnader	3.4	4.9	0.6	0.3
9.0	Forsterkning og bygging av veg opp til anlegget*	32.0			
	Estimert byggekostnad	57.9	37.8	4.6	2.1

*Se kapittel 4.2.1 i forprosjektrapporten for forklaring av post 9.0.

Oppdragsgiver: Bergen Kommune v/Bergen Vann	Revisjon	2024-05-14	J05
Oppdragstittel: Dammer Storevatnet - Forprosjekt	Utarbeidet:	Fagkontroll:	Godkjent:
Oppdragsnummer: 52102359	HaMSk	ThoFis	HaMSk

Dammer Storevatnet - Forprosjekt

Kostnadsoverslag uten bygging av ny anleggsveg

Alternativ A: Ny massivdam i betong. Moderat senking av vannstand. Opprusting og nybygging av vei.

Alternativ A.h: Ny massivdam i betong. Moderat senking av vannstand. Frakt av materialer med helikopter

Alternativ B: Senke magasin ca. 4 meter. Ny overløpsterskel. Frakt av materialer med helikopter

Alternativ C: Nedlegging av vassdragsanlegget. 5,5-6.0 meter senking

Post	Beskrivelse	A	A.h	B	C	Enhet	Pris	A	A.h	B	C
1.0	Rigg og drift av byggeplass							6,540,000	6,540,000	1,150,000	370,000
1.1	Rigg og drift av byggeplass	50%		50%	30%			6,540,000	6,540,000	1,150,000	370,000
2.0	Grunnarbeider og riving ved dam							1,405,000	1,405,000	495,000	495,000
2.1	Riving og masseflytting av eksisterende mur og torvtetting	1800	1800	1650	1650	m ³	300	540,000	540,000	495,000	495,000
2.2	Tilbakefylling av torv og stein mellom ny betongdam og gammel nedstrøms mur	750	750	0	0	m ³	300	225,000	225,000	-	-
2.3	Masseflytting nedstrøms overløp	500	500	0	0	m ³	300	150,000	150,000	-	-
2.4	Oppstrøms fylling ved Dam Storevatnet S	700	700	0	0	m ³	700	490,000	490,000	-	-
3.0	Betongarbeider							8,915,000	19,250,000	933,830	-
3.1	Fjellbolter	240	240	50	0	stk	2,500	600,000	600,000	125,000	-
3.2	Betong	1050			0	m ³	2,700	2,835,000			-
	Betong helikopter		1,050	45		m ³	10,215		10,730,000	459,675	-
3.3	Armering	37920			0	kg	26	990,000			-
	Armering helikopter		37,920	1770		kg	34		1,300,000	60,255	-
3.4	Forskaling	1,500			0	m ²	2,000	3,000,000			-
	Forskaling helikopter		1,500	70		m ²	2,270		3,410,000	158,900	-
3.5	Uspesifisert	20%	20%	20%	0%			1,490,000	3,210,000	130,000	-
4.0	Landskapsarbeider							800,000	800,000	500,000	500,000
4.1	Arrondering	1	1	1	1	RS	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000
4.4	Forblending av mur oppstrøms	120	120	0	0	m ²	2,500	300,000	300,000	-	-
5.0	Nytt tappearrangement							1,570,000	1,570,000	-	-
5.1	Ny tappeventil for beredskapsmessig tapping	1	1		-	RS	1,570,000	1,570,000	1,570,000	-	-
6.0	Instrumentering og sikkerhet							380,000	380,000	380,000	250,000
6.1	Instrumentering	1	1	1	-	RS	100,000	100,000	100,000	100,000	-
6.2	Skilting	1	1	1	-	RS	30,000	30,000	30,000	30,000	-
6.3	Bro	-	-	-	-	RS	1,000,000	-	-	-	-
6.4	Rekkverk	100	100	100	100	lm	2,500	250,000	250,000	250,000	250,000
7.0	Byggherrekostnader	15%		15%	15%			2,940,000	2,940,000	520,000	240,000
8.0	Uspesifisert og uforutsette kostnader	15%	15%	15%	15%			3,380,000	4,930,000	600,000	280,000
9.0	Forsterkning og bygging av veg opp til anlegget*							32,000,000			
	Estimert byggekostnad							57,930,000	37,815,000	4,578,830	2,135,000

Vedlegg 3 – Adkomstveg (Rapport fra forprosjekt for Dam Storediket)

Bergen kommune

► **Dam Storediket**

Adkomstveg

Oppdragsnr.: **5192890** Dokumentnr.: **R005** Versjon: **D01** Dato: **2020-09-15**



Oppdragsgiver: Bergen kommune
Oppdragsgivers kontaktperson: Siv H. Eltervaag
Rådgiver: Norconsult AS, Valkendorfsgate 6, NO-5012 Bergen
Oppdragsleder: Hans Martin Skjefstad
Fagansvarlig: Anders Jamne
Andre nøkkelpersoner: Runar Tveito

► Sammendrag

Utbedring av dam Storediket vil kreve betydelige mengder med betong og utstyr som skal transporteres opp. Dette dokumentet inneholder vurderinger av utbedring av eksisterende veg og bygging av ny veg til dam Storediket. Det er en trasé som er vurdert i denne omgang, i samråd med ønske fra Bergen kommune.

Vegen er delt opp i 3 delstrekninger. Den første fra Skansemyren til Fløyen (asfaltert veg), den neste fra Fløyen til Brushytten (grusveg) og den siste fra Brushytten til Storediket (litt grusveg, resten uten veg).

Kostnader for utbedring av vegen og bygging av ny veg er estimert til å være mellom ca. 21 600 000 kr til 29 700 000 kr. Hva som er innarbeidet i kostnadene er forklart videre i rapporten.

D01	2020-09-15	For godkjenning hos oppdragsgiver	RuTve	AEJ	HaMSk
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.

Innhold

1	Intro	4
2	Delstrekning 1	5
3	Delstrekning 2	13
4	Delstrekning 3	18

1 Introduksjon

Tirsdag 16. juni ble det gjennomført en befaring for å se på adkomstveg til Storediket i forbindelse med oppgradering av demningen.

Deltagere var Runar Tveito (NO, vegplanlegger), Anders Jamne (NO, vegplanlegger), Hans Martin Skjefstad (NO, oppdragsleder) og prosjektleder Siv H. Eltervaag (Bergen Kommune).

Det er tidligere (13.05.2020) gjennomført en befaring av Bergen kommune, og denne rapporten bygger på befaringsnotat (18.05.2020) fra denne.

Vegen som ble befart går fra Skansemyren, via Fløyen og Brushytten, til Storediket. Denne strekningen er delt opp i 3 delstrekninger. Skansemyren – Fløyen, Fløyen – Brushytten og Brushytten – Storediket. Det er ikke befart noen alternative traséer utover dette.

Pr i dag er vegen stengt med bom ved Skansemyren, og det er dermed lite trafikk på vegen. Oppgradering av demningen vil kreve en betydelig større trafikkmengde på vegen. Denne rapporten har vurdert punkter og strekninger hvor det mulig kan oppstå problemer med transport til demningen. Det er vurdert og foreslått utbedringer med kostnad, omfang av arbeidet og prioritet i forhold til hvor kritisk punktet/strekningen er.

I anleggsperioden bør det være en jevnlig overvåkning av de kritiske punktene på vegen. På den måten kan eventuelle skader på vegen fanges opp før skaden blir så stor at vegen må stenges for reparasjoner.

Det er estimert at det er behov for opptil 3000 m³ med betong til rehabiliteringen av demningen. Det tilsvarer ca. 750 betongbiler som skal kjøre tur retur, med 4 m³ betong pr. bil. I tillegg kommer alt av armering, forskaling, anleggsmaskiner, etc.

Kostnadene for vegen er estimert til å være mellom ca. 16 000 000 kr til 22 000 000 kr. Denne prisen inkluderer materialer til arbeidet inkludert tilkjøring, utstyr og mannskap til å gjennomføre arbeidet, samt eventuell kontroll av kritiske punkter i anleggstiden.

Byggherrekostnaden antas å ligge på ca. 15 % av kostnaden til byggingen av vegen som blir ca. 2 400 000 kr til 3 300 000 kr. Rigg og drift antas til å ligge på 20 % av kostnaden til byggingen av vegen som blir ca. 3 200 000 kr til 4 400 000 kr. Totalsummen for vegprosjektet blir da ca. 21 600 000 kr til 29 700 000 kr.

Det er knyttet stor usikkerhet til kostnader, og da spesielt tilkjøring av masser. Dermed må prisene for arbeidet kun sees på som veiledende.

Kostnadene fordeler seg over de forskjellige delstrekningene som dette:

Delstrekning 1: 535 000 kr til 1 000 000 kr

Delstrekning 2: 600 000 kr til 875 000 kr

Delstrekning 3: 15 000 000 kr til 20 000 000 kr

2 Delstrekning 1

Skansemyren – Fløyen (lengde ca. 1500 m)

Vegen strekker seg fra bom ved Skansemyren til Fløyplatået i bakkant av Fløybanen. Her er det ingen alternative strekninger som vurderes. Eier av vegen er Bergen kommune v/ veidriftsseksjonen

Det er en asfaltert veg med til tider stor trafikk av myke trafikanter. Vegen brukes også for kjørende til Fløyen (restaurant, barnehager, etc.) og mot andre steder innover bak Fløyplatået.

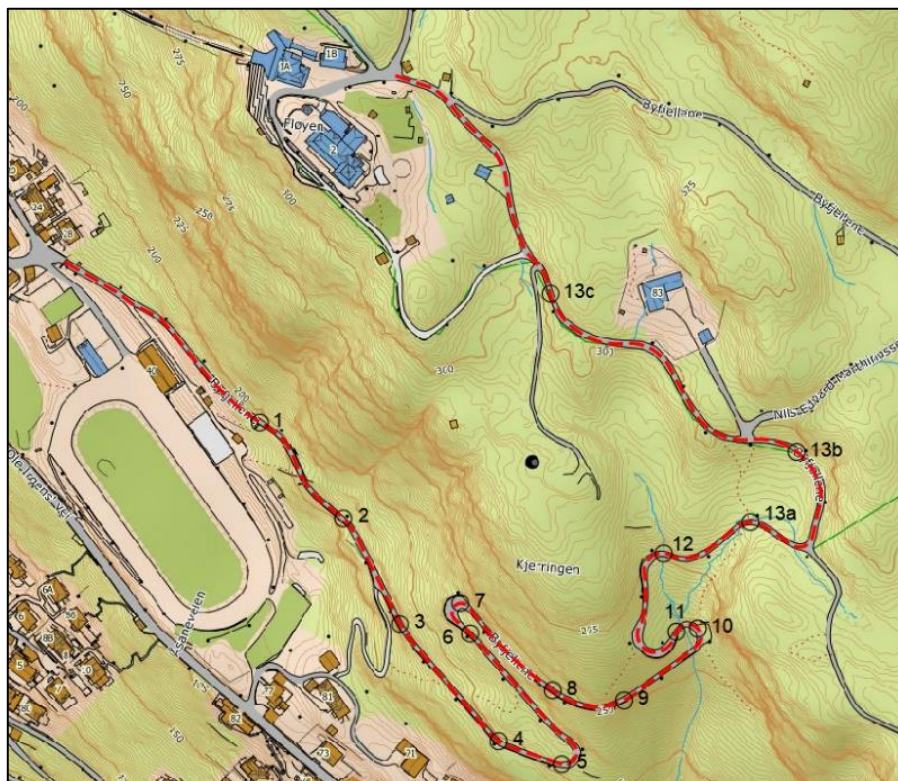
Erfaringer fra tidligere prosjekt har vist at det har blitt kjørt opp en 140 tonns kranbil, med manøvrering i krappe svinger. Denne kranbilen hadde 4 akslinger med stiv bakaksling. Betongbiler har kjørt opp halvfull (ca. 4 m³) pga. akseltrykk (10 tonn) og helning (for å unngå at betong renner ut bak).

Vegen fra Skansemyren og opp til Fløyen er smal, men tidligere prosjekt har vist at det er mulig å kjøre opp med betongbiler. Det er få muligheter for at kjøretøy kan møtes på vegen. Et tiltak for å forbedre dette er å sette tidspunkt for når det er tillatt å kjøre opp og ned vegen, som kan informeres med skilt, eller med lyssignaler. Dette bør da gjelde for all trafikk på denne strekningen.

Et annet tiltak kan være å kjøre kolonner med betongbiler med ledebil. Kolonnene bør da kjøre på faste tidspunkt som opplyses om til andre kjørende.

For å redusere antall gående på vegen i anleggsperioden bør det settes opp informasjonsskilt om at det er anleggstrafikk på vegen, og anbefale alternative ruter som Fløysvingene eller Tippetue.

Kostnadene er for delstrekning 1 er estimert til mellom 535 000 kr og 1 000 000 kr.



Figur 1: Delstrekning 1 med punkt som er videre utredet.

Punkt	Beskrivelse av situasjon	Beskrivelse av tiltak	Kostnad, omfang og prioritet
1	Kisteveit. Etter tidligere erfaringer fra kjøring med tunge kjøretøy vurderes bæreevnen som ok. Vegen er smal forbi og det er skade på gjerde på oppsiden av vegen.	Kisteveiten bør kontrolleres jevnlig for å sikre at den holder. Kan markeres med skilt for å hindre kjøring for tett på vegkanten.	Kostnad: 10 000 kr til 15 000 kr. Omfang: Lite Prioritet: Lav
			
2	Kisteveit. Etter tidligere erfaringer fra kjøring med tunge kjøretøy vurderes bæreevnen som ok. Mangler gjerde/rekkverk på oppsiden av vegen.	Kisteveiten bør kontrolleres jevnlig for å sikre at den holder. Kan markeres med skilt for å hindre kjøring for tett på vegkanten. Gjerde er ikke nødvendig mht. tungtrafikk.	Kostnad: 10 000 kr til 15 000 kr Omfang: Lite Prioritet: Lav
			

3	Vegen har langsgående setningsskader. Betongkant på nedsiden av vegen henger ut over natursteinsmuren som vegen er bygget på.	Her er det to alternative tiltak: 1: Rehabiliterer muren. Vegen stenges i en lengre periode mens muren rehabiliteres. 2: Vegen forsterkes. Asfalten freses, vegen rettes ut, legges geonett og ny asfaltering. Dette alternativet anbefales.	Prioritet: Høy Alternativ 1: Kostnad: Høy Omfang: Stort Alternativ 2: Kostnad: 75 000 kr til 150 000 kr Omfang: Lite
			
4	Vegen har langsgående setningsskader. Betongkant på nedsiden av vegen henger ut over natursteinsmuren som vegen er bygget på.	Her er det to alternative tiltak: 1: Rehabiliterer muren. Vegen stenges i en lengre periode mens muren rehabiliteres. 2: Vegen forsterkes. Asfalten freses, vegen rettes ut, legges geonett og reasfalteres. Dette alternativet anbefales.	Prioritet: Høy Alternativ 1: Kostnad: Høy Omfang: Stort Alternativ 2: Kostnad: 75 000 kr til 150 000 kr Omfang: Lite
			

5	Betongkant langs vegen i yttersving har sprukket på to punkter.	Monterer stålbeslag over sprekken i muren. Gjennomgående bolter.	Kostnad: 20 000 kr til 30 000 kr Omfang: Lite Prioritet: Høy
			
6	Vegkant har fått skader av snarveg/sti for gående.	Støpe betongrappo/trapp som gir en kantforsterkning på muren. Ikke plass til videreføring av gjerde og betongkant. Før dette tiltaket gjennomføres bør det gjøre en estetisk vurdering.	Kostnad: 75 000 kr til 150 000 kr Omfang: Lite Prioritet: Lav
			

7	Asfaltdekket har sprukket opp i innersving.	Vegen jevnes ut, gruses og asfalteres i innersving	Kostnad: 50 000 kr til 75 000 kr Omfang: Lite Prioritet: Middels
			
8	Vegen har setningsskader og betongkant har sprukket.	Vegen forsterkes. Asfalten freses, vegen rettes ut, legges geonett og reasfalteres.	Kostnad: 75 000 kr til 150 000 kr Omfang: Lite Prioritet: Høy
			

9	Vegen har setningsskader og betongkant har sprukket.	Vegen forsterkes. Asfalten freses, vegen rettes ut, legges geonett og reasfalteres.	Kostnad: 75 000 kr til 150 000 kr Omfang: Lite Prioritet: Høy
			
10	Steinmuren på oppsiden av vegen raser ut pga. snarveg/sti for gående.	Steinmuren bygges opp igjen.	Kostnad: 25 000 kr til 40 000 kr Omfang: Middels Prioritet: Lav. Dette punktet er ikke nødvendig for å få frem tungtrafikk. Kun estetisk.
			

11	Smal veg gjennom en krapp sving. Lastebiler kommer seg forbi her i dag.	Det er ikke behov for tiltak på dette punktet.	
			
12	Smalt parti gjennom krapp sving over en bro. Lastebiler kommer seg forbi her i dag. Like etter bro er det trerekkverk på nedsiden av vegen. Utforkjøringsfaren antas som liten.	Det er ikke behov for tiltak på dette punktet.	
			

13a	Vegen har blitt forsterket i 2017, men asfalten har begynt å knekke av langs kanten.	Det er ikke behov for tiltak på dette punktet.	
			
13b	Kisteveit. Etter tidligere erfaringer fra kjøring med tunge kjøretøy vurderes bæreevnen som ok. Det er vasket ut litt masser.	Kisteveiten bør kontrolleres jevnlig for å sikre at den holder. Bør forbedres med en stripe asfaltmasse langs kanten.	Kostnad: 30 000 kr til 50 000 kr Omfang: Lav Prioritet: Middels
	 		
13c	Asfalt på vegkanten sprekker opp. Ligger en del asfaltbiter i grøften. Gjelder på flere steder langs vegen i det øvre partiet.	Grøften renskes og ny asfalt legges i innersvingen.	Kostnad: 15 000 kr til 25 000 kr Omfang: Lite Prioritet: Middels
	 		

3 Delstrekning 2

Fløyen – Brushytten (lengde ca. 1700 m)

Vegen strekker seg fra Fløyplatået i bakkant av Fløybanen til start av Skogmester Mos vei ved Brushytten. Her er det ingen alternative strekninger som vurderes. Eier av vegen er Bergens Skog- og Træplantingsselskap.

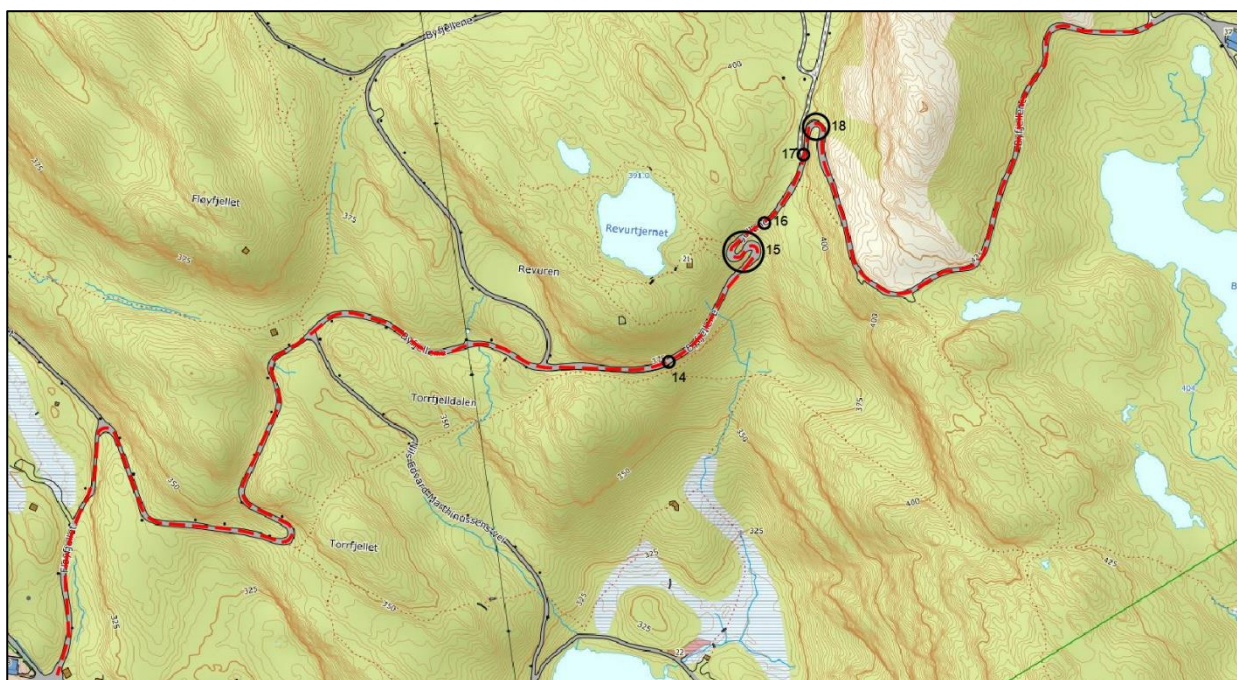
Dette er en grusveg med stort sett fint grusdekke, men det er stadig behov for påfyll av grus. Spesielt i svinger og bratte partier. Vegen brukes som tilkomst til Brushytten og Rundemannen, samt noe annen trafikk. Bredden på vegen er grei, men det er en utfordring med møtende trafikk. Ettersom trafikkmengden er mindre på denne vegen enn delstrekning 1, vurderes dette som mindre problematisk.

Styrken på vegen er ikke kjent, men den er ikke bygget for tungtransport. Noen steder er det spor av større steiner som presser seg opp gjennom vegkroppen. Bæreevnen til kisteveiter er ikke kjent.

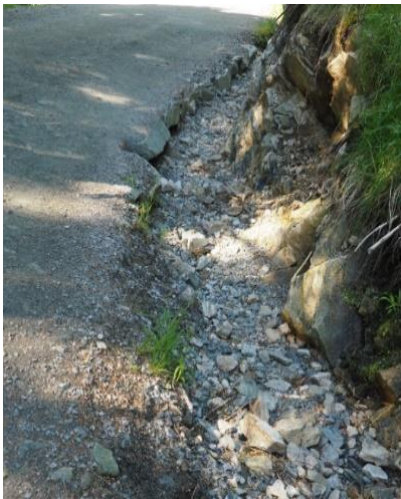
Det bør vurderes asfaltering på flere steder, og da spesielt i svinger og bratte bakker.

Før anleggstrafikken starter må standard på vegen dokumenteres, for at den i etterkant av arbeidet kan settes tilbake til opprinnelig stand.

Kostnadene for delstrekning 2 er estimert til mellom 600 000 kr til 875 000 kr.



Figur 2: Delstrekning 2 med punkt som er videre utredet.

Punkt	Beskrivelse av situasjon	Beskrivelse av tiltak	Kostnad, omfang og prioritet
Flere steder	Større steiner stikker opp av vegen.	Det bør fylles på med pukk og grus for å hindre at steinene stikker for langt opp ved slitasje på vegen. Ideelt burde de største steinene fjernes med maskin, og fylt på med velgradert masse.	Kostnad: 40 000 kr til 55 000 kr Omfang: Middels Prioritet: Middels
			
Flere steder	Grøfter med utvasking av veg.	Grøfterensk og forsterking av vegkanten må vurderes for hele strekningen.	Kostnad: 20 000 kr til 25 000 kr Omfang: Middels Prioritet: Høy
	 		

14	Ikke vurdert dette som et kritisk punkt på befaring, men BK har kommentert «en forskyving for øvre steinskift i mur, med mulig behov for kantforsterkning».		
			
15	Krappe svinger i bakke. Grusdekket er slites fort og det må ofte fylles på med ny grus. Med mye tungtrafikk vil dette slites enda mer og bli et mulig problem.	Vegen kan midlertidig asfalteres gjennom svingene. Mengde ca. 350 m ² for hele strekket. Kan bli stilt krav om å fjerne asfalt etter anleggsperioden er over.	Kostnad: 200 000 kr til 300 000 kr Omfang: Middels Prioritet: Høy
			

16	Vegkanten er slitt som følge av sti/snarveg for gående som kommer inn fra siden.	Det bør bygges en mur for å holde vegen intakt, og helst legge til rette for at gående kan bruke stien uten å slite på vegkanten.	Kostnad: 60 000 kr til 110 000 kr Omfang: Lite Prioritet: Middels
			
17	Smalt parti i forkant av u-sving. Usikker styrke på mur på venstre side.	Alternativt kan vegen utvides ved å ta vekk fjell på høyre side av vegen. Dette vil minske belastningen på muren	Kostnad: 130 000 kr til 200 000 kr Omfang: Middels Prioritet: Middels
			

18	Smal u-sving i bratt bakke. Grusdekket er slites fort og det må ofte fylles på med ny grus. Med mye tungtrafikk vil dette slites enda mer og bli et mulig problem.	Veg kan forsterkes med asfaltdekke gjennom svingen. Mengde ca. 200 m². Kan bli stilt krav om å fjerne asfalt etter anleggsperioden er over. I tillegg kan det fjernes masser fra vegen i svingen og øvre del av svingen for å få et større tverrfall og en mindre brå overgang.	Kostnad: 150 000 kr til 185 000 kr Omfang: Middels Prioritet: Høy
			

4 Delstrekning 3

Brushytten – Storediket (lengde ca. 1100 m)

Strekningen begynner ved start av Skogmester Mos vei ved Brushytten og avsluttes ved riggområde for arbeidene ved demningen til Storediket. Bergens Skog- og Træplantingsselskap eier skog ved ny trasé, mens Bergen kommune v/ etat for idrett er ansvarlig for lysløypen.

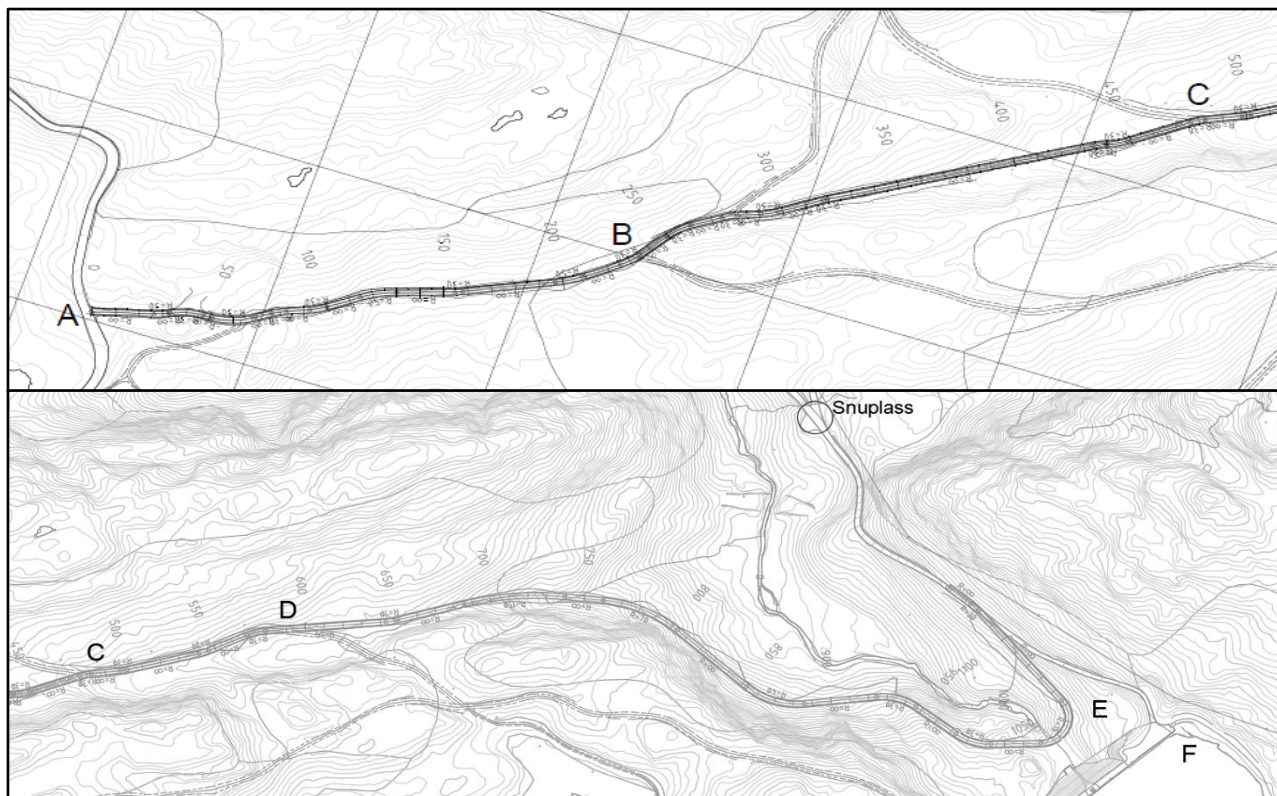
Det er utarbeidet et hovedalternativ for ny veg til riggplass (E) og evt. ny fangdam (F), som er vist på vedlagte C-tegninger (C020 og C021). Dette alternativet følger Midtre Stemmedalen og er delt inn i flere delstrekninger. Denne strekningen følger en grusveg (ca. 400 m), går gjennom myr (ca. 200 m) og går gjennom uberørt skog (ca. 500 m).

Størrelsen på maskinene som kan brukes til å utføre tiltakene og bygge ny veg på dette delstrekket er begrenset av fremkommelighet på vegen på delstrekning 1 og 2, fra Skansemyren til Brushytten. Det må også tilføres betydelig med masser for utbedringer og bygging av ny veg som også må bruke denne vegen.

Den nye vegen som skal bygges er et stort tiltak, og det kan bety at en planprosess må gjennomføres. Spesielt med tanke på naturinngrep og bygging i nærhet til kulturminne.

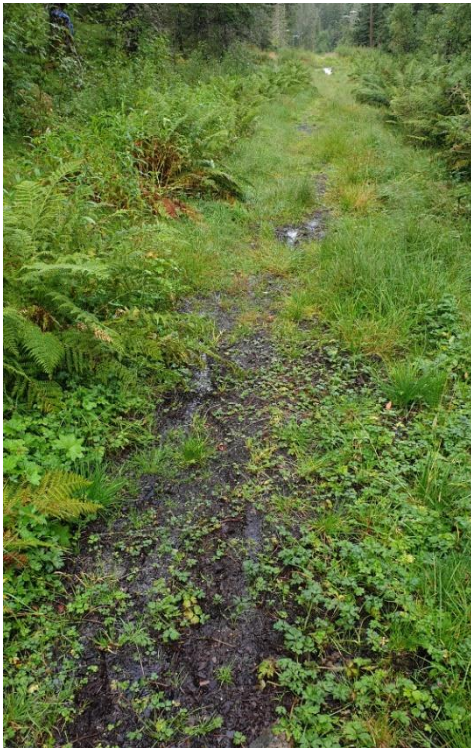
Det er også vurdert noen alternative traséer til hovedalternativet. Disse traséene har god geometri, men er etter videre utredninger midlertidig faslet ut som følge av kostnad, kompleksitet og kulturverdi.

Kostnadene for delstrekning 3 er estimert til mellom 15 000 000 kr til 20 000 000 kr.

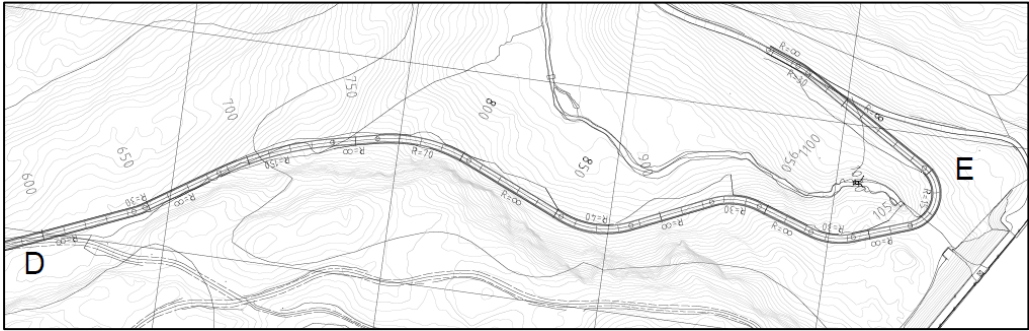


Figur 3: Hovedalternativ for trasé til Storediket.

Strekning	Beskrivelse av strekning	Tiltak	Kostnad og kompleksitet
A – B	Lengde ca. 230 meter. Her er det etablert en smal grusveg/lysløype. Styrken på denne vegen er ikke kjent, både med tanke på styrke til vegkroppen og hvilke masser vegen ligger på. I starten av delstrekningen er det en større plass som kan nyttes som oppstillingsplass for betongbiler. Langs vegen går det en strømkabel i luftspenn som er begrensende på høyde på en kortere strekning.	Styrken på vegen må sannsynligvis forbedres. Det må påberegnes breddeutvidelse/kantforsterking. Strømkabel i luftspenn må flyttes/heves.	Kostnad: 250 000 kr til 300 000 kr Kompleksitet: Enkel
	  		

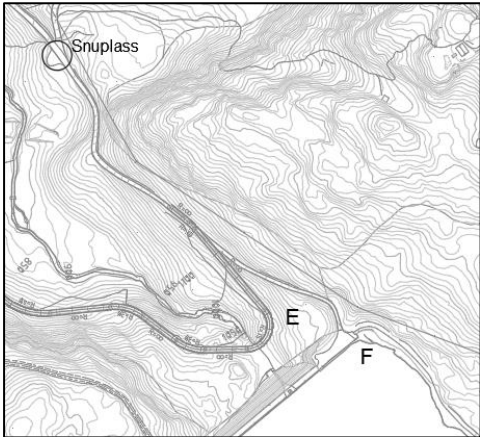
B – C	Lengde ca. 250 meter. Nesten hele denne strekningen går i et dalsøkk med myr i dalbunnen, hvor det er etablert en skogsveg/lysløype. Terrengformene kan tyde på at myren er dyp. Mye overflatevann renner gjennom dalsøkket. Myren er bløt.	Det må bygges om en kjøresterk veg som også fungerer i svake/våte perioder. Det er knyttet usikkerhet til hvor dyp myren er og hvor mye masser som må fjernes og tilføres. Må påberegne utstrakt bruk av geonett og geoduk. Metoden er å fjerne masser fra toppen av myren, legge ut steinpute i geotekstil, legge ut et lag geonett i toppen og legge pukk på toppen. Ingen bonitering er utført, derfor er denne strekningen veldig usikker. Det bør utføres en prøvegraving før endelig trasévalg tas.	Kostnad: 750 000 kr til 1 120 000 kr Kompleksitet: Høy og usikker
	  		

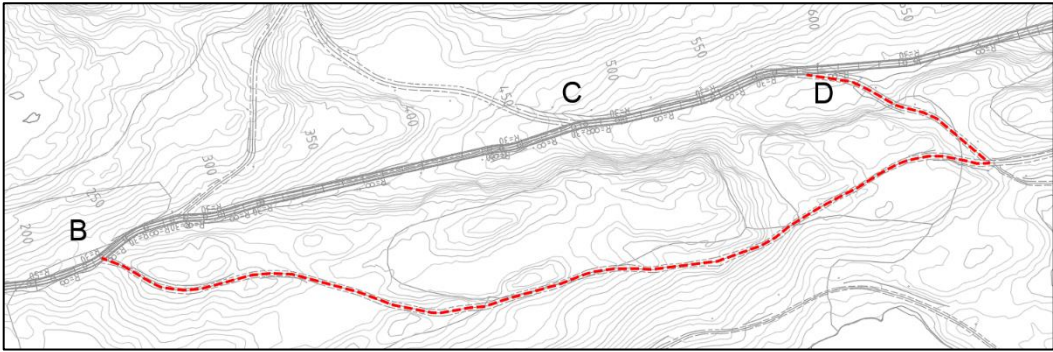
C – D	Lengde ca. 120 meter. Denne strekningen går videre i dalsøkket som fortsetter fra strekning B-C. Her er det en grusveg som er bygget nylig. Vi har ikke dokumentasjon på utførelsen av denne. Det ble observert geonett og geoduk under grusen på vegkantene. Vegen er litt smal for tyngre kjøretøy.	Det må påberegnes breddeutvidelse og kantforsterkning. Bæreevnen til vegen må også kontrolleres ettersom grunnforholdene er usikre.	Kostnad: 250 000 kr til 350 000 kr Kompleksitet: Enkel

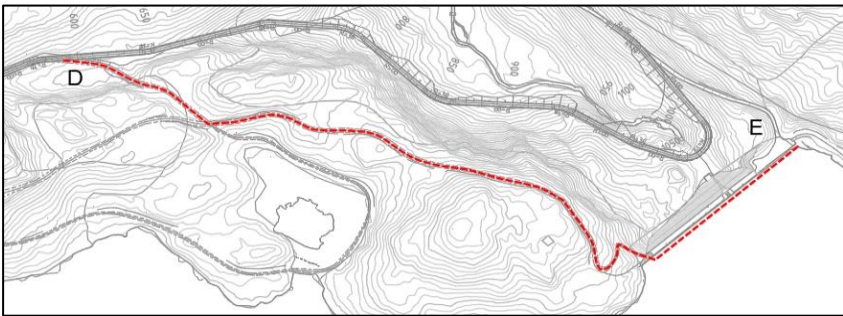
D – E	Lengde ca. 450 meter. På denne strekningen er det i dag ingen veg, men dalføret den følger er en god rute inn mot riggområdet nedenfor demningen. De første ca. 200 meterne av vegen går over en myrete dalbunn. Stigningen på denne vegen vil være mellom 14 og 15 prosent, beregnet ut fra kartgrunnlaget. Dette er innenfor kravet til landbruksveg. De neste ca. 250 meterne går gjennom tett skog, langs et fjell, ned i dalføret mot foten av demningen. Skogbunnen består delvis av steinur og delvis av vegetasjonsdekke. Her er det usikkerhet knyttet til nøyaktigheten på kartgrunnlaget. Skogen består av store grantrær og har en naturverdi. På de siste meterne av vegen skal utløpet fra demningen krysses. Her renner vannet i en kulvert som strekker seg fra demningen og et stykke nedover i dalen.	For de første 200 meterne vil det være behov for å fjerne og tilføre masser for å opprette en kjøresterk veg. De neste 250 meterne gjennom skogen: Her må vegen legges etter terrenget for å få minst mulig inngrep i terrenget. Det må fjernes og tilføres mye masser for å bygge vegen. I tillegg må faren for steinsprang/ras fra fjellet i overkant vurderes. Foreløpig vurdering tilsier at det ikke er et stort problem. Kulverten som bekken fra demningen renner gjennom, har usikker styrke. Før vegen legges over her må styrken sjekkes. Eventuelt må det legges en plate for å fordele lastene fra vegen. Det kan i etterkant av anleggsarbeidet stilles krav om at vegen fjernes og at ny skog må plantes. Dette vil bety en betydelig økning av kostnad.	Kostnad: 13 000 000 kr til 17 000 000 kr Kompleksitet: Middels
			

D - E



E – F	Denne strekningen sørger for tilkomst til toppen av demningen, og videre ned til området hvor ny fangdam skal bygges. Det må bygges ny veg fra riggområdet og opp til eksisterende turveg til Storediket. Eksisterende turveg er smal, og det er en del steiner som stikker opp av vegen. Vernestatus på denne vegen er ikke kjent.	Den eksisterende turvegen må utvides og det bør legges ut mer grus. Tilkomsten fra den nye vegen gjør at bilene må rygge opp mot demningen. Dette er ikke en anbefalt løsning. Da bør trafikken kjøre ca. 170 meter ned turvegen og snu i vendehammeren som er bygget der. Dermed bør eksisterende veg oppgraderes for hele dette stekket.	Kostnad: 750 000 kr til 1 000 000 kr Kompleksitet: Middels
	   		

Alternative traséer Faset ut inntil videre.			
Strekning	Beskrivelse av strekning	Tiltak	Kostnad/kompleksitet
B – D Alternativ Strekning.	Lengde ca. 500 meter. Denne strekningen går høyere i terrenget på en eksisterende smal grusveg med elementer som har kulturhistorisk verdi. Denne vegen fremstår som en veg med bedre bæreevne enn vegen som ligger i dalbunnen med tanke på grunnforhold. Siste del av strekningen til punkt D går gjennom 2 krappe svinger og ned en kort men bratt bakke. Denne er ikke fremkommelig for større kjøretøy. Alternativt kan den siste delen mot punkt D sløyfes og kobles mot «Alternativ strekning D – E».	Det er kun behov for mindre utbedringer i bredden på noen punkter. Siste del av strekningen til punkt D vil kreve store inngrep for å tilrettelegge for store kjøretøy. Den bratte bakken må slakes ut og begge svingene må utvides betydelig. Dette vurderes som et inngrep som er uforholdsmessig dyrt og vil bli et stort inngrep i terrenget.	Kostnad: 15 000 000 kr til 20 000 000 kr Kompleksitet: Høy
 			

D – E Alternativ Strekning.	Lengde ca. 600 meter. Denne strekningen følger en eksisterende smal grusveg som ender opp på sørsiden av demningen. Vegen starter med en kort men bratt bakke. Denne bakken må slakes ut for at betongbiler skal kunne kjøre opp. Ved å benytte alternativ strekning B-D, vil det ikke være behov for å gjøre noe med denne bakken. Deretter fortsetter vegen i ca. 350 meter. Denne ligger høyt i terrenget på en eksisterende smal grusveg med elementer som har kulturhistorisk verdi. Etter denne delen svinger vegen seg bratt ned til demningen. Her slutter grusvegen og går over til å bli en smalere grussti, uten nok bredde til at lastebil kan kjøre ned. Riggområdet er planlagt på motsatt side av dammen enn slutt punktet på vegen. Det er ikke mulig å krysse over demningen med store kjøretøy.	Den bratte bakken kan slakes ut ved å fylle opp med masser i bunn av bakken. Denne neste delen må kun utbedres i bredden på de smaleste punktene. For å komme seg ned bakken til demningen med lastebil må det gjøres store og dyre inngrep som kan påvirke den kulturhistoriske verdien til vegen. Det er mulig å tappe ned vannet og lage en fylling i vannet på baksiden av dammen. Det er knyttet mye usikkerhet til denne løsningen, med både dybdeforhold og gjennomførbarhet. Det gjør at dette ikke er et alternativ som anbefales.	Kostnad: 25 000 000 kr til 30 000 000 kr Kompleksitet: Høy
	  		

Vedlegg 4 – Geoteknisk rapport

RAPPORT

Grunnundersøkelser dammer Storevatnet

OPPDRAKSGIVER

Bergen Bydrift AS

EMNE

Geotekniske grunnundersøkelser

Datarapport

DATO / REVISJON: 18. oktober 2021 / 00

DOKUMENTKODE: 10228205-RIG-RAP-001



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Tredjepart har ikke rett til å anvende rapporten eller deler av denne uten Multiconsults skriftlige samtykke.

Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAAG	Grunnundersøkelser dammer Storevatnet	DOKUMENTKODE	10228205-RIG-RAP-001
EMNE	Geotekniske grunnundersøkelser - Datarapport	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Bergen Bydrift AS	OPPDRAAGSLEDER	Sveinung Tveito
KONTAKTPERSON	Christian Rørtveit Teig	UTARBEIDET AV	Fredrik Rochmann
KOORDINATER	SONE: UTM32 ØST: 298523 NORD: 6702915	ANSVARLIG ENHET	10233011 Geoteknikk Vest
GNR./BNR./SNR.	168 / 3 / / Bergen kommune		

SAMMENDRAG

Foreliggende rapport presenterer resultater fra utførte grunnundersøkelser for ved Storevatnet i Bergen kommune. Formålet med de geotekniske grunnundersøkelsene er å kartlegge løsmasser i damkjernene, samt dybde til fjell.

Boreprogrammet er utarbeidet av Norconsult, mens felt- og laboratorieundersøkelsene er utført av Multiconsult. Grunnundersøkelsene besto av følgende omfang:

- 11 totalsonderinger
- 3 prøveserier (Ø54 mm sylindere)

Det er utført grunnundersøkelser ved to forskjellige demninger nord og sør for Storevatnet.

I nord (sonderingspunkt 1 – 7) varierer dybden til antatt berg mellom ca. 1,6 til 5,8 m. Grunnforholdene består av løst lagret torv med enkelte steinsjikt. Torvlaget strekker seg hovedsakelig til antatt berg, men enkelte sonderingspunkt viser et noe fastere lag av antatt sand, grus og stein over berg.

I sør (sonderingspunkt 8 – 11) varierer dybden til antatt berg mellom ca. 5,3 til 8,3 m. Også her består grunnforholdene av løst lagret torv, men det er noe større mektighet på det fastere bunnlaget av antatt sand, grus og stein.

00	14.10.2021	Klar til utsendelse	Fredrik Rochmann	Sveinung Tveito	Sveinung Tveito
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHold

1	Innledning	5
1.1	Formål og bakgrunn	5
1.2	Utførelse	5
1.3	Kvalitetssikring og standardkrav	5
1.4	Innhold og bruk av rapporten	5
2	Områdebeskrivelse	6
2.1	Området og topografi	6
2.2	Tidligere grunnundersøkelser	6
3	Geotekniske grunnundersøkelser	7
3.1.1	Feltundersøkelser	7
3.1.2	Laboratorieundersøkelser	8
4	Grunnforholdsbeskrivelse	9
4.1	Kvartærgeologisk kart	9
4.2	Eksisterende faresoner for kvikkleireskred	9
4.3	Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser	10
4.3.1	Generelt	10
4.3.2	Dybde til berg	10
4.3.3	Løsmasser	10
4.3.4	Poretrykk og grunnvann	10
5	Geoteknisk evaluering av resultatene	11
5.1	Avvik fra standard utførelsesmetoder Det er ikke registrert avvik fra standard utførelsesmetoder	11
5.2	Viktige forutsetninger	11
5.3	Undersøkelses- og prøvekvalitet	11
5.4	Måling av poretrykk	11
5.5	Påvisning av bergnivå	11
6	Behov for supplerende grunnundersøkelser	12
7	Referanser	12

TEGNINGER

10228205-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001 - 002	Borplan
	-200-202	Geotekniske data
	-600-601	Profil A-A til Profil B-B

VEDLEGG

- A. Bilder av prøveserier: PR2, PR5, PR6

BILAG

1. Geoteknisk bilag – Feltundersøkelser
2. Geoteknisk bilag – Laboratorieundersøkelser
3. Geoteknisk bilag – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer

1 Innledning

Foreliggende rapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser ved Storevatnet i Bergen kommune.

1.1 Formål og bakgrunn

Multiconsult Norge AS er engasjert av Bergen Bydrift AS for å utføre grunnundersøkelser i tilknytning til Bergen kommunes arbeider med demningene. Formålet med de geotekniske grunnundersøkelsene er å innhente informasjon om bergnivå og løsmasser ved demningene nord og sør for Storevatnet.

1.2 Utførelse

Feltundersøkelsene ble utført av Multiconsult Norge AS i uke 37, 2021 med en borerigg av typen Geotech 505 FM. Borlederne som utførte arbeidet var Kjell-Bjarne Wergeland og Njård Nesse.

Innmåling av borpunkter ble utført av Torben Nesse. Utstyret som ble benyttet var GPS-utrustning av typen Leica CS15.

Boringens utførelse er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 1, mens oversikt over metodestandarder for utførelse er gitt i geoteknisk bilag 3.

Metodikk/prosedyre for utførelse av laboratorieundersøkelsene er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 2.

Laboratorieundersøkelsene er utført ved Multiconsult sitt geotekniske laboratorium i Bergen av laborant Njård Nesse.

1.3 Kvalitetssikring og standardkrav

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet omfatter prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2015 [1]. Feltundersøkelsene er utført iht. NS 8020-1:2016 [2] og tilgjengelige metodestandarder fra Norsk Geoteknisk Forening [3].

Laboratorieundersøkelsene er utført iht. NS 8000-serien og relevante ISO-standarder. Datarapporten er utarbeidet i henhold til NGF-melding nr. 2 [3] og krav i NS-EN-1997 (Eurokode 7) – Del 2 [4].

Oversikt over utvalgte metodestandarder er vist i geoteknisk bilag 3.

1.4 Innhold og bruk av rapporten

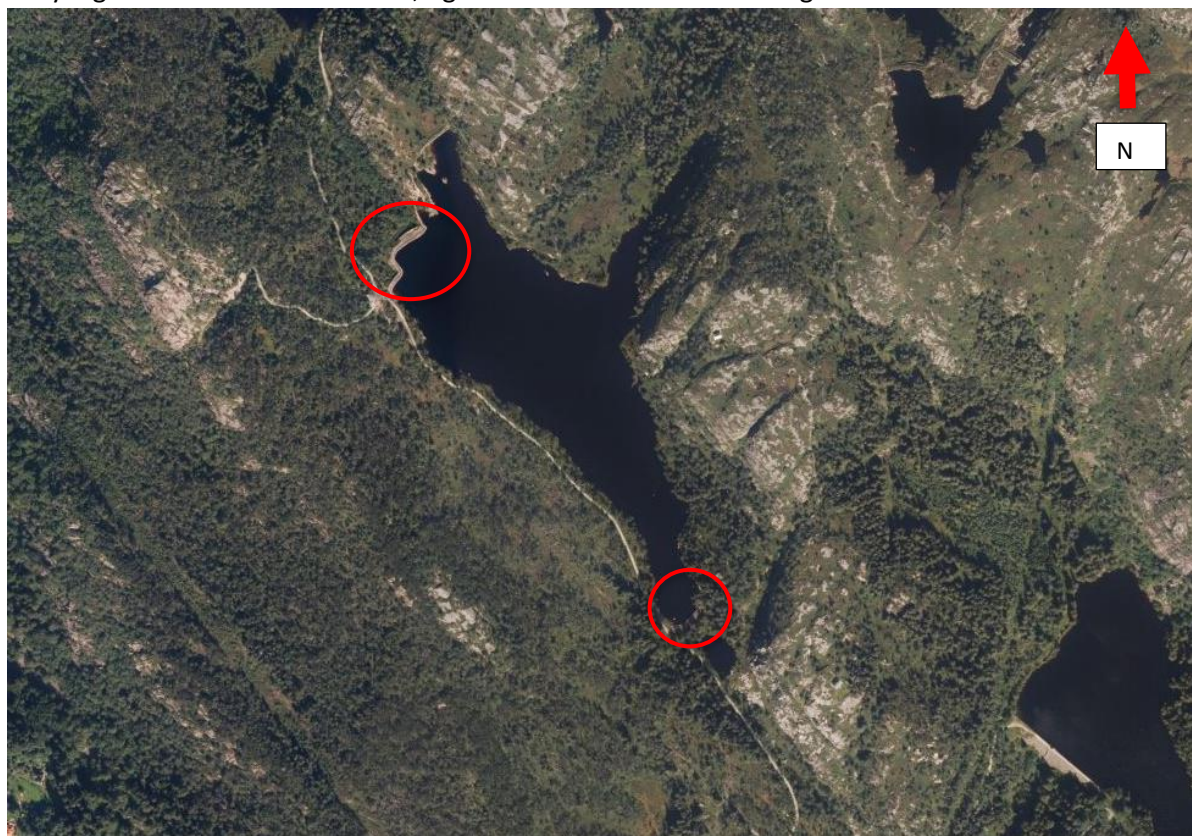
Geoteknisk datarapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser i geotekniske termer og krever geoteknisk kompetanse for videre bruk i rådgivings- og prosjekteringssammenheng. Rapporten inneholder i så måte ingen vurderinger av byggbarhet, metoder eller tiltak, og vi anbefaler at det engasjeres geoteknisk kompetanse i det videre arbeidet med prosjektet.

Geoteknisk datarapport omhandler ikke data eller vurderinger knyttet til tilstedeværelse av forurenset grunn i det undersøkte området.

2 Områdebeskrivelse

2.1 Området og topografi

Det er utført grunnundersøkelser av demninger i nordlig- og sørlig ende av Storevatnet på Sandviksfjellet, se Figur 1. Rundt vannet er det trær samt små skog- og lyngvekster. Berg i dagen er synlig flere steder rundt vannet, også like i nærheten av demningen i nord.



Figur 1: Flyfoto av området med plassering av grunnundersøkelser markert med rød sirkel www.norgeskart.no [5].

2.2 Tidligere grunnundersøkelser

Multiconsult kjenner ikke til at det er gjort grunnundersøkelser i området tidligere.

3 Geotekniske grunnundersøkelser

Nåværende geotekniske feltundersøkelser ble utført av Multiconsult Norge AS i september 2021. Borpunktene er målt inn i koordinat- og høydesystem som angitt i Tabell 1. Borpunktlisten i Tabell 2 gir en oversikt over utførte feltundersøkelser, med tilhørende koordinater og bormetode.

3.1.1 Feltundersøkelser

Tabell 1: Koordinat-/høydesystem

Høydesystem	Koordinatsystem	Sone
NN 2000	Euref 89	UTM 32

Tabell 2: Utførte feltundersøkelser

Borpunkt	Koordinater			Metode	Boret dybde			Kommentar
	Øst	Nord	Terreng		Løsmasse	Ant. Berg	Totalt	
	[m]	[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
1	6702961,4	298368,9	373,6	TOT	3,4	2,2	5,6	
2	6702970,0	298374,3	373,6	TOT, PR	5,8	2,5	8,3	
3	6702983,4	298371,1	373,6	TOT	1,9	2,2	4,1	
4	6702994,5	298367,6	373,7	TOT	2,7	2,2	4,9	
5	6703005,0	298374,3	373,7	TOT, PR	4,7	2,2	6,9	
6	6703013,9	298385,3	373,7	TOT, PR	5,3	2,4	7,7	
7	6703025,6	298397,5	373,7	TOT	1,5	2,9	4,4	
8	6702622,3	298713,7	374,1	TOT	8,3	2,6	10,9	
9	6702626,2	298719,8	374,0	TOT	7,7	1,9	9,6	
10	6702633,4	298725,6	374,0	TOT	6,4	2,6	9,0	
11	6702637,6	298729,3	374,0	TOT	5,3	2,2	7,5	

TOT=Totalsondering; PR=Prøveserie

3.1.2 Laboratorieundersøkelser

Prøveseriene ble utført med Ø54 mm sylinderprøvetaker. Prøvene er undersøkt i geoteknisk laboratorium med tanke på klassifisering og identifisering av løsmassene.

Følgende undersøkelser er gjennomført utført:

- Klassifisering av løsmassene
- Måling av vanninnhold
- Måling av densitet
- Måling av organisk innhold
- Enaksialt trykkforsøk

Resultatene fra laboratorieundersøkelsene er presentert som geoteknisk data på tegning nr. -200 – 202.

Resultater fra enaksiale trykkforsøk på torv kan variere mye fra sted til sted avhengig av omvandlingsgrad og innhold av fibre. Resultatene bør derfor ansees som veiledende.

Bilder av prøveseriene er vist i vedlegg.

Prøveresultatene kan kort oppsummeres i det følgende:

PR 2:

1,0 – 2,0 m: Løsmassene klassifiseres som torv i klasse H4 med H2 lag. Vanninnholdet er målt til $w = 419,7 \%$ og $w = 517,1 \%$. Total densitet er målt til $\rho = 0,89 \text{ g/cm}^3$. Det organiske innholdet er målt til $O_{gl}=69,1 \%$.

3,0 – 4,0 m: Løsmassene klassifiseres som torv i klasse H5. Vanninnholdet er målt til $w = 235,5 \%$ og $w = 318,3 \%$. Total densitet er målt til $\rho = 1,0 \text{ g/cm}^3$. Det organiske innholdet er målt til $O_{gl}=86,7 \%$. Udrenert skjærfasthet fra enaksialt trykkforsøk er målt til $c_{uuc} = 21,84 \text{ kN/m}^2$ ved $9,71 \%$ bruddtøyning.

PR 5:

2,0 – 3,0 m: Løsmassene klassifiseres som torv i klasse H8. Vanninnholdet er målt til $w = 68,0 \%$ og $w = 155,3 \%$. Total densitet er målt til $\rho = 1,15 \text{ g/cm}^3$. Udrenert skjærfasthet fra enaksialt trykkforsøk er målt til $c_{uuc} = 15,55 \text{ kN/m}^2$ ved $6,06 \%$ bruddtøyning.

3,0 – 4,0 m: Løsmassene klassifiseres som sandholdig torv i klasse H4. Vanninnholdet er målt til $w = 84,1 \%$ og $w = 258,2 \%$. Total densitet er målt til $\rho = 1,25 \text{ g/cm}^3$. Det organiske innholdet er målt til $O_{gl}=19,6 \%$.

PR 6:

0,0 – 1,0 m: Løsmassene betegnes som torv basert på visuell beskrivelse. Vanninnholdet er målt til $w = 124,6 \%$.

2,0 – 3,0 m: Løsmassene klassifiseres som torv i klasse H3. Vanninnholdet er målt til $w = 243,1 \%$ og $w = 508,7 \%$. Total densitet er målt til $\rho = 1,07 \text{ g/cm}^3$. Det organiske innholdet er målt til $O_{gl}= 48,1 \%$.

2,0 – 3,0 m: Løsmassene klassifiseres som sandholdig torv i klasse H7. Vanninnholdet er målt til $w = 191,8 \%$ og $w = 248,6 \%$. Total densitet er målt til $\rho = 1,15 \text{ g/cm}^3$. Det organiske

4.3 Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser

4.3.1 Generelt

Terrengnivået i borpunktene varierer mellom ca. kote 373,6 og 374,1.

Beskrivelse av usikkerhet og evaluering av resultatene fra grunnundersøkelsen er angitt i kap. 5.

4.3.2 Dybde til berg

Demning nord (sonderingspunkt 1 – 7): Dybden til antatt berg varierer mellom ca. 1,6 til 5,8 m.

Antatt bergoverflate varierer mellom kote 367,8 og 372,1 i sonderingspunktene. Det er ingen tydelig helning på antatt bergoverflate.

Demning sør (sonderingspunkt 8 - 11): Dybden til antatt berg varierer mellom ca. 5,3 til 8,3 m. Antatt bergoverflate varierer mellom kote 365,8 og kote 368,7 i sonderingspunktene. Antatt bergoverflate er lavest i sør og synes å øke noe mot nordlig retning.

4.3.3 Løsmasser

Demning nord (sonderingspunkt 1 – 7): Grunnforholdene består av et løst lag med torv med enkelte steinsjikt. Fastheten til torven øker noe med dybden. Mektigheten til torvlaget varierer mellom ca. 1,4 til 5,1 m. Torvlaget strekker seg hovedsakelig til berg, men i enkelte sonderingspunkt er det et tynt bunnlag av antatt sand, grus og stein i overgangen til antatt berg.

Demning sør (sonderingspunkt 8 - 11): Grunnforholdene består av et løst lagret topplag av antatt torv. Mektigheten varierer mellom ca. 2,8 – 3,5 m. Under torvlaget er det et fast lag av antatt sand, grus og stein. Dette laget har en mektighet på ca. 1,9 – 4,4 m.

4.3.4 Poretrykk og grunnvann

Det er ikke utført måling av poretrykk eller grunnvannstand.

5 Geoteknisk evaluering av resultatene

5.1 Avvik fra standard utførelsesmetoder

Det er ikke registrert avvik fra standard utførelsesmetoder.

5.2 Viktige forutsetninger

Det gjøres oppmerksom på at grunnundersøkelsene kun avdekker lokale forhold i de respektive utførte borpunktene. Dette benyttes videre til å gi en generell beskrivelse av grunnforholdene i området. Grunnforholdene mellom borpunktene kan variere mer enn det som eventuelt kan interpoleres fra utførte grunnundersøkelser.

5.3 Undersøkelses- og prøve kvalitet

Generelt vurderes kvaliteten på utførte borede undersøkelser som god/akseptabel.

5.4 Måling av poretrykk

Det er ikke utført måling av poretrykk i foreliggende grunnundersøkelse.

5.5 Påvisning av bergnivå

Spesielt for påvisning av overgang til antatt berg ved totalsondering anmerkes følgende:

1. Påvisning av overgang til antatt berg foregår normalt sett ved at det kontrollbores 2-3 m ned i antatt berg. Slik påvisning kan være utfordrende i tilfeller med fast morene over berg. Dette på grunn av at sonderingsresultatet (responsen) fra fast morenemateriale i noen tilfeller er vanskelig å skille fra respons i berg.
2. I områder med dårlig bergkvalitet i overgangssonen mellom løsmasser og berg er det ofte meget vanskelig å skille ut berghorisonten, spesielt i overgangen mellom faste løsmasser (f.eks. morene) og berg. Som utgangspunkt settes alltid antatt bergnivå til tolket øvre berghorisont, uavhengig av kvaliteten til berget. Antatt sone med dårlig bergkvalitet er evt. beskrevet i tekst i rapporten og/eller angitt på sonderingsutskrifter.
3. I tilfeller der det kan være blokk i grunnen med størrelse over 2-3 m i tverrmål, vil det også være en mulighet for at det som antas som bergnivå i virkeligheten er blokk dersom kontrollboringen avsluttes etter 2-3 m boring i blokk.

I nevnte tilfeller kan virkelig bergnivå/berghorisont avvike vesentlig fra antatte nivåer tolket fra undersøkelsene. Angitte kotenivåer for antatt bergoverflate må derfor benyttes med forsiktighet.

6 Behov for supplerende grunnundersøkelser

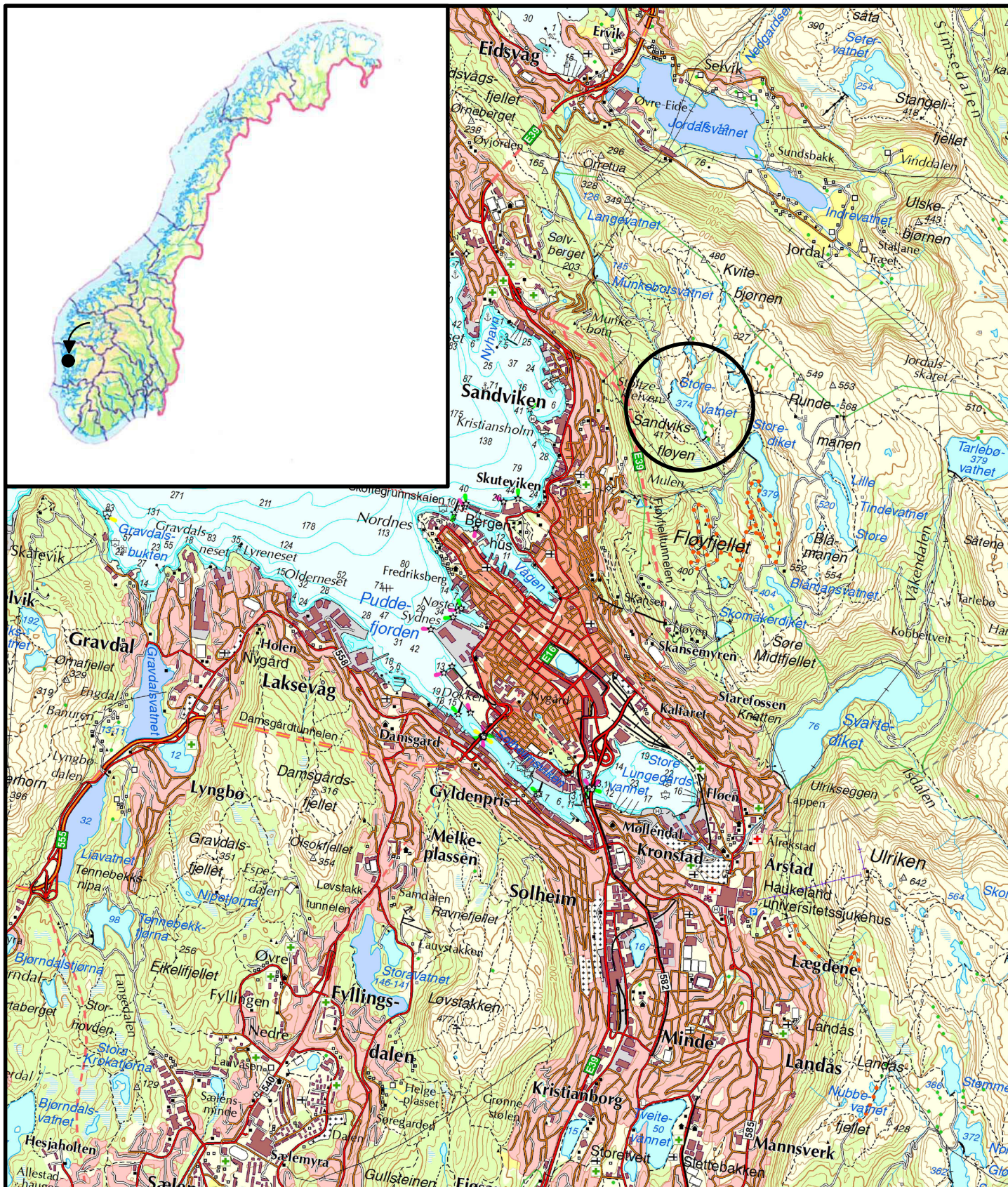
I henhold til NS-EN-1997 skal grunnundersøkelser normalt utføres i minst to omganger:

- Forundersøkelser (typisk skisse-/forprosjekt)
- Prosjekteringsundersøkelser (typisk detaljprosjekt)

Det er geoteknisk prosjekterende som er ansvarlig for å bedømme nødvendig omfang for geotekniske grunnundersøkelser for aktuelt prosjekt og relevante problemstilling. Tilsvarende er det også geoteknisk prosjekterende som må vurdere om det er behov for supplerende grunnundersøkelser, utover de undersøkelsene som er presentert i foreliggende rapport.

7 Referanser

- [1] Standard Norge, «NS-EN ISO 9001:2015 Systemer for kvalitetsstyring. Krav (ISO 9001:2015),» Standard Norge, Norsk standard (Eurokode).
- [2] Standard Norge, «NS 8020-1:2016 Kvalifikasjonskrav til utførende av grunnundersøkelser – Del 1: Geotekniske feltundersøkelser,» Standard Norge, Norsk Standard, Juni 2016.
- [3] Norsk Geoteknisk Forening (NGF), «NGF - Melding nr. 1-11».
- [4] Standard Norge, "Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver. (NS-EN 1997-2:2007)".
- [5] Kartverket, "www.norgeskart.no".
- [6] NGU, Norges Geologiske Undersøkelse, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase. Kvartærgeologisk kart,» 2019.



BERGEN BYDRIFT AS GRUNNUNDERSØKELSER DAMMER STOREVATNET

OVERSIKTSKART

Fag
RIG

Format
A4

Dato
14.10.21

Format/Målestokk:

1:50000

Multiconsult

www.multiconsult.no

Status

Oppdragsnr.

10228205

Konstr./Tegnet
/JSB

Tegningsnr.

RIG-TEG-000

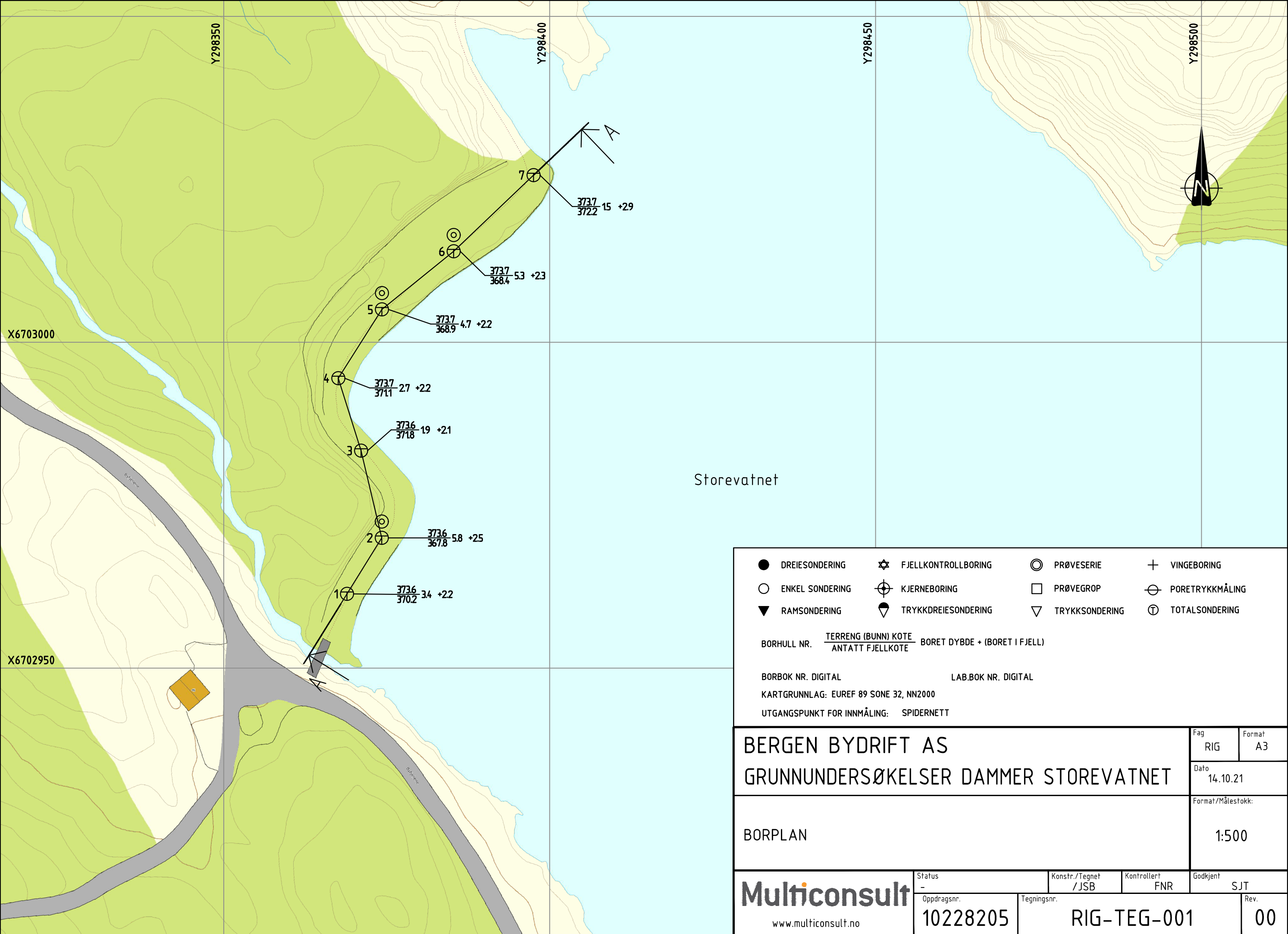
Kontrollert
FNR

Godkjent

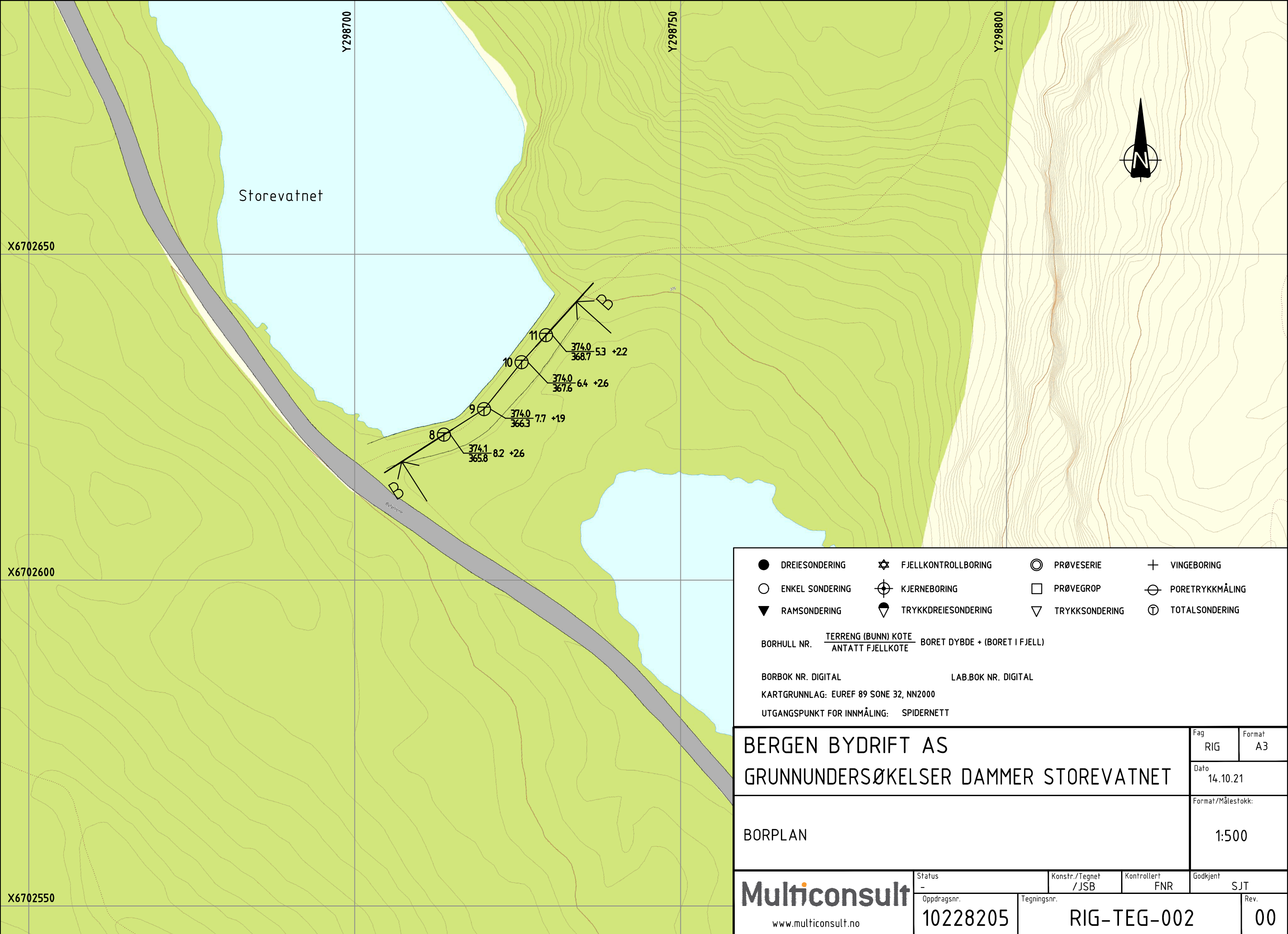
SJT

Rev.

00



● DREIESONDERING ○ ENKEL SONDERING ▼ RAMSONDERING ☆ FJELLKONTROLLBORING ⊕ KJERNEBORING 💧 TRYKKDREIESONDERING ⊙ PRØVESERIE □ PRØVEGROP ▽ TRYKKSONDERING ⊕ VINGEBORING ⊖ PORETRYKKMÅLING Ⓢ TOTALSONDERING					
BORHULL NR. TERRENG (BUNN) KOTE ANTATT FJELLKOTE BORET DYBDE + (BORET I FJELL)					
BORBOK NR. DIGITAL		LAB.BOK NR. DIGITAL			
KARTGRUNNLAG: EUREF 89 SONE 32, NN2000					
UTGANGSPUNKT FOR INNMÅLING: SPIDERNETT					
BERGEN BYDRIFT AS GRUNNUNDERSØKELSER DAMMER STOREVATNET			Fag RIG Format A3		
BORPLAN			Dato 14.10.21		
			Format/Målestokk: 1:500		
Multiconsult www.multiconsult.no		Status -	Konstr./Tegnet /JSB	Kontrollert FNR	Godkjent SJT
		Oppdragsnr. 10228205	Tegningsnr. RIG-TEG-001		Rev. 00



Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
1	TORV, H4	med H2 lag							517 420	0,89	69,1						
2																	
3	TORV, H5								236 318	1,00	86,7						
4																	
5																	

Symboler:



Enaksialforsøk (strek angir aksjell tøyning (%) ved brudd)



Vanninnhold



Plastisitetsindeks, I_p



Omrørt konus



Uomrørt konus

ISO 17829-6: 2017

ρ = Densitet

ρ_s = Korndensitet

S_t = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk

Ø = Ødometerforsøk

K = Korngadering

Grunnvannstand: m

Borrbok: Digital

PRØVESERIE

Borhull:

PR 2

BERGEN BYDRIFT AS

GRUNNUNDERSØKELSER DAMMER STOREVATNET

Dato:

2021-10-06

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

NJN

Kontrollert:

TN/FNR

Godkjent:

SJT

Oppdragsnummer:

10228205

Tegningsnr.:

RIG-TEG-200

Rev. nr.:

00

Dybde (m)	Beskrivelse	kt. + 373,7	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)
					10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
1																		
2																		
3	TORV, H8									68 $\vec{O}$	1,15							
			sandholdig							155 $\vec{O}$								
4	TORV, H4									258 $\vec{O}$	1,25	19,6						
			sandholdig							84 $\vec{O}$								
5																		

Symboler:



Enaksialforsøk (strek angir aksiall tøyning (%) ved brudd)



Vanninnhold



Plastisitetsindeks, I_p



Omrørt konus



Uomrørt konus

ISO 17829-6: 2017

ρ = Densitet

ρ_s = Korndensitet

S_t = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk

$\emptyset$ = Ødometerforsøk

K = Korngadering

Grunnvannstand: m

Borrbok: Digital

PRØVESERIE

Borhull:

PR 5

BERGEN BYDRIFT AS

Dato:

2021-10-06

GRUNNUNDERSØKELSER DAMMER STOREVATNET

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

NJN

Kontrollert:

TN/FNR

Godkjent:

SJT

Oppdragsnummer:

10228205

Tegningsnr.:

RIG-TEG-201

Rev. nr.:

00

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
1	TORV (visuell beskrivelse)								125								
2																	
3	TORV, H3								509	1,07	48,1						
									243								
4	TORV, H7								249	1,15	45,2	9					
									192								
5																	

Symboler:


Enaksialforsøk (strek angir aksial tøyning (%) ved brudd)



Vanninnhold


 Plastisitetsindeks, I_p


Omrørt konus



Uomrørt konus

ISO 17829-6: 2017

 ρ = Densitet

 ρ_s = Korndensitet

 S_t = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk

 $\emptyset$ = Ødometerforsøk

K = Korngradering

Grunnvannstand: m

Borbok: Digital

PRØVESERIE

Borhull:

PR 6

BERGEN BYDRIFT AS

GRUNNUNDERSØKELSER DAMMER STOREVATNET

Dato:

2021-10-06

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

NJN

Kontrollert:

TN/FNR

Godkjent:

SJT

Oppdragsnummer:

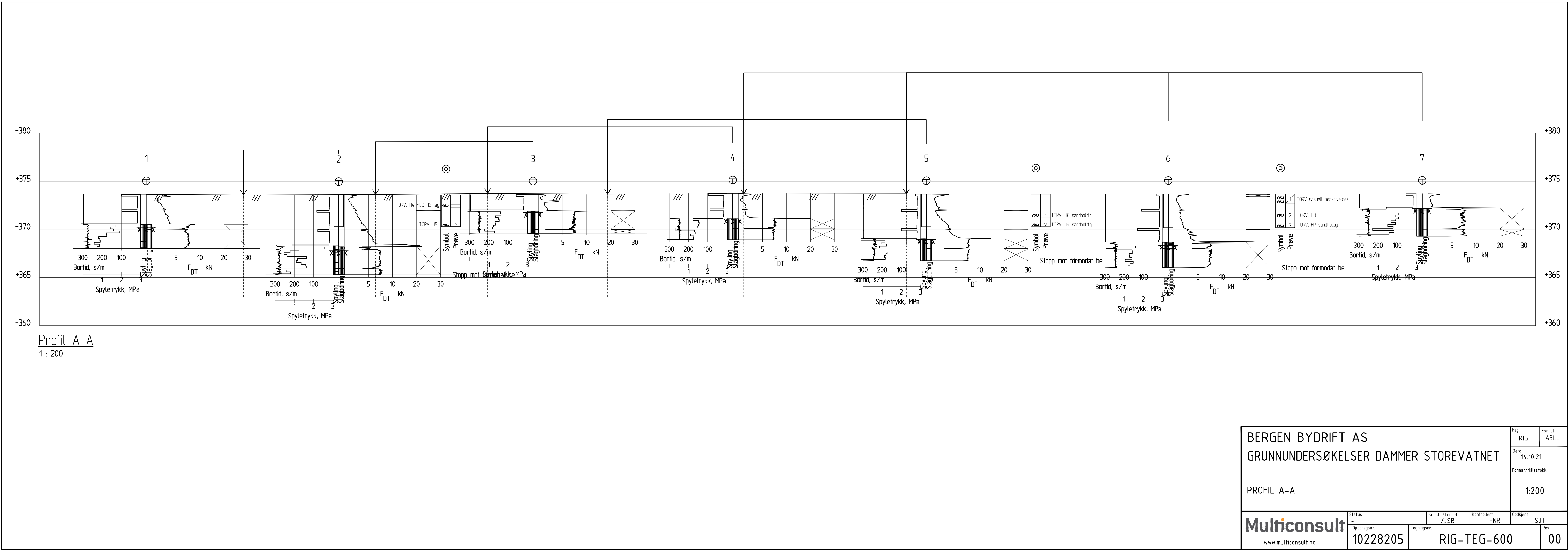
10228205

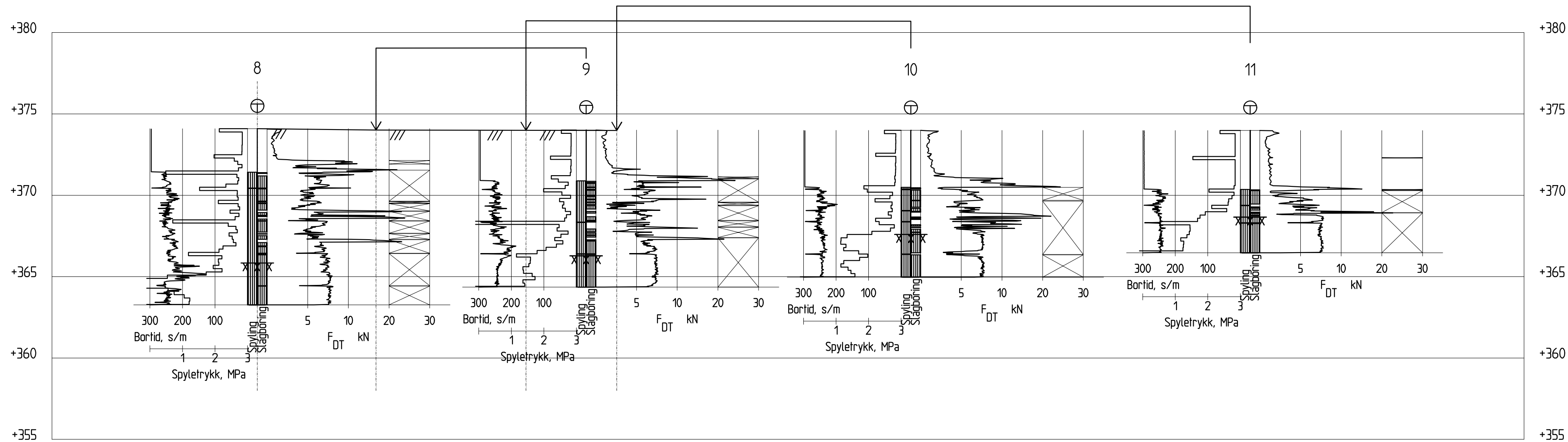
Tegningsnr.:

RIG-TEG-202

Rev. nr.:

00

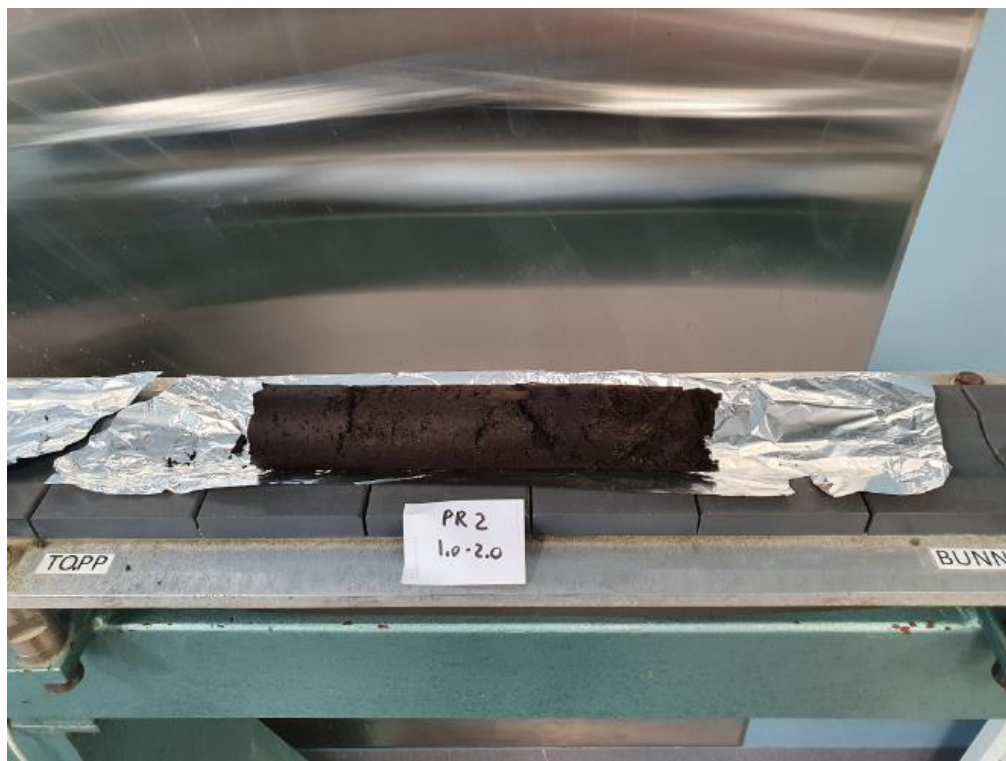




Profil B-B
1 : 200

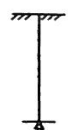
BERGEN BYDRIFT AS
GRUNNUNDERSØKELSER DAMMER STOREVATNET

PROFIL B-B







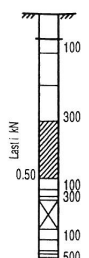


Avsluttet mot stein,
blokk eller fast
grunn



Avsluttet mot
antatt berg

Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn. For utførelsesstandarder henvises det til «Geoteknisk bilag – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer».



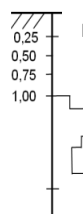
Forboret

Middels stor motstand

Meget liten motstand

Meget stor motstand

Avsluttet uten å nå fast
grunn eller berg



Forboret

Slått med slegge

Halve omdreininger
pr. m synk



DREIESONDERING

Utføres med skjøtbare $\phi 22$ mm borstenger med 200 mm vridd spiss. Boret dreies manuelt eller maskinelt ned i grunnen med inntil 1 kN (100 kg) vertikalbelastning på stengene. Hvis det ikke synker for denne lasten, dreies boret maskinelt eller manuelt. Antall $\frac{1}{2}$ -omdreininger pr. 0,2 m synk registreres.

Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybde-skala og tverrstrek for hver 100 $\frac{1}{2}$ -omdreininger. Skravur angir synk uten dreining, med påført vertikallast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.

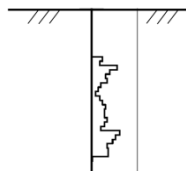


Middels stor
motstand

Liten motstand

Stor motstand

kNm/m



Q_0 kNm/m



RAMSONDERING

Boringen utføres med skjøtbare $\phi 32$ mm borstenger og spiss med normert geometri. Boret rammes med en rammeenergi på 0,38 kNm. Antall slag pr. 0,2 m synk registreres. Boremotstanden illustreres ved angivelse av rammemotstanden Q_0 pr. m nedramming.

Q_0 = loddets tyngde * fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)

CPT2

+14.5

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

70

75

80

85

90

95

100

105

110

115

120

125

130

135

140

145

150

155

160

165

170

175

180

185

190

195

200

205

210

215

220

225

230

235

240

Korr. spissmotstand [MPa]

Poretrykk [MPa]

Sidefriksjon [MPa]

2

4

6

8

10

0.20

0.40

0.60

0.80

0.02

0.04

0.06

0.08

0.10

0.12

0.14

0.16

0.18

0.20

0.22

0.24

0.26

0.28

0.30

0.32

0.34

0.36

0.38

0.40

0.42

0.44

0.46

0.48

0.50



TRYKKSONDERING (CPT - CPTU)

Utføres ved at en sylindrisk, instrumentert sonde med konisk spiss presses ned i grunnen med konstant penetrasjonshastighet 20 mm/s. Under nedpressingen måles kraften mot konisk spiss og friksjonshylse, slik at spissmotstand q_c og sidefriksjon f_s kan bestemmes (CPT). I tillegg kan poretrykket u måles like bak den koniske spissen (CPTU). Målingene utføres kontinuerlig for hver 0,02 m, og metoden gir derfor detaljert informasjon om grunnforholdene.

Resultatene kan benyttes til å bestemme lagdeling, jordart, lagringsbetingelser og mekaniske egenskaper (skjærfasthet, deformasjons- og konsolideringsparametre).



F_{DT} kN

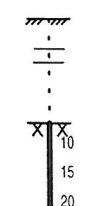


DREIETRYKKSONDERING

Utføres med glatte skjøtbare $\phi 36$ mm borstenger med en normert spiss med hardmetallsveis. Borstengene presses ned i grunnen med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min.

Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig (markeres med kryss på høyre side). Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene.

Metoden er spesielt hensiktsmessig ved påvisning av kvikkleire i grunnen, men den gir ikke sikker dybde til bergoverflaten.



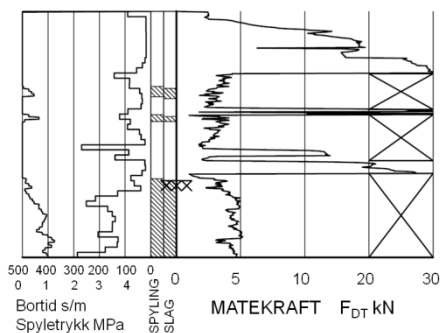
Stein

Borsynk i berg cm/min.



BERGKONTROLLBORING

Utføres med skjøtbare $\phi 45$ mm stenger og hardmetall borkrone med tilbakeslagsventil. Det benyttes tung slagborhammer og vannspyling med høyt trykk. Boring gjennom lag med ulike egenskaper, for eksempel grus og leire, kan registreres, likedan penetrasjon av blokker og større steiner. For verifisering av berginntrengning bores 3 m ned i berget, eventuelt med registrering av borsynk for sikker påvisning.



TOTALSONDERING

Kombinerer metodene dreietrykkssondering og bergkontrollboring. Det benyttes $\phi 45$ mm borstenger og $\phi 57$ mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag presses boret ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Når faste lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten (markeres som kryss til høyre). Gir ikke dette synk av boret benyttes spyling og slag på borkronen.

Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres kontinuerlig og vises på diagrammets høyre side, mens markering av spyletrykk, slag og bortid vises til venstre.



Prøvemarkering



PRØVETAKING

Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet.

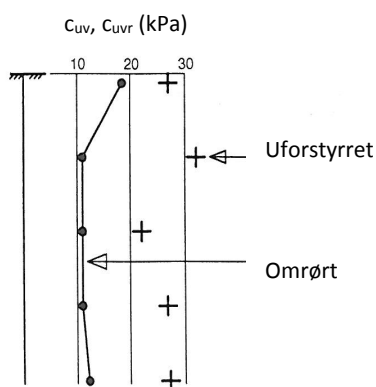
Maskinell naverboring (forstyrrede poseprøver):

Utføres med hul borstang påsveiset en metallspiral med fast stige høyde (auger). Med borrhjelp kan det bores til 5-20 m dybde, avhengig av jordart, lagringsfasthet og beliggenhet av grunnvannstanden. Med denne metoden kan det tas forstyrrede poseprøver ved å samle materialet mellom spiralskivene. Det er også mulig å benytte enklere håndholdt utstyr som for eksempel skovlprøvetaking.

Sylinder/blokkprøvetaking (Uforstyrrede prøver):

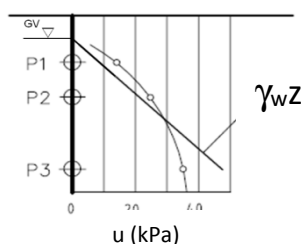
Vanligvis benyttes stempel-prøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde skjæres det ut en jordprøve som trekkes opp til overflaten, der den blir forseglet for transport til laboratoriet. Prøvediameteren kan variere mellom $\phi 54$ mm (vanligst) og $\phi 95$ mm. Det er også mulig å benytte andre typer prøvetakere, som for eksempel ramprøvetakere og blokkprøvetakere.

Prøvekvaliteten inndeles i Kvalitetsklasse 1-3, der 1 er høyeste kvalitet.



VINGEBORING

Utføres ved at et vingekorset med dimensjoner $b \times h = 55 \times 110$ mm eller 65×130 mm presses ned i grunnen til ønsket målenivå. Her blir vingekorset påført et økende dreiemoment til jorden rundt vingen når brudd. Det tilhørende dreiemomentet blir registrert. Dette utføres med jorden i uforstyrret ved første gangs brudd og omrørt tilstand etter 25 gjentatte omdreininger av vingekorset. Udrenert skjærfasthet c_{uv} og c_{ur} beregnes ut fra henholdsvis dreiemomentet ved brudd og etter omrøring. Fra dette kan også sensitiviteten $S_t = c_{uv}/c_{ur}$ bestemmes. Tolkede verdier må vanligvis korrigeres empirisk for opptredende effektivt overlagingstrykk i måledybden, samt for jordartens plastisitet.



PORETRYKSMÅLING

Målingene utføres med et standrør med filterspiss eller med hydraulisk (åpent)/elektrisk piezometer (poretrykksmåler). Filteret eller piezometerspissen påmontert piezometerrør presses ned i grunnen til ønsket dybde. Stabilt poretrykk registreres fra vannets stige høyde i røret, eller ved avlesning av en elektrisk trykkmåler i spissen. Valg av utstyr vurderes på bakgrunn av grunnforhold og hensikten med målingene.

Grunnvannstand observeres eller peiles direkte i borhullet.

Laboratorieundersøkelser utføres for sikker klassifisering og bestemmelse av mekaniske egenskaper. Forsøkene utføres på prøver som er tatt opp i felt. For utførelsesstandarder henvises det til «Geoteknisk bilag 3 – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer».

MINERALSKE JORDARTER

Ved prøveåpning klassifiseres og indentifiseres jordarten. Mineralske jordarter klassifiseres vanligvis på grunnlag av korngraderingen. Betegnelse og kornstørrelser for de enkelte fraksjonene er:

Fraksjon	Leire	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørrelse [mm]	<0,002	0,002-0,063	0,063-2	2-63	63-630	>630

En jordart kan inneholde en eller flere av fraksjonene over. Jordarten benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den fraksjon som har dominerende betydning for jordartens egenskaper og adjektiv for medvirkende fraksjoner (for eksempel siltig sand). Leirinnholdet har størst betydning for benevnelse av jordarten. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle fraksjoner fra leir til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen etter egne benevningsregler, for eksempel grusig morene.

ORGANISKE JORDARTER

Organiske jordarter klassifiseres på grunnlag av jordartens opprinnelse og omdanningsgrad. De viktigste typer er:

Benevnelse	Beskrivelse
Torv	Myrplanter, mer eller mindre omdannet
Fibrig torv	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke
Delvis fibrig torv, mellomtorv	Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene
Amorf torv, svarttorv	Ingen synlig plantestruktur, svampig konsistens
Gytje og dy	Nedbrutt struktur av organisk materiale, kan inneholde mineralske bestanddeler
Humus	Planterester, levende organismer sammen med ikke-organisk innhold
Mold og matjord	Sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur, utgjør vanligvis det øvre jordlaget

KORNFORDELINGSANALYSER

En kornfordelingsanalyse utføres ved våt eller tørr sikting av fraksjonene med diameter $d > 0,063$ mm. For mindre partikler bestemmes den ekvivalente korndiameteren ved slemmeanalyse og bruk av hydrometer. I slemmeanalysen slemmes materialet opp i vann og densiteten av suspensjonen måles ved bestemte tidsintervaller. Kornfordelingen kan da bestemmes fra Stokes lov om sedimentering av kuleformede partikler i vann. Det vil ofte være nødvendig med en kombinasjon av metodene.

VANNINNHold

Vanninnholdet angir masse av vann i % av masse tørt (fast) stoff i massen og bestemmes fra tørking av en jordprøve ved 110°C i 24 timer.

KONSISTENSGRENSER

Konsistensgrensene (Atterbergs grenser) for en jordart angir vanninnholdsområdet der materialet er plastisk (formbart). Flytegrensen angir vanninnholdet der materialet går fra plastisk til flytende tilstand. Plastisitetsgrensen (utrullingsgrensen) angir vanninnholdet der materialet ikke lenger kan formes uten at det sprekker opp. Plastisitetsindeksen $I_p = w_f - w_p$ (%) angir det plastiske området for jordarten og benyttes til klassifisering av plastisiteten. Er det naturlige vanninnholdet høyere enn flytegrensen blir materialet flytende ved omrøring (vanlig for kvikkleire).

HUMUSINNHold

Humusinnholdet kan bestemmes ved kolorimetri og bruk av natronlut (NaOH-forbindelse), glødning av jordprøve i varmeovn eller våt-oksydasjon med hydrogenperoksyd. Metoden angir innholdet av humufiserte organiske bestanddeler i en relativ skala.

DENSITET, TYNGDETETHET, PORETALL OG PORØSITET

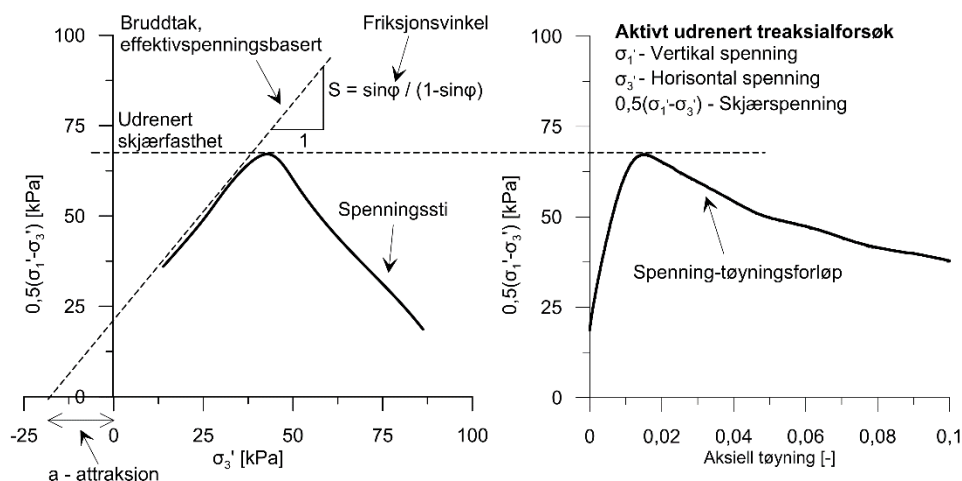
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	ρ	g/cm ³	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	ρ_s	g/cm ³	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	ρ_d	g/cm ³	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	γ	kN/m ³	Tyngde av prøve per volumenhet ($\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$, der g er tyngdeakselerasjonen)
Spesifikk tyngdetetthet	γ_s	kN/m ³	Tyngde av fast stoff per volumenhet fast stoff ($\gamma_s = \rho_s g$)
Tørr tyngdetetthet	γ_d	kN/m ³	Tyngde av tørt stoff per volumenhet ($\gamma_d = \rho_d g = \gamma_s(1-n/100)$)
Poretall	e	-	Volum av porer dividert med volum av fast stoff ($e = n/(1-n)$, n som desimaltall)
Porøsitet	n	%	Volum av porer i % av totalt volum av prøven ($n = e/(1+e)$)

SKJÆRFASTHET

Skjærfastheten beskriver jordens styrke og benyttes bla. til beregning av motstand mot utglidninger og grunnbrudd. Skjærfasthet benyttes i beregninger av skråningsstabilitet og bæreevne. For korttidsbelastninger i finkornige materialer (leire) oppfører jorden seg udrenert og skjærfastheten beskrives ved udrenert skjærfasthet. Over lengre tidsintervaller vil oppførselen karakteriseres som drenert. Det benyttes da effektivspenningsparametere.

Effektive skjærfasthetsparametre a (attraksjon) og $\tan \phi$ (friksjon) bestemmes ved treaksiale belastningsforsøk på uforstyrrede (leire) eller innbyggede prøver (sand). Skjærfastheten er avhengig av effektiv normalspenning (totalspenning – poretrykk) på kritisk plan. Forsøksresultatene fremstilles som spenningsstier som viser spenningsutvikling og tilhørende tøyningutvikling i prøven frem mot brudd. Fra disse, samt fra annen informasjon, bestemmes karakteristiske verdier for skjærfasthetsparametre for det aktuelle problemet.

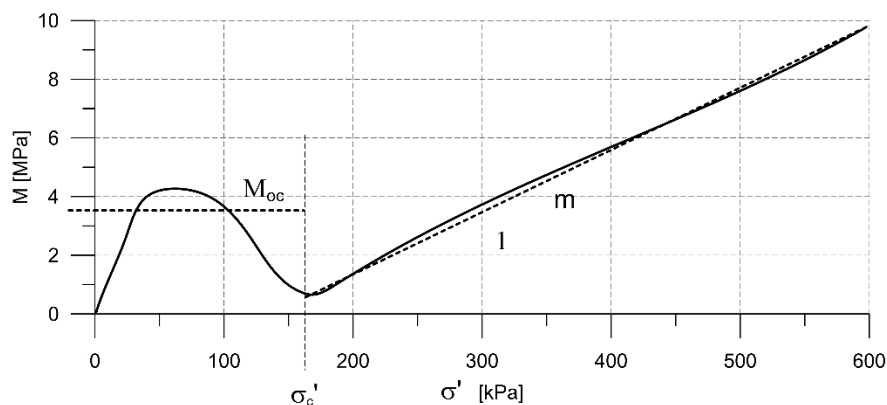
Udrenert skjærfasthet c_u (kPa) bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen i en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk (c_{ut}), konusforsøk (uforstyrret c_{ufc} , omrørt c_{urfc}), udrenerte treaksialforsøk (kompresjon/aktiv c_{uA} , avlastning/passiv c_{uP}) og direkte skjærforsøk (c_{ud}). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksøndering med poretrykksmåling (CPTU) (c_{ucptu}) eller vingebor (uforstyrret c_{uv} , omrørt c_{uvr}).

**SENSITIVITET**

Sensitiviteten $St = c_u/c_r$ uttrykker forholdet mellom en leires udrenerte skjærfasthet i uforstyrret og omrørt tilstand. Denne størrelsen kan bestemmes fra konusforsøk i laboratoriet eller ved vingeborforsøk i felt. Kvikkleire har for eksempel meget lav omrørt skjærfasthet ($c_r < 0,5$ kPa NS8015, $c_r < 0,33$ kPa ISO 17892-6), og viser derfor som regel meget høye sensitivitetsverdier.

DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER

Jordartens deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved beregning av setninger og deformasjoner. Disse mekaniske egenskapene bestemmes ved hjelp av belastningsforsøk i ødometer. Jordprøven bygges inn i en stiv ring som forhindrer sideveis deformasjon. Belastningen skjer vertikalt med trinnvis eller kontinuerlig økende last/spenning (σ'). Sammenhørende verdier for spenning og deformasjon (tøyning ε) registreres, og materialets stivhet (deformasjonsmodul) kan beregnes som $M = \Delta\sigma' / \Delta\varepsilon$. Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen. En sentral parameter som tolkes i sammenheng med ødometerforsøk er forkonsolideringsspenningen (σ'_c). Dette er det største lastnivået som jorda har opplevd tidligere (f.eks. tidligere overlaging eller islast). Deformasjonsmodulen viser typisk forskjellig oppførsel under og over forkonsolideringsspenningen. I leire vil stivheten for spenningsnivåer under σ'_c representeres ved en konstant stivhetsmodul M_{oc} . For spenningsnivåer over σ'_c vil stivheten øke med økende spenning. Denne økningen kan beskrives ved modultallet m .

**TELEFARLIGHET**

En jordarts telefarlighet bestemmes ut i fra kornfordelingskurven eller ved å måle den kapillære stighøyde for materialet. Telefarligheten klassifiseres i gruppene T1 (Ikke telefarlig), T2 (Litt telefarlig), T3 (Middels telefarlig) og T4 (Meget telefarlig) etter SVV Håndbok N200.

KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

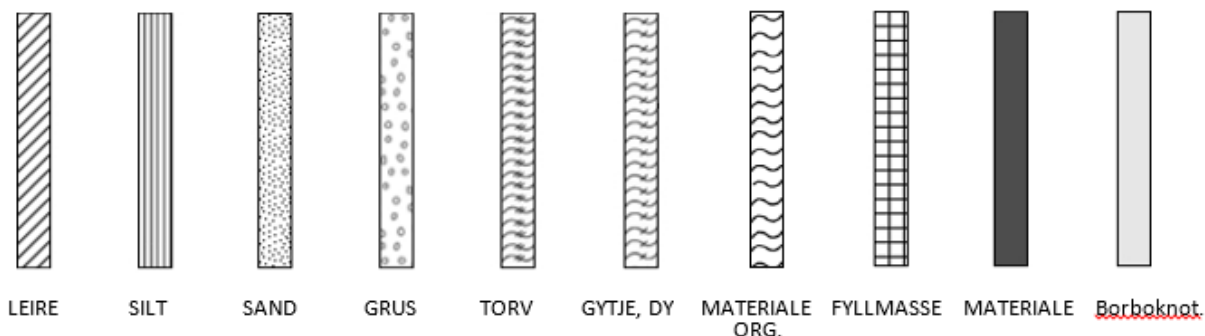
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet ρ_d som funksjon av innbyggingsvanninnhold w_i . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås (ρ_{dmax}) benyttes ved spesifikasjon av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider. Det tilhørende vanninnhold benevnes optimalt vanninnhold (w_{opt}).

PERMEABILITET

Permeabiliteten defineres som den vannmengden q som under gitte betingelser vil strømme gjennom et jordvolum pr. tidsenhet. Generelt bestemmes permeabiliteten fra følgende sammenheng: $q = kiA$, der A er bruttoareal av tverrsnittet normalt på vannets strømningsretning og i = hydraulisk gradient i strømningsretningen (= potensialforskjell pr. lengdeenhet). Permeabiliteten kan bestemmes ved strømningsforsøk i laboratoriet, ved konstant eller fallende potensial, eventuelt ved pumpe- eller strømningsforsøk i felt samt ødometerforsøk.

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - PRØVESKRAVERING

Analyserte prøver skraveres på prøveserietegningen i henhold til hovedbenevnelsen av materialet. Det er i tillegg en egen skravering for eventuelle notater hentet fra borbok til den gjeldende prøveserien. De ulike skraveringene er som følger:



NB: Med mindre en kornfordelingsanalyse er utført, er dette kun en subjektiv og veiledende klassifisering som er basert på laborantens visuelle vurdering av materialet.

LEIRE: Leirinnholdet er større enn 15 %

SILT: Siltinnholdet er større enn 45 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

SAND: Sandinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

GRUS: Grusinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

MATERIALE: Brukes når materialet har en slik sammensetning at ingen av de ovennevnte betegnelse kan benyttes. Dette fremkommer normalt fra en kornfordelingsanalyse

TORV: Mer eller mindre omvandlede planterester

GYTJE/DY: Består av vannavsatte plante- og dyrerester. De kan virke fete og elastiske

MATERIALE ORG.: Sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur

FYLLMASSE: Avsetninger som ikke er naturlige (utlagte masser)

Borboknotat: Merknader fra borleder (hentet fra borbok), f.eks. «tom sylinder», «foringsrør», «forboring» osv.

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SPESIALFORSØK – Korngradering (K) / Treksialforsøk (T) / Ødometerforsøk (Ø)

Eventuelt utførte spesialforsøk på en prøveserie markeres med K, T eller Ø ved tilhørende prøve. Markeringene indikerer ikke nøyaktig dybde for spesialforsøkene, men er referanse til at det foreligger egne tegninger for forsøket inkludert resultater og ytterlig forsøksinformasjon.

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Vanninnhold og konsistensgrenser

Vanninnhold og konsistensgrenser utført ved rutineundersøkelsen fremvises på prøveserietegningen ved plassering av symboler på tilhørende graf. Dersom et vanninnhold overstiger grafens maksgrense vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

Vanninnhold w		Plastisitetsgrense w_p	
		Flytegrense w_f	

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Udrenert skjærfasthet

Resultatene fra utførte konus- og enaksiale trykkforsøk ved rutineundersøkelsen fremvises på prøveserietegningen ved plassering av symboler på tilhørende graf. Dersom en skjærfasthetverdi overstiger grafens maksgrense vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

Uomrørt konus c_{ufc}		Omrørt konus c_{urfc}	
Enaksialt trykkforsøk Strek angir aksial tøyning (%) ved brudd		Omrørt konus $c_{urfc} \leq 2,0 \text{ kPa}$	0,9

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – FELTUNDERSØKELSER

Feltundersøkelsesmetoder beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på gjeldende versjon av følgende standarder og referansedokumenter:

Dokument	Tema
NGF Melding 1	SI-enheter
NGF Melding 2, NS-EN ISO 14688-1 og -2	Symboler og terminologi
NGF Melding 3	Dreiesondering
NGF Melding 4	Vingeboring
NGF Melding 5, NS-EN ISO 22476-1	Trykksondering med poretrykksmåling (CPTU)
NGF Melding 6	Grunnvanns- og poretrykksmåling
NGF Melding 7	Dreietrykksondering
NGF Melding 8	Kommentarkoder for feltundersøkelser
NGF Melding 9	Totalsondering
NS-EN ISO 22476-2	Ramsondering
NGF Melding 10	Beskrivelsestekster for grunnundersøkelser
NGF Melding 11, NS-EN ISO 22475-1	Prøvetaking
Statens vegvesen Håndbok R211	Feltundersøkelser
NS 8020-1	Kvalifikasjonskrav til utførende av grunnundersøkelser

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER

Laboratorieundersøkelser beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på følgende standarder og referansedokumenter:

Dokument	Tema
NS8000	Konsistensgrenser – terminologi
NS8001	Støtflytegrense
NS8002	Konusflytegrense
NS8003	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004	Svinngrense
NS8005, NS-EN ISO 17892-4	Kornfordelingsanalyse
NS8010, NS-EN ISO 14688-1 og -2	Jord – bestanddeler og struktur. Klassifisering og indentifisering.
NS8011, NS-EN ISO 17892-2	Densitet
NS8012, NS-EN ISO 17892-3	Korndensitet
NS8013, NS-EN ISO 17892-1	Vanninnhold
NS8014	Poretall, porøsitet og metningsgrad
ISO 17892-6:2017	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS8016	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS-EN ISO 17892-5:2017	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS-EN ISO/TS 17892-8 og -9	Treaksialforsøk (UU, CD)
Statens vegvesen Håndbok R210	Laboratorieundersøkelser

Vedlegg 5 – Dykkerinspeksjon

Rapport	Arbeidsrapport		Dato:	29.06.2021
			Prosjekt:	#1080
			Stasjon:	SCUBA / ROV
Dykkeleder	Dykker 1	Dykker 2	Linemann	
Chris	Jamil	Chris	Adam / Sigmund	



Kunde:	Bergen Vann
Sted: Lok	Storevatnet
Rapport nr	1
Oppdrag	Inspeksjon av lukkemekanisme demning

	Dybde	Bilder / kommentar

Rapport	Arbeidsrapport		Dato:	29.06.2021
			Prosjekt:	#1080
			Stasjon:	SCUBA / ROV
Dykkeleder	Dykker 1	Dykker 2	Linemann	
Chris	Jamil	Chris	Adam / Sigmund	



Oppdrag: Inspisere lukkemekanisme.

Dykker inspisere lukkemekanisme for og se tilstanden på denne. Der ble funnet et rør som går fra lukkemekanisme og ca. 25 ut i Storevatnet. Dette rør ligger i en grøft med stein mur på begge sider, og ender opp i et lite silhus på ca. 5,7m. Grøften er ca. 1,5 m dyp og 1,5m bred, røret er dekket 75% av sediment i grøften og 2 plasser er der rast noe av steinmuren ned på toppen av røret. Røret er et stålrør med en innvendig diameter på 300mm. Tilstanden på røret er bra det samme er tilstanden på lukkemekanismen/Ventilen ve selve demningen.

Resultat og oppsummering.

Inspeksjon er utført i henhold til kundens ønske.

Inspeksjonene er utført med	Dykker - X	ROV - X
Signatur	Dato	
Chris Vestergaard	29.06.2021	

Vedlegg 6 – Innledende klimagassberegninger

Bergen kommune

► **Dammer Storevatnet - Forprosjekt**

Innledende klimagassberegninger

Oppdragsnr.: **52102359** Dokumentnr.: **R008** Versjon: **J02** Dato: **2021-12-14**



Dammer Storevatnet - Forprosjekt

Innledende klimagassberegninger

Oppdragsnr.: **52102359** Dokumentnr.: **R008** Versjon: **J02**

Oppdragsgiver: Bergen kommune
Oppdragsgivers kontaktperson: Siv Heggen Eltervaag
Rådgiver: Norconsult AS, Valkendorfs gate 6, NO-5012 Bergen
Oppdragsleder: Hans Martin Skjefstad
Fagansvarlig: Christopher Garmann (fagkontroll)
Andre nøkkelpersoner: Sunniva F. Lunestad (rapportering)

J02	2021-12-14	For bruk	SUNLUN	CHGAR	HAMSK
D01	2021-11-29	For gjennomgang hos oppdragsgiver	SUNLUN	CHGAR	HAMSK
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

Dammer Storevatnet er en del av Stormøllenvassdraget i Bergen. Magasinet er bygget opp av tre separate dammer; Dam Storevatnet (hoveddam), Dam Storevatnet N og Dam Storevatnet S (sekundærdam). Dammer Storevatnet tilfredsstiller ikke NVE sine krav til sikkerhet (damsikkerhetsforskriften) og Norconsult utarbeider forslag til utbedring og ombygging av dammene iht. gjeldende krav. Foreliggende rapport beskriver overordnede klimagassberegninger for 6 alternativer for tiltak (A.1, A.2, A.3, B, C.1 og C.2). De innledende klimagassberegningene vil inngå som en del av beslutningsgrunnlaget for valg av løsning for ombygging av Dammer Storevatnet.

Mengdegrunnlaget er hentet fra kostnadsestimatet i forprosjektet. Der mengdene i kostnadsestimatet ikke er tilpasset for innputt i VegLCA er disse regnet om i samråd med prosjektet.

Foreliggende datagrunnlag er benyttet for å beregne klimagassutslippet for alternativene på et overordnet nivå som følge av nåværende detaljeringsgrad i prosjektet, samt usikkerhet knyttet til mengder i kostnadsestimatet. Datagrunnlaget er ikke fullstendig og beregningene vil ikke tilfredsstille en baseline for klimagassutslipp (klimagassbudsjett), men beregningene vil være tilstrekkelig for å peke på de relative forskjellene mellom alternativene med prosjektets nåværende detaljeringsnivå.

Innledende klimagassberegninger for materialer, anleggsarbeid og arealbeslag rangerer alternativ A.1, A.2, A.3, B, C.1 og C.2 på følgende måte:

Alt.	Beskrivelse	Innledende beregning tonn CO ₂ -ekv.	Rangering
A.1	➤ Moderat senkning av vannstand. Ca. 0,3 m sammenlignet med dagens situasjon. ➤ Dam Storevatnet (Hoveddam): Ny gravitasjonsdam. Eksisterende nedstrøms mur beholdes. 25 m av dammen nærmest eksisterende utløp rives og erstattes av nytt overløp i massiv betong med gangbro over. ➤ Dam Storevatnet S: Oppstrøms støttefylling.	Ca. 600	4
A.2	➤ Moderat senkning av vannstand. Ca. 0,3 m sammenlignet med dagens situasjon. ➤ Dam Storevatnet (Hoveddam): Forsterkning av nedstrøms mur med ny betongplate. 25 m av dammen nærmest eksisterende utløp rives og erstattes av nytt overløp i massiv betong med gangbro over. ➤ Dam Storevatnet S: Oppstrøms støttefylling.	Ca. 500	3
A.3	➤ Moderat senkning av vannstand. Ca. 0,3 m sammenlignet med dagens situasjon. ➤ Dam Storevatnet (Hoveddam): Deler av dammen beholdes som i dag med forsterkning av oppstrøms mur. Lavere deler av dammen erstattes av betongdam som i alternativ A.1. 25 m av dammen nærmest eksisterende utløp rives og erstattes av nytt overløp i massiv betong med gangbro over. ➤ Dam Storevatnet S: Oppstrøms støttefylling. ➤ Løsning forutsetter at det brukes mindre konservative verdier for islast, egenvekt torv og friksjonsvinkel. Dette tas med videre som en usikkerhet i prosjektet som må avklares med NVE som en velger å gå videre med dette alternativet.	Ca. 500	
B	➤ Ca. 3 m senking av vannstanden. ➤ Dam Storevatnet (Hoveddam): Dammen nærmest eksisterende utløp rives og erstattes av nytt overløp i massiv betong med gangbro over. Torvkjerne og oppstrøms mur senkes hvor dammen er høyest for at oppstrøms mur skal ha tilfredsstillende sikkerhet.	Ca. 130	2

	➤ Dam Storevatnet S og N: Ingen konstruktive tiltak.		
C.1	➤ Nedlegging av damanlegget. Senker vannstanden med ca. 5 meter. ➤ Et større parti av hoveddammen rives og utløpet til vannet flyttes tilbake til opprinnelig plassering før oppdemming. ➤ Ingen tiltak på øvrige deler av dammene utenom vedlikehold og sikring. Arrondering av området for tilrettelegging for rekreasjon.	Ca. 100	1
C.2	➤ Nedlegging av damanlegget. Senker vannstanden med ca. 5 meter. ➤ Et større parti av hoveddammen rives i dammens sørlige vederlag ➤ Ingen tiltak på øvrige deler av dammene utenom vedlikehold og sikring. Arrondering av området for tilrettelegging for rekreasjon.	Ca. 100	

I tillegg til klimagassutslipp forbundet med materialer, anleggsarbeid og arealbeslag for de 6 damalternativene, vil det være et klimagassutslipp forbundet med tilkomst til Storevatnet. Det vil enten bli behov for opprusting og etablering av tilkomstvei fra Skansen og transport på tilkomstvei med stigning, eller inntransport med helikopter fra Eidsvågsiden.

Beregnet klimagassutslipp for etablering/opprustning av tilkomstveier fra Skansen og til Storediket og videre til Storevatnet utgjør samlet ca. 1 000 tonn CO₂-ekv. Halvparten av klimagassutslippet er allokert til hvert av damprosjektene dvs. ca. 500 tonn CO₂-ekv. Samlet resultat for innledende beregning av klimagassutslipp for opprusting/etablering av tilkomstveier fra Skansen og til Storevatnet, samt transport av betong, stål, pukk og forskaling på vei med stigning for de 6 damalternativene er som følger:

Tilleggsberegning - Opprusting/etablering av tilkomstvei og transport på vei med stigning	Opprustningsalternativ						Enhet
	A.1	A.2	A.3	B	C.1	C.2	
Materialtransport på vei med stigning (tillegg på A4)	5	4	2	0,4	0,02	0,02	tonn CO ₂ -ekv.
Opprustning og etablering av tilkomstveier	500	500	500	500	500	500	tonn CO ₂ -ekv.
Sum beregnet klimagassutslipp	505	504	502	500	500	500	tonn CO₂-ekv.

Samlet resultat for innledende beregning av klimagassutslipp for transport av betong, stål, pukk og forskaling med helikopter for de 6 damalternativene er som følger:

Tilleggsberegning - Transport med helikopter	Opprustningsalternativ						Enhet
	A.1	A.2	A.3	B	C.1	C.2	
Materialtransport med helikopter (tillegg på A4)	524	355	211	48	3	3	tonn CO ₂ -ekv.
Sum beregnet klimagassutslipp	524	355	211	48	3	3	tonn CO₂-ekv.

Ved sammenligning av transportalternativ på vei vs. med helikopter viser analysen at helikoptertransport for A-alternativene vil gi tilnærmet likt eller et lavere klimagassutslipp enn for veialternativet, mens for Alt. B og C vil helikopter uansett gi et lavere klimagassutslipp. Analysen forutsetter at klimagassutslippet for etablering av tilkomstvei kan fordeles likt mellom damprosjektene Dammer Storevatnet og Dam Storediket. Dersom veialternativet velges bort for Storediket, vil inntransport med helikopter til Storevatnet-prosjektet ha lavest klimagassutslipp som følge av at klimagassutslippet for etablering av tilkomstvei ikke lengre kan fordeles mellom de to prosjektene og dermed dobles. Med hensyn på klimagassutslipp anbefales det at de to damprosjektene sees i sammenheng, slik at klimagassutslippet for eventuell opprustning og etablering av tilkomstveier fra Skansen kan nyttiggjøres for begge damprosjektene.

Uavhengig av hvilket alternativ som velges oppfordres det til at valgt løsning optimaliseres med hensyn på klimagassutslipp når et mer detaljert mengdegrunnlag foreligger i senere faser. En baseline for klimagassbudsjett og forslag til utslippsreducerende tiltak kan utarbeides i senere fase når detaljeringsgraden er større.

Innhold

1	Innledning	6
1.1	Bakgrunn og alternativer	6
1.2	Sammenheng med andre damprosjekter	9
2	Metode for beregning av klimagassutslipp	11
2.1	Bakgrunnsinformasjon og systemgrenser for beregning	11
2.2	Inngangsdata i VegLCA	11
3	Mengdegrunnlag og forutsetninger	13
3.1	Mengdegrunnlag fra kostnadsestimat	13
3.2	Transport av materialer og masser på tilkomstvei med stigning	13
3.3	Inntransport med helikopter	14
4	Resultater	16
4.1	Beregnet klimagassutslipp VegLCA	16
4.1.1	<i>Alternativ A.1</i>	16
4.1.2	<i>Alternativ A.2</i>	17
4.1.3	<i>Alternativ A.3</i>	18
4.1.4	<i>Alternativ B</i>	19
4.1.5	<i>Alternativ C.1</i>	20
4.1.6	<i>Alternativ C.2</i>	21
4.2	Transport av materialer til dam	22
4.2.1	<i>Transport på tilkomstvei med stigning</i>	22
4.2.2	<i>Transport med helikopter</i>	23
5	Oppsummering	24
5.1	Materialforbruk, anleggsarbeider og arealbeslag	24
5.2	Transport til dam	25
6	Vurdering og konklusjon	27
6.1	Materialer, anleggsarbeid og arealbeslag	27
6.2	Transport til dam	27
6.3	Generelt	27
7	Referanser	28
8	Vedlegg A – Utskrifter fra kostnadsestimat tilpasset innputt til VegLCA	29

1 Innledning

1.1 Bakgrunn og alternativer

Dammer Storevatnet er en del av Stormøllenvassdraget i Bergen. Magasinet er bygget opp av tre separate dammer; Dam Storevatnet (hoveddam), Dam Storevatnet N og Dam Storevatnet S (sekundærdammer), se Figur 1 og 2. Iht. tilgjengelig dokumentasjon er dammene bygd som doble murdammer med en sentral tetting av torv. Overløpet er dannet av en utsprengt kanal. Det er kjørbart vei frem til hoveddammen og Dam Storevatnet S. Dam Storevatnet N kan nås via etablert sti over kronen på hoveddammen. Dammene brukes i dag til rekreasjon /1/.

Dammer Storevatnet tilfredsstiller ikke NVE sine krav til sikkerhet (damsikkerhetsforskriften) og Norconsult utarbeider forslag til utbedring og ombygging av deler av dammen iht. gjeldende krav. Som en del av beslutningsgrunnlaget for valg av løsning vil innledende klimagassberegninger inngå. Foreliggende rapport beskriver overordnede klimagassberegninger for 6 alternativer for tiltak (Alt. A.1, A.2, A.3, B, C.1 og C.2). Tabell 1 viser en oversikt over tiltak som skal utredes i forprosjekt for Dammer Storevatnet.

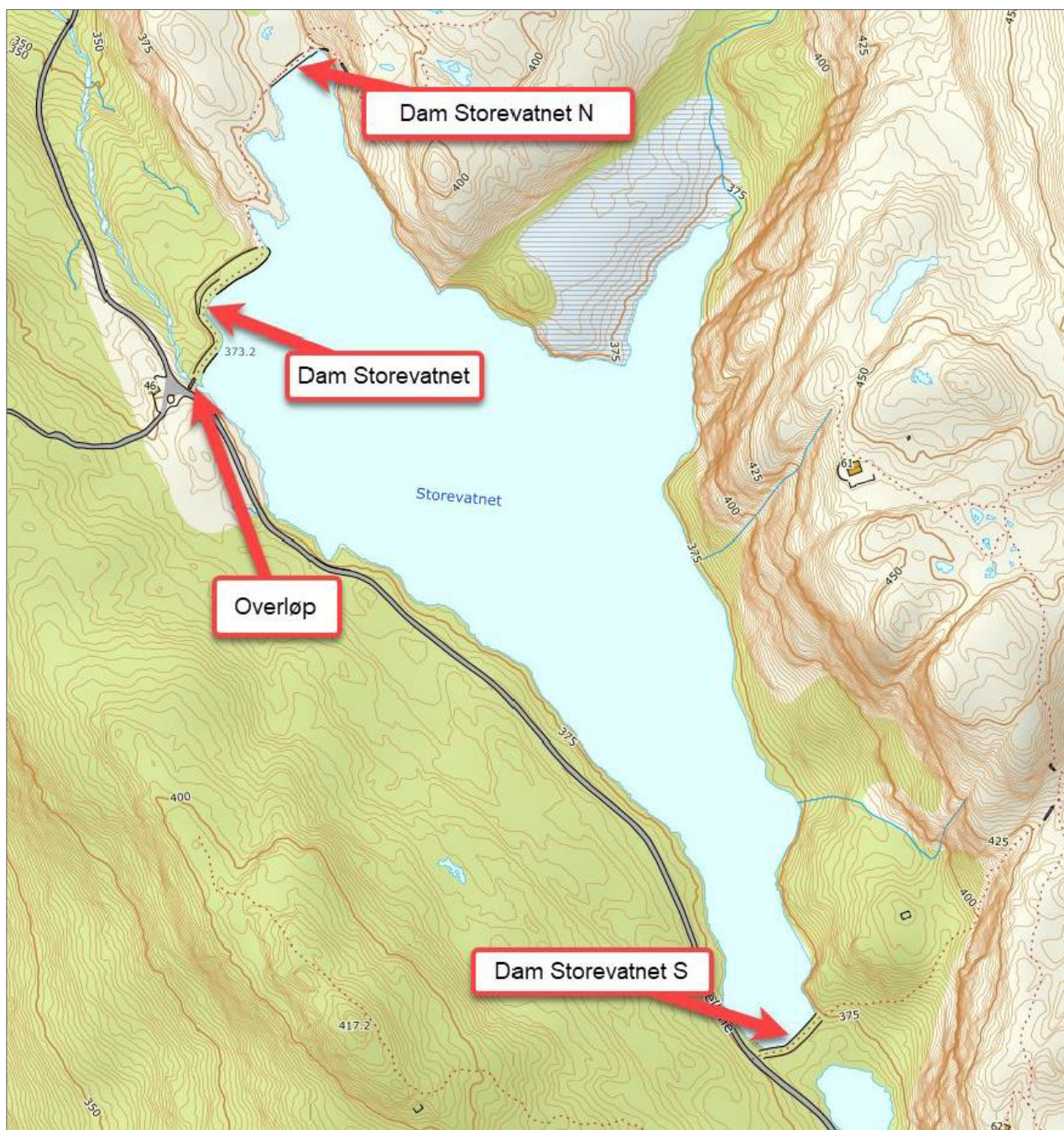


Figur 1. Geografisk plassering av Dammer Storevatnet (figur er hentet fra Norconsult rapport for konseptutvalg /1/).

Dammer Storevatnet - Forprosjekt

Innledende klimagassberegninger

Oppdragsnr.: 52102359 Dokumentnr.: R008 Versjon: J02



Figur 2. Oversiktsfigur av eksisterende dammer (figur er hentet fra Norconsult rapport for konseptutvalg /1/).

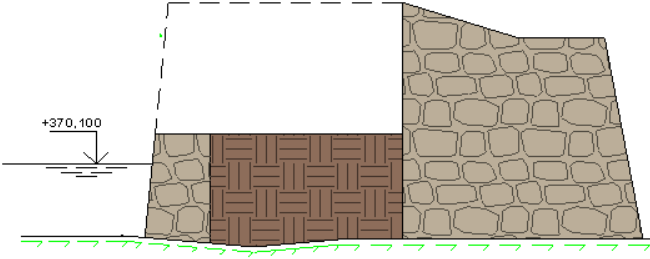
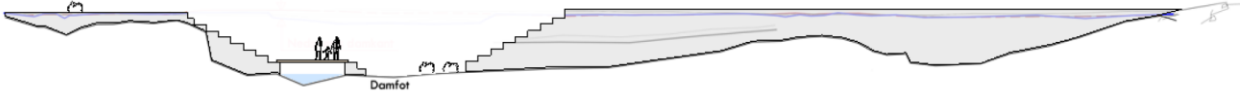
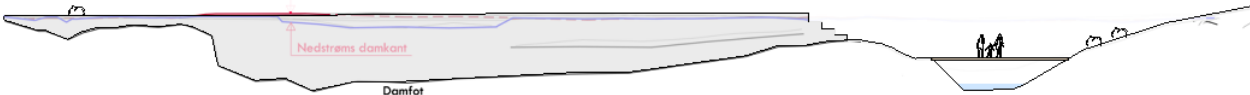
Tabell 1. Oversikt over tiltaksalternativer. Informasjon er hentet fra konseptutredning for tiltak /1/.

Alt	Beskrivelse	Skisse/Figur
A.1	- Moderat senkning av vannstand. Ca. 0,3 m sammenlignet med dagens situasjon. - Dam Storevatnet (Hoveddam): Ny gravitasjonsdam. Eksisterende nedstrøms mur beholdes. 25 m av dammen nærmest eksisterende utløp rives og erstattes av nytt overløp i massiv betong med gangbro over. - Dam Storevatnet S: Oppstrøms støttefylling.	NY BETONGDAM FORBLENDES MED NATURSTEIN OVER NORMALVANNSTANDEN I MAGASINET FOR Å BEVARE DET ESTETISKE UTTRYKKET DAMMEN HAR I DAG MELLOM NY DAM OG EKSISTERENDE MUR FYLLES DET IGJEN MED SPRENGSTEIN OG DEKKES MED JORD NEDSTRØMS MUR BEHOLDSES
A.2	- Moderat senkning av vannstand. Ca. 0,3 m sammenlignet med dagens situasjon. - Dam Storevatnet (Hoveddam): Forsterkning av nedstrøms mur med ny betongplate. 25 m av dammen nærmest eksisterende utløp rives og erstattes av nytt overløp i massiv betong med gangbro over. - Dam Storevatnet S: Oppstrøms støttefylling.	DET ER FORUTSATT AT OPPSTRØMS MUR MÅ RIVES FOR Å KUNNE STØPE PÅ NY PLATE PÅ NEDSTRØMS MUR. OPPSTRØMS MUR KAN SÅ BYGGES OPP IGJEN OM DET ER ØNSKELIG Å BEVARE DAGENS UTTRYKK NY BETONGPLATE STØPES PÅ NEDSTRØMS MUR NEDSTRØMS MUR BEHOLDSES
A.3	- Moderat senkning av vannstand. Ca. 0,3 m sammenlignet med dagens situasjon. - Dam Storevatnet (Hoveddam): Deler av dammen beholdes som i dag med forsterkning av oppstrøms mur. Lavere deler av dammen erstattes av betongdam som i alternativ A.1. 25 m av dammen nærmest eksisterende utløp rives og erstattes av nytt overløp i massiv betong med gangbro over. - Dam Storevatnet S: Oppstrøms støttefylling. Løsning forutsetter at det brukes mindre konservative verdier for islast, egenvekt torv og friksjonsvinkel. Dette tas med videre som en usikkerhet i prosjektet som må avklares med NVE som en velger å gå videre med dette alternativet.	OPPSTRØMS MUR MÅ FORSTERKES MED NY MUR MOT MAGASINET FOR Å OPPNÅ GOD NOK SIKKERHET VED NEDTAPPET MAGASIN TORVETTING BEHOLDSES PÅ DE DELER AV DAMMEN SOM HAR NEDSTRØMS MUR MED GOD NOK SIKKERHET NEDSTRØMS MUR BEHOLDSES HVOR GOD NOK SIKKERHET KAN OPPNÅS

Dammer Storevatnet - Forprosjekt

Innledende klimagassberegninger

Oppdragsnr.: 52102359 Dokumentnr.: R008 Versjon: J02

B	➤ Ca. 3 m senking av vannstanden. ➤ Dam Storevatnet (Hoveddam): Dammen nærmest eksisterende utløp rives og erstattes av nytt overløp i massiv betong med gangbro over. Torvkjerne og oppstrøms mur senkes hvor dammen er høyest for at oppstrøms mur skal ha tilfredsstillende sikkerhet. ➤ Dam Storevatnet S og N: Ingen konstruktive tiltak.	
C.1	➤ Nedlegging av damanlegget. Senker vannstanden med ca. 5 meter. ➤ Et større parti av hoveddammen rives og utløpet til vannet flyttes tilbake til opprinnelig plassering før oppdemming. ➤ Ingen tiltak på øvrige deler av dammene utenom vedlikehold og sikring. Arrondering av området for tilrettelegging for rekreasjon.	
C.2	➤ Nedlegging av damanlegget. Senker vannstanden med ca. 5 meter. ➤ Et større parti av hoveddammen rives i dammens sørlige vederlag. ➤ Ingen tiltak på øvrige deler av dammene utenom vedlikehold og sikring. Arrondering av området for tilrettelegging for rekreasjon.	

1.2 Sammenheng med andre damprosjekter

Norconsult har tidligere utarbeidet innledende klimagassberegninger som en del av beslutningsgrunnlaget for opprustning av Dam Storediket /2/. Dam Storediket ligger om lag 1 km sørøst for Storevatnet og begge opprustningsprosjektene vil ha samme tilkomstvei for inntransport av materialer og maskiner, se Figur 3. For begge opprustningsprosjektene planlegges det at materialer som betong, stål, pukk og forskaling vil transporteres på tilkomstveier fra Skansemyren og til Brushytten via Fløyen, og inn til anlegget ved Storediket (ca. 4 km). Deler av strekningen mellom Brushytten og Storediket mangler i dag veg. Fra Storediket er det ca. 1 km videre til hoveddammen ved Storevatnet, også her er det mangelfull tilkomstvei.

I de innledende klimagassberegningene for Dammer Storediket /2/ ble det beregnet at opprustning og etablering av tilkomstvei mellom Skansen og Storediket¹ (ca. 4 km) gir et klimagassutslipp tilsvarende ca. 800 tonn CO₂-ekv. Fordelt på antall km gir det et klimagassutslipp tilsvarende ca. 200 tonn CO₂-ekv/km tilkomstvei. Dette overslaget kan benyttes for å estimere klimagassutslippet for etablering av 1 km vei fra Storediket og videre inn til hoveddammen ved Storevatnet. Samlet klimagassutslipp for etablering av tilkomstveier for begge opprustningsprosjektene utgjør ca. 1 000 tonn CO₂-ekv. Klimagassutslippet forbundet med opprustning og etablering av tilkomstveier kan tilskrives de to prosjektene på forskjellige måter avhengig av hvilke systemgrenser som settes for hvert prosjekt. Klimagassutslippet kan fordeles likt på de to prosjektene, eller tilskrives hvert prosjekt iht. antall km med vei mellom Skansen og Storediket (4 km, ca. 800 tonn CO₂-ekv) vs.

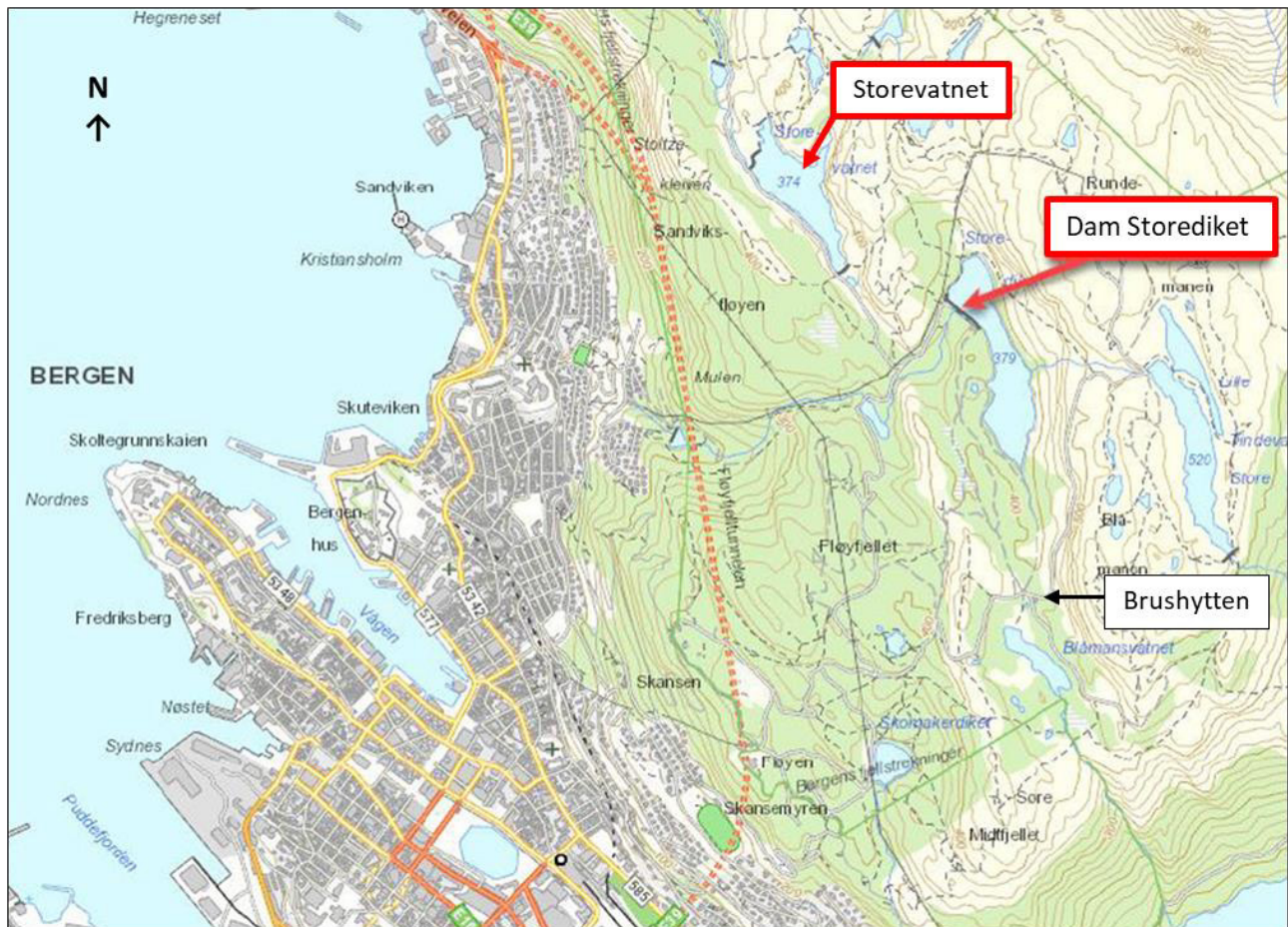
¹ For mengder og beregning av klimagassutslipp for etablering/opprustning av tilkomstvei mellom Skansen og Storediket vises det til Norconsult rapport 5192890-R007-J01, Dam Storediket – Forprosjekt: Innledende klimagassberegninger for ombygging av Dam Storediket, datert 03.06.2021.

Innledende klimagassberegninger

Oppdragsnr.: **52102359** Dokumentnr.: **R008** Versjon: **J02**

mellom Storediket og Storevatnet (1 km, ca. 200 tonn CO₂-ekv). Med hensyn på klimagassutslipp anbefales det at prosjektene sees i sammenheng, slik at klimagassutslippet for eventuell opprustning og etablering av tilkomstveier fra Skansen kan nyttiggjøres for begge damprosjektene.

Som et alternativ til inntransport via tilkomstvei ble det for Dammer Storediket også beregnet klimagassutslipp forbundet med inntransport av betong, stål og forskaling med helikopter /2/. En slik beregning er også utført for inntransport av materialer til dam Storevatnet.



Figur 3. Oversiktskart over Dam Storediket og Storevatnet.

2 Metode for beregning av klimagassutslipp

2.1 Bakgrunnsinformasjon og systemgrenser for beregning

Statens vegvesen sitt beregningsverktøy for anleggsprosjekt *VegLCA v5.04B /3/* er benyttet for de innledende klimagassberegningene for de ulike alternativene for Dammer Storevatnet. VegLCA er utviklet av Asplan Viak på oppdrag fra Statens Vegvesen, og versjon 5.04B omfatter to verktøy; mellom- og senfaseverktøy. Prosjektet Dammer Storevatnet er i tidlig fase og hensikten med klimagassberegningene er å synliggjøre forskjellene mellom alternativene og å peke på de største bidragsyterne til klimagassutslipp. Mellomfaseverktøyet er derfor benyttet, da det er tilpasset bruk i tidlig/mellomfase, når detaljerte mengder ikke foreligger. For ytterligere informasjon om beregningsverktøyet, se brukerveiledning og dokumentasjon fra Asplan Viak /4,5/.

Bergen kommune har kommet med veileder for klimagassberegninger som baseres på NS3720 «klimagassberegninger for bygninger» /6/ og peker til beregningsverktøyet OneClickLCA som er utviklet iht. NS3720. Dette verktøyet er godt egnet for byggeprosjekter, men mindre egnet for anlegg og infrastrukturprosjekter, særlig i tidlig fase. VegLCA er vurdert som bedre egnet i dette prosjektet og er derfor benyttet. VegLCA forholder seg til tilsvarende LCA-steg og datakvalitet som kreves i NS3720.

Systemgrensene for beregningene i VegLCA mellomfaseverktøy er begrenset til livsløpsfasene: materialproduksjon (LCA-steg A1 til A4), utbygging (LCA-steg A5) og drift og vedlikehold (LCA-steg B4-B5), samt arealbeslag/arealbruksendring. Verktøyet beregner klimagassutslippet fordelt på de ulike LCA-stegene. Tabell 2 viser hva som inkluderes i de ulike LCA-stegene. VegLCA er tilpasset samferdselsprosjekter. Drift og vedlikeholdsintervaller for kjørbare vei/tunell er ikke gjeldende i dette prosjektet og klimagassutslipp knyttet til drift og vedlikehold (LCA-steg B4-B5) vil ikke inkluderes i beregningen for Dammer Storevatnet.

Tabell 2. Oversikt over hva som inkluderes i de forskjellige fasene i mellomfaseverktøyet i VegLCA, samt for arealbeslag.

LCA steg A1-A4: Materialproduksjon	LCA-steg A5: Utbygging	LCA steg B4-B5: Drift og vedlikehold	Arealbeslag/ arealbruksendring
➤ A1: Fremstilling av råvare ➤ A2: Transport til fabrikk ➤ A3: Produksjon av produkt ➤ A4: Transport til byggeplass	➤ Anleggsmaskiner ➤ Massetransport ➤ Elektrisitet ➤ Sprengning	➤ Anleggsmaskiner ➤ Elektrisitet i driftsfase ➤ Reasfaltering ➤ Strøsalt ➤ Andre materialer	➤ Arealtype ➤ Dyrket mark/ matjord ➤ Myr ➤ Skog

2.2 Inngangsdata i VegLCA

Nødvendig inndata i mellomfaseverktøyet i VegLCA er delt inn i fire hovedkategorier; prosjektbeskrivelse, materialforbruk, anleggsarbeid og arealbeslag.

For LCA-steg A1-A4: materialproduksjon, må mengder av de største innsatsfaktorene for utslipp av klimagass oppgis (eks.: betong, stål og asfalt, transport). Ikke alle materialer er inkludert i mellomfaseverktøyet, og materialer av svært liten betydning for det totale klimagassutslippet inngår ikke i analysen. Desto flere materialmengder som foreligger i prosjektgrunnlaget, desto mer nøyaktig vil klimagassberegningene være.

For å ta hensyn til inntransport av materialer fra Skansemyren og opp til dammen er det gjort tilleggsberegninger for LCA-steg A4: materialtransport for bruk av lastebil og helikopter. Tilleggsberegningene utføres som følge av at lastforhold og stigning opp til dammen gir høyere klimagassutslipp enn det som gjerne er forutsatt for transport med lastebil for LCA-steg A4 i VegLCA, samt at inntransport med helikopter ikke er dekket av VegLCA.

For LCA-steg A5: utbygging, skal følgende informasjon angis:

- Sprengning dagen (kun sprengning)
- Sprengning i tunnel (kun sprengning)
- Massehåndtering og -graving (alle masser)

- Masser ut av anlegg (kun transport)
- Masser inn til anlegg (kun transport)

For arealbeslag må mengde av arealtypene dyrket mark/matjord, myr og skog som beslaglegges ved bygging av prosjektet oppgis. Prosjektet vil ikke beslaglegge myr eller dyrket mark/matjord, men det vil ryddes noe skog nedstrøms utløpet av hoveddammen for alle alternativer.

Klimagassberegningen tar ikke høyde for biomasse som vil etablere seg på områder som gjøres tilgjengelig ved senkning av dagens vannmagasin (dvs. opptak av karbon). Senkning av magasinet vil være størst for alt. C1 og C2 (senkes helt), etterfulgt av alt. B (senkes delvis) og alt. A1 til A3 (senkes ca. 30 cm). Potensialet for opptak av karbon grunnet revegetering av arealet hvor det i dag er vann vil derfor være størst for alt. C. Videre vil nedbryting av organisk masse som er sedimentert i Storevatnet kunne gi et klimagassutslipp etter senkning av vannstanden. Nettobalansen for opptak/utslipp av klimagasser som følge av senkning av vannstanden i magasinet ligger utenfor systemgrensene for foreliggende klimagassberegning.

3 Mengdegrunnlag og forutsetninger

3.1 Mengdegrunnlag fra kostnadsestimat

Mengdegrunnlaget er hentet fra kostnadsestimat i forprosjektet. Der mengdene i kostnadsestimatet ikke er tilpasset for innputt i VegLCA er disse regnet om i samråd med prosjektet. For fullstendig liste med mengder hentet fra kostnadsestimat, se vedlegg A. De overordnede klimagassberegningene er usikker som følge av nåværende detaljeringsgrad i prosjektet, samt usikkerhet knyttet til mengder i kostnadsestimatet. Der det ikke foreligger informasjon er erfaringsbaserte mengder og løsninger benyttet. Mengder benyttet for innledende klimagassberegninger og antakelser for innputt i VegLCA for alt. A.1 til A.3, B, C.1 og C.2 er vist i Tabell 3.

Tabell 3. Oversikt over mengder benyttet som innputt i VegLCA for innledende beregninger for alternativ A.1 til C.2.

Innputt VegLCA:	Mengde						Enhet
	A.1	A.2	A.3	B	C.1	C.2	
Materialforbruk							
Normalbetong, B35, Lavkarbon B	990	480	490	120	0	0	m ³
Fyllingsmateriale, grus/pukk	730	800	130	0	0	0	am ³
Rør og kummer, plast	5	5	5	5	5	5	tonn
Støttemur av naturstein	120	324	324	0	0	0	m ³
Stål, armering og bolter kamstål	40	29	22	7	0	0	tonn
Stål, konstruksjonsstål og annet stål	19	19	19	19	19	19	tonn
Trevirke	10	10	10	10	10	10	m ³
Anleggsarbeid							
Sprengning dagen (kun sprengning)	920	920	920	920	920	920	pfm ³
Massehåndtering og -graving (alle masser)	6760	7034	5384	5160	8630	5826	pfm ³
Arealbeslag							
Skog - høy bonitet	300	300	300	300	300	450	m ²

3.2 Transport av materialer og masser på tilkomstvei med stigning

Dersom løsningen med opprustning av tilkomstveier blir gjennomført vil inntransport av materialer skje på vei med stigning. For at de innledende klimagassberegningene også skal dekke inntransport via tilkomstveier med stigning er en tilleggsberegning for LCA-steg A4: materialtransport utført utenfor VegLCA. Utslippsfaktor for inntransport er hentet fra databasen HBEFA 4.1 /7/ og er basert på transport med et 14-20 tonns kjøretøy (14-20t Euro-VI) med veistigning på ca. 6%. Tabell 4 viser forutsetninger for beregning av klimagassutslipp knyttet til transport av betong, stål, pukk og forskaling fra Skansemyren og til hoveddammen ved Storevatnet. Total lengde på tilkomstvei er ca. 4 km fra Skansemyren og til Storediket. Videre er det ca. 1 km fra Storediket og til hoveddammen ved Storevatnet.

Tabell 4. Forutsetninger for tilleggsberegning for materialtransport (LCA-steg A4) av betong, stål, pukk og forskaling fra Skansemyren og til hoveddammen ved Storevatnet via Storediket.

Forutsetning	Mengde	Kilde
Transportlengde fra Skansen og til hoveddam Storevatnet	5 km	Forprosjektet
Utslippsfaktor opp, med last	2 330 g CO ₂ /km	HBEFA 4.1, kjøretøy 14-20t Euro-VI /7/
Utslippsfaktor ned, med last	106 g CO ₂ /km	HBEFA 4.1, kjøretøy 14-20t Euro-VI /7/
Utslippsfaktor ned, uten last	93 g CO ₂ /km	HBEFA 4.1, kjøretøy 14-20t Euro-VI /7/
Maks lastekapasitet for transport på tilkomstvei	10 tonn pr. lass	Erfaringstall, forprosjekt Storediket ²
Maks lastekapasitet for transport på tilkomstvei	4 m ³ betong pr. lass	Erfaringstall, forprosjekt Storediket ³

3.3 Inntransport med helikopter

Som et alternativ til opprustning av tilkomstveier og transport på tilkomstvei med stigning kan materialene betong, stål, pukk og forskaling transporteres inn til dammen med helikopter. Forutsetninger for beregning av klimagassutslipp for helikoptertransport er vist i Tabell 5. Figur 4 viser mulig reiserute for helikoptertransport.

Tabell 5. Forutsetninger for beregning av klimagassutslipp for transport av betong, pukk, stål og forskaling med helikopter.

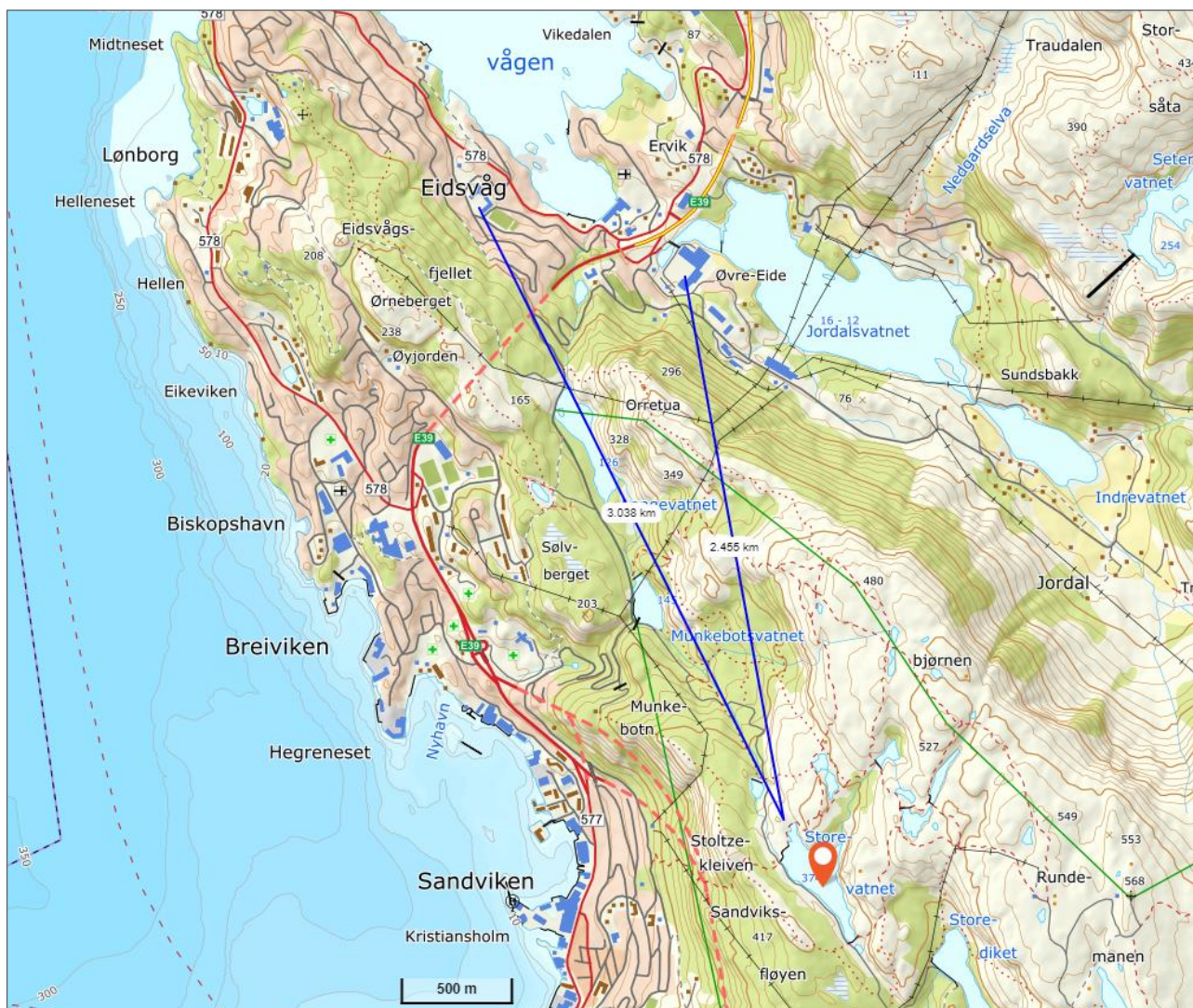
Transport med helikoptertype: Eurocopter AS 350 B3 Ecureuil		Enhet
Egenvekt helikopter /8/	1,3	tonn
Maks lastekapasitet, svinglast /8/	1	tonn
Gross vekt med 1 tonn svinglast	2,3	tonn
Drivstofforbruk ved anbefalt cruise fart gitt gross vekt ca. 3,2 tonn /8/	160	kg fuel/t
Utslippsfaktor helikopterdrivstoff JET A1-fuel /9/	3,15	tonn CO ₂ -eq/tonn fuel
Transportlengde fra Eidsvågsiden til dam (Figur 4)	3	km
Mengde betongtransport pr. time /10/	1,5	m ³ betong/time
Egenvekt betong	2,4	tonn/m ³ betong
Egenvekt pukk	1,5	tonn/m ³ pukk
Ant. tonn transportert pr time	3,5	tonn/time

² Fra forprosjektet for Dam Storediket /2/: Betongbiler har kjørt opp halvfull (ca. 4 m³) pga. akseltrykk (10 tonn) og helning (for å unngå at betong renner ut bak). Vegen fra Skansemyren og opp til Fløyen er smal, men tidligere prosjekt har vist at det er mulig å kjøre opp med betongbiler.

Dammer Storevatnet - Forprosjekt

Innledende klimagassberegninger

Oppdragsnr.: 52102359 Dokumentnr.: R008 Versjon: J02



Figur 4. Mulige ruter for helikoptertransport fra Eidsvåg. (kartkilde: www.norgebilder.no).

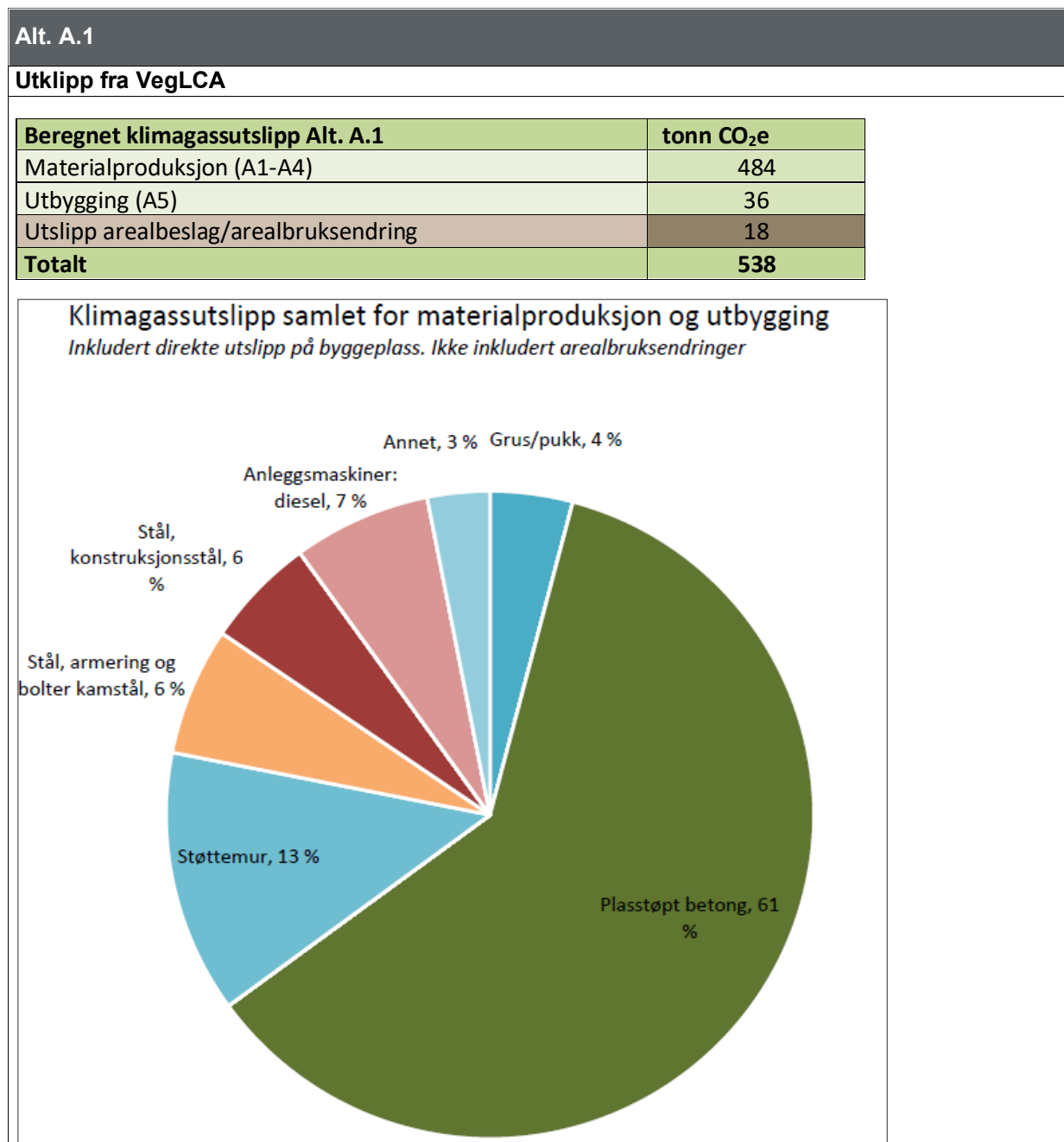
4 Resultater

4.1 Beregnet klimagassutslipp VegLCA

Tabell 6 tom Tabell 11 viser utklipp fra resultater i VegLCA og angir beregnet tonn CO₂-ekvivalenter, for materialer, anleggsarbeid og arealbeslag forbundet med opprustningsalternativ A.1, A.2, A.3, B, C.1 og C.2.

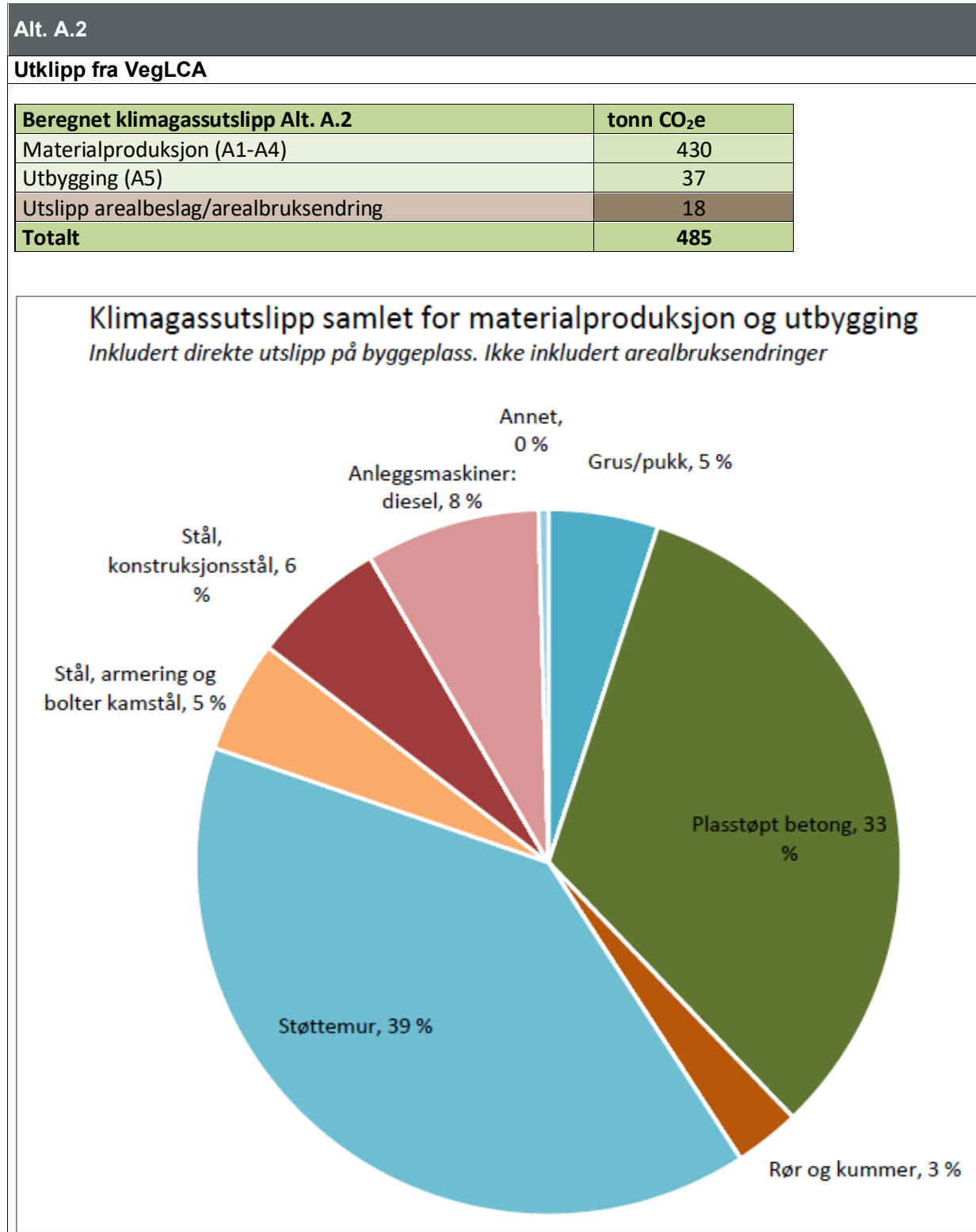
4.1.1 Alternativ A.1

Tabell 6. Utklipp fra resultater i VegLCA angir tonn CO₂-ekvivalenter for alt. A.1. Kakediagram angir den prosentvise fordelingen av klimagassutslipp for materialproduksjon og utbygging.



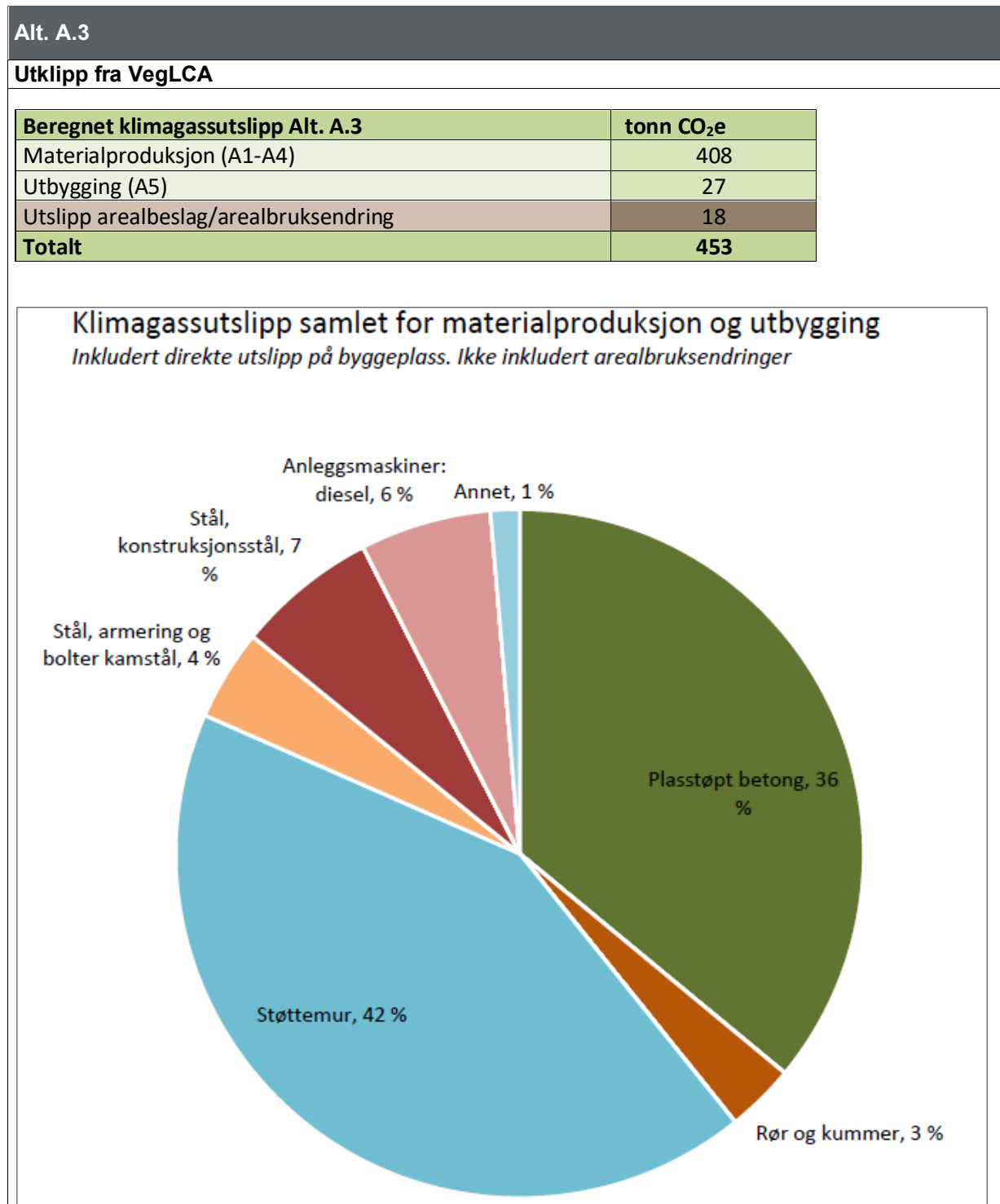
4.1.2 Alternativ A.2

Tabell 7. Utklipp fra resultater i VegLCA angir tonn CO₂-ekvivalenter for alt. A.2. Kakediagram angir den prosentvise fordelingen av klimagassutslipp for materialproduksjon og utbygging.



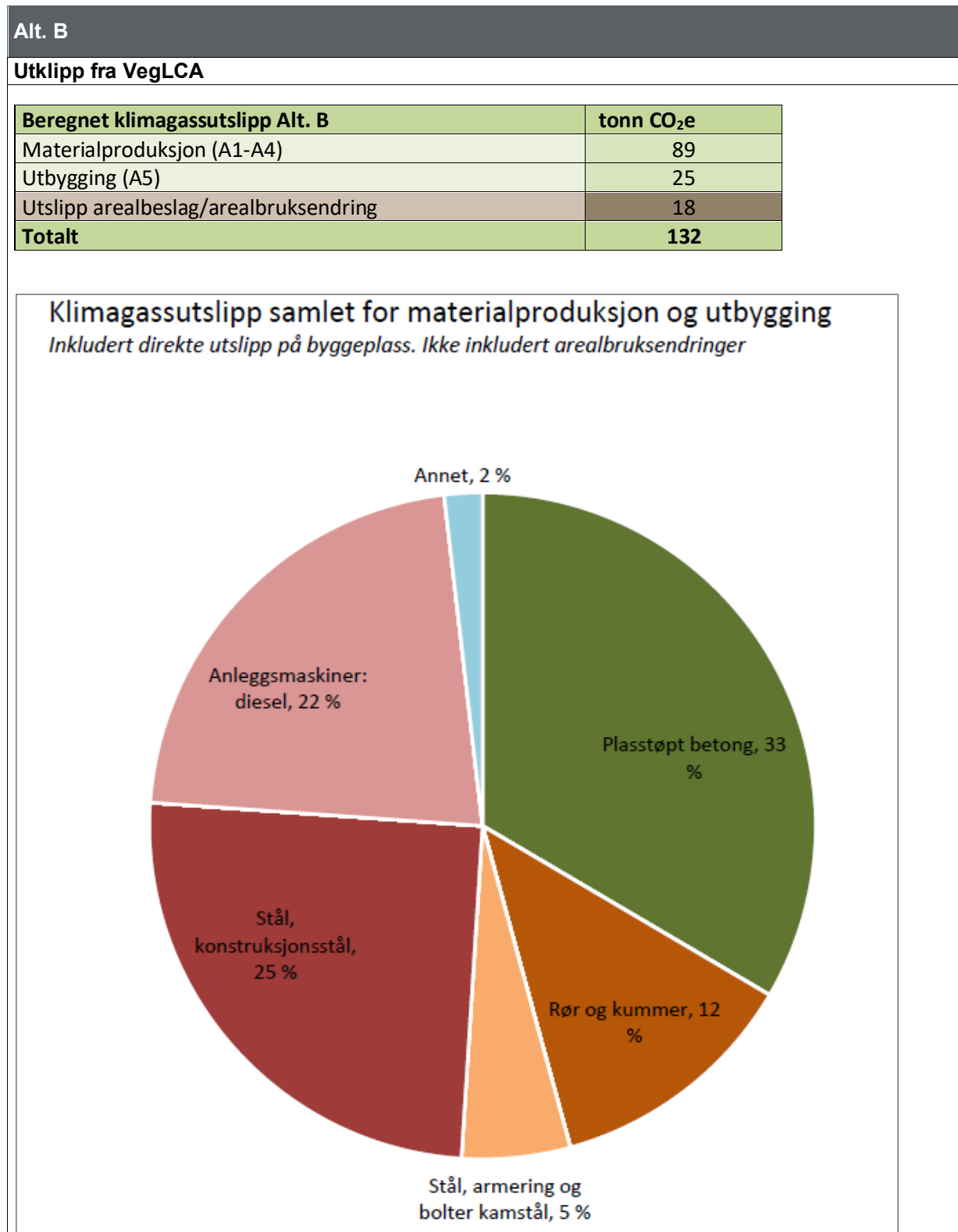
4.1.3 Alternativ A.3

Tabell 8. Utklipp fra resultater i VegLCA angir tonn CO₂-ekvivalenter for alt. A.3. Kakediagram angir den prosentvise fordelingen av klimagassutslipp for materialproduksjon og utbygging.



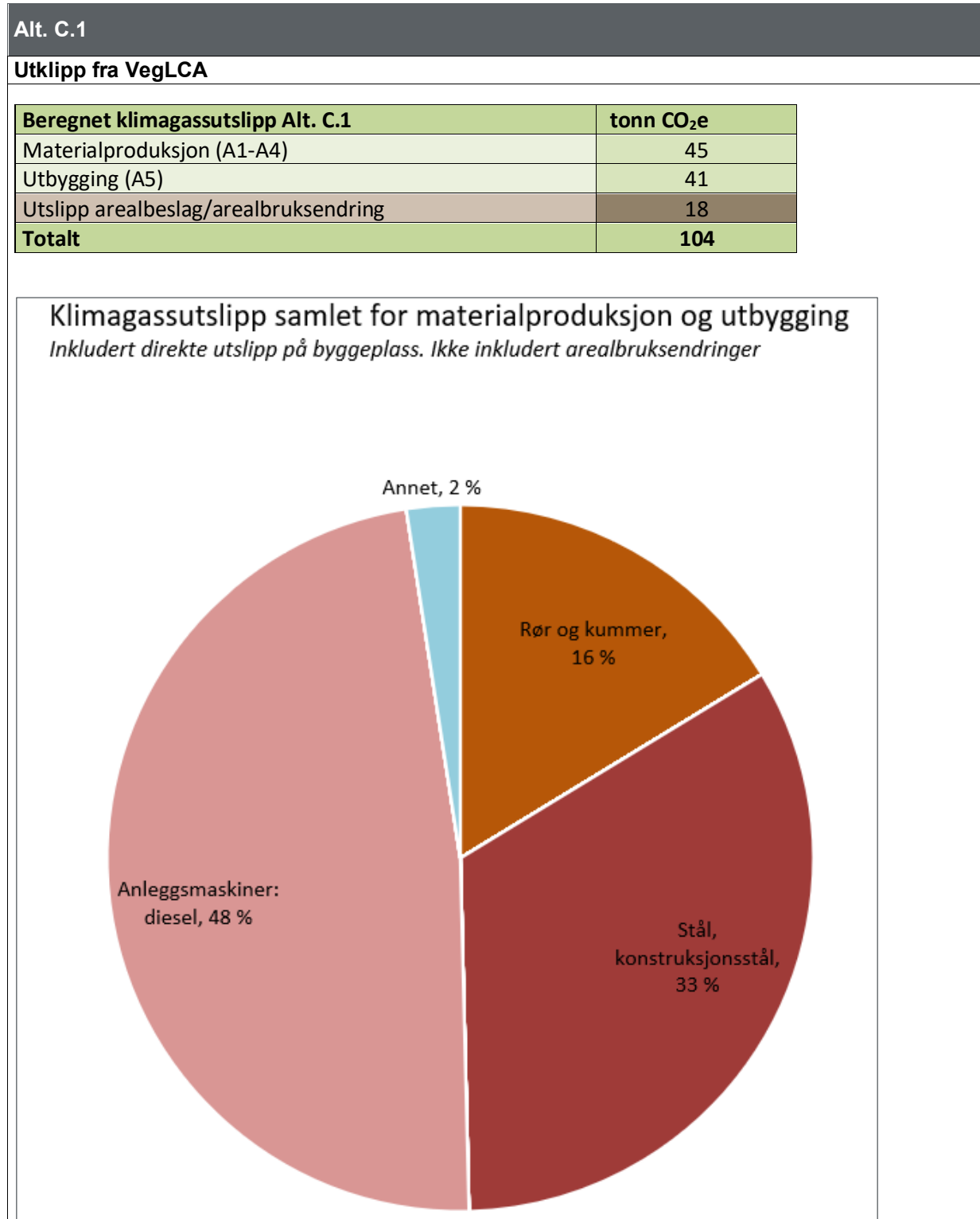
4.1.4 Alternativ B

Tabell 9. Utklipp fra resultater i VegLCA angir tonn CO₂-ekvivalenter for alt. B. Kakediagram angir den prosentvise fordelingen av klimagassutslipp for materialproduksjon og utbygging.



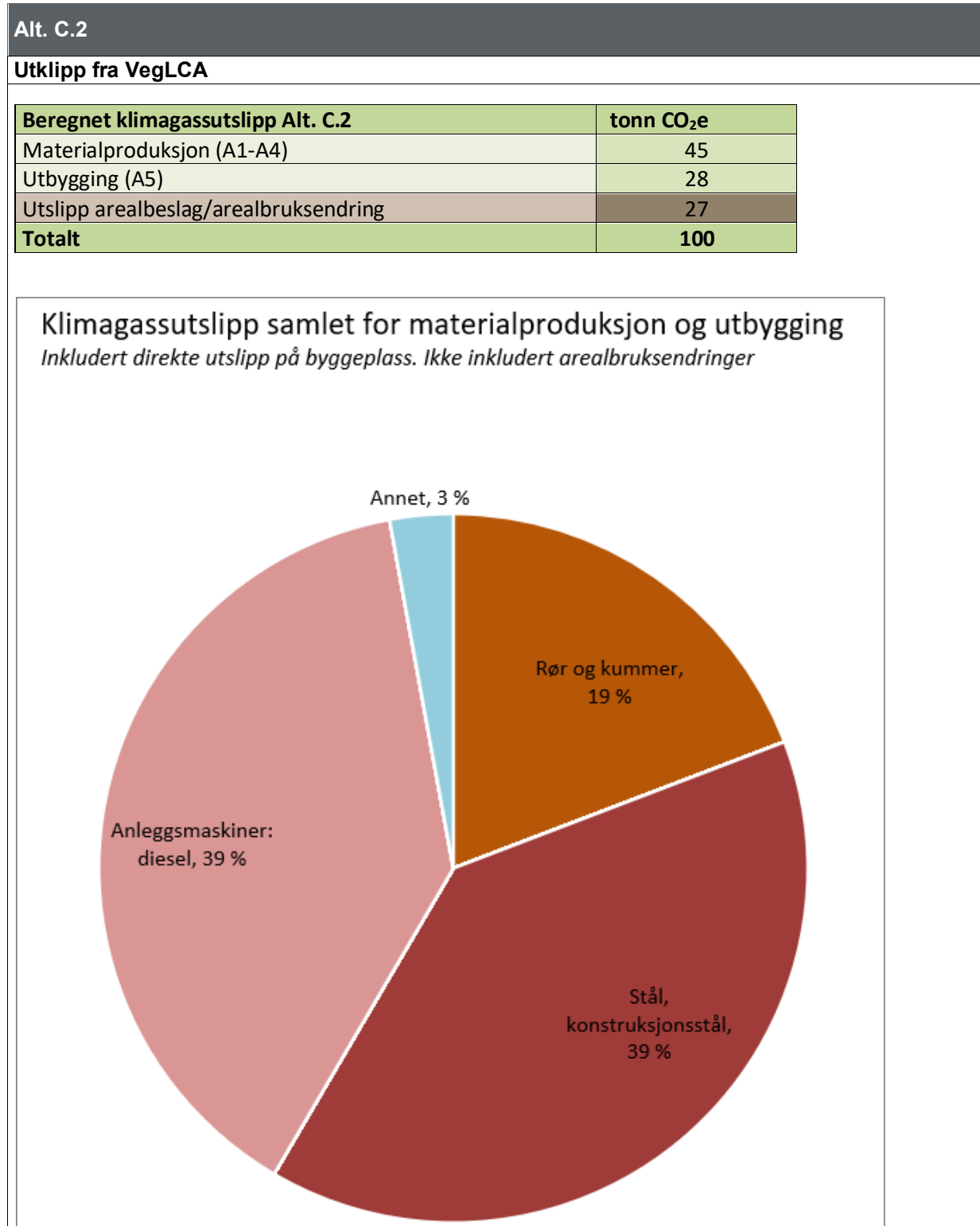
4.1.5 Alternativ C.1

Tabell 10. Utklipp fra resultater i VegLCA angir tonn CO₂-ekvivalenter for alt. C.1. Kakediagram angir den prosentvise fordelingen av klimagassutslipp for materialproduksjon og utbygging.



4.1.6 Alternativ C.2

Tabell 11. Utklipp fra resultater i VegLCA angir tonn CO₂-ekvivalenter for alt. C.2. Kakediagram angir den prosentvise fordelingen av klimagassutslipp for materialproduksjon og utbygging.



4.2 Transport av materialer til dam

4.2.1 Transport på tilkomstvei med stigning

Tabell 12 viser beregnet klimagassutslipp for transport av betong, stål, pukk og forskaling på tilkomstvei med stigning fra Skansen og til hoveddammen ved Storevatnet (ca. 5 km). Beregnet klimagassutslipp for inntransport på tilkomstvei med stigning vil komme i tillegg til beregningene i VegLCA for LCA-steg A4: materialtransport. Det er også et klimagassutslipp forbundet med opprustning og etablering av tilkomstveiene (se kap. 1.2).

Tabell 12. Viser beregnet klimagassutslipp for transport av betong, stål, pukk og forskaling på tilkomstvei fra Skansen og til hoveddammen ved Storevatnet (ca. 5 km). For å ta hensyn til tilkomstvei med stigning vil beregnet klimagassutslipp komme i tillegg til beregnet klimagassutslipp for LCA-steg A4: materialtransport i VegLCA.

Samlet mengde for inntransport på tilkomstvei med stigning	Damalternativ						Enhet
	A.1	A.2	A.3	B	C.1	C.2	
Betong (m ³)	990	480	490	120	0	0	m ³
Pukk til post 5.2 (m ³)	730	800	130	0	0	0	m ³
Stål (tonn)	59	48	42	26	19	19	tonn
Forskaling inn/ut (tonn)	53	34	28	9	0	0	tonn
Beregnet klimagassutslipp transport opp med last	A.1	A.2	A.3	B	C.1	C.2	Enhet
Antall turer opp med betong gitt 4 m ³ /lass	248	120	123	30	0	0	turer
Antall turer opp med pukk gitt 4 m ³ /lass	183	200	33	0	0	0	turer
Antall turer opp med stål gitt 10 tonn/lass	6	5	4	3	2	2	turer
Antall turer opp med forskaling gitt 10 tonn/lass	5	3	3	1	0	0	turer
Summert antall turer opp	441	328	162	34	2	2	turer totalt
Antall km opp (ant. turer opp * 5 km)	2206	1641	810	168	10	10	km
Klimagassutslipp kjøring med last oppover gitt utslippsfaktor 2,33 kg CO ₂ /km (+6 % helning)	5	4	2	0,4	0,02	0,02	tonn CO ₂ -ekv.
Beregnet klimagassutslipp transport ned med last	A.1	A.2	A.3	B	C.1	C.2	Enhet
Antall turer ned med forskaling gitt 10 tonn/lass	5	3	3	1	0	0	turer
Antall km ned med last (ant. turer opp * 5 km)	26	17	14	5	0	0	km
Klimagassutslipp kjøring med last nedover gitt utslippsfaktor 0,106 kg CO ₂ /km (-6% helning)	0,003	0,002	0,001	0,0005	0	0	tonn CO ₂ -ekv.
Beregnet klimagassutslipp transport ned uten last	A.1	A.2	A.3	B	C.1	C.2	Enhet
Summert antall turer ned uten last (total turer - turer med forskaling)	436	325	159	33	2	2	turer
Antall km ned uten last (ant. turer opp * 5 km)	2180	1624	796	163	10	10	km
Klimagassutslipp kjøring uten last nedover gitt utslippsfaktor 0,093 kg CO ₂ /km (-6% helning)	0,2	0,2	0,1	0,02	0,001	0,001	tonn CO ₂ -ekv.
Summert klimagassutslipp for transport på tilkomstvei med stigning (tonn CO₂-ekv)	A.1	A.2	A.3	B	C.1	C.2	Enhet
	5	4	2	0,4	0,02	0,02	tonn CO ₂ -ekv.

4.2.2 Transport med helikopter

Som alternativ til opprusting/etablering av tilkomstveier og inntransport av materialer på vei med stigning, kan betong, stål, pukk og forskaling transporteres med helikopter. Tabell 13 viser beregnet klimagassutslipp for transport med helikopter fra Eidsvågsiden og til Storevatnet (ca. 3 km i luftlinje). Beregnet klimagassutslipp vil komme i tillegg til beregnet klimagassutslipp for LCA-steg A4: materialtransport i VegLCA.

Tabell 13. Beregnet klimagassutslipp for inntransport av betong, stål, pukk og forskaling med helikopter. Dersom helikoptertransport blir valgt som løsning vil dette klimagassutslippet vil komme i tillegg til beregnet klimagassutslipp for LCA-steg A4: materialtransport i VegLCA.

Samlede mengder for helikoptertransport	Damalternativ						Enhet
	A.1	A.2	A.3	B	C.1	C.2	
Betong inn (m ³ *egenvekt på 2,4 m ³ /tonn)	2376	1152	1176	288	0	0	tonn
Pukk til post 5.2 (m ³ * egenvekt på 1,5 m ³ /tonn)	1095	1200	195	0	0	0	tonn
Stål (tonn)	59	48	42	26	19	19	tonn
Forskaling inn/ut (tonn*2)	106	67	55	18	0	0	tonn
<i>Totalt tonn material for transport (sum tonn)</i>	<i>3636</i>	<i>2467</i>	<i>1468</i>	<i>332</i>	<i>19</i>	<i>19</i>	<i>sum tonn</i>
Beregnet klimagassutslipp	Damalternativ						Enhet
	A.1	A.2	A.3	B	C.1	C.2	
Antall timer gitt ca. 3,5 tonn/time ved 3 km transportvei (timer)	1039	705	419	95	5	5	timer
Drivstofforbruk JET A1-fuel gitt 160 kg fuel/time (tonn fuel)	166	113	67	15	1	1	tonn fuel
<i>Totalt klimagassutslipp gitt utslippsfaktor 3,15 tCO₂-eq/tonn fuel (tonn CO₂-eq)</i>	<i>524</i>	<i>355</i>	<i>211</i>	<i>48</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>tonn CO₂-eq</i>

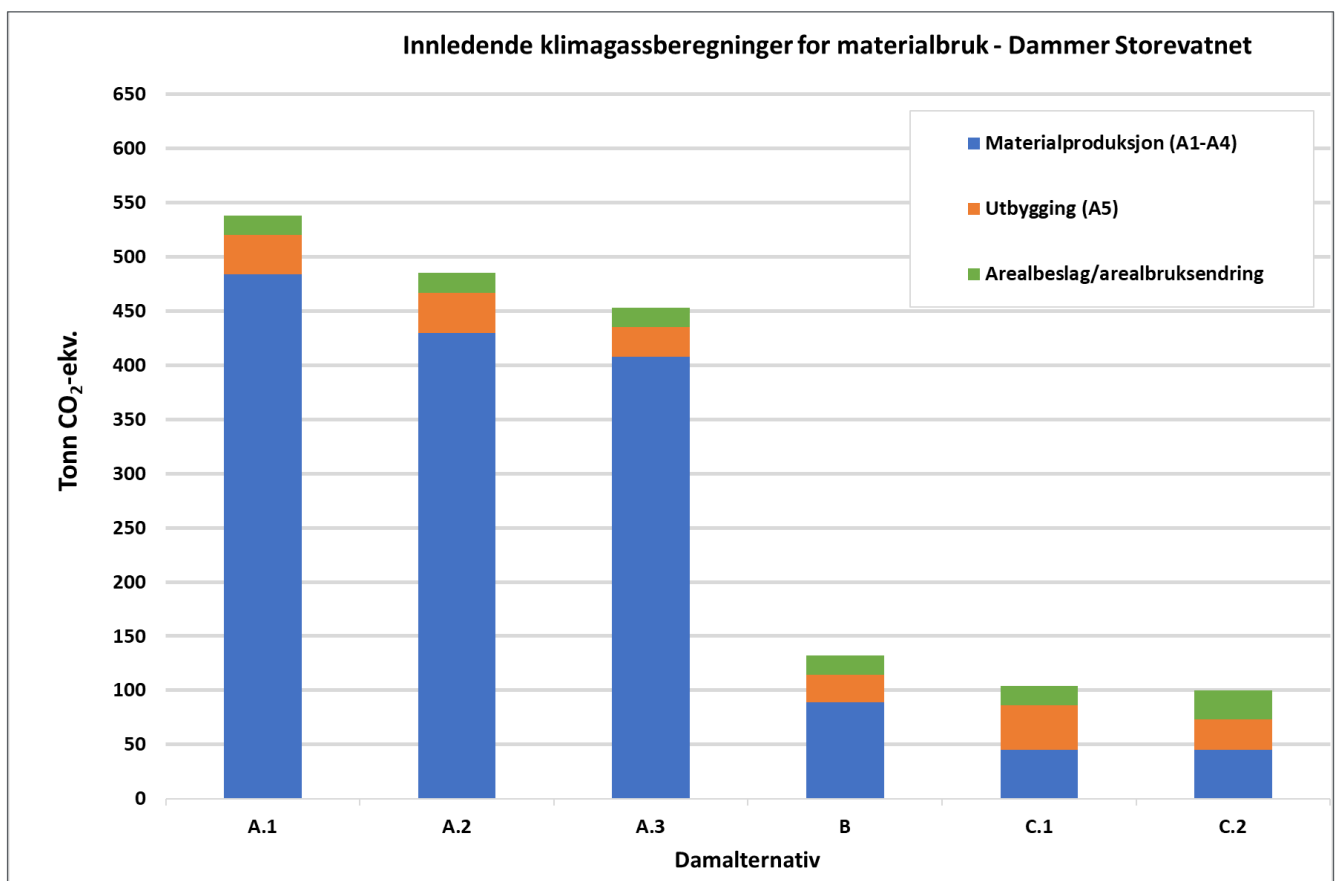
5 Oppsummering

5.1 Materialforbruk, anleggsarbeid og arealbeslag

Tabell 14 viser et sammendrag for klimagassutslipp forbundet med materialer, anleggsarbeid og arealbeslag forbundet med de 6 opprustningsalternativene, samt rangering iht. resultater for innledende klimagassberegning i VegLCA. Figur 5 viser en sammenstilling av de ulike alternativene i stolpediagram.

Tabell 14. Samlet resultat av innledende beregning av klimagassutslipp for de 6 alternativene, samt rangering.

LCA-steg	Opprustningsalternativ						Enhet
	A.1	A.2	A.3	B	C.1	C.2	
Materialproduksjon (A1 -A4)	484	430	408	89	45	45	tonn CO ₂ -ekv.
Utbygging (A5)	36	37	27	25	41	28	tonn CO ₂ -ekv.
Arealbeslag/arealbruksendring	18	18	18	18	18	27	tonn CO ₂ -ekv.
Sum beregnet klimagassutslipp for materialer, anleggsarbeid og arealbeslag	538	485	453	132	104	100	tonn CO₂-ekv.
Rangering	4	3		2	1		



Figur 5. Sammenligning av resultater for innledende beregning av klimagassutslipp for materialer, anleggsarbeid og arealbeslag for de 6 opprustningsalternativene.

5.2 Transport til dam

I tillegg til klimagassutslipp forbundet med materialer, anleggsarbeid og arealbeslag for de 6 damalternativene, vil det være et klimagassutslipp forbundet med tilkomst til Storevatnet. Det vil enten bli behov for opprusting og etablering av tilkomstvei³ og transport på tilkomstvei med stigning, eller inntransport med helikopter. Klimagassutslippet forbundet med de to transportalternativene vil komme i tillegg til beregnet klimagassutslipp vist i kap. 5.1.

Tabell 15 viser et sammendrag av klimagassutslipp forbundet med opprusting/etablering av tilkomstveier og transport av materialer på vei med stigning for de 6 opprustningsalternativene. Beregnet klimagassutslipp for etablering/opprusting av tilkomstveier fra Skansen og til Storediket og videre til Storevatnet utgjør samlet ca. 1 000 tonn CO₂-ekv. Halvparten av klimagassutslippet er allokert til hvert av damprosjektene dvs. ca. 500 tonn CO₂-ekv. Dersom Storediket-prosjektet ikke velger løsningen med tilkomstvei vil fordelingen av beregnet klimagassutslipp kunne endres.

Tabell 16 viser beregnet klimagassutslipp forbundet med transport med helikopter for de 6 opprustningsalternativene. Figur 6 viser et sammendrag av klimagassutslippet forbundet med transport.

Tabell 15. Samlet resultat for innledende beregning av klimagassutslipp for opprusting/etablering av tilkomstveier fra Skansen og til Storevatnet, samt transport av betong, stål, pukk og forskaling på vei med stigning for de 6 damalternativene.

Tilleggsberegning - Opprusting/etablering av tilkomstvei og transport på vei med stigning	Opprustningsalternativ						Enhet
	A.1	A.2	A.3	B	C.1	C.2	
Materialtransport på vei med stigning (tillegg på A4)	5	4	2	0,4	0,02	0,02	tonn CO ₂ -ekv.
Opprustning og etablering av tilkomstveier ³	500	500	500	500	500	500	tonn CO ₂ -ekv.
Sum beregnet klimagassutslipp	505	504	502	500	500	500	tonn CO₂-ekv.

Tabell 16. Samlet resultat for innledende beregning av klimagassutslipp for transport av betong, stål, pukk og forskaling med helikopter for de 6 damalternativene.

Tilleggsberegning - Transport med helikopter	Opprustningsalternativ						Enhet
	A.1	A.2	A.3	B	C.1	C.2	
Materialtransport med helikopter (tillegg på A4)	524	355	211	48	3	3	tonn CO ₂ -ekv.
Sum beregnet klimagassutslipp	524	355	211	48	3	3	tonn CO₂-ekv.

³ Det vises til Norconsult (2021), Dammer Storevatnet: Konseptutvalgsutredning for tiltak, rapport 52102359-R002-J02 datert 25.06.2021 for mengder og beregning av klimagassutslipp for etablering/opprusting av tilkomstvei mellom Skansen og Storediket.

Dammer Storevatnet - Forprosjekt

Innledende klimagassberegninger

Oppdragsnr.: **52102359** Dokumentnr.: **R008** Versjon: **J02**

Figur 6. Sammenligning av resultater for innledende beregning av klimagassutslipp for transport av betong, stål, pukk og forskaling på tilkomstvei og med helikopter for de 6 damalternativene.

6 Vurdering og konklusjon

6.1 Materialer, anleggsarbeid og arealbeslag

For samtlige opprustningsalternativer er beregnet klimagassutslipp fra arealbruksendring og LCA-steg A5: utbygging i omtrentlig samme størrelsesorden. Det er beregnet klimagassutslipp for LCA-steg A1-A4: materialproduksjon som gir den største forskjellen mellom alternativene.

Beregnet klimagassutslipp er størst for A-alternativene som følge av at disse opprustningsalternativene i større grad vil kreve materialer som betong og stål sammenlignet med de øvrige alternativene, som igjen gjør at beregnet klimagassutslipp for LCA-steg A1-A4: materialproduksjon er størst for samtlige A-alternativer. Betong- og stålmengden er noe større for Alt. A.1 sammenlignet med A.2 og A.3 som gjør at Alt. A.1 får et noe høyere beregnet klimagassutslipp. Beregnet klimagassutslipp for Alt. A.2 og A.3 er i omtrentlig samme størrelsesorden gitt usikkerheten og detaljeringsgraden på prosjektets nåværende tidspunkt og rangeres derfor samlet som alternativene med nest størst klimagassutslipp.

Beregnet klimagassutslipp for Alt. B er lavere enn samtlige A-alternativer som følge av at materialmengdene for betong og stål i dette alternativet er mindre. Alternativene C.1 og C.2 kommer best ut, og rangeres samlet som alternativene med lavest beregnet klimagassutslipp. Disse opprustningsalternativene vil ikke kreve betong, og stålmengden er mindre sammenlignet med øvrige alternativer.

6.2 Transport til dam

Ved sammenligning av transportalternativ på vei vs. med helikopter viser analysen at helikoptertransport for A-alternativene vil gi tilnærmet likt eller et lavere klimagassutslipp enn for veialternativet, mens for Alt. B og C vil helikopter uansett gi et lavere klimagassutslipp. Analysen forutsetter at klimagassutslippet for etablering av tilkomstvei kan fordeles likt mellom damprosjektene Dammer Storevatnet og Dam Storediket. Dersom veialternativet velges bort for Storediket, vil inntransport med helikopter til Storevatnet-prosjektet ha lavest klimagassutslipp som følge av at klimagassutslippet for etablering av tilkomstvei ikke lengre kan fordeles mellom de to prosjektene og dermed dobles. Med hensyn på klimagassutslipp anbefales det at prosjektene sees i sammenheng, slik at klimagassutslippet for eventuell opprustning og etablering av tilkomstveier fra Skansen kan nyttiggjøres for begge damprosjektene.

6.3 Generelt

De overordnede klimagassberegningene er usikker som følge av nåværende detaljeringsgrad i prosjektet, samt usikkerhet knyttet til mengder i kostnadsestimatet. Når rammene for prosjektet og detaljeringsgraden for mengdeanslag er bedre vil beregningene bli mer nøyaktig.

I senere planfaser bør det utarbeides et klimagassbudsjett (baseline) for materialbruk og anleggsarbeider, som kvantifiserer klimagassutslippene for det valgte alternativet i detalj. Deretter kan baseline for klimagassbudsjett benyttes for å vurdere tiltak for å redusere klimagassutslipp fra materialbruk og anleggsarbeider, for videre optimalisering av det valgte alternativet. For å nevne noen, kan utslippsreducerende tiltak omfatte krav til lavutslippsmaterialer, optimalisering av materialmengder, reduksjon av massetransport ved omdisponering av overskuddsmaterialer lokalt, massetransport ut ifra lokale muligheter, samt vurdering av muligheter for utslippsfrie anleggsmaskiner.

7 Referanser

1. Norconsult (2021), *Dammer Storevatnet: Konseptutvalgsutredning for tiltak*, rapport 52102359-R002-J02 datert 25.06.2021.
2. Norconsult (2021), *Dam Stordiket – Forprosjekt: Innledende klimagassberegninger for ombygging av Dam Stordiket*, rapport 5192890-R007-J01-Innledende klimagassberegninger, datert 03.06.2021.
3. Statens vegvesen (2021), *Bruk av VegLCA i vegprosjekter*. Tilgjengelig via: [Klimagassreduksjoner i anlegg og drift | Statens vegvesen](#)
4. Asplan Viak (2021), *Dokumentasjon VegLCA v5.01*. Tilgjengelig via: <https://www.vegvesen.no/contentassets/059d38d1c5504f76927cfe0b8b47c8ba/veglca-v5.01-dokumentasjon.pdf>
5. Asplan Viak (2021), *Brukerveiledning VegLCA v5.01*. Tilgjengelig via: <https://www.vegvesen.no/contentassets/059d38d1c5504f76927cfe0b8b47c8ba/veglca-v5.01-brukerveiledning.pdf>
6. Bergen kommune (2021), *Veileder for klimagassberegninger*. Tilgjengelig via: <https://www.bergen.kommune.no/hvaskjer/bymiljo/kommunen-har-fatt-sin-forste-veileder-for-klimagass-beregninger>
7. HBEFA, Tilgjengelig fra: <https://www.hbefa.net/e/index.html>
8. Eurocopter (2009), *Technical data AS350 B3*, Tilgjengelig via: [Microsoft Word - 350B3-09-101-01-E-Version-Officielle.doc \(global-helicopter-service.com\)](#)
9. Verifavia, *How are aircraft CO2 emissions calculated*. Tilgjengelig via: [Greenhouse gas emissions \(GHG\) verification Aviation, Airports, Shipping Verifavia](#)
10. Midtnorsk Helikopterservice, *Betongtransport med Helikopter*. Tilgjengelig via: [Betongtransport - Lasteflyging med helikopter Hva koster det pr. kbm? \(helikopterservice.no\)](#)

8 Vedlegg A – Utskrifter fra kostnadsestimat tilpasset innputt til VegLCA

Post	Beskrivelse	Mengder tilpasset oppsettet i VegLCA						Enhet	Plassering i VegLCA	Kommentar klimagassberegning mellomfaseverktøy
		A.1	A.2	A.3	B	C.1	C.2			
1.0	Rigg og drift av byggeplass + fangdam								Ikke inkludert	Ingen plass for dette i mellomfase VegLCA, rundsum-post.
1.1	Rigg og drift av byggeplass								Ikke inkludert	Ingen plass for dette i mellomfase VegLCA, rundsum-post.
1.2	xxx									
2.0	Grunnarbeider og riving ved dam									
2.1	Riving av eksisterende mur og torvtetting	1800	1800	820	1050	520	1416	m3	Massehåndtering og -graving (alle masser)	Massene antas håndteres lokalt i magasinet eller i området rundt. Kjøres ikke ut av anlegget, men kjøres ca. 300 m fra dam og til lokalt mellomlager. 300 m er så kort at det forutsettes at ligger inni posten for massehåndtering og graving i VegLCA.
2.2	Etablering av fangdam	350	350	350	350	350	350	m3	Massehåndtering og -graving (alle masser)	Ikke helt landet denne mengden enda, og om det trengs eksterne masser inn til anlegget. Mulig en ekstern inntransport her/ innkjøring av eksterne masser.
2.3 A	Etablering av grøft til forbileding/avledning	920	920	920	920	920	920	m3	Sprenging i dagen + Massehåndtering og -graving (alle masser)	Grøften sprenges ut i fjell. 4 m bred og i snitt 2,3 m dyp. 100 m lang grøft.
2.3 B	Utlekking av utsprengt masse til mellomlager	920	920	920	920	920	920	m3	Massehåndtering og -graving (alle masser)	Antar mengder fra post 2.3A + at massene legges her. Alle massene kjøres til lokalt mellomlager som i post 2.1. ca. 300 m transportlengde. 300 m er så kort at det forutsettes at ligger inni posten for massehåndtering og graving i VegLCA.
2.3 C	Igjenfylling av grøft til forbileding/avledning	920	920	920	920	920	920	m3	Massehåndtering og -graving (alle masser)	Henter tilbake masse fra mellomlageret til å fylle igjen grøften, 300 m kjørelengde. 300 m er så kort at det forutsettes at ligger inni posten for massehåndtering og graving i VegLCA.
2.4 A	Masseflytting nedstrøms overløp	500	500	500	500	500	650	m3	Massehåndtering og -graving (alle masser)	Kjøres tilsvarende som 2.1. Skal ikke kjøres tilbake masser her, her skal vannet ledes ut av dammen.
2.4 B	Utlekking på mellomlager	500	500	500	500	500	650	m3	Massehåndtering og -graving (alle masser)	Arbeidet med å legge massene på mellomlageret.
2.6 A	Masseflytting oppstrøms overløp	0	0	0	0	2000	0	m3	Massehåndtering og -graving (alle masser)	Kjøres tilsvarende som 2.1. Skal ikke kjøres tilbake masser her, her skal vannet ledes ut av dammen.
2.6 B	Utlekking på mellomlager	0	0	0	0	2000	0	m3	Massehåndtering og -graving (alle masser)	Arbeidet med å legge massene på mellomlageret.

2.7	Fjerning av område med skog nedstrøms utløpet hoveddam	300	300	300	300	300	450	m2	Skog - høy	Vegstasjonsrydding nedstrøms utløpet av hoveddammen. Antar biomassen kan flises opp og legges i terreng. Mengden er estimert.
4.0	Betongarbeider									
4.1	Fjellbolter	6,2	6,2	4,7	1,5	0	0	tonn	Stål, armering og bolter kamstål +inntransport	Gjort om til tonn. Ø32 mm, 5 m lange, 1 bolt = 30 kg/bolt. Inkluderer ikke arbeider med boring og gysing.
4.2	Dybler	0	1,35	0	0	0	0	tonn	Stål, armering og bolter kamstål +inntransport	Antar 5 kg stål/dybler.
4.6	Betong	990	480	490	120	0	0	m3	Betong, B35, lavkarbon B + inntransport	Setter opp lavkarbon B siden dette er tilgjengelig/standard hos leverandørene.
4.7	Armering	33,8	21,5	17,7	5,8	0	0	tonn	Stål, armering og bolter kamstål +inntransport	Gjort om til tonn.
4.8	Forskaling	53	34	28	9	0	0	tonn	Inn/uttransport på veg, gjenbrukes -> Plottes ikke som materiale i VegLCA	Egenvekt ca. 50 kg/m ² , Anta 10 cm tykkelse, inn/uttransport på vei. Gjort om til tonn.
4.9	Uspesifisert	0,2	0,2	0,2	0,2	0	0	-	Ikke inkludert	
5.0	Arrondering og landskapstilpasning									
5.1	Landskapstilpasninger	-	-	-	-	-	-	RS		Dekket av poster 2 Grunnarbeider og riving ved dam.
5.2	Tilbakefylling med drenerende masser	730	800	130	0	0	0	m3	Massehåndtering og -graving (alle masser) + Forsterkningslag (pukk) + inntransport	Disse massene er eksterne, må kjøres inn til anlegget.
5.3 A	Tilkjøring av masser fra lokalt mellomager	120	324	324	0	0	0	m3	Massehåndtering og -graving (alle masser)	Forutsetter 1,2 m tykk mur. Disse massene tas fra mengdene i post 2 /mellomlager og brukes i ny tørrmur. 300 m er så kort at det forutsettes at ligger inni posten for massehåndtering og graving i VegLCA.
5.3 B	Gjenoppbygging av tørrmur	120	324	324	0	0	0	m3	Støttemur av naturstein	Forutsetter 1,2 m tykk mur.

6.0	Nytt tappearrangement									
6.1A	Nytt tappearrangement - plastrør	5	5	5	5	5	5	tonn	Rør og kummer, plast + inntransport	PE-trykkrør istedenfor stål. Gjort om til tonn, egenvekt 50 kg/m rør, ca. 100 m med rør.
6.1B	Nytt tappearrangement - stålventil	1	1	1	1	1	1	tonn	Stål, konstruksjonsstål og annet stål + inntransport	Estimert.
6.2	Bytte eksisterende ventiler	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	tonn	Stål, konstruksjonsstål og annet stål + inntransport	100 kg stål estimert.
7.0	Instrumentering og sikkerhet									
7.1	Instrumentering	-	-	-	-	-	-	-	Ikke inkludert	
7.2	Skilting	-	-	-	-	-	-	-	Ikke inkludert	Skiltene er midlertidige og tas med ut igjen.
7.3A	Bro - stålmengde	3	3	3	3	3	3	tonn	Stål, konstruksjonsstål og annet stål + inntransport	Trebro. 3 tonn stål + 10 m ³ tre. Noe usikkert estimat.
7.3B	Bro - tremengde	10	10	10	10	10	10	m3	Tre + inntransport	Trebro. 3 tonn stål + 10 m ³ tre. Noe usikkert estimat.
7.5	Rekkverk	15	15	15	15	15	15	tonn	Stål, konstruksjonsstål og annet stål + inntransport	Klatresikkert rekkverk, ikke kjøresikkert. Regnet om til mengde stål. 150 kg stål/lm rekkverk, 150 lm rekkverk. Utleidet fra dimensjoner på klatresikkert rekkverk i stål.
9.0	Byggherrekostnader (15%)									
10.0	Påslag for usikkerhet									
	Estimert byggekostnad									

Vedlegg 7 – Miljøvurderinger ved nedlegging

► Storevatnet - miljøvurderinger av damriving

Sammendrag

Dam Storevatnet er et vannmagasin som ligger i Stormøllenvassdraget. Vannmagasinet består av tre separate dammer (Dam Storevatnet (hoveddammen til magasinet), Dam Storevatnet N og Dam Storevatnet S). Dammene består av en oppstrøms og en nedstrøms murkonstruksjon med en mellomliggende tetting av torv. NVE Atlas oppgir at dammene ble ferdigstilt i 1858 og at magasinet har blitt brukt til vannforsyning. Per i dag er ikke vannmagasinet brukt til vannforsyning, men benyttes til rekreasjon som fiske og bading.

En revurdering av dammene ble utført av Norconsult i 2013. Det ble avdekket mangler og avvik, som viser til at dammene ikke tilfredsstiller damsikkerhetsforskriftens krav til sikkerhet. Et alternativ er å legge ned Storevatnet som vassdragsanlegg og fjerne deler av Dam Storevatnet, enten ved dagens utløp eller ved dagens bunntapeløp. Denne rapporten gir en overordnet vurdering av påvirkningene for miljø/biologisk mangfold ved nedleggelse av vassdragsanlegget.

Kunnskapsgrunnlaget er hentet og basert på offentlig tilgjengelige databaser (Artskart, Naturbase). Det er ikke registrert spesielt sjeldne eller hensynskrevende arter eller naturtyper i tilknytning til Storevatnet.

Etter nedtapping av dammen er det forventet at revegeteringen av tørrlagte flater består av vindbårne frø og frø fra arter som spres fra umiddelbar nærhet, samt frø som har ligget i dvale i bunnsedimentene. Over tid endres konkurranseforholdene og sammensetningen av plantearter vil forandres. Revegetering bør gjennomføres gjennom naturlige prosesser.

Storevatnet blir ikke lenger brukt til vannforsyning, hvilket medfører at vannstanden ikke reguleres i stor grad. Dette gjør at littoralsonen kan sammenlignes med en uregulert innsjø. Ved fjerning av dammen vil vannet nå sitt naturlige nivå. Vanndekt areal og vannvolum vil bli redusert. Isolert sett vil ikke damriving nødvendigvis bidra positivt for ørreten, da fisketettheten i en periode vil øke og konkurransen mellom individer øker.

At dammen fjernes vil gi et vassdragsavsnitt som er langt mer likt naturotilstanden og bidra til forbedrede habitategenskaper for ørreten. Den naturlige gradienten for vassdraget blir gjenskapt og oppstuvningseffekten fjernes. En rivning av dammen fører til at det gjenopprettes naturlig økologisk kontinuitet, som er viktig for at kategorisere vannforekomsten som naturlig. Ved en damriving vil det derimot ikke være mulig med helt presise vurderinger av hvordan økologien vil forandres.

Fra et økologisk perspektiv fremstår nedleggelse av vassdragsanlegget som en mer fornuftig løsning enn å forsterke dammene slik at de tilfredsstiller nye krav i damforskriften. Norge er gjennom konvensjonen om biologisk mangfold forpliktet til å restaurere sine forringede økosystemer. I henhold til EUs vannrammedirektiv er også Norge forpliktet til å beskytte vannforekomster mot forringelse eller restaurere vannmiljøet. I tråd med Norges og EUs politiske målsettinger er damriving et mer fremtidsrettet tiltak enn det motsatte.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Storevatnet (figur 1) er et vannmagasin som ligger i Stormøllenvassdraget. Det består av tre separate dammer (figur 2): Dam Storevatnet (hoveddammen til magasinet), Dam Storevatnet N og Dam Storevatnet S. Nedbørsfeltet til Storevatnet har et areal på 0,7 km², noe som gir en beregnet middelvannføring ut av magasinet på ca. 68 l/s ([NEVINA \(nve.no\)](https://nve.no)). Dammene består av en oppstrøm og en nedstrøms murkonstruksjon med en mellomliggende tetting av torv. Det er opplyst i NVE Atlas at dammene ble ferdigstilt i 1858, og at magasinet har blitt brukt til vannforsyning. Dam Storevatnet og Dam Storevatnet S er registrert i Kulturminnesøk med kulturminneid 249811 for Dam Storevatnet og kulturminneid 249810 for Dam Storevatnet S. Begge dammene er ført opp med vernestatus: Kommunalt listeført. Magasinet er ikke lenger brukt til vannforsyning, men benyttes per i dag til rekreasjon som fiske og bading.

Dam Storevatnet er plassert i bruddkonsekvensklasse 3, jf. Brev fra NVE datert 04.07.2008. Dam Storevatnet N er plassert i bruddkonsekvensklasse 0 og Dam Storevatnet S i bruddkonsekvensklasse 1, jf. Brev fra NVE datert 08.08.2013.

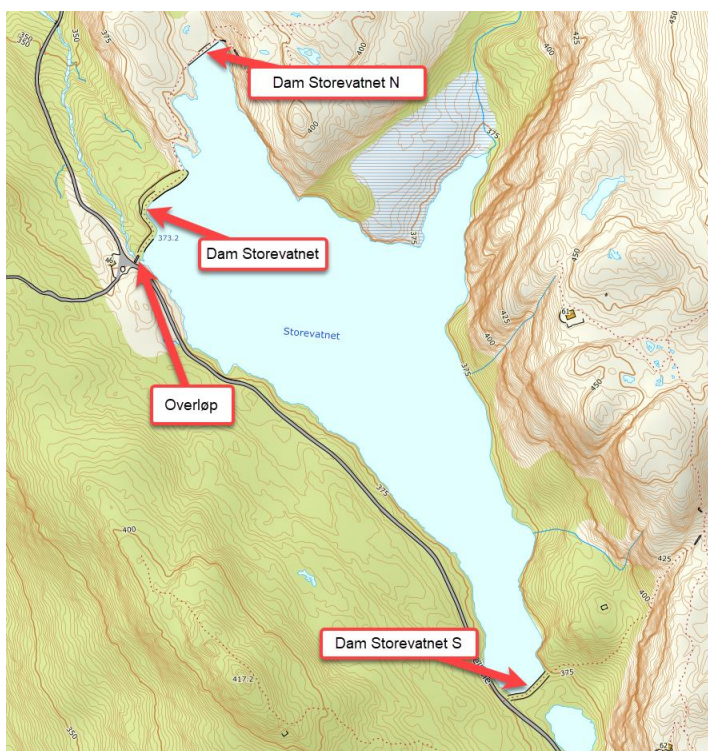
Det ble gjennomført en revurdering av dammene i 2013 av Norconsult, som ble godkjent i vedtaksbrev av NVE 1.8.2013. En rekke mangler og avvik ble da oppdaget. Revurderingen av Dammer Storevatnet viser at dammene ikke tilfredsstiller damsikkerhetsforskriftens krav til sikkerhet. Dette er utfyllende omtalt i Norconsults dokument *Dammer i Storvatnet – Konseptvalgutredning for tiltak* der også ulike forslag til utbedring er utredet. For mere informasjon henvises det til dette dokumentet.

Forprosjektet har vist at det er knyttet betydelige kostnader til ombygging av dammene. Det er derfor i tillegg gjennomført vurderinger av tiltak som innebærer å senke vannstanden ytterligere, eller full nedlegging av anlegget. Disse alternativene er de økonomisk mest gunstige, men redusert vannstand vil påvirke omgivelsene rundt magasinet. Det er derfor utarbeidet et dokument som vurderer de landskapsmessige påvirkningene av alternativene som medfører redusert vannstand (Irgens & Oppedal Sandven, 2021). Det ble i landskapsutredningen vurdert at rekreasjonsverdien til Storevatnet vil svekkes betydelig som følge av redusert vannspeil.

Bergen kommune har i tillegg ønsket en overordnet vurdering av påvirkning for miljø/biologisk mangfold, som denne rapporten omhandler.



Figur 1. Oversiktskart Storevatnet i Bergen kommune.



Figur 2. Figuren viser dammenes plassering i Storevatnet.

1.2 Nedleggingsalternativ

I dag er vannet ca. 11 meter dypt og avstanden fra Dam Storevatnet N til Dam Storevatnet S er ca. 580 meter. Alternativer som vurderes i denne rapporten innebærer i prinsippet å legge ned Storevatnet som vassdragsanlegg alternativ C.1 og C.2 i fra «Dammer Storevatnet Forprosjekt 2021». Ved en senking av vannstanden på 5 meter basert på eksisterende bunnkotekart vil vannets lengde bli redusert fra 580 meter til 360 meter. Mesteparten av vannet vil da bli ca. 6 meter dypt. De ulike alternativene for nedleggelse er: Ta bort del av Dam Storevatnet ved dagen utløp (C.1) eller fjerne deler av Dam Storevatnet ved dagen bunnappeløp (C.2).

Da de miljømessige påvirkningene vil være omtrent identiske for de to alternativene skilles det ikke mellom disse i de videre vurderingene, forutsatt at utløpsterskel/kanal/bekk utformes på en økologisk egnet måte. Imidlertid er det naturlig å anta at et utløpsarrangement som anlegges ved det opprinnelige utløpet til vannet alternativ C.2 (figur 3) vil gi et mindre inngrep i naturen enn det alternativ C.1 (figur 4) vil gjøre. Årsaken er større usikkerhet knyttet til bunnforhold ved dagens utløp (C.1), hvilket kan lede til behov for graving/sprenging for å etablere et utløp her i forhold til å etablere ved dagens bunnappeløp (C.2). I tillegg er det estimert at alternativ C.2 har den laveste kostnaden.



Figur 3. Viser alternativ C.2 med 5 meter senking av vannstanden i Storevatnet. Utløpet er plassert ved dagens bunntappeløp, som antas å være det opprinnelige utløpet.



Figur 4. Viser alternativ C.1 med 5 meter senking av vannstanden i Storevatnet, hvor utløpet er plassert der dagens utløp er. Grunnet usikkerhet knyttet til bunnforhold kan det bli behov for graving/sprenging for å etablere et utløp her.

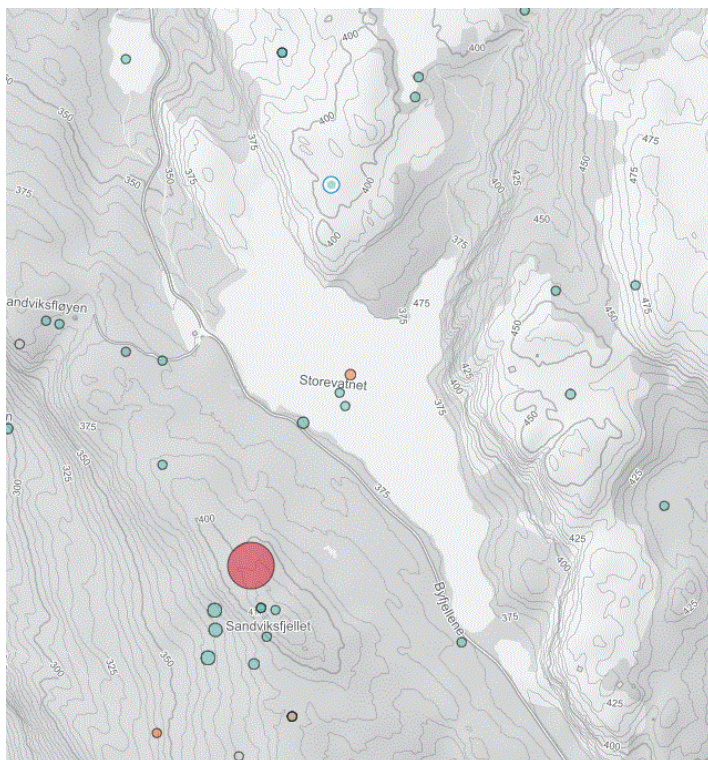
2 Miljøvurderinger

2.1 Kunnskapsgrunnlag

Det er ikke gjennomført egne kartlegginger av naturmangfold i forbindelse med dette notatet.

Kunnskapsgrunnlaget er derfor basert på eksisterende data fra offentlig tilgjengelige databaser (Artskart, Naturbase). Det er ikke registrert verdifulle naturtyper i tilknytning til Storevatnet (www.naturbase.no). Med unntak av ulike fuglearter, som stort sett er knyttet til barskog og sjø er det heller ikke registrert truede arter i Storevatnet eller i omkringliggende områder. De truede fugleartene (figur 5) som er registrert i området er: makrellterne (sterkt truet, EN), fiskemåke (sårbar, VU), ærfugl (VU), gulspurv (VU), hønsehauk (VU), Gjøk (nær truet, NT), og stær (NT) (www.artsdatabanken.no).

Det er opplyst i Artskart (Artsdatabanken, 2021) at det finnes ørret i Storevatnet, men det er ikke informasjon om bestandsstatusen til ørreten i vannet. Innløpet som ligger nord-øst i Storevatnet bidrar sannsynligvis med en naturlig rekruttering til vannet i tillegg til noe naturlig rekruttering fra utsprengt overløp nord-vest i Storevatnet. Ål er ikke registrert i vassdraget, oppgangen er hindret eller svært utfordrende på grunn av flere dammer og lange bekkestrekninger i kulverter nedstrøms. Vannforekomsten har aldri hatt noen anadrom fisk (Johnsen, G. H., B.A. Hellen & S. Kålås, 2016).



Figur 5. Viser kartutsnitt fra Artskart (Artsdatabanken, 2021) Det er generelt få artsregistreringer i og rundt Storevatnet. Med unntak av ulike fuglearter: makrellterne (sterkt truet, EN), fiskemåke (sårbar, VU), ærfugl (VU), gulspurv (VU), hønsehauk (VU), Gjøk (nær truet, NT), og stær (NT) (www.artsdatabanken.no).

2.2 Generelt om vassdragsrestaurering og fjerning av dammer Storevatnet som restaureringstiltak

2.2.1 Generelt om vassdragsrestaurering

Vi er nå inne i FNs tiår for restaurering av natur (2021-2030), der FN sitt uttalte mål er en massiv oppgradering av restaurert areal. Naturrestaurering er tiltak som igangsetter eller akselererer tilbakeføringen av et økosystem til en mer naturlig tilstand etter at det har blitt forandret eller ødelagt som følge av menneskelige inngrep. Det internasjonale naturpanelet (IPBES) definerer naturrestaurering på følgende måte:

Naturrestaurering: «Aktive tiltak som tar sikte på å forbedre tilstanden i økosystemer som er forstyrret eller ødelagt og med den hensikt å forbedre naturen sin evne til å produsere økosystemtjenester»

Naturlige endringer over tid er en viktig del av restaureringen. Lokalteter skal alltid endre seg, og restaurering kan reetablere de endringsmekanismene som skal være der. Det er de naturlige, dynamiske prosessene man vil tilbake til, og ikke nødvendigvis en spesifikk tilstand siden et økosystem skal og vil forandre seg over tid. Restaurering handler ikke nødvendigvis kun om økologi og biodiversitet/biologisk mangfold, men en mer helhetlig tankegang der også økosystemtjenester inkluderes.

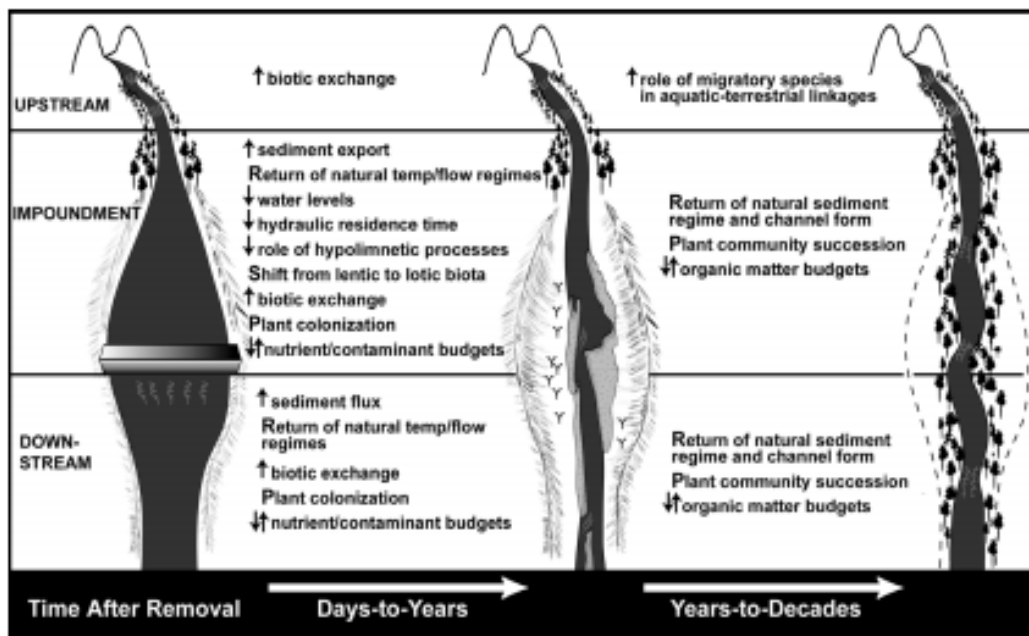
Å restaurere natur betyr derfor kort og godt å gjenopprette og forbedre økologisk tilstand og naturverdier/naturlige prosesser i områder som er forringet eller ødelagt. Å fjerne dammer slik at vassdragets naturlige dynamikk tilbakeføres er typiske eksempler på dette.

2.2.2 Damriving

Dammer medfører en større, sammenhengende flat vannoverflate (magasinet) med et brått fall ved dammen. Etter at dammen er fjernet, vil vannstand og utseende på vassdragsavsnittet ligne mer på den opprinnelige morfologien. Resultatet er et vassdragsavsnitt som er langt mer lik naturtilstanden og kan bidra til forbedrede habitategenskaper (figur). Fjerning av dammen ved Storevatnet vil gjenskape den naturlige gradienten til aktuell del av vassdraget og fjerner oppstuvningseffekten. Endret vassdragsmorfologi, som inntreffer etter damrivinger, vil på generelt grunnlag kunne forårsake store endringer i utbredelse av akvatiske organismer. Det vil derimot aldri være mulig med helt presise vurderinger av hvordan økologien forandres etter en damriving (Gregory, Li, & Li, 2002). I oppdemte elve- eller bekkestrekninger er fjerning av terskler/demninger ofte en forutsetning for å kunne reetablere den egendynamiske utviklingen av en naturtypisk vassdragsmorfologi (Pulg, et al., 2018), noe som også vil gjelde for Storevatnet. Det vil reetableres et lengre parti i vassdraget uten menneskeskapte barriereeffekter. Damrivingen vil derfor kunne føre til reetablering av konektivitet for fisk og eventuelt andre akvatiske organismer, ved at dammen som barriere fjernes. Dette vil også gi utslag i forbedret økologisk tilstand i aktuell del av vassdraget (se kapittel 2.5.3).

Økt konektivitet vil også gjelde for substratet, da demninger i praksis utgjør store sedimentfeller. Sedimenter som har blitt lagret i magasinet oppstrøms demningen vil nå kunne transporteres videre nedstrøms av de mer naturlige vannstrømmene som oppstår. Dette vil sørge for at den naturlige sedimenttransporten i aktuell del av vassdraget i større grad vil kunne reetableres.

Det er viktig å ha i bakhodet at det tar tid å restaurere. Den ferdige restaureringen ligger derfor frem i tid og styres i stor grad av naturen selv, men trenger like fullt å igangsettes.



Figur 6. Enkel fremstilling av mulige økologiske responser i rom og tid ved damriving, der en rekke biotiske og abiotiske endringer vil inntreffe (eksempelvis sedimenttransport, vannlinje og helningsgrad/strømningsmønster, vegetasjon og akvatiske organismer). Figur hentet fra (Hart, et al., 2002).

En av de større miljømessige utfordringene ved riving av større dammer er dybden til sedimenter oppstrøms dammen. Disse vil kunne påvirke vannforekomsten videre nedstrøms. Dette skyldes at bekkestrekninger nedstrøms dammen vil kunne tilføres store mengder sediment på kort tid under og rett etter damrivingen, noe som i alle fall på kort og mellomlang sikt kan svekke habitatkvalitetene. I litteraturen er det oppgitt at 50 % eller mer av sedimentene som over tiden er deponert i magasinet kan bli utvasket i løpet av de første ukene og månedene etter en damriving (Bellmore, et al., 2019). En stor andel av sedimentene som frigjøres for videre nedstrøms transport kan derfor forventes at transporteres allerede under og rett etter damrivingen. Ved enkelte tilfeller kan dette ha store geomorfologiske og biologiske konsekvenser. Omfanget av sedimentavsetninger nedstrøms dammen er vanskelig å forutsi, og vurderinger av de økologiske effektene nedstrøms tiltaksområdet har derfor høy grad av usikkerhet. Dette vil også være avhengig av mengden sedimenter oppstrøms dammen som blir tilgjengelig ved en damriving, samt i hvor stor grad dammen(e) nedstrøms vil fungere som sedimentasjonsbasseng.

Dammer vil ofte være flomdempende, noe som svekker habitatkvalitetene nedstrøms da flommer er viktige prosesser med tanke på mattilgang, rensing av bunnsubstrat osv. I Storevatnet slippes i dag normalt alt vann gjennom dagens utløp til enhver tid, slik at de naturlige forskjellene i vannføring er opprettholdt nedstrøms dammen. Imidlertid er mengden insekter, organisk materiale m.m. som naturlig følger flomvann og bidrar til forbedret næringsgrunnlag i dag sannsynligvis betydelig redusert nedstrøms Storevatnet pga dammen.

Fjerning av demninger kan gi endringer i bruksmuligheter og utsende til berørt del av vassdraget. For Dam Storevatnet er disse virkningene vurdert i separat landskapsvurdering (Irgens & Oppedal Sandven, 2021).

2.3 Vegetasjon og naturtyper

2.3.1 Forutsetninger for revegetering etter endringer i landskapet

Generelt vil en revegetering av naturlig vegetasjon skje gjennom en langsiktig dynamikk med ulike suksesjonsstadier over tid. Hvilken type vegetasjon og hvor raskt vegetasjonen etableres er avhengig av styrende faktorer og økologiske forhold ved det aktuelle området (Hagen & Skrindo, 2010).

Viktige økologiske forhold og styrende faktorer:

- ❖ Klimatiskeforhold (fuktighet, vind, varme etc.) vil påvirke veksthastigheten ulikt hos arter.
- ❖ Beliggenhet og geografisk plassering med vegetasjonsregion- og seksjon og høyde over havet
- ❖ Geologi og jordtyper gir opphav til ulike arter og vegetasjonssamfunn.
- ❖ Tilgang og omfang av jordsmonn er styrende for suksesjonsstadiene og opparbeidelse av organisk vekstlag over tid.
- ❖ Variasjon i mengden av frø, sporer og plantedeler som spres fra omgivelsene til området.
- ❖ Ulike livsstrategier hos artene og konkurranse mellom disse
- ❖ Størrelsen på arealet som er endret og kontaktflaten mot eksisterende vegetasjon vil avgjøre tilgang på frø og tilvekst fra vegetasjonen rundt.
- ❖ Topografi og terrengoverflate påvirker miljøforhold og tiden det tar for etablering av vegetasjon.

Økologiske forhold og vegetasjon

Området rundt Storevatnet er i boreonemoral vegetasjonssone og sterkt oseanisk seksjon på ca. 375 meter over havet. På Vestlandet gir dette opphav til områder med myr og hei, barskog med gran og furu, samt innslag av løvskog med rogn, osp, selje og bjørk (Moen, 1998).

Berggrunnen i området består av grunnfjell med granittisk gneis og kvartsitt, og vegetasjonen kan antas å inneholde vanlige arter for regionen som ikke krever et kalkrikt miljø.

Grunnforholdene på arealene som blir blottlagt etter nedtapping vil sannsynligvis bestå av partier med grus og stein uten organisk materiale som kan danne et vekstmiljø i startfasen, særlig ved dagens strandkant. På disse partiene vil etableringen av et vegetasjonsdekke ta lenger tid i primærsuksesjonen hvor det etter hvert vil dannes jordsmonn når gress og andre primærarter etableres. I området der det har vært dypere grunner og mer stillestående vann vil det etter nedtapping ligge igjen et bunnsubstrat med gytje og dy. Gytje er et finkomet sediment med høyt organisk innhold som avsettes på bunnen av innsjøer (Store norske leksikon, 2019).

De klimatiske forholdene og vegetasjonsbildet rundt vil trolig gi opphav til en åpen heivegetasjon med gresstuer, vierbusker og noe mer fuktighetskrevende og varmekjær vegetasjon som er vanlig for Vestlandet. Vegetasjonen nærmest vannkanten vil antagelig utvikles med planter som er tilpasset fuktigere forhold i kantsonen.

2.3.2 Eksempler på vegetasjonsetablering etter damriving

I det følgende gis to eksempler på vegetasjonsetablering etter damriving som er hentet fra Norge og Sverige.

Solhaug reguleringsdam, Kvam kommune – Dammen ble tømt på vann i 2018. Figur 7 viser flybilder (Finn.no, 2021) før og etter at dammen har blitt tømt. Blottlagt løsmasse ser ut å relativt raskt bli reetablert med vegetasjon om man studerer flyfotoene i figur 7. I desember 2020 ble dammen revet. Figur 8 viser bilder fra når dammen ble revet og hvordan det ser ut etter den er tatt ned i september 2021. Det har blitt tilrettelagt et turområde med rasteplass i området som tidligere har vært overdekket med vann. Figur 9 viser

vegetasjonsdekket og rasteplass i september 2021. Det ble ikke foretatt tiltak for å fremskynde vegetasjonen i tiltaksområdet.

Ävjandammen, Jämtland – Bilder tatt i oktober samme sesong som nedtapping av dammen viser fremspring av vekster på blottlagte løsmasser (figur). Etter fire år er områdene dekket av småvekster av løvtrær med blant annet bjørk (figur). Hestehov sees spredt på fortsatt åpne områder, og er en vanlig art på forstyrret mark.

I tillegg til disse er det i eksisterende landskapsrapport gitt eksempel på naturlig revegetering i Munkebotsvannet, som ble tappet i 2018 (Irgens & Oppedal Sandven, 2021). For eksempel på langt eldre revegetering kan vi se på «Nyedikett» (figur 12) som ligger noen hundre meter nedstrøms Dam Storediket som ligger i nærheten av Storevatnet. Dammen er inntegnet på kart fra 1907, og flyfoto fra 1951 viser et relativt åpent område uten tresatt vegetasjon. Magasinet ble tappet permanent ned en gang mellom 1907 og 1951. Byantikvaren sin antagelse er at Dam Nyediket ble delvis fjernet når Dam Storevatnet ble bygget 1919-1921. Svart-hvitt flyfoto fra 1971 viser at området fremdeles ikke er tresatt med større trær. Fargebilder fra tidlig på 2000-tallet viser et område med tresatt vegetasjon som ikke lar seg skille ut fra de omkringliggende tilsvarende arealene.



Figur 7. Viser utklippsbilde fra (Finn.no, 2021). Solhaug reguleringsdam i Kvam kommune til venstre i 2017 og til høyre 2019. Dammen ble tømt for vann i 2018. Man ser på bildet at i 2019 er det reetablert vegetasjon på blottlagte løsmasser.



Figur 8. Bildet øverst viser når Solhaug reguleringsdam rives i desember 2020, nederste bilde viser hvordan det ser ut etter at dammen har blitt revet. Foto: Norconsult Norge.



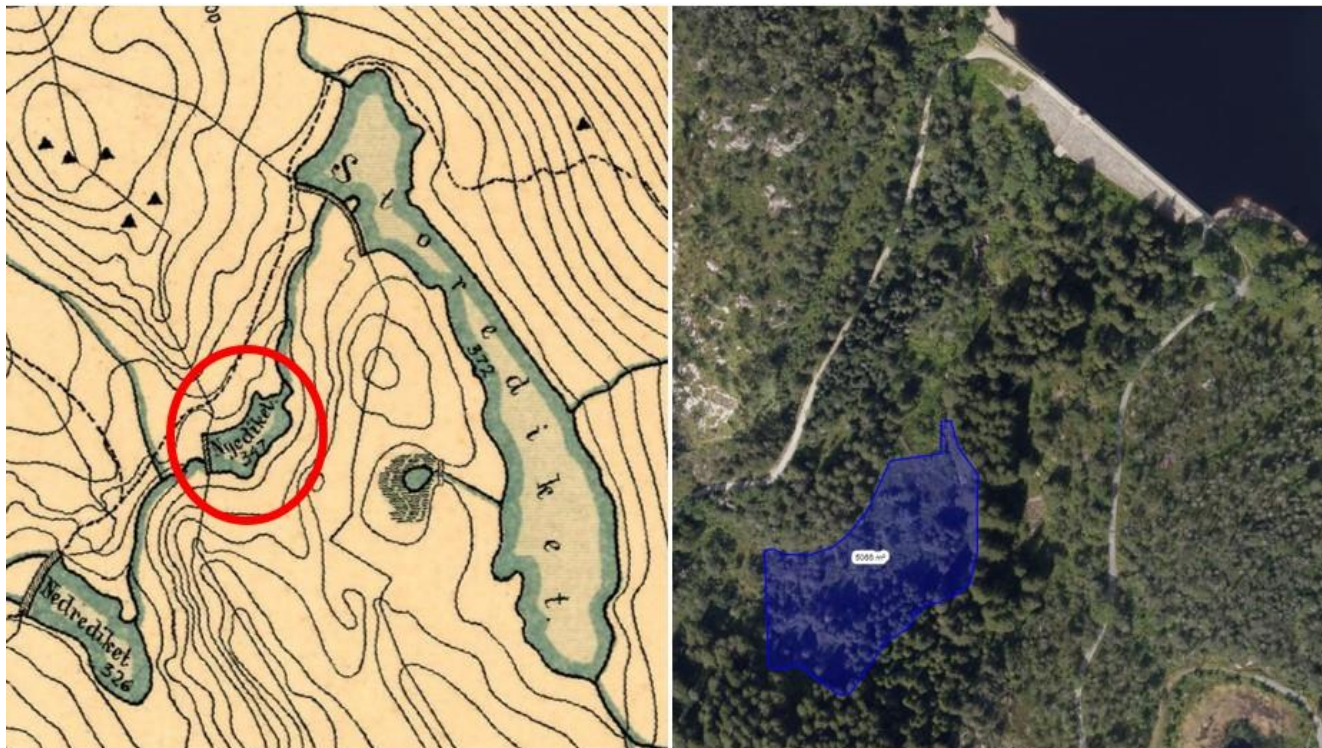
Figur 9. Viser vegetasjonsdekket og rasteplass i september 2021 fra Solhaug reguleringsdam. Foto: Norconsult Norge.



Figur 10. Bildet fra Ävjandammen viser fremspring av vegetasjon på blottlagte løsmasser i kantsonen i samme sesong som nedtapping. Foto: Norconsult Sverige.



Figur 11. Bildene er tatt i 2020, 4 år etter nedtapping av Ävjandammen. Vegetasjonen inneholder nå fremvekst av løvtrær med bjørk og gressarter, samt hestehov som er vanlig på et tidlig stadie i suksessjonsprosessen. Foto: Norconsult Sverige.



Figur 12. "Nyediket" rett nedstrøms Storevatnet, som forsvant en gang mellom 1907 og 1951.

2.3.3 Antatt vegetasjonsetablering etter damriving ved Storevatnet

Eksemplene kan sees som en indikasjon på hvor raskt vegetasjonen vil etableres etter en damriving ved Storevatnet. Ved tømning av vannmagasinet vil den blottlagte strandkanten kunne benevnes som en *primærsuksesjon* etter at et nytt miljø har oppstått. Økosystemet vil da føre i retning av noe annet enn det som var der før, og på åpen blottlagt mark vil ett pionersamfunn trolig etableres raskt. Forventet vegetasjon etter nedtapping av dammen vil derfor være typiske arter fra vindbårne frø og fra arter som spres fra umiddelbar nærhet, samt frø som har ligget i dvale på bunnen. Arter som kan forventes vil være de som raskt etableres på blottlagt mark og da særlig knyttet til den omkringliggende vegetasjonen som finnes i området. Eksempel er da gjerne ulike arter av gress og starr, moser og planter med blant annet vier og ettårig arter som trives på forstyrret mark. Gress og starr vil trolig raskt etablere et vegetasjonsdekke og stabilisere marksjiktet de første årene på partier med løsmasser med gytjebunn. Det kan også være flere moser og lav som etableres tidlig, samt eventuelle vann- og pusleplanter som trives i vannkanten. Etter tre-fire år kan det forventes noe høyere vegetasjon med vierbusker og mindre løvtrær som selje og bjørk. Etter hvert som vegetasjonsdekket stabiliseres, vil det dannes et tykkere humuslag og flere arter kommer inn. Østsiden av Storevatnet har bratt topografi med noe blokkmark som kan gi utslag i at etableringen av et vegetasjonsdekke på dette partiet tar lenger tid. Dagens bunnforhold og substrat i dammen vil spille inn på hvor lang tid det vil ta før vegetasjonen kommer tilbake. I ytterkanten av dagens dam vil trolig bunnforholdene bestå av sand og stein som gir et karrig vekstmiljø og det vil ta lenger tid før ny vegetasjon vokser til. Videre vil sedimenter med bedre vekstforhold øke inn mot fremtidig vannnivå.

Over tid vil sammensetningen av planteartene forandres med endrede konkurranseforhold, og vegetasjonen vil ende opp i et klimakssamfunn der større trær som furu og gran trolig inngår. Kantsonen nær vannkanten vil trolig bestå av vier og løvtrær som trives i ett vannpåvirket miljø, samt en mer hei- og tuevegetasjon.

Restaurering av områdene bør gjennomføres ved naturlig revegetering, og eventuelt supplert med enkle tiltak i årene etter nedtapping av dammen. For å oppnå en mest mulig lokaltilpasset vegetasjon med stedlige arter på de nye områdene, vil en naturlig gjenvekst over tid være en egnet måte ved Storevatnet. En naturlig gjenvekst kan assisteres med enkle tiltak som flytting av vegetasjonstuer, utlegging av vekstsubstrat og eventuelt kokosmatter som holder jorda på plass. Det anbefales i tillegg at områdene oppsøkes de første vekstsesongene etter nedtapping for en vurdering av eventuelle skjøtselstiltak som tynning av ensartet vegetasjon (eks. småtrær av bjørk) eller vurdering av andre tiltak dersom utviklingen ikke går som forventet.

2.3.4 Naturtyper

Til tross for at vi har mye rennende vann i Norge, er naturtypen «elvevannmasser» omfattet i Rødlista for naturtypen som *nær truet* (NT). Naturtypen omfatter økosystemer i alt rennende vann i Norge. For hovedtypen er 53 % av forekomstene vurdert som mer enn 30 % forringet de siste 50 årene.

Vassdragsreguleringer er vurdert å være den største påvirkningsfaktoren, herunder regulering av vannføring og vannstand samt overføringer. En eventuell damriving vil forbedre statusen i tiltaksområdet, selv om vassdraget fortsatt er noe preget av dammer oppstrøm og videre nedstrøms.

2.4 **Fisk**

Det forutsettes at ørret forekommer i Storevatnet, og at denne reproducerer naturlig (at ikke bestanden er avhengig av utsettinger) da det ikke er fremskaffet opplysninger om det motsatte. Dette betyr at en eller flere tilløpsbekker i dag har funksjon som gyte- og oppvekstområde for ørreten. Da det verken er gjort undersøkelser i selve magasinet eller i tilløpsbekk(er), foreligger det ingen informasjon om bestandsstørrelse, tetthet/rekruttering eller kvalitet på fisken.

Da magasinet i dag normalt ikke reguleres, men står på tilnærmet samme vannstand gjennom året, antas det at strandsonen (litoralsonen) er relativt intakt. Det er i denne sonen høy produksjon av planter og bunndyr som krepsdyr, snegl og insektslarver, og typisk produseres om lag 60-80 % av fiskematen i litoralsonen (Berge, 2010). I regulerte innsjøer blir denne sonen ødelagt og utarmet grunnet jevnlig tørrlegging, der omfanget gjerne er avhengig av den aktive reguleringshøyden. I så måte kan man forvente at de positive effektene for fisk ved damrivinger vil være størst i magasiner som er utsatt for vannstandsregulering, slik at produksjonen i litoralsonen reetableres.

Selv om Storevatnet er regulert, kan altså trolig innsjøens produksjon av planter og bunndyr mer sammenlignes med uregulerte innsjøer. Det kan derfor ikke forventes noe stor endring i kvalitetene til innsjøens strandsoner, annet enn at arealet reduseres.

Ved fjerning av dammen og «nedsenking» av magasinet til naturlig nivå, vil vanndekt areal og vannvolum reduseres betydelig. Dette medfører at fisketettheten øker, og tilsvarende at konkurransen mellom individene øker. Dette vil kunne gi utslag i redusert næringstilgang og dårligere kondisjon på fisken. Det er imidlertid knyttet store usikkerheter til dette grunnet mangelfull kunnskap om den lokale ørretbestanden.

Utløpsbekken vil kunne fungere som gyte- og oppvekstområde for ørret fra Storevatnet dersom innsjøens utløp til bekk nedstrøms etableres slik at både opp- og nedstrøms fiskevandring hensyntas. Det er ikke undersøkt hvor stor del av eksisterende bekkestreking nedstrøms dammen som vil kunne bli tilgjengelig, og dette vil i stor grad avhenge av bekkens fallgradient/vandringsforhold. Det er naturlig å anta at tilløpsbekken som er lokalisert nord-øst i Storevatnet fungerer som det viktigste gyte- og oppvekstområde for ørreten. Etter en eventuell riving og en vannstandssekning med 5 m vil strekningen kunne utøkes med 100 meter med gyte- og oppvekstarealer.

For ørretbestanden i Storevatnet vurderes damriving isolert sett ikke nødvendigvis å bidra positivt, grunnet betydelig reduksjon i tilgjengelig areal. Over tid er det imidlertid rimelig å anta at bestanden i større grad vil kunne tilpasses en ny og mer naturlig situasjon. De aller første årene etter nedtapping vil trolig produksjonen av næringsdyr i litoralsonen reduseres, da den nye strandsonen i dag ligger i profundalsonen (bunnområder under sprangsjiktet) der bunnen er ensformig og trolig bestående av bløtt slam som er lite egnet habitat for de fleste organismer. Over noe tid, når dette blir beliggende på grunnere partier med solinnstråling, vil produksjonen av både planter og insekter tilta og igjen øke innsjøens produktivitet.

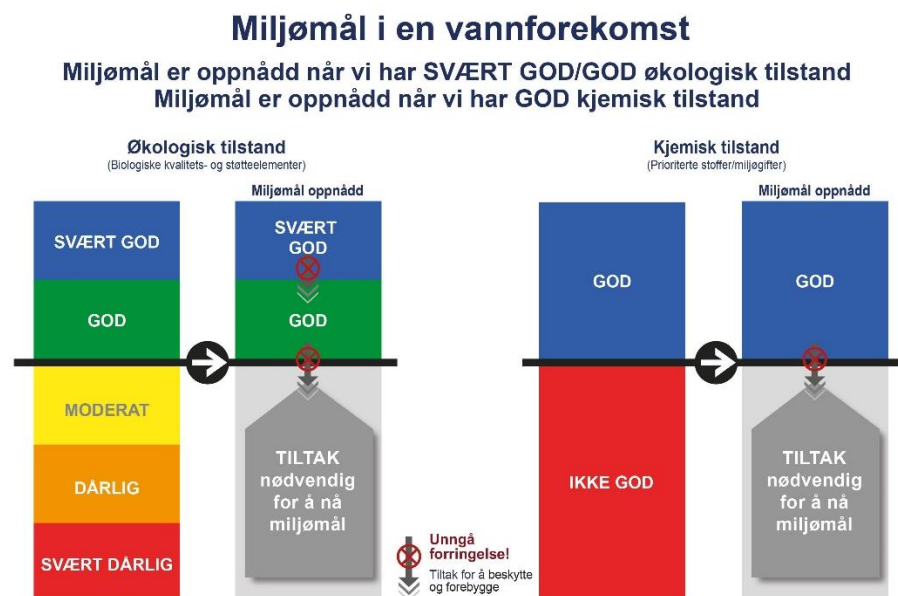
2.5 Vannforskriften – økologisk tilstand

2.5.1 Om vannforskriften

Vannforskriften ble vedtatt i 2006. Den er hjemlet i forurensningsloven, naturmangfoldloven, vannressursloven og plan- og bygningsloven, og forvaltes av Klima- og miljødepartementet og Olje- og energidepartementet i fellesskap. Vannforskriften er gjennomføringen av EUs vanddirektiv i norsk regelverk.

Vannforskriften setter miljømål med frister for alt vann i Norge, angir organiseringen av vannforvaltningen, og beskriver arbeidet med kunnskapsgrunnlaget og regionale vannforvaltningsplaner og tiltaksprogrammer.

Standard minimum miljømål for alle vannforekomster er god økologisk og god kjemisk tilstand. Dette er illustrert i figur .



Figur 13. Vannforskriftens miljømål for vannforekomster for økologisk og kjemisk tilstand.

Før man klassifiserer tilstand må man gjøre en karakterisering av vannforekomsten. Vurdering av om vannforekomsten er en sterkt modifisert vannforekomst (SMVF) er da viktig siden det er egne miljømål for disse. Figur viser elementer i vurderingen av om en vannforekomst er sterkt modifisert eller ikke.

Et eksempel på en SMVF (sterkt modifiserte vannforekomster)



Figur 14. Elementer som må vurderes ved vurdering av om en vannforekomst er sterkt modifisert eller ikke.

2.5.2 Dagens tilstand i Storevatnet

Storevatnet er ikke oppgitt som en vannforekomst i Vann-nett, men inngår som en del i en bekkeforekomst med vannforekomst ID 056-138-R (Munkebotn til Eidsvåg). Den økologiske tilstanden er oppgitt til moderat og kjemisk tilstand er oppgitt som god i Vann-nett. Forhøyede konsentrasjoner av sink er årsaken til moderat økologisk tilstand. Tilstanden er basert på data som er innhentet i 2015 fra prøvetaksingslokaliteter langs utvalgte fylkesveier (Johnsen, G. H., B.A. Hellen & S. Kålås, 2016). Disse prøvepunktene er ikke relevante for Storevatnet som ligger lengre oppstrøms i vassdraget og ikke er direkte påvirket av fylkesveiene. I Vann-nett er det lite informasjon om tilstand og påvirkninger på Storevatnet.

Storevatnet er ikke karakterisert i Vann-nett, men kan karakteriseres som sterkt modifisert vannforekomst (SMVF) som nabovannene Storediket, Store Tindevann og Lille Tindevann. Konnektiviteten i vassdraget svekkes vesentlig på grunn av dammene oppstrøms og nedstrøms. De fysiske inngrepene som dammene utgjør i vassdraget, medfører at økologien er vesentlig endret. Arter som trenger åpne vandrings- og spredningsveier samt transporten av organisk materiale og næringsstoffer blir hemmet av de fysiske inngrepene. Etter at dammen ble bygget ble den økologiske kontinuiteten brutt i utløpselva til Storevatnet hvilket kan være et argument i seg selv for å karakterisere vannforekomsten som SMVF.

2.5.3 Endring ved damriving

Dersom riving av dammen ved Storevatnet fører til at det gjenopprettes naturlig økologisk kontinuitet med mulighet for fiskevandring mellom innsjøen og utløpselva, vil det være et viktig tiltak ved kategoriseringen av vannforekomsten som naturlig (altså ikke SMVF). Ved riving av dammen forventes det også at det over tid vil

etablere seg en naturlig strandsone i den gjenværende innsjøen. Kantvegetasjon vil komme tilbake og det vil ikke bli en reguleringssone som kan påvirke bunndyr og fisk negativt. De fleste forutsetninger bør derfor være til stede for at vannforekomsten kan karakteriseres som naturlig og vannforskriftens ordinære miljømål med god økologisk tilstand vil gjelde.

Hvis dammen i Storevatnet rives bør det også sees på kategoriseringen av hele vassdraget på nytt, både oppstrøms og nedstrøms Storevatnet.

2.6 Øvrig biologisk mangfold

De hydrauliske forholdene vil endres fra et stillestående magasin til mer rennende vann. Dette vil påvirke forholdet til akvatiske organismer, der eksempelvis plankton vil transporteres nedstrøms og akvatiske planter i strandsonen vil strande, mens nye habitater for evertebrater tilpasset rennende vann (vårfluer, steinfluer og døgnfluer) vil oppstå. Det kan derfor forventes at artsmangfoldet vil kunne endres noe med en dreining fra arter tilpasset bentiske forhold (stille vann) til arter mer tilpasset rennende vann. Det er ikke kjent at det forekommer rødlista arter i eller nær magasinet som vil få forbedrede eller forringede habitatkvaliteter.

Det er kjent at sedimenteringseffekter kan forringe habitatkvaliteter til blant annet fisk og elvemusling gjennom gjenklogging av substrat og redusert oksygentilførsel i bunnsubstratet. Det er ikke registrert elvemusling i vassdraget nedstrøms Storevatnet. Eventuelle negative sedimenteringseffekter vil trolig begrenses til de bekkearealer mellom Storevatnet og dammen nedstrøms Storevatnet som antas fungere som sedimentasjonsbasseng til sedimentene som transporteres nedstrøms med vannet.

3 Kilder

- Artsdatabanken. (2021, November 25). <https://artskart.artsdatabanken.no>. Hentet fra www.artskart.artsdatabanken.no.
- Bellmore, J., Pess, G., Duda, J., O'Connor, J., East, A., Foley, M., . . . Craig, L. (2019). *Conceptualizing Ecological Responses to Dam Removal: If You Remove It, What's to Come?* BioScience Vol.69.No.1: 26-39.
- Berge, D. (2010). *Vassdragsreguleringer og biologisk produksjon i innsjøer - Kan bærekraftig fiskeoppdrett være et avbøtende tiltak?* Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Rapport LNR 6066-2010.
- Bjørklund, A., Johnsen, G., & Kålås, S. (1996). *Kalkinsplan for Bergen kommune, 1995*. Rådgivende Biologer AS.
- Finn.no. (2021, 11 25). Hentet fra <https://kart.finn.no/>
- Gregory, S., Li, H., & Li, J. (2002). *The conceptual basis for ecological responses to dam removal*. BioScience 52:713-723.
- Hagen, D., & Skrindo, A. B. (2010). *Håndbok i økologisk restaurering. Forebygging og rehabilitering av naturskader på vegetasjon og terreng*. Forsvarsbygg.
- Hart, D., Johnson, T., Bushaw-Newton, K., Horwitz, R., Bednarek, A., Charles, D., . . . Velinsky, D. (2002). *Dam removal: Challenges and opportunities for ecological research and river restoration*. BioScience Vol.52, No.8: 669-681.
- Irgens, A., & Oppedal Sandven, E. (2021). *Dam Storevatnet - Landskapsvurdering av ulike alternativer for ombygging og nedtapping av Dam Storevatnet*. Norconsult AS.
- Johnsen, G. H., B.A. Hellen & S. Kålås. (2016). *Kjemisk og økologisk tilstand for vannforekomster langs utvalgte fylkesveier*. Rådgivende Biologer AS, rapport 2264, 94 sider, ISBN 978-82-8308-270-8.
- Miljødirektoratet. (2021, April 20). <https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/naturbase/>. Hentet fra <https://kart.naturbase.no/>.
- Moen, A. (1998). *Nasjonalatlas for Norge, vegetasjon*. Statens kartverk.
- Pulg, U., Barlaup, B., Skoglund, H., Velle, G., Gabrielsen, S.-E., Stranzl, S., . . . Fjeldstad, H.-P. (2018). *Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø: God praksis ved miljøforbedrende tiltak i elver og bekker*. Uni research Miljø. LFI Rapport 296, 4. opplag.
- Skjefstad, H. (2021). *Dam Storediket - Forprosjekt*. Norconsult AS.
- Store norske leksikon. (2019). *Gytje - geologi*. Hentet fra snl.no: https://snl.no/gytje_-_geologi

J01	2021-11-08	For bruk	Tobias Karlsson	Leif Simonsen	Hans Martin Skjefstad
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.

Vedlegg 8 –Tappearrangement

► Dam Storevatnet. Berekning av eksisterande tappearrangement

I forbindelse med forprosjekt for dammar ved Storevatnet er det utført vurdering av tappekapasitet ved eksisterande tappearrangement, samt variasjon i magasinvasstand i løpet av året ved bruk av eksisterande tappearrangement.

1. Nedbørfelt, årsmiddeltisig og magasinkurve

Nedbørfeltet til Storevatnet er henta frå verktøyet Scalgo Live som utfører analyse av nedbørfelt på bakgrunn av en terrengmodell med oppløysing 1x1 meter. Totalt nedbørfelt for Storevatnet er 0,7 km², som er om lag 0,05 km² større enn NVE sin nettapplikasjon NEVINA reknar ut. NEVINA nyttar ein terrengmodell med 10x10 meters oppløysing.

Årsmiddeltisiget er utrekna frå avrenningskart ved bruk av NEVINA til 102 l/(s*km²). Verdien frå avrenningskartet er samanlikna med målte verdiar frå målestasjon 55.5 Dyrdalsvatn og 61.13 Haukåselva. Dyrdalsvatn har marginalt lågare middelvassføring frå 2001-2020 samanlikna med avrenningskartet, medan Haukåselva har noko høgare målte verdiar frå 2007-2020 samanlikna med avrenningskartet. Det er valt å nytte verdien frå avrenningskartet direkte for Storevatnet, som gir ei årsmiddelavrenning på 102 l/(s*km²).

For vurdering av vasstandsvariasjon i Storevatnet etter senking av magasinet er det nytta skalerte tilsigsseriar med døgnmiddelverdiar frå Dyrdalsvatn (2001-2020) og Haukåselva (2007-2020). Seriane er henta direkte frå NVE si database Hydra II, og skalert med omsyn til spesifikk årsmiddelavrenning (q_N) og nedbørfeltareal.

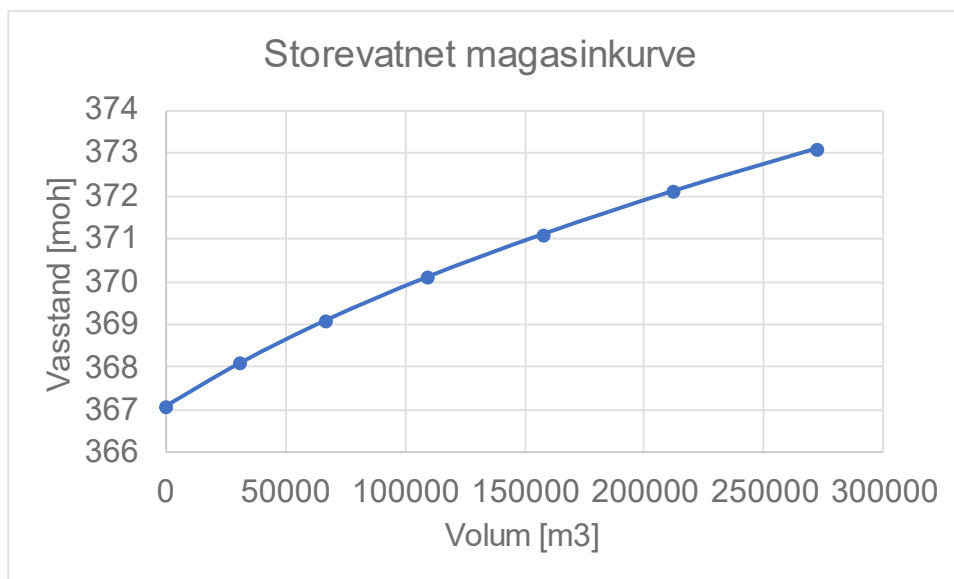
Tabell 1 summerer opp nedbørfeltareal og årsmiddeltisig for Storevatnet og dei to samanlikningsseriane, i tillegg til skaleringsfaktor for tilsigsseriane.

Tabell 1 Nøkkeltal for nedbørfeltet til Storevatnet, samt Dyrdalsvatn og Haukåselva som nyttast som tilsigsseriar

Nedbørfelt	Nedbørfeltareal A [km ²]	Årsmiddeltisig q_N , 61-90 [l/(s*km ²)]	Observert årsmiddeltisig $q_{N_{obs}}$ [l/(s*km ²)]	Middelvassføring ($q_N * A$) [m ³ /s]	Skaleringsfaktor [-]
Storevatnet	0,7	102	-	0,07	-
Dyrdalsvatn	3,3	136,9	135,1	0,45	0,16
Haukåselva	7,4	70,1	75,4	0,56	0,13

Figur 1 viser magasinkurve for Storevatnet som er basert på tidlegare oppmåling av magasinet. HRV i magasinet er på 373,1 moh.

Oppdragsgiver: Bergen kommune
Oppdragsnr.: 52102359 Dokumentnr. R005



Figur 1 Magasinkurve for Storevatnet

2. Tappearrangement

Eksisterende tappearrangement består av eit stålrør med diameter 300 mm med inntak 20-30 meter oppstraums dammen. Røret har vore beskytta mot tilstopping av ei silekasse. Silekassa er delvis øydelagd. Røret går igjennom dammen og inn i eit ventilkum på nedstraums side av dammen. I ventilkummen delar røret seg i to delar, begge med diameter 300 mm. Tapperør A førast om lag 30 meter nedstraums dammen og har utløp i ein mindre bekk. Tapperør B går frå ventilkummen og ned til Smådiket, om lag 266 meter nedstraums ventilkummen. Det er knytt usikkerheit til fleire detaljar kring utforminga av arrangementet, blant anna total lengde og høgder på innløp og utløp. Tilstanden til røyr er heller ikkje vurdert.

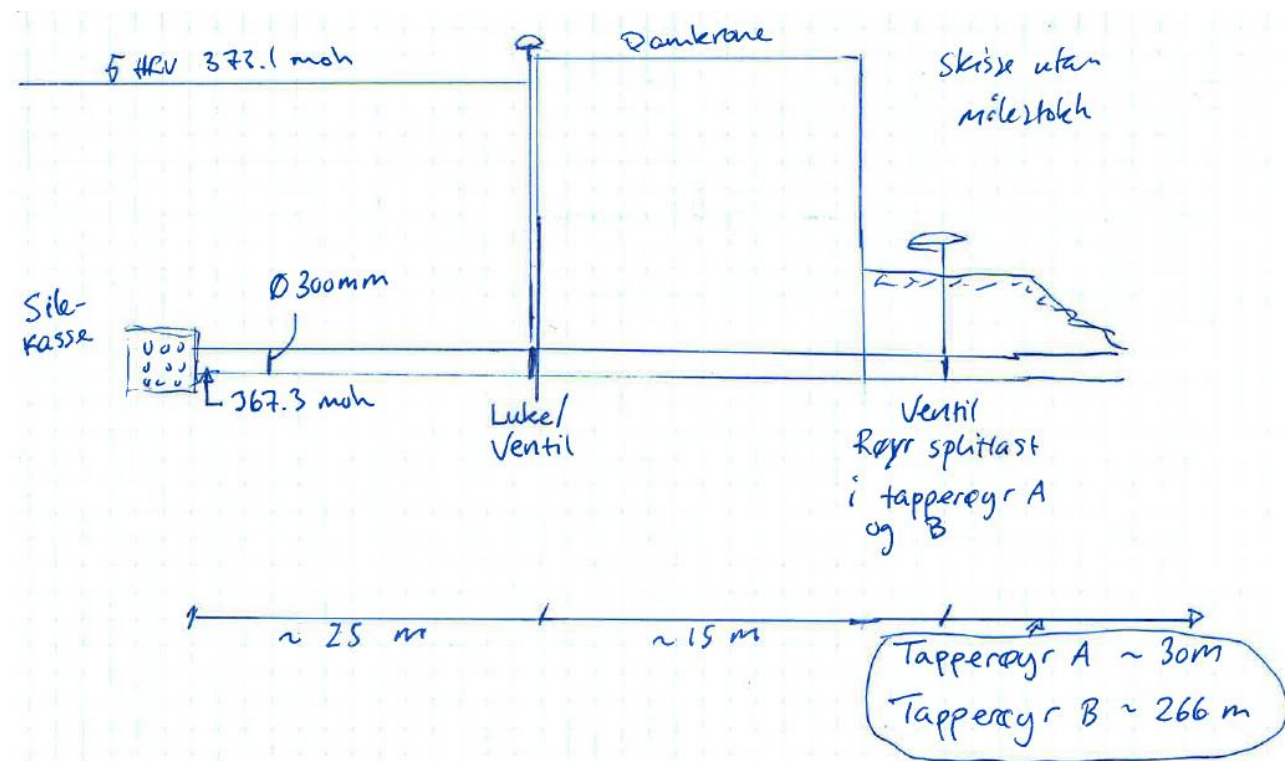
Nivået til innløpet er henta frå utarbeida skisse etter dykkarinspeksjon. Topp røyr vart målt til om lag 5,5 m under HRV. Dette gir eit nivå på innløpet (botn) på om lag 367,3 moh.

Utløpet til tapperør A er anslått frå tilgjengelege laserdata, og er på om lag 365,0 moh. Normalvasstand i Smådiket (utløp tapperør B) er i følgje Norgeskart 330,4 moh.

Figur 2 viser ei skisse av inntaket ved magasinet. Figur 3 og Figur 4 viser skisser av lengdeprofilet til dei to tapperøyra.

Det er berre utført vurdering av kapasiteten til dei to tappearøyra nytta separat frå kvarandre etter avtale med oppdragsgevar.

Oppdragsgiver: Bergen kommune
Oppdragsnr.: 52102359 Dokumentnr. R005



Figur 2 Skisse av eksisterende tapperøyr (frå magasin til ventilkammer nedstraums dammen).

Oppdragsgiver: Bergen kommune
Oppdragsnr.: 52102359 Dokumentnr. R005



Figur 3 Skisse av lendeprofil for tapperøyr A og B ved Storevatnet. Figur oversendt frå Bergen kommune.

Oppdragsgiver: Bergen kommune
Oppdragsnr.: 52102359 Dokumentnr. R005



Figur 4 Rørtrase for tapperøyr B. Oversendt frå Bergen kommune.

Oppdragsgiver: Bergen kommune
Oppdragsnr.: 52102359 Dokumentnr. R005



Figur 5 Tapperør igjennom dammen. Bilete er teken frå ventilkum på nedstraums side av dammen. Kjelde: Bergen kommune

Oppdragsgiver: Bergen kommune
Oppdragsnr.: 52102359 Dokumentnr. R005



Figur 6 Utløp tapperøyr A. Kjelde: Bergen kommune

Oppdragsgiver: Bergen kommune
Oppdragsnr.: 52102359 Dokumentnr. R005



*Figur 7 Betongrør (utløp i same området som utløpet til tapperør A). Antekte å fungere som drenerør fra ventilkum.
Kjelde: Bergen kommune*

Tapperør A

Kapasitetskurve

Røret er såpass lite og langt at det stort sett vil vere trykkstrøyming i røret. Kapasiteten til røret er rekna ut på bakgrunn av Bernoullis likning. Det er rekna friksjonstap i røret med Mannings formel, samt falltap ved

Oppdragsgiver: Bergen kommune
Oppdragsnr.: 52102359 Dokumentnr. R005

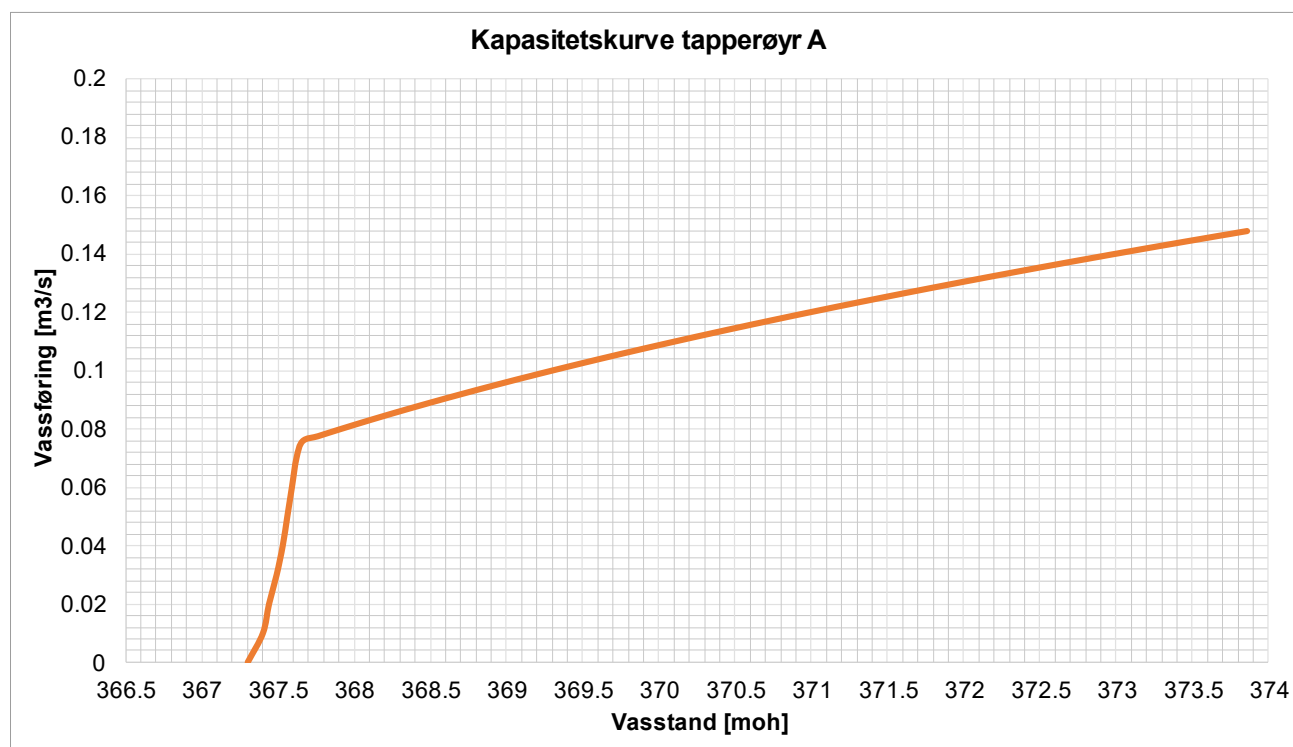
innløp, to spjeldventilar og utløp. Det er ikkje rekna falltap igjennom silekassen då dimensjonen på denne er ukjent, og den er delvist samanrast. Til gjengjeld er falltap ved innløpet antakeleg satt noko høgt, da røyrer ligg på botn. Singulærtapa utgjer uansett ein liten del av det totale falltapet, slik at usikkerheita i innløpstap neppe har stor betydning for resultatet. Manningstalet er sett i nedre intervall for stålrøyr (sterkt korrodert) som følgje av observasjon ved observert tappekapasitet ved tapperøyr B.

Det er antekje at røyrer ikkje vert dykka ved utløpet, men ligg på om lag kote 365,3 moh. For vasstandar opp til om lag 367,6 moh er det rekna frispeglstrøyming ved bruk av programvara HY-8.

Tabell 2 viser falltapskoeffisientar som er nytta i utrekninga. Figur 8 viser utrekna kapasitetskurve for tappearrangementet (ikkje inkludert kapasitet i overløpet ved vasstand over 373,1 moh).

Tabell 2 Oversikt over falltapskoeffisientar nytta i utrekninga for tapperøyr A

Falltapstype	Falltapskoeffisient	Kommentar
Innløp (utstikkande skarpkanta røyr)	$k = 0,9$	Skarpkanta utstikkande røyr
Utløp	$k = 1,0$	-
Spjeldventil (2stk)	$k = 0,2$	-
Friksjonstap	$M = 35$	Stålrøyr varierer frå Manningstal M frå 70 (nytt og glatt) til 30 (sterkt korrodert).



Figur 8 Kapasitetskurve tapperøyr A

Oppdragsgiver: Bergen kommune
Oppdragsnr.: 52102359 Dokumentnr. R005

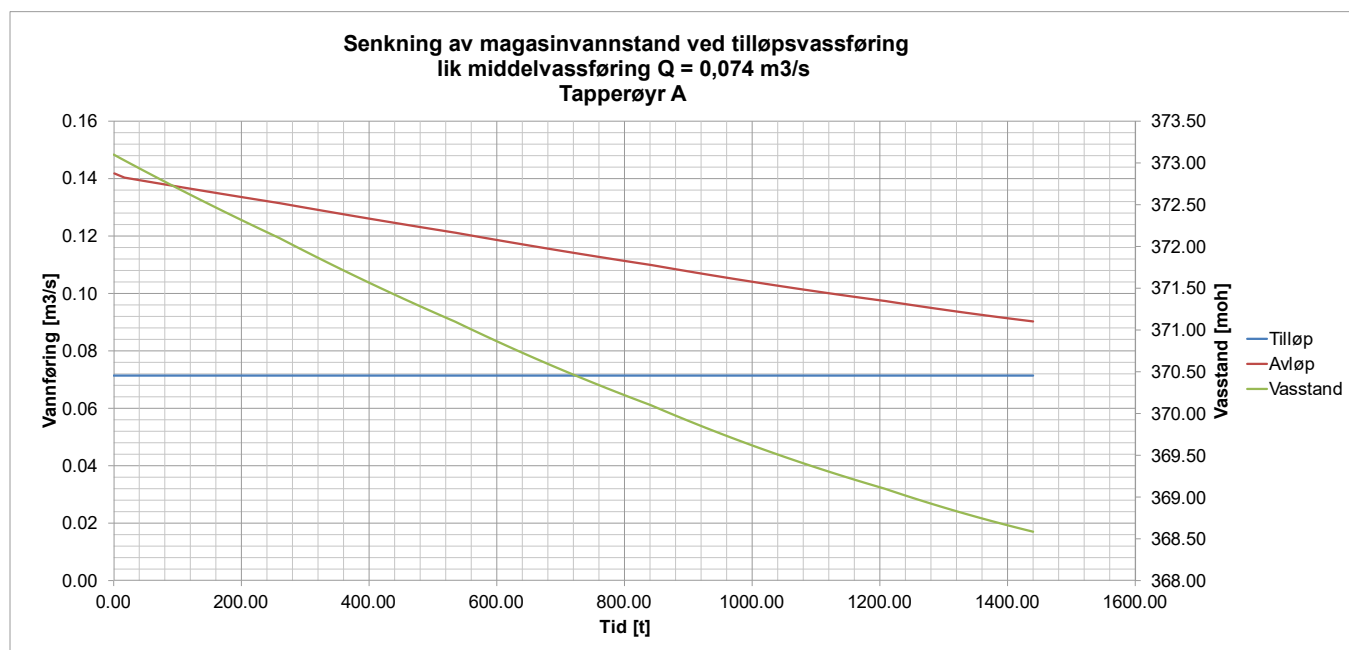
Senking av magasin

Figur 9 viser vasstand, tilløp og avløp frå senking av magasinet ved jamt tilsig på middelvassføring $Q = 0,07 \text{ m}^3/\text{s}$. Startvasstand er satt til HRV 373,1 moh. Tabell 3 viser vasstand ved høvesvis 5, 10, 15 og 30 døgn med kontinuerleg tapping.

Dammen er plassert i brotkonsekvensklasse 3, og damsikkerhetsforskrifta stiller dermed krav til beredskapsmessig tapping. For ein dam i klasse 3 skal ein kunne senke magasinet ned til 5 meter med ei senkehastigheit på 0,5-1 m/døgn. Av tabellen under ser ein at dagens arrangement ikkje tilfredsstiller krava til beredskapsmessig tapping.

Tabell 3 Oversikt over vasstand i Storevatnet ved tapping ved middelvassføring, tapperøyr A

Tid	Vannstand [moh]
5 døgn	372,6
10 døgn	372,2
15 døgn	371,7
30 døgn	370,5



Figur 9 Senking av magasinvasstand i Storevatnet ved normalvassføring, tapperøyr A

Vasstandsvariasjon i magasin

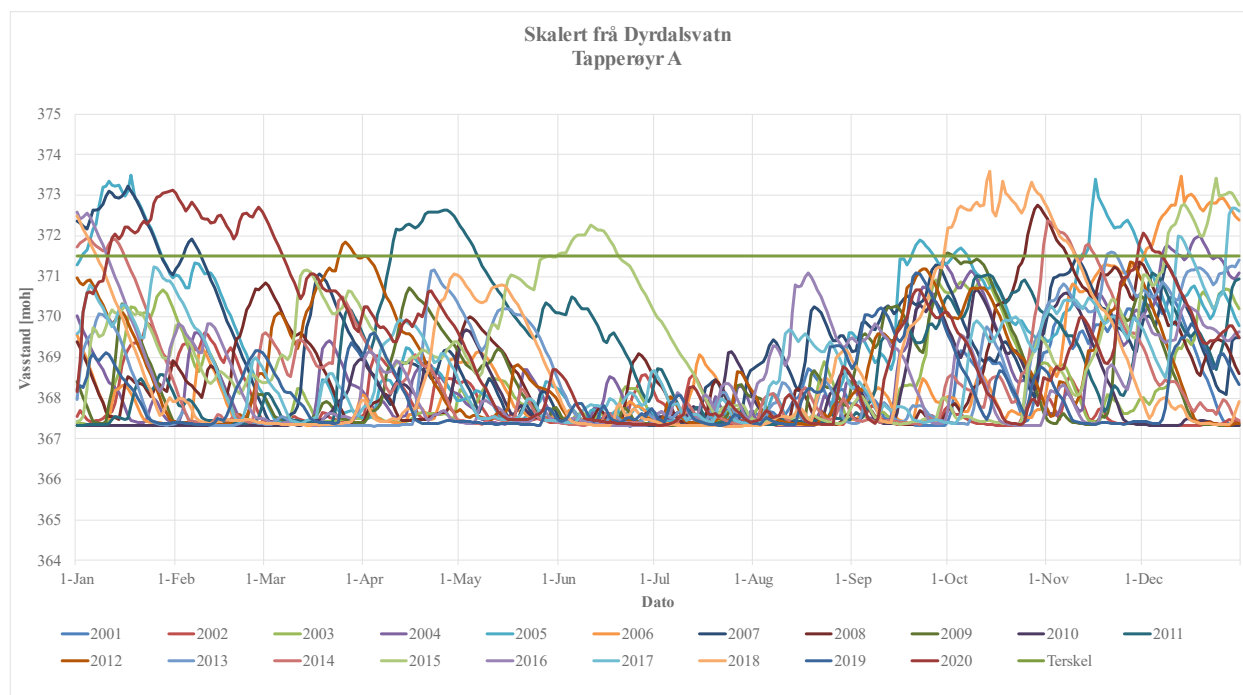
Ruting av dei skalerte tilsigsseriane frå Dyrdalsvatn (2001-2020) og Haukåselva (2007-2020) visast i høvesvis Figur 10 og Figur 11. Rutinga er utført med tappearrangementet ope under heile perioden.

For å sjekke tilstanden til dammen er det vurdert naudsynt å sjakte/grave seg ned i dammen. Dette vil gje ei lokal og midlertidig senking av tetningskjerna til dammen. Det er vurdert at ein bør sjakte ned til kote 371,5 moh. Terskelverdien for eventuell sjakting av dammen på kote 371,5 moh er markert i begge figurane.

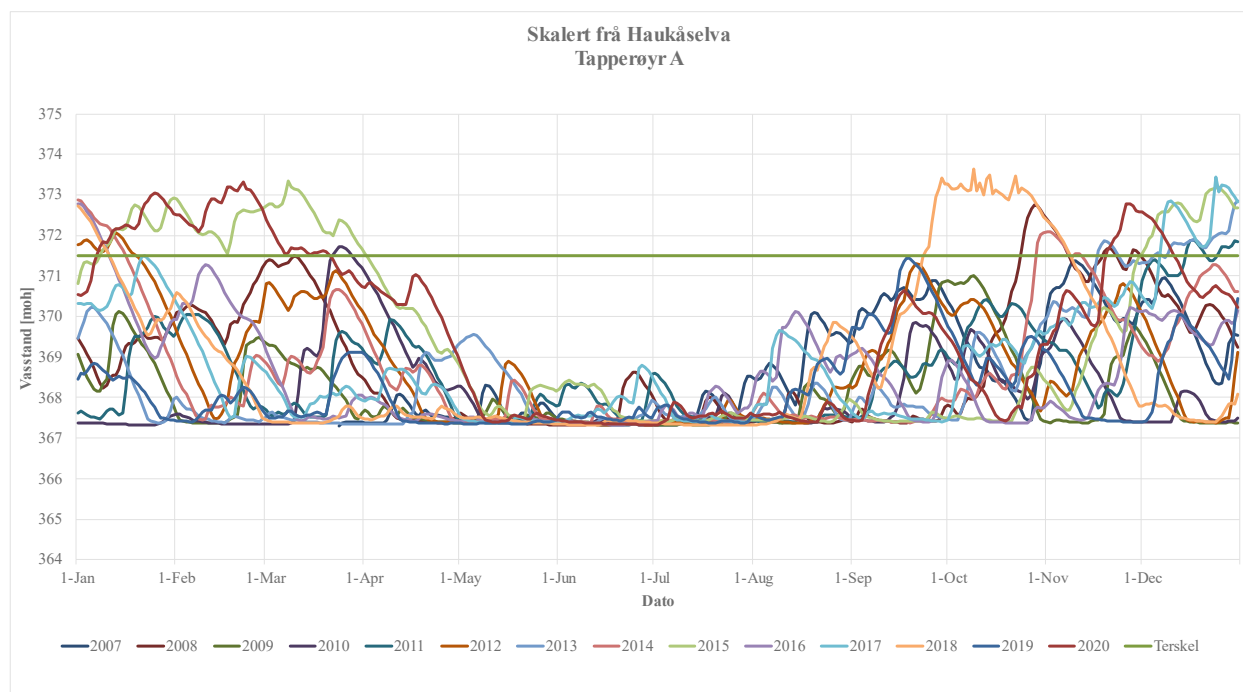
Resultatet viser at ein vil kunne oppleve periodar med stort nok tilsig til at vasstanden i magasinet overstig 371,5 moh. Det er i perioden september-april vasstanden stig over denne terskelverdien i utrekningane. Frå

Oppdragsgiver: Bergen kommune
Oppdragsnr.: 52102359 Dokumentnr. R005

mai til august er tilsigset lågt nok til at tappearrangementet klarer å halde magasinvasstanden tilstrekkeleg nede. Unntaket er for sumaren 2015, der serien frå Dyrdalsvatn går over terskelverdien i juni/juli.



Figur 10 Vasstandsvariasjon i Storevatnet med ope tappearrangement. Figuren viser skalert tilsigsserie frå Dyrdalsvatn



Figur 11 Vasstandsvariasjon i Storevatnet med ope tappearrangement. Figuren viser skalert tilsigsserie frå Haukåselva

Oppdragsgiver: Bergen kommune
Oppdragsnr.: 52102359 Dokumentnr. R005

3. Tapperøyr B

Kapasitetskurve

Den 24.08.21 vart ventilen til tapperøyr sett til full opning, og magasinet vart tappa over 24 timar. I løpet av 24 timar sakk vasstanden om lag 20 cm. Det var minimalt med tilsig til magasinet i løpet av tappinga grunna tørrversperiode før og under tapping. Tappinga svarar til ein tappekapasitet på om lag 150 l/s.

Røyrret er såpass lite og langt at det stort sett vil vere trykkstrøyming i røyrret. Kapasiteten til røyrret er rekna ut på bakgrunn av Bernoullis likning. Det er rekna friksjonstap i røyrret med Mannings formel, samt falltap ved innløp, to spjeldventilar og utløp. Nedre energinivå er sett til normalvasstand i Smådiket (konstant 330,4 moh). Vasstandsstigninga i Smådiket har liten påverknad på kapasiteten til røyrret.

Det er ikkje rekna falltap igjennom silekassen då dimensjonen på denne er ukjent, og den er delvist samanrast. Til gjengjeld er falltap ved innløpet antakeleg satt noko høgt, da røyrret ligg på botn. Singulærtapa utgjer uansett ein liten del av det totale falltapet, slik at usikkerheita i innløpstap neppe har stor betydning for resultatet. Manningstalet M er redusert til å passe med observert tappekapasitet. Talet er lågt, men innanfor intervallet for støypejernsrøyr.

For vasstandar opp til om lag 367,6 moh er det rekna friskeglstrøyming med innløpskontroll.

Tabell 4 viser falltapskoeffisientar som er nytta i utrekninga. Figur 12 viser utrekna kapasitetskurve for tappearrangementet (ikkje inkludert kapasitet i overløpet ved vasstand over 373,1 moh).

Tabell 4 Oversikt over falltapskoeffisientar nytta i utrekninga, tapperøyr B

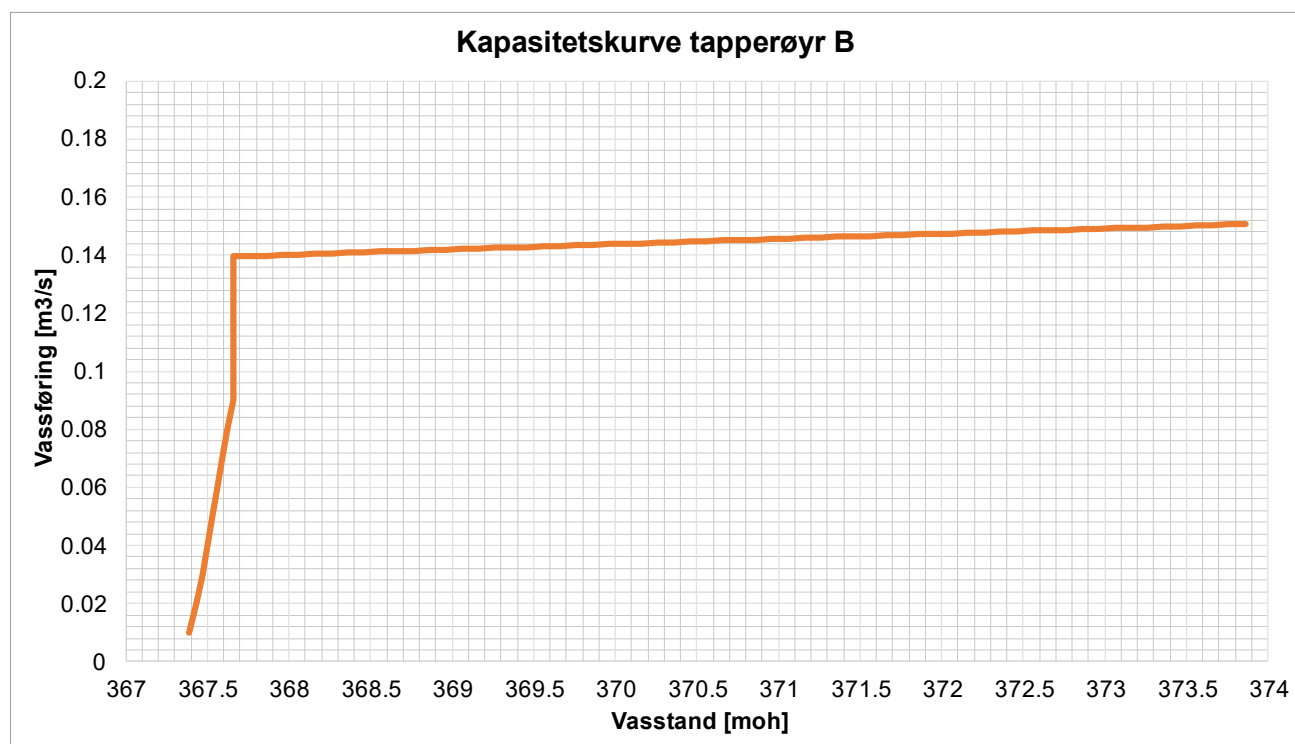
Falltapstype	Falltapskoeffisient	Kommentar
Innløp (utstikkande skarpkanta røyr)	$k = 0,9$	Skarpkanta utstikkande røyr
Utløp	$k = 1,0$	-
Spjeldventil (2stk)	$k = 0,2$	-
Friksjonstap	$M = 32$	Stålrøyr varierer frå manningstal M frå 70 (nytt og glatt) til 30 (sterkt korrodert). Manningstal er tilpassa observert tappekapasitet ved HRV.

Merk: For at kapasiteten til tapperøyr B skal vere som utrekna, er det naudsynt å utnytte undertrykk/sug i røyrret. Følgjande kriterier må *minimum* vere oppfylt for at heile trykkforskjellen mellom Storevatnet og Smådiket kan nyttast for tapping av vatn igjennom tapperøyr B.

- Røyrret er lufttett
- Røyrret toler trykk mindre enn atmosføretrykk (negativt trykk) og unngår samanklipping
- Trykket i systemet er over damptrykket til vatn.

Dersom ein av desse kriteria ikkje er oppfylt vil kapasiteten i røyrret reduserast vesentlig.

Oppdragsgiver: Bergen kommune
Oppdragsnr.: 52102359 Dokumentnr. R005



Figur 12 Kapabilitetskurve tappeløp, tapperøyr B

Senking av magasin

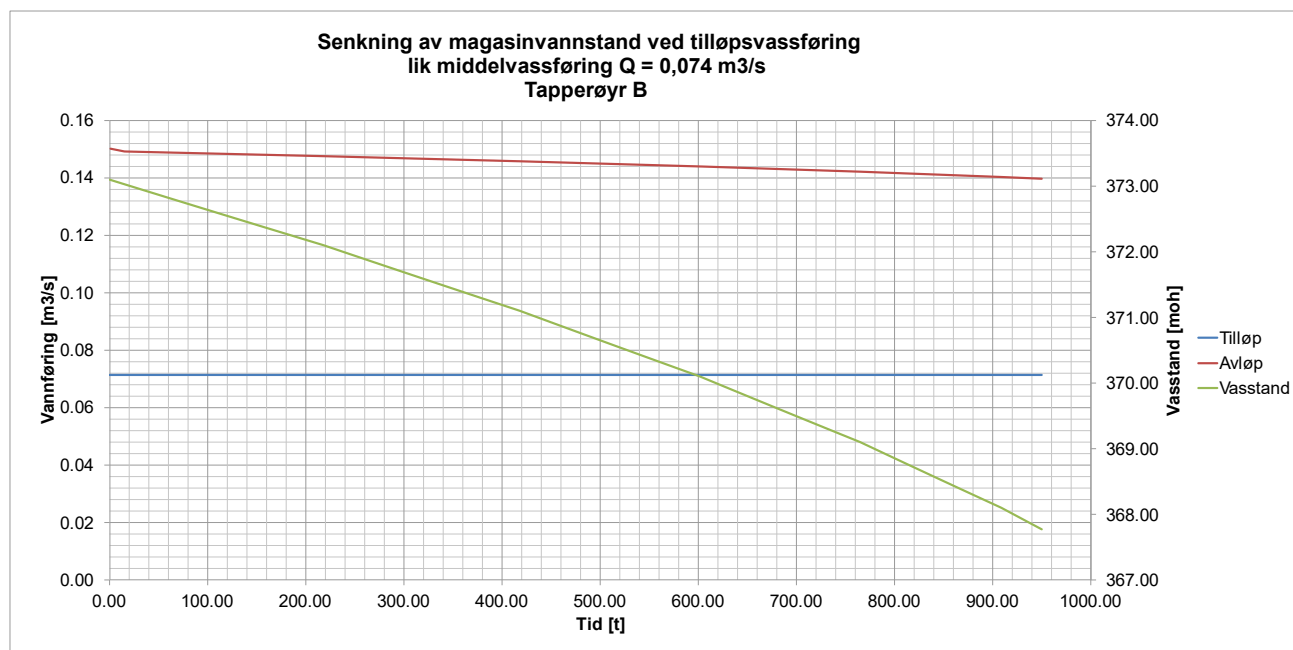
Figur 13 viser vasstand, tilløp og avløp frå senking av magasinet ved jamt tilsig på middelvassføring $Q = 0,07 \text{ m}^3/\text{s}$. Startvasstand er satt til HRV 373,1 moh. Tabell 5 viser vasstand ved høvesvis 5, 10, 15 og 30 døgn med kontinuerleg tapping.

Dammen er plassert i brotkonsekvensklasse 3, og damsikkerheitsforskrifta stiller dermed krav til beredskapsmessig tapping. For ein dam i klasse 3 skal ein kunne senke magasinet ned til 5 meter med ei senkehastigheit på 0,5-1 m/døgn. Av tabellen under ser ein at dagens arrangement ikkje tilfredsstiller krava til beredskapsmessig tapping.

Tabell 5 Oversikt over vasstand i Storevatnet ved tapping ved middelvassføring, tapperøyr B

Tid	Vasstand [moh]
5 døgn	372,6
10 døgn	372,0
15 døgn	371,4
30 døgn	369,37

Oppdragsgiver: Bergen kommune
Oppdragsnr.: 52102359 Dokumentnr. R005



Figur 13 Senking av magasinvasstand i Storevatnet ved normalvassføring. Tapperøyr B

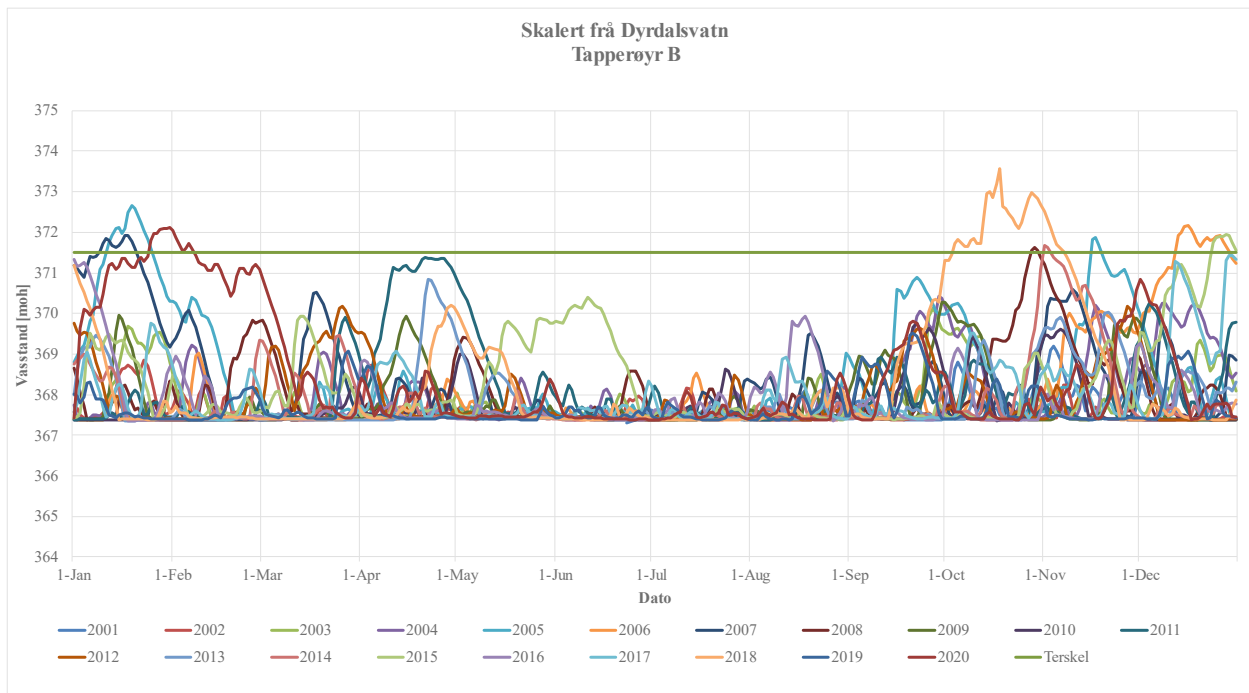
Vasstandsvariasjon i magasin

Ruting av dei skalerte tilsigsseriane frå Dyrdalsvatn (2001-2020) og Haukåselva (2007-2020) visast i høvesvis Figur 14 og Figur 15. Rutinga er utført med tappearrangementet ope under heile perioden.

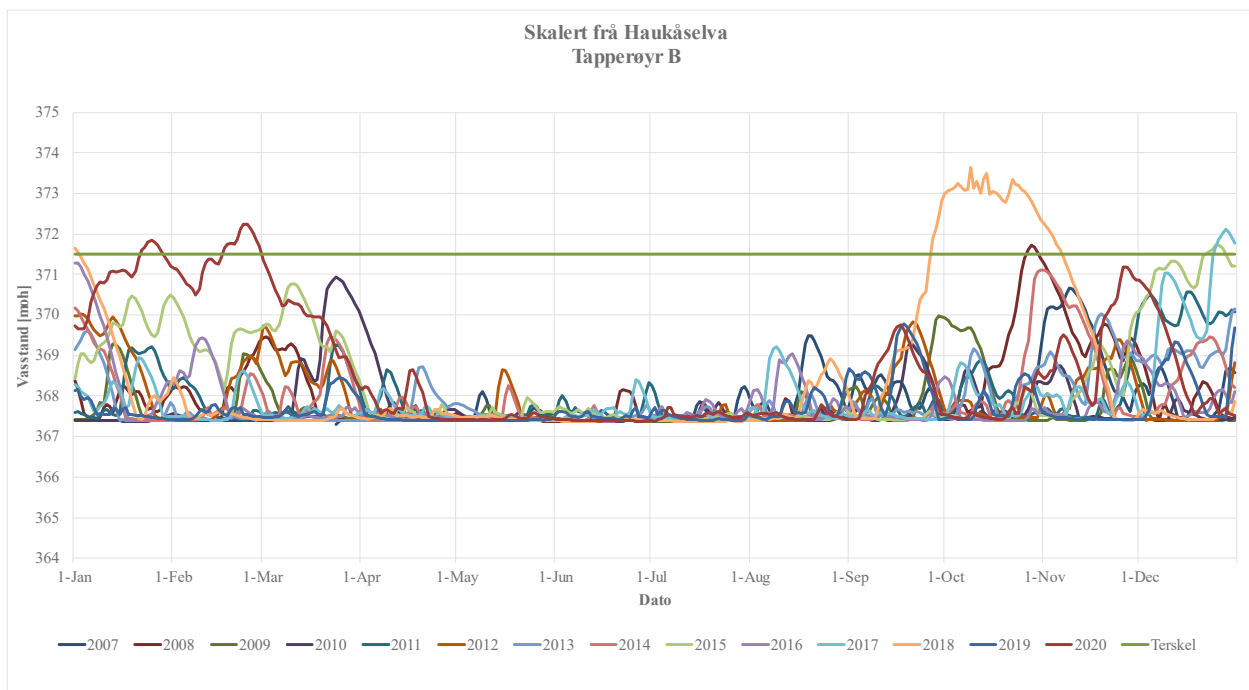
For å sjekke tilstanden til dammen er det vurdert naudsynt å sjakte/grave seg ned i dammen. Dette vil gje ei lokal og midlertidig senking av tetningskjernen til dammen. Det er vurdert at ein bør sjakte ned til kote 371,5 moh. Terskelverdien for eventuell sjakting av dammen på kote 371,5 moh er markert i begge figurane.

Resultatet viser at ein vil kunne oppleve periodar med stort nok tilsig til at vasstanden i magasinet overstig 371,5 moh. Det er i perioden september-februar vasstanden stig over denne terskelverdien i utrekningane. Resten av året er tilsiget lågt nok til at tappearrangementet klarer å halde magasinvasstanden tilstrekkeleg nede. Dette gjeld ved ruting av begge tilsigsseriane.

Oppdragsgiver: Bergen kommune
Oppdragsnr.: 52102359 Dokumentnr. R005



Figur 14 Vasstandsvariasjon i Storevatnet med ope tappearrangement. Figuren viser skalert tilsigsserie frå Dyrdalsvatn



Figur 15 Vasstandsvariasjon i Storevatnet med ope tappearrangement. Figuren viser skalert tilsigsserie frå Haukåselva

Oppdragsgiver: Bergen kommune
Oppdragsnr.: 52102359 Dokumentnr. R005

4. Forventa tid til oppfylling

Tabell 6 under viser tid til fylling av magasinet ved stengt tappearrangement og gjennomsnittleg tilsig lik middelvassføring. Storevatnet er eit relativt stort magasin. Magasinvolumet mellom kote 367,1 og 373,1 er på om lag 270 000 m³, noko som er om lag 12% av det totale årsmiddeltilsiget. Dette gjev om lag 44 døgn til oppfylling av magasinet frå kote 367,3 moh til HRV på 373,1 moh.

Tilsiget til magasinet er minst på sein vår og ut over sumaren, og dersom ein startar fylling av magasinet på hausten vil tid til fult magasin reduserast noko. Med start oppfylling frå om lag 1.september tek det mellom 30-35 dagar å fylla magasinet frå kote 367,3 moh til kote 373,1 moh i eit gjennomsnittleg år. Då må gjennomsnittsvassføringa i perioden vere på om lag 0,09-0,1 m³/s.

Tabell 6 Tid for oppfylling av magasin frå kote 367,3 (botn av tapperøyr) forutsett årsmiddeltilsig

Tid	Vasstand [moh]
5 døgn	368,3
10 døgn	369,1
15 døgn	369,9
30 døgn	371,7
Ca. 44 døgn	373,1

5. Usikkerheit

Kvaliteten til utrekningane er avgrensa til usikkerheita til utrekna kapasitetskurve. Tilstand, faktisk geometri, innløpsnivå, utløpsnivå og falltap igjennom silekasse er alle faktorar som vil påverke kapasiteten til arrangementet. Utrekningane gir likevel eit bilete på kva magasinvariasjonar ein kan forvente under tapping, samt storleiksorden på kor lang periode ein treng for tapping av fult og oppfylling av nedtappa magasin.

Det er anbefalt å skaffe til vege nøyaktige innmålingar av høgdene på innløpet og utløpet, røyra sine lengder og lengdeprofil (med høgder) for å redusere usikkerheitene i utrekningane. Med meir detaljert grunnlag bør tappekapasiteten til arrangementet med begge ventilane opne samstundes reknast på. Denne kan ha betydning for perioden med sjakting (betre kapasitet), men vil ikkje sikre at kravet til beredskapsmessig tapping er tilfredsstillt.

J02	2021-11-11	For bruk. Oppdatert med ny informasjon om tappearrangement	Sondre Fossheim	Henrik Opaker	Hans Martin Skjefstad
J01	2021-08-25	For bruk	Sondre Fossheim	Henrik Opaker	Hans Martin Skjefstad
Versjon	Dato	Omtale	Utarbeidd	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidd av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandlar. Opphavsretten tilhøyrar Norconsult AS. Dokumentet må berre nyttast til det formål som går fram i oppdragsavtalen, og må ikkje kopierast eller gjerast tilgjengeleg på annan måte eller i større utstrekning enn formålet tilseier.

Vedlegg 9 - Prøvegraving ved Dam Storevatnet S

Prosjekt 820047

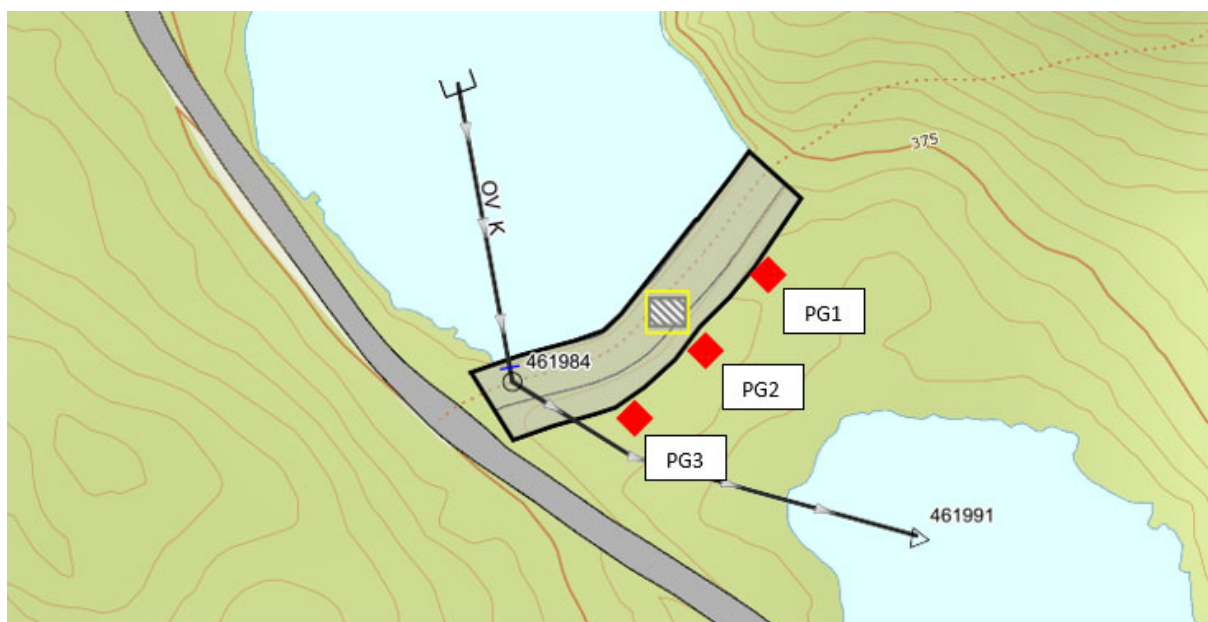
Dammer Storevatnet

Prøvegraving ved dam Storevatnet S

Versjon	Dato	Beskrivelse av endring	Utarbeidet av
1.0	26.10.2021	Dokument oppretta	Siv H. Eltervaag

Prøvegraving ved dam Storevatnet S ble utført den 12. oktober 2021. Gravingen ble utført av Sigurd Birkeland (Bergen skog- og træplantningsselskap), etter anvisning fra Siv H. Eltervaag (Bergen kommune, Bergen Vann).

Vannstanden i Storevatnet var høy, med overløp ved dam Storevatnet. Vannivået ble målt til å ligge ca. 1 meter under topp av dam Storevatnet S. Været var fint med sol og temperatur på ca. 5 °C. Prøvegravingen ble utført i tråd med Hans Martin Skjefstad (Norconsult AS) sin beskrivelse pr. e-post datert 6. oktober 2021. Det ble gravd på tre lokasjoner, omtrentlig plassering vist i Figur 1. Lokasjonene var markert på stedet av Norconsult. Formålet for alle tre gravesteder var avdekking og dokumentasjon av fundament for nedstrøms mur. Innmåling av punktene er bestilt, og planlagt utført 27. oktober.



Figur 1. Oversikt over gravesteder, omtrentlig plassering.

Prøvegravingen avdekket at nedstrøms mur på lokasjon PG3 er fundamentert på løsmasser. Løsmassene i fundamentet er vurdert til å være morenemasser. Det ble tatt ut en poseprøve av fundamentmassene ved PG3 dersom det senere er ønskelig med sakkyndig vurdering av massene.

PG1 og PG2 fylte seg raskt med vann, og massene i fundamentet kunne derfor ikke inspiseres/dokumenteres. Graving ble stoppet ved påtreff av faste masser. Det kan med rimelig stor sikkerhet antas at nedstrøms mur for lokasjon PG1 og PG2 også er fundamentert på løsmasser basert på funn ved PG3, samt mottatte resultat av bergkontrollboringer (se rapport 10228205-RIG-RAP-001 Geoteknisk Datarapport utarbeida av Multiconsult AS).

Vannivået i prøvegroppene PG1 og PG2 så ut til å innstille seg i nivå på hhv. ca. 1,6 og 1,8 meter under topp dam (målt to ganger; like etter graving og ca. en time senere). Observasjon av bilder i ettertid viser at dette nivået tilsvara omtrent nivået der det først starta å renne vann inn i prøvegroppene. Nedstrøms terreng fungerte som tetting, og hindra vannet i å renne fritt videre ut av prøvegroppene. Det var derfor vanskelig å vurdere om vannstrømmen skyldes lekkasje eller punktering av vannfylt

lomme. Basert på observasjon på stedet antas det å være lekkasjer. Lekkasje ved PG1 er anslått til ca. 3 l/s (basert på ca. 4-5 min tid for å fylle hol med dimensjon ca. 1 x 2 x 0,4 m). Lekkasje ved PG2 er anslått til å være ca. 1 l/s (basert på sammenligning av video av vannstrøm i PG1 og PG2). Nedstrøms terreng fungerer trulig som tetting.

Tabell 1. Resultat fra gravepunkt.

Lokasjon	Fundament	Høyde nedstrøms mur	Beskrivelse masser i fundament	Kommentar
PG1	Nedstrøms mur antatt fundamentert på løsmasser.	Høyde fra topp dam til bunn av prøvegropp målt til ca. 2 meter.	Ikke tilgjengelig for inspeksjon / dokumentasjon pga. vann i prøvegropp.	Prøvegrop fylte seg raskt med vann. Høyde fra topp dam til vannivå i sjakt ble målt til ca. 1,6 m.
PG2	Nedstrøms mur antatt fundamentert på løsmasser.	Høyde fra topp dam til bunn av prøvegropp målt til ca. 1,9 meter.	Ikke tilgjengelig for inspeksjon / dokumentasjon pga. vann i prøvegropp.	Prøvegrop fylte seg raskt med vann. Høyde fra topp dam til vannivå i sjakt ble målt til ca. 1,8 m.
PG3	Nedstrøms mur fundamentert på løsmasser.	Høyde fra topp dam til underkant mur varierte fra ca. 1,5 til 1,6 m.	Løsmasser antatt som morenemasser. Det ble tatt ut en poseprøve av fundamentmassene.	Prøvegrop holdt seg tørr.

Bilder



Bilde 1. PG1. Oppstart graving.



Bilde 2. PG1. Vann fra dam/magasin inn i prøvegrop.



Bilde 3. PG1. Prøvegrop fylt med vann.



Bilde 4. PG1. Masser fra prøvegrop.



Bilde 5. PG2. Oppstart graving.



Bilde 6. PG2. Vann fra dam/magasin inn i prøvegrop.



Bilde 7. PG2. Prøvegrop fylt med vann.



Bilde 8. PG2. Masser fra prøvegrop.



Bilde 9. PG3. Oppstart graving.



Bilde 10. PG3. Bunn av prøvevegrop.



Bilde 11. PG3. Mål høyde nedstrøms mur.



Bilde 12. PG3. Antatt morenemasser i fundament for mur.
Lokasjon uttak av poseprøve vist med rød sirkel.

Rent vann til folk og fjord



Fjøsangerveien 68 Tlf.: 55 56 60 00

Vedlegg 10 - Geoteknisk vurdering av oppstrøms murer

Oppdragsgiver: **Bergen kommune**

Oppdragsnr.: **52102359** Dokumentnr.: **R014**

Til: Bergen kommune

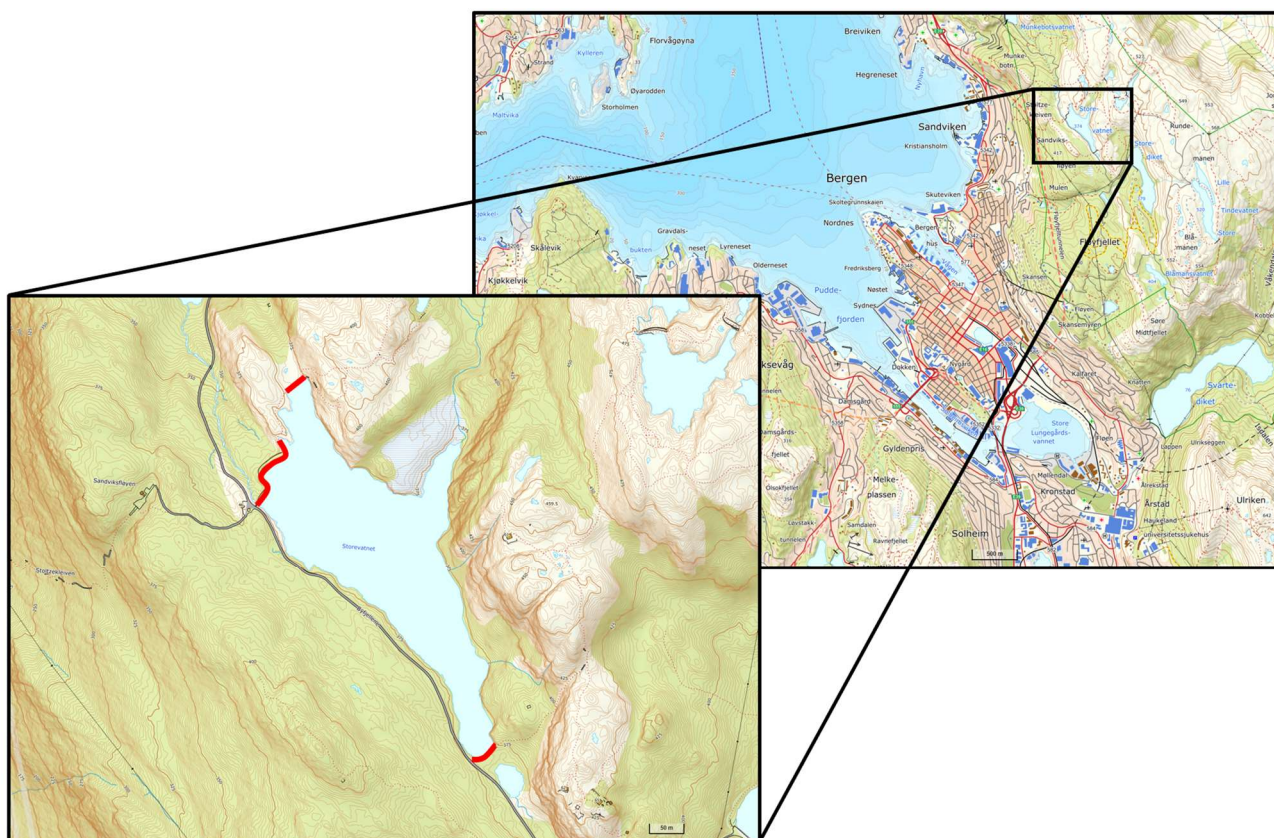
Fra: Norconsult AS v/ Brynjar Øye

Dato: 2023-05-12

► Dammer Storevatnet - Geoteknisk vurdering av mur

1 Innledning

Norconsult AS er engasjert av Bergen kommune for å bistå med vurderinger knyttet til stabilitet og tilstand for demninger ved Storevatnet i Bergen kommune. Vannet ligger nært toppen av Stoltzekleiven, nordøst for Bergen sentrum. Plasseringen er vist på Figur 1, dammene ved vannet er markert med rødt.



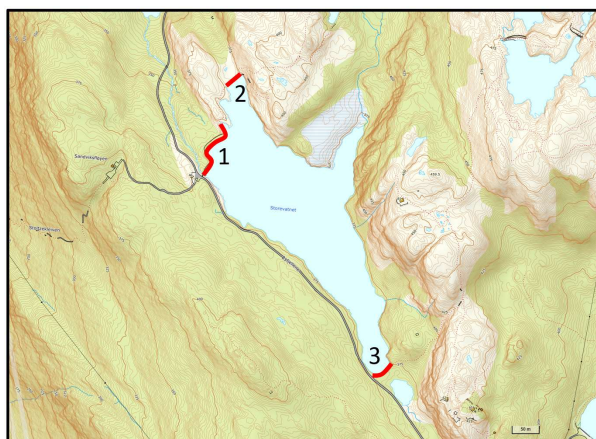
Figur 1: Prosjektplassering, dammer/murer er markert med rødt.

Dette notatet beskriver observasjoner fra befaring samt vurderinger knyttet til murens stabilitet ved nedtappet tilstand.

2 Befaring

Det ble utført befaring av murene ved Storevatnet den 17. april 2023. Til stede var Brynjar Øye og Hans Martin Skjefstad fra Norconsult AS og Rune Engesæter, Oddbjørn Andersen og Per Lasse Reinertsen fra Bergen Vann.

Det var fint vær og tørt. Vannet er nedtappet så det ble gått både på toppen og nedsiden av murene. Nummerering benyttet for omtale av dammene/murene er vist på Figur 2.



Figur 2: Plassering og nummerering murer.

2.1 Dam 1

Dam 1 er den største dammen ved Storevatnet. Den er i alt rundt 100 meter lang og har en maksimal høyde på rundt 6 meter. Fronthelningen for oppstrøms mur varierer mellom rundt 8:1 – 13:1. Demningen består av 2 separate murer med en kjerne som er opplyst å bestå av torv mellom. Muren på innsiden av demningen består av mye liten stein. Berg er synlig i dagen på utsiden av dammen der den står fundamentert på berg. På innsiden av muren er ikke foten synlig. Bilder av muren er vist på Figur 3 og 4.



Figur 3: Bilde mur 1, innside dam.



Figur 4: Bilde mur 1, utside dam.

Det er synlige skader på muren på innsiden av dammen forårsaket av istrykk. Det er spor etter istrykket langs store deler av muren, men skaden er særlig synlig ved del av muren markert med blått på Figur 5. Ved et punkt der muren er fundamentert på blokk eller berg er mangler muren solid fundament og enkelte steiner ser ut til å «sveve i luften», plassering er vist på Figur 5. Bilde av skadene er vist på Figur 6.



Figur 5: Skader på dam/mur 1, markert med blått.



Figur 6: Skader på dam/mur 1. Skade fra istrykk og manglende fundament.

2.2 Dam 2

Dam 2 har en høyde på kun rundt 1 meter. Terrenget på begge sider av dammen er relativt flatt. Det er ingen synlige skader. Bilde av muren er vist på Figur 7.



Figur 7: Bilde av dam/mur 2.

2.3 Dam 3

Dam 3 ligger i motsatt ende (sør) av Storevatnet. Den har en høyde på rundt 4 meter på innsiden og 2 meter på utsiden. Det er synlige deformasjoner etter istrykk, men ikke betydelige skader. Det er ikke andre synlige skader eller deformasjoner på dammen. Bilde av dammen er vist på Figur 8.



Figur 8: Bilder av dam/mur 3.

3 Grunnforhold

Multiconsult har utført grunnundersøkelser med geoteknisk borerigg ved dam 1 og 3. Boringene er utført fra toppen av demningene gjennom torvkjernen. Resultatene fra geotekniske undersøkelser er beskrevet i geoteknisk datarapport nummerert 10228205-RIG-RAP-001 [1].

Grunnundersøkelsene viser for dammen i nord (dam 1) bløte torvmasser hele veien til berg. Dybder til berg stemmer godt overens med dammens synlige høyde og indikerer at denne er fundamentert direkte på berg. Torvkjernen varierer mellom klasse H3 til H8 på Von Post-skalaen. Boringene ved dammen i sør (dam 3) viser et lag med svært høy fasthet under muren over berg. Disse massene er antatt å være morene. Det er ikke tatt opp prøver her, men det er gravd sjakter med gravemaskin som viser disse massene. Det er ikke utført undersøkelser ved dam 2.

4 Geoteknisk vurdering

Det er tidligere vurdert at dammen ved Storevatnet ikke har tilfredsstillende stabilitet for murene ved tidligere høyeste vannstand. Vannet er på grunn av dette i dag tappet ned. Hensikten med dette notatet og utført befarings er å vurdere hvorvidt murene har tilfredsstillende stabilitet i nedtappet situasjon til å kunne beholdes som en del av eksisterende nettverk av turstier eller om disse bør rives og nye turveier etableres i terrengnivå. Et annet alternativ er å utbedre dammene og fylle opp igjen Storevatnet, dette er ikke videre omtalt her.

Murenes tilstand vurderes basert på en visuell vurdering med fokus på synlige skader og tegn på pågående deformasjoner. Det er ikke tilgjengelig grunnlag for å gjøre sikre stabilitetsberegninger for murene da tykkelsen på innermuren er ukjent, og egenskapene for bakfyllmassene (torvkjerne) er ukjent.

En del av muren på innsiden av dam 1 har betydelige skader etter istrykk der isen har trykt muren på innsiden av dammen inn i torvmassene bak. Dette har medført et overheng der toppen av muren henger ut og er ustabil. Dette er tidligere vurdert av Norconsult ved revurdering av dammer for Storevatnet i 2013, allerede da var det et overheng i øverste del av muren som følge av istrykk. Anbefalingen den gang var at skadene fra istrykk repareres omgående ved gjenoppbygging av muren til opprinnelig linjeføring [2]. Det anbefales at denne delen av muren plukkes ned og bygges opp med jevn fronthelning. Det ble ved befarings avtalt at det skulle settes opp gjerde slik at publikum ikke kunne bevege seg på kanten av muren i tilfelle en utrasing skulle skje. Det anbefales at gjerde settes opp minimum 1 meter fra framkant av muren og at dette blir stående fram til muren utbedres. Det bør også vurderes om det er behov for å stenge av området på nedsiden av muren eller sette opp varselskilt om at steiner fra muren kan falle ned. Der muren mangler fundament anbefales det enten å plukke ned muren og bygge den opp på nytt med bedre fundament, det er mulig at det må sprenges eller pigges på grunn av skrått berg. Alternativt kan tomrommet mellom berg og underkant av mur støpes igjen med betong.

For resten av muren der det ikke er synlige skader har muren for det meste jevn helning. Punktvis har muren noe steilere helning for de nederste par meterne av muren der den nærmer seg vertikal helning, men det er ingen steder muren står med overheng. Det er vanskelig å si med sikkerhet om variasjonen i fronthelning har vært slik helt siden bygging, om det oppstod like etter bygging, over tid eller om dette er noe som har skjedd etter nedtapping. Gitt dammens alder på over 200 år synes det sannsynlig at disse deformasjonene er eldre. Ettersom muren står fundamentert på berg, og det ikke er større skader med unntak av de overnevnte, vurderes muren som stabil. Dette er forutsatt at overnevnte skader utbedres.

Muren på utsiden av dam 1 står synlig på berg, har svært jevn og fin helning og består av større steiner enn muren på innsiden. Det er heller ingen synlige skader. Denne delen av muren vurderes som stabil.

For murene ved dam 2 og 3 er det ingen betydelige skader/deformasjoner. Dam 2 har liten høyde, og er derfor vurdert som stabil. Utførte grunnundersøkelser viser at dam 3 står fundamentert på faste masser, antatt å være morene. Den har ikke betydelige deformasjoner og har jevn og stabil helning. Muren er derfor vurdert som stabil.

Selv om murene er vurdert som stabile og risikoen for en plutselig nedrasing uten forvarsel er vurdert som liten, kan det likevel ikke utelukkes at nedtappingen av vannet vil føre til deformasjoner i fremtiden. Generelt vil nedtapping av vannet føre til økt trykk mot murene på innsiden av dammene da oppdrift som reduserte trykket fjernes. Uttørking av torvmassene kan føre til at disse krymper, råtning og omdanning av disse kan også føre til at det oppstår deformasjoner som følge av at disse reduseres i volum.

Det anbefales at det settes opp et måleprogram for å følge med på deformasjoner frem til man eventuelt får dokumentert at deformasjoner ikke pågår. Dersom måleprogrammet viser pågående deformasjoner, må tiltak vurderes. Mest sannsynlig bør dammen da rives. Det vil være svært utfordrende og kostbart å forsøke å bygge opp igjen muren slik den er i dag på grunn av mye liten stein.

5 Oppsummering / konklusjon

Med unntak av der det betydelige skader fra istrykk langs deler av den ene muren og manglende fundament i et punkt vurderes murene som stabile i nedtappet situasjon. Det kan ikke utelukkes at nedtappingen av vannet vil føre til deformasjoner i fremtiden, men en plutselig nedrasing uten forvarsel vurderes som lite sannsynlig, og det vurderes derfor at murene kan beholdes som turveg etter at skadene på dam 1 er utbedret. Det anbefales at det settes opp et måleprogram for å følge med på deformasjoner frem til man eventuelt får dokumentert at deformasjoner ikke pågår.

Der muren har skader fra istrykk anbefales det at muren plukkes ned og bygges opp på nytt. Slik muren står i dag med overheng er den ikke stabil. Det ble ved befaring avtalt at det skulle settes opp gjerde slik at publikum ikke kunne bevege seg på kanten av muren i tilfelle en utrasing skulle skje. Det anbefales at gjerde settes opp minimum 1 meter fra framkant av muren og at dette blir stående fram til muren utbedres. Der muren mangler fundament anbefales det enten å plukke ned muren og bygge den opp på nytt med bedre fundament, det er mulig at det må sprenges eller pigges på grunn av skrått berg, eller at tomrommet mellom berg og underkant av mur støpes igjen med betong.

6 Referanser

[1] Multiconsult AS, 10225205-RIG-RAP-001 - Grunnundersøkelser dammer Storevatnet, 2021-10-18.

[2] Norconsult AS, 5121458 - Dammer ved Storevatnet - Revurdering, 2013-04-08.

J01	2023-05-12	For bruk	BryOEy	GuMjo	HaMSk
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.