

Hafslund Eco Vannkraft AS

► **Sarp 2 kraftverk**

Konsekvensutredning Skred og nærliggende infrastruktur

Fagrapport geoteknikk

Oppdragsnr.: **52208313** Dokumentnr.: **RIG-03** Versjon: **J04** Dato: **2023-12-18**



Oppdragsgiver: Hafslund Eco Vannkraft AS
Oppdragsgivers kontaktperson: Fridjar Molle
Rådgiver: Norconsult Norge AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika
Oppdragsleder: Bendik Riseng Nesje
Fagansvarlig: Tommy Haugen Sjødis
Andre nøkkelpersoner: Håvard Rodahl Kvale, Andreas Ongstad

J04	2023-12-18	Tekst supplert mht. identifiserte kritiske skråninger langs vestsiden av Glomma. Kap. 4 og 4.8.3.	ToHSo	HaaKva	BeNesj
J03	2023-11-17	For bruk	HaaKva	TohSo	BeNesj
B02	2023-11-03	For kommentarer hos oppdragsgiver	HaaKva	TohSo	BeNesj
A01	2023-11-02	For fagkontroll	HaaKva	TohSo	BeNesj
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

Hafslund Eco Vannkraft AS har planer om å bygge Sarp 2 kraftverk i Sarpsborg kommune, Viken fylke. Dette prosjektet involverer oppføringen av et nytt kraftverk ved Sarpsfossen, som er ligger i nedre del av Glommavassdraget, og det vil bli plassert øst for det eksisterende Sarp kraftverk. Sarp 2 kraftverk vil dra nytte av den eksisterende inntaksdammen i Sarpsfossen og vil ikke medføre nye reguleringer.

Geoteknikk har vurdert faren for kvikkleireskred og andre skredtyper, samt hvordan bygging av Sarp 2 kraftverk kan påvirke den nærliggende eksisterende og framtidige infrastrukturen.

Områdestabilitet

Ved kraftstasjonen er det en registrert faresone for kvikkleire med faregrad høy. Det er påvist og antatt kvikkleire i mange borpunkter i dette området og faresonen vil trolig ikke endres. I prosjektering av støttevegger og byggegrop skal det benyttes og dokumenteres en sikkerhetsfaktor på 1,61 og områdestabiliteten vil være ivaretatt for alle midlertidige og permanente tiltak.

Innledende vurderinger viser at det kan være dårlig stabilitet i skrånning ned mot utløpet ved Baugen. Samtidig viser beregninger at ved å etablere anleggsveien langs utsiden av fyllingsfoten vil stabiliteten økes tilstrekkelig til at sikkerheten mot områdeskred er ivaretatt. Det er utført for lite grunnundersøkelser til å gjøre nøyaktige beregninger og det må utføres supplerende grunnundersøkelser for videre detaljering.

For kraftstasjonsområdet og i området ved Baugen må mellomlagring av masser og anleggslast plasseres slik at stabiliteten ikke forverres i anleggsfasen. Det må gjøres nye beregninger som angir nøyaktig plassering og hvor mye masser som kan mellomlagres. Ved kraftstasjonsområdet må behovet for eventuelle stabiliserende tiltak sees på i sammenheng med eventuelle tiltak knyttet til Viken fylkeskommune sitt prosjekt for ny Sarpsbru.

Faren for områdeskred ansees som ivaretatt ved å prosjektere etter sikkerhetskrav gitt i NVEs veileder nr. 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred».

Påvirkning på infrastruktur

For å hensynta nærliggende infrastruktur benyttes teknisk regelverk fra Bane NOR, samt at det er startet dialog med Bane NOR for å forklare hva som skal gjøres og for å få innspill på hva de tillater av arbeider nær spor og deformasjoner på spor, samt midlertidig togstans for arbeid med sporet.

Grunnforholdene langs jernbanen viser bløt leire og det skal her graves inntil ca. 20 m dypt. Det skal benyttes utvendig stag til berg og en slik løsning gir potensiale for innlekkasje i byggegrop og setninger bak støtteveggen.

Påvirkningen på nærliggende infrastruktur gjøres derfor i tett samarbeid med hydrogeologi, da den største påvirkning vil komme av setninger på grunn av innlekkasje i byggegrop. For å hindre dette sees det på ulike tetttiltak som vil forhindre innlekkasje og grunnvannssenking.

Ved å gjennomføre gode tetttiltak vil påvirkningen på jernbanen bli minimal.

Ny Sarpsbru er planlagt med fundament midt i inntakskanalen til Sarp 2 kraftverk. I samarbeid med Multiconsult og Viken som prosjekterer brua sees det på løsninger som fungerer for begge prosjekt.

Ny jernbanebru er ikke vurdert da disse planene er usikre på nåværende tidspunkt.

Planlagte tiltak for å unngå setninger

Det vil være helt nødvendig å gjennomføre omfattende tetttiltak som reduserer faren for innlekkasje i gropa og begrenser setningene. Geoteknikere, ingeniørgeologer, hydrogeologer og andre byggfaglige ressurser vil samarbeide tett i prosjekterings- og planleggingsfasen og i anleggsfasen for å unngå konsekvenser for annen infrastruktur i anleggs- og driftsfasen. Noen av tiltakene som vurderes og som vil prosjekteres nærmere i detaljeringsfasen er listet opp nedenfor og vil kombineres med tiltak som er beskrevet i Fagrapport Hydrogeologi:

- Forsiktig boring av sekantpeler og stag til og inn i berg
- Bruk av vann ved boring og ikke luft
- Tett oppfølging og oversendelse av boreprotokoller for å kontrollere at sekantpeler og stag bores inn i berg og i hht. prosjektering og forsiktig boring, samt at eventuelle ekstra tetttiltak kan vurderes før utgravingen starter
- Sekantpelene må settes med overlapp og dersom det oppstår glipper mellom to peler må det utføres ekstra tetttiltak ved f.eks. bruk av jetpel
- Tett betongdrager i overgang mellom støttevegg og bunn byggegrop i løsmasse, eller mellom bunn støttevegg og bergskjæring
- Plan for fortløpende tetting der det kommer inn vann i byggegropa
- Injeksjon i overgangen støttevegg og berg
- Injisere borehull til stag for å ikke få innlekkasje i disse punktene
- Forinjeksjon av bergskjæringer før utsprengning av byggegrop, for å danne en barriere mot grunnvannet på utsiden av skjæringsveggene så ikke innlekkasjer finner veien inn i byggegropen når denne senere sprenges ut. Forinjeksjon av byggegrop utføres utenfor endelig skjæringskontur ved en eller flere vertikale skjermer
- Behovsprøvd for- eller etterinjeksjon i utvalgte områder i arealet inne i selve byggegropa dersom det kreves særlige tettingstiltak av sålen som følge av geologien
- Kalksementpeler for å sikre trygg utgraving og stabilt arbeidsdekke
- Kontinuerlig overvåking av poretrykket under anleggsfasen til poretrykket har stabilisert seg til naturlige svingninger
- Infiltrasjonsbrønn rundt byggegrop for å opprettholde poretrykket

Tabell 1-1 Oppsummering av vurderte temaer og konsekvens

Tema	Område	Vurdering
Fare for områdeskred	Kraftstasjon og inntakskanal	Faren for områdeskred er ivaretatt ved at støtteveggene prosjekteres slik at den forhindrer lokale og globale glidesirkler og at de dimensjoneres med en sikkerhetsfaktor på 1,61.
	Utløp og tverrslag	Det må gjøres supplerende undersøkelser for å fullføre områdestabilitetsvurderingen, men tiltakene som skal gjøres er vurdert å forbedre stabiliteten (anleggsvei) eller ikke påvirke dagens stabilitet (utløp og tverrslag).
Setninger og påvirkning på infrastruktur	Kraftstasjon og inntakskanal	Det skal gjennomføres omfattende tettetiltak for å hindre grunnvannssenkning og setninger. Det må likevel forventes noe setning på jernbanen. Plan for fortløpende overvåking og reparasjon må være tilstede.
Snøskred og steinsprang	Hele området	Ingen fare for snøskred og minimal fare for steinsprang ved utløpet som kan ivaretas med enkle bergsikringstiltak.
Samlet vurdering	Hele området	Tiltaket vil ha noe negativ konsekvens på nærliggende infrastruktur. Områdestabiliteten er ivaretatt og har dermed ikke en negativ konsekvens. Totalt settes prosjektet til å ha noe negativ konsekvens mht. geoteknikk

► Innhold

1	Innledning	8
1.1	Bakgrunn for tiltaket	8
1.2	Planprosess	9
1.3	Innhold og avgrensning	9
1.4	Alternativer som skal utredes	10
1.5	Forhold til offentlige planer	11
2	Om utbyggingsplanene	13
2.1	Ny kraftstasjon og inntak	13
2.2	Vannvei, tunneler	14
2.3	Veger	15
2.4	Nettilknytning	15
2.5	Massehåndtering og massedeponi	15
2.6	Rigg- og anleggsområder	17
3	Utredning av geoteknikk	18
3.1	Definisjoner og avgrensning mot andre fagtema	18
3.2	Nullalternativet (referansealternativet)	18
3.3	Utredningsprogrammet	19
4	Prosedyre for områdestabilitetsvurdering	21
4.1	Undersøkelse av om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området og avgrensning av områder med mulig marin leire	23
4.2	Bestemmelse av tiltakskategori	23
4.3	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde	26
4.4	Gjennomføring av grunnundersøkelser og avgrensning av løсне- og utløpsområder	28
4.5	Klassifisering av faresoner	32
4.6	Dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet	32
4.7	Innmelding faresoner og grunnundersøkelser	33
4.8	Konklusjon for tema områdestabilitet	34
5	Skredfare – snøskred og steinsprang	36
6	Nærliggende infrastruktur	37
6.1	Eksisterende infrastruktur	37
6.2	Ny infrastruktur	38
7	Planlagte tiltak og håndtering av restrisiko	40
7.1	Planlagte tiltak for å unngå setninger	40
7.2	Planlagte overvåknings- og kontrolltiltak	40
7.3	Håndtering av restrisiko	40

8 Referanser

41

Vedlegg

Vedlegg 1 Faresoneklassifisering

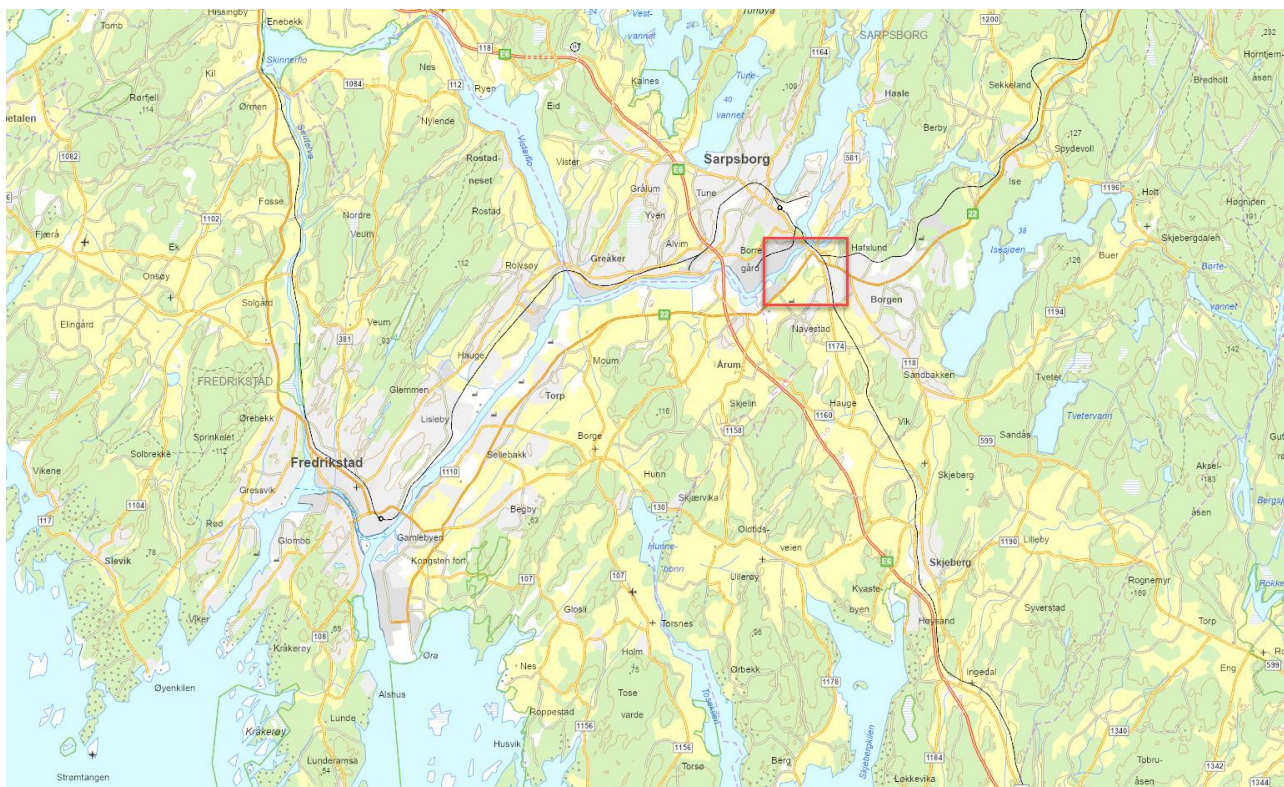
1 Innledning

1.1 Bakgrunn for tiltaket

En utbygging av Sarp 2 kraftverk vil bli gjennomført i et samarbeid mellom Hafslund Produksjon AS og Sarpsfoss Limited. Hafslund Eco Vannkraft AS (heretter kalt HEV) vil ha ansvar for planlegging og gjennomføring av utbyggingen på vegne av kraftverkseierne.

Tiltaket innebærer bygging av et nytt kraftverk i Sarpsfossen som ligger nederst i Glommavassdraget, og vil bli plassert rett øst for eksisterende Sarp kraftverk. Sarp 2 kraftverk vil benytte eksisterende inntaksdam i Sarpsfossen og vil ikke føre til nye reguleringer.

Ved å bygge et nytt kraftverk vil man få en fallhøyde som er to til tre meter høyere i det nye kraftverket Sarp2 enn de øvrige aggregatene i Sarpsfossen. Slik vil man kunne øke den totale produksjonen i Sarpsfossen med 200 GWh/år fra dagens 943 GWh/år. Kraftverket planlegges med en slukeevne på 450 m³/s og en minste driftsvannføring gjennom eksisterende kraftverk på 200 m³/s. Tiltaket vil gi økt kraftproduksjon og tappekapasitet i Sarpsfossen, som i praksis vil redusere risiko for skadeflom i forhold til eksisterende situasjon.



Figur 1-1. Lokalisering av nytt Sarp 2 kraftverk i Sarpsborg kommune.

1.2 Planprosess

Utbygging og drift av Sarp 2 kraftverk krever konsesjon etter vassdragslovgivningen. Tiltaket utløser krav om melding og utredningsplikt etter bestemmelsene om konsekvensutredninger (KU) i plan- og bygningsloven med tilhørende forskrift. Melding med forslag til konsekvensutredningsprogram er utarbeidet av HEV og ble sendt til NVE februar 2023. NVE avholdt folkemøte 13.04.2023. Det endelige konsekvensutredningsprogrammet ble fastsatt av NVE 05.07.2023.

Formålet med konsekvensutredningene er at de skal være del av myndighetenes grunnlag for beslutning i konsesjonsspørsmålet.

1.3 Innhold og avgrensning

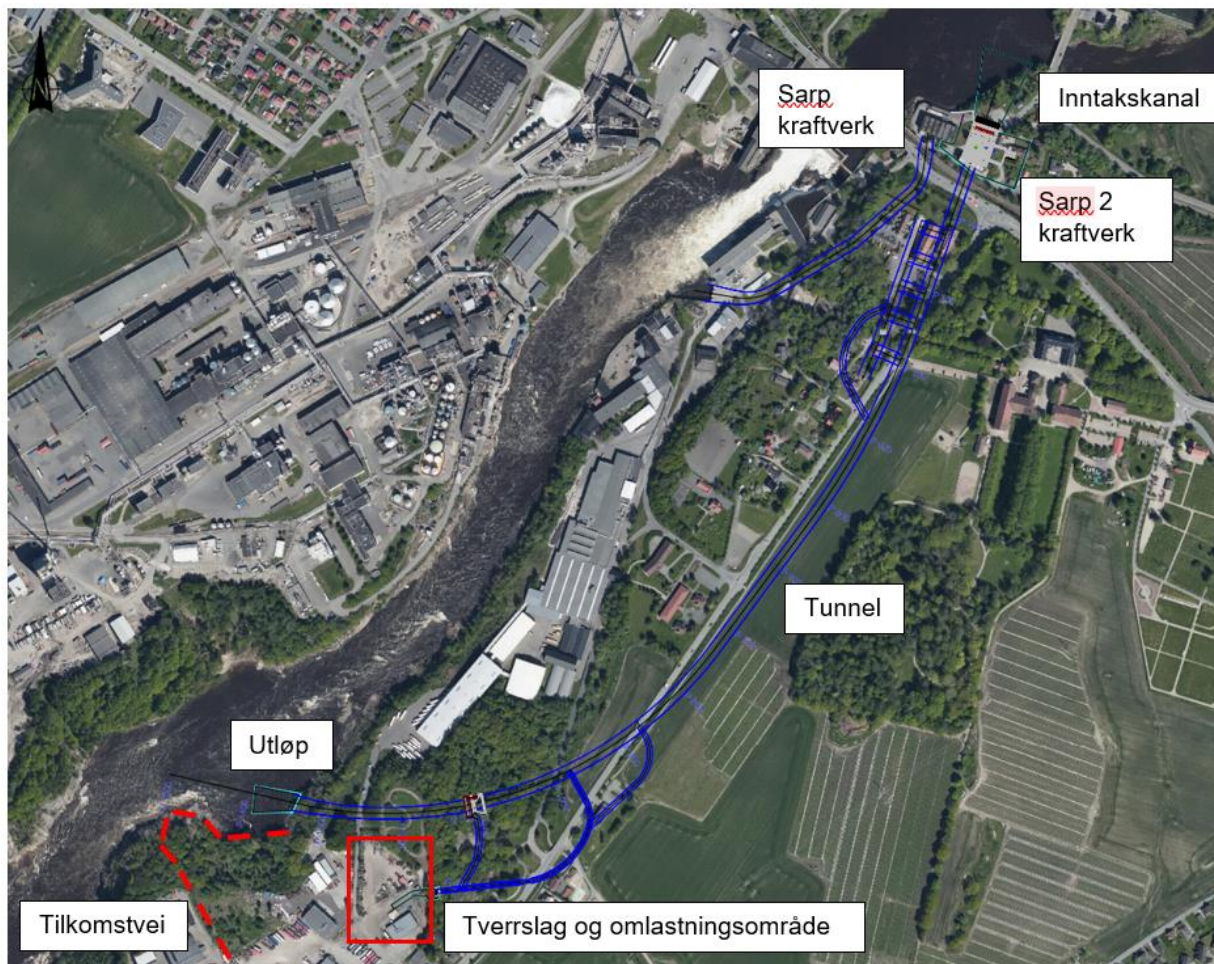
Norconsult har på oppdrag for HEV utført konsekvensutredninger av de meldte utbyggingsplanene. Foreliggende konsekvensutredning er basert på NVEs utredningsprogram fastsatt 05.07.2023 [1].

Denne fagrapporten har som mål å utrede konsekvensene bygging av kraftverket kan medføre for geoteknikk. Rapporten inneholder en vurdering av sikkerhet mot kvikkleireskred og andre skredtyper, samt hvordan bygging av Sarp 2 kraftverk kan påvirke eksisterende og framtidig infrastruktur.

Konsekvensutredningen omfatter alle områder som blir direkte berørt av den planlagte utbyggingen, (**tiltaksområdet**), samt en sone rundt, hvor man kan forvente at utbyggingen vil påvirke fagtema geoteknikk i anleggs- og driftsfasen (**influensområdet**). Tiltaksområdet og influensområdet utgjør til sammen **utredningsområdet**.

Det foreligger ett utbyggingsalternativ (alternativ 1) for kraftstasjon og vannvei. Alternativet vurderes opp mot nullalternativet (referansealternativet), som innebærer at det nye kraftverket ikke blir bygget og at forholdene i vassdraget og berørte areal forblir som i dag.

Lokalisering av Sarp 2 kraftverk med tilhørende tiltak er vist i Figur 1-2 under.



Figur 1-2. Oversikt over tiltaksområdet for nytt Sarp 2 kraftverk.

1.4 Alternativer som skal utredes

Prosjektet opererer med ett utbyggingsalternativ (alternativ 1) som skal konsekvensutredes. Alternativet innebærer blant annet bygging av ny kraftstasjon, inntak og utløpskanal. Teknisk beskrivelse av tiltaket er gitt i kap. 2.

En viktig forutsetning for prosjektet er at arbeider med byggegrop til inntaket til kraftverket må gjøres ferdig før bygging av ny fv. 118 Sarpsbru, da arbeidet krever en større byggehøyde enn det brua gir rom for. For at bygging av nytt kraftverk skal være realiserbart må oppstart derfor skje i 2026. Det er gitt føringer for at Viken Fylkeskommune og Sarpsborg kommune skal vurdere tilpasninger i planene slik at et kraftverk lar seg realisere, uavhengig av brualternativ. I vedtak om kommunedelplan for InterCity Rolvsøy – Klavestad, med planalternativ MIDT-7 ligger det derfor til rette for at det kan søkes om et nytt kraftverk. Disse forutsetningene legges til grunn i utbyggingsalternativet. Videre legges det til grunn at Sarp 2 kraftverk bygges parallelt med ny vegbru. Sammenligningsåret settes til 2031 hvor både Sarp 2 kraftverk og ny vegbru er planlagt ferdig bygget og satt i drift.

Alternative løsninger

Det har gjennom prosjektutviklingsfasen vært utredet og sett på noen andre alternativer som har vist seg å ikke være teknisk gjennomførbare eller lønnsomme. Det er derfor kun det fremlagte alternativet som skal utredes videre. Noen tilpasninger og justeringer, både i oppgitte størrelser og arrangement, må forventes ved oppdaterte planer i en senere fase.

1.5 Forhold til offentlige planer

1.5.1 Kommunale planer

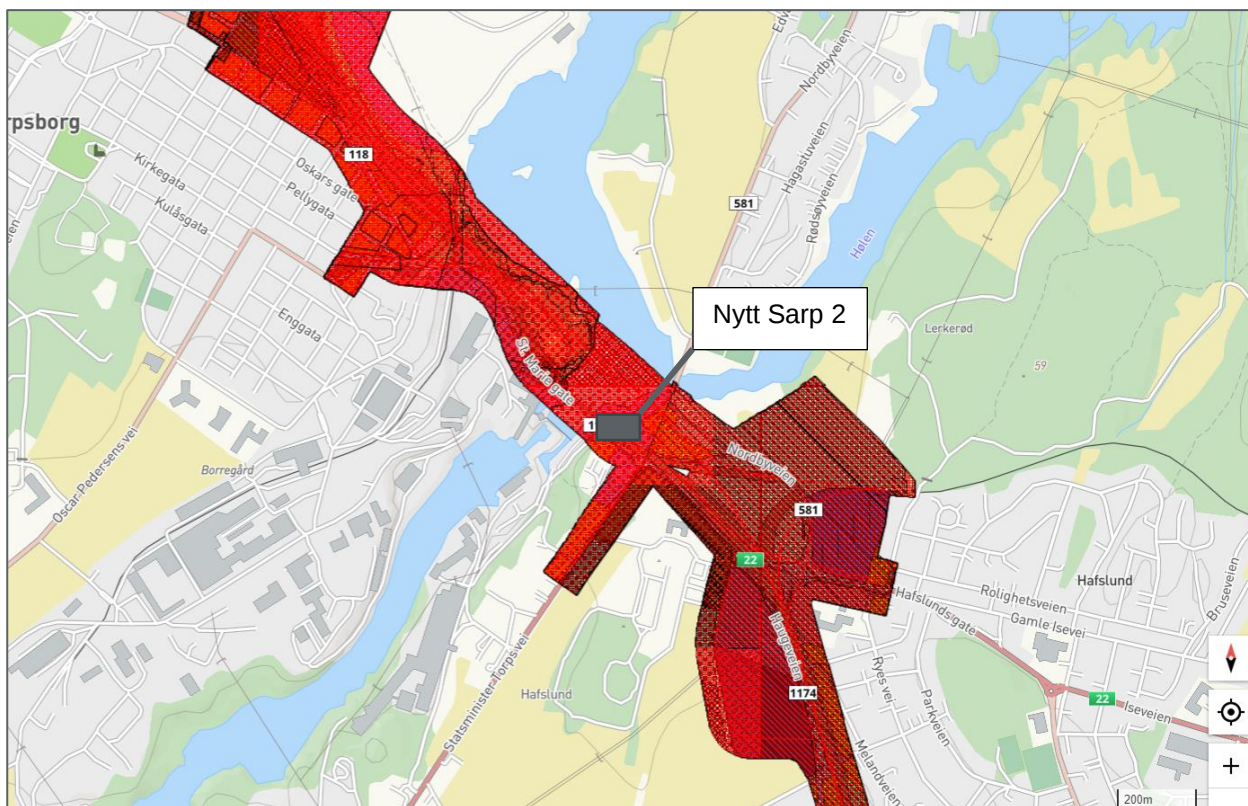
Fv. 118 Ny Sarpbru og InterCity Rolvsøy – Klavestad

Daværende Kommunal- og moderniseringsdepartementet (KMD) fattet 8.10.2021 vedtak om kommunedelplan for InterCity Rolvsøy – Klavestad, med planalternativ MIDT-7. Formålet med kommunedelplanen er å avklare valg av alternativ for nytt dobbeltspor for jernbanen mellom Rolvsøy i Fredrikstad og Klavestad i Sarpsborg, herunder blant annet å avklare løsning for ny fylkesveg 118 over Glomma.

For å sikre arealer til realisering av ny jernbane, fv.118 og riksveg 111 ved Hafslund er det gjennom kommunedelplan, i medhold av plan- og bygningsloven, vedtatt båndlegging av arealer langs valgt trasé (Figur 1-3). I henhold til planbestemmelsene § 5-1 a) Skal det ikke igangsettes søknadspliktige tiltak som er i strid med, eller kan hindre, vanskeliggjøre eller fordyre utbygging av jernbane- og veganlegg innenfor båndleggingssonen. Både planlagt inntakskanal, inntak og kraftstasjon ligger innenfor båndleggingssonen i kommunedelplan. Det er imidlertid gitt føringer for at Viken Fylkeskommune og Sarpsborg kommune skal vurdere tilpasninger i planene slik at et kraftverk lar seg realisere. I vedtaket ligger det derfor til rette for at det kan søkes om et nytt kraftverk.

Viken Fylkeskommune er i gang med detaljplanlegging og skal legge frem forslag om ny reguleringsplan for fv.118 og ny vegbru over Glomma. HEV er i dialog med prosjektledelsen i Fylkeskommunen og ledelsen i Sarpsborg kommune for å avklare nødvendige tilpasninger til Sarp 2 kraftverk.

Planlagt utløpsområde faller ikke inn under båndleggingssonen, men har ifølge kommuneplanens arealdel for Sarpsborg kommune arealformålene grøntstruktur og næringsbebyggelse (kommuneplanens arealdel 2015-2026)



Figur 1-3. Båndlagte arealer ved Sarpfossen avsatt i kommunedelplan InterCity Borg bryggerier - Klavestad. Kilde: Norkart/Kommunekart

1.5.2 Fylkesplaner

Utbyggingsplanene ser ikke ut til å komme i konflikt med fylkesplan for Viken.

1.5.3 Forvaltningsplan for vannregion Glomma

Det er vedtatt regional vannforvaltningsplan for vannregion Innlandet og Viken 2022-2027. Vannforekomst Glomma fra Sarpsfossen til samløp Visterflo ved Greåker har i dag dårlig økologisk tilstand med miljømål god økologisk tilstand, men med utsatt frist for måloppnåelse på grunn av uforholdsmessig kostnadskrevende tiltak (miljømål nås 2027-2033). Diffus avrenning fra byer/tettsteder, samt punktutslipp fra industri har stor påvirkningsgrad på strekningen. Vannforekomsten oppstrøms Sarpsfossen, Glomma fra Furuholmen til Sarpsfossen – østre løp (vannforekomst ID 002-1519-R), har i dag moderat økologisk tilstand, men vil, ifølge vann-nett, oppnå sine miljømål om god økologisk og kjemisk tilstand i løpet av perioden 2022-2027.

2 Om utbyggingsplanene

Prosjektområdet for Sarp 2 kraftverk ligger nederst i Glommavassdraget i Sarpsborg kommune i Viken fylke. Tiltakshaver er Hafslund Produksjon AS og Sarpsfoss Ltd, som per tid planlegger prosjektet med en fordeling 50/50 som for Sarp kraftverk.

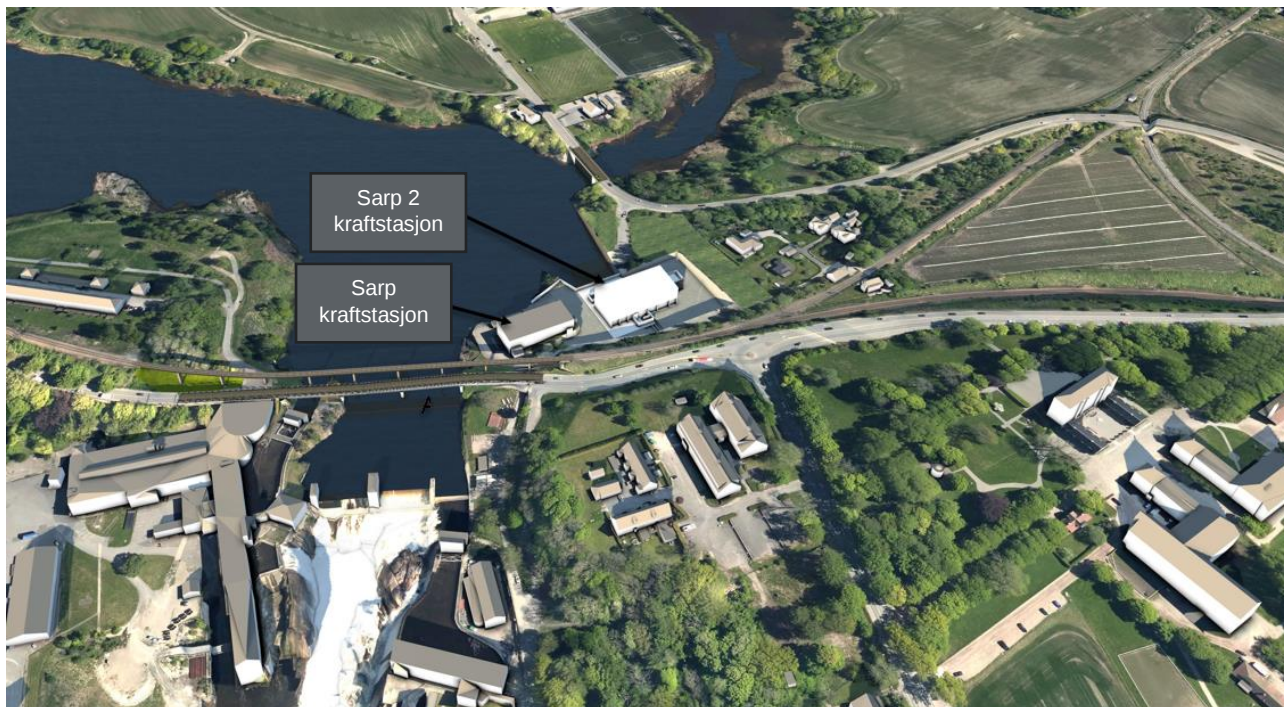
Prosjektet innebærer inntak og kraftstasjon i dagen oppstrøms eksisterende vei- og jernbanebru, rett øst for eksisterende Sarp kraftstasjon. Sarp 2 kraftverk vil utnytte et fall på 22-23 meter og har en planlagt slukeevne på 450 m³/s. Avløpstunnel fra sugerør og til Glomma er på ca. 1350 m med et tverrsnitt rundt 270 m².

Tabell 2-1. Hoveddata for anlegget.

Beskrivelse	Data	
Kraftstasjon		
Turbintype	Vertikal Kaplan	
Antall aggregat	1	
Slukeevne, Q_{maks}	450	m ³ /s
Min. turbinvannføring, Q_{min}	150	m ³ /s
Vannvei		
Avløpstunnel, lengde	1350	m
Avløpstunnel, areal	270	m ²
Svingekammer	8 500	m ²

2.1 Ny kraftstasjon og inntak

Tiltaket innebærer bygging av ny kraftstasjon i dagen med inntak rett øst for eksisterende Sarp kraftverk, se Figur 2-1. Det er utfordrende grunnforhold i området og bergdybder øker raskt mot østre deler av planlagt stasjonsplassering. Tiltaket medfører derfor omfattende geoteknisk stabilisering av byggegrop med spunting og sekantpeler, deretter et stort uttak av løsmasser, før bunn av byggegropa sprenges ut. Øverste del av byggegrop vil tas ut fra stasjonsområdet, mens nederste deler vil tas ut fra avløpstunnelen. Basert på hydrogeologivurderinger i teknisk forprosjekt og egen fagrappport hydrogeologi forutsettes det strenge tettekrav til byggegrop og injeksjon av tunnel, for å redusere sannsynligheten for setninger på bygg og infrastruktur på grunn av grunnvannssenkning og skade på naturmangfold og grunnvann.



Figur 2-1. Visualisering av Sarp 2 kraftverk.

Det planlagte tiltaket genererer ca. 100.000 fm³ løsmasse og 600.000 fm³ berg, men nærmere grunnundersøkelser vil gi et bedre estimat på masseuttaket.

Kraftstasjonen vil etter ferdigstillelse av byggegrop bygges i betong med seksjonsvis inndeling fra bunn av sugerør og videre oppover, tilpasset de enkelte mekaniske deler som skal støpes inn.

Byggetid kraftstasjon antas foreløpig å være 4 år, fra oppstart rigging til vannfylling av systemet.

2.2 Vannvei, tunneler

Avløpstunnelen er planlagt med en lengde på 1350 m fra kraftstasjon og til utløp i Glomma ved Storhaug. Normalvannstand ved inntak er på ca. kt. +24 og utløpet varierer med vannføring og kjøremønster, men normalt mellom kt. +1 til +2.

Avløpstunnelen vil ha et tverrsnitt på ca. 270 m² på hele strekningen, foruten mindre tilpasninger i øvre og nedre ende, samt ved svingeområdet. Pga. stabilitetskrav til nettet, må det sprenges ut et stort svingekammer i øvre ende, som en integrert del av avløpstunnelen. Stabilitetskravet medfører et behov for et svingeareal på 8500 m² mellom kt. 0 til +8.

For å drive ut avløpstunnelen vil det være behov for adkomst via tverrslagstunnel. Anlegget planlegges med en tverrslagstunnel i sørlig ende (tverrsnitt 35 m²). I tidlig prosjekteringsfase var det foreslått et tverrslag i nordre del av tiltaksområdet, nær Hafslund kraftstasjon. Grunnet stor løsmassemekktighet som ville gitt et stort inngrep, samt av hensyn til naturmangfold og friluftsliv er det valgt å ikke gå videre med dette tverrslaget.

Det planlagte tunnelsystemet vil genere et masseuttak av berg, anslagsvis 500.000 fm³.

Minste vannslipp gjennom kraftverkene oppe ved dammen (Sarp kraftverk, Hafslund og Borregaard) er satt til 200 m³/s. Sarp 2 vil være aggregatet som til enhver tid går på lave vannføringer, og derfor vil vannmengdene bli redusert mellom dam Sarpfossen og nytt utløp Sarp 2.

2.3 Veger

Det vil være et begrenset behov for etablering av nye vegstrekninger i forbindelse med dette prosjektet, da eksisterende vegnett i stor grad dekker behovet for tilkomst til de ulike anleggsdelene. For anleggsdriften vil det være behov for å etablere flere anleggsveier, både for kraftstasjon, tverrslag og utløp. Detaljprosjektering vil avdekke behov for mindre tilkomstveger. Endelig trasévalg for ny veg- og jernbane vil også kunne påvirke endelig løsning for permanent adkomst til kraftstasjonen.

2.4 Nettilknytning

Sarp 2 vil ligge innenfor utredningsområdet til Elvia som er utredningsansvarlig selskap for Viken. Utbygger er i dialog med Elvia for å finne frem til beste løsning for nettilknytning. Det foreslås å løse nettilknytningen ved å etablere en forbindelse til begge kursene til dobbeltlinjen Hafslund 3&4 ved Lerkerød. Nettilknytningen vil være på 47 kV. Elvia sin framtidige strategi er å spenningsoppgradere regionalnettet sitt til en standard på 132 kV. Det betyr at Sarp 2 prosjektet må forholde seg til to spenningsnivåer i videre detaljprosjekteringsfase.

2.5 Massehåndtering og massedeponi

Prosjektet er planlagt med et masseuttak opp mot 600 000 fm³ berg og 100.000 fm³ løsmasser. Dette er faste masser, og de endelige volumene som skal transporteres på lastebil må ganges med en faktor for å få transportvolum/deponivolum. Foreløpige beregninger gir et totalt volum på 1.100.000 m³ som må håndteres i prosjektet.

Massene er planlagt fraktet ut via tverrslag i søndre del av tunnelsystemet. Det etableres et omlastingsdeponi mellom dumper og lastebil for offentlig vei, i umiddelbar nærhet til påhugget for tunnelen, se Figur 2-2.

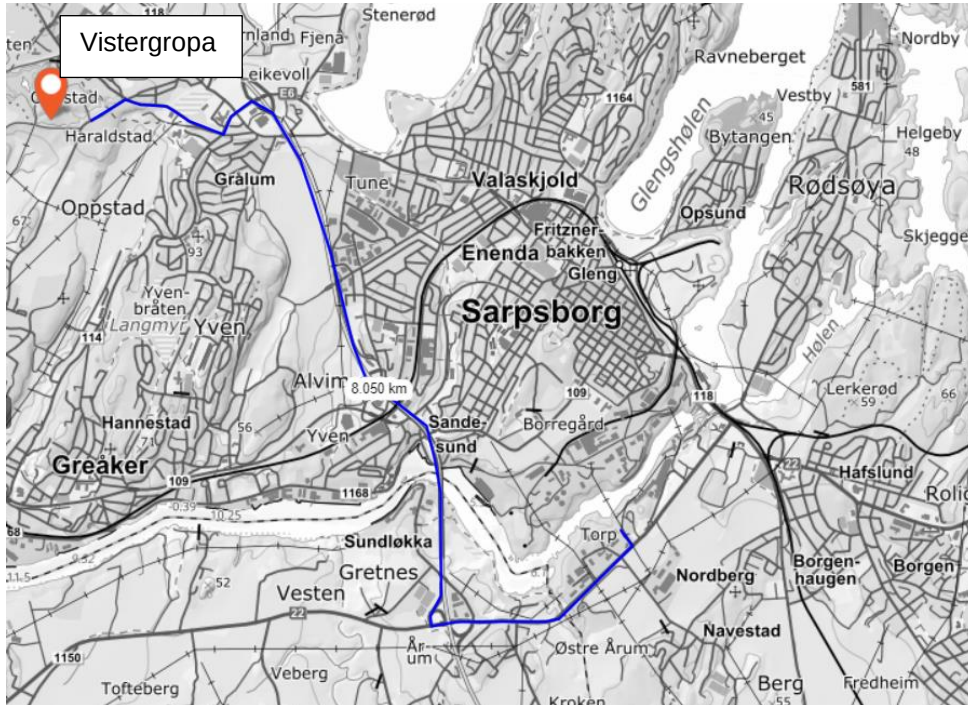


Figur 2-2. Omlastingsområde for tunnelmasser.

Massene skal deretter transporteres til valgt mottak. Det er forventet at prosjektet finner beste samfunnsnyttige formål for massene og det pågår flere parallelle prosesser med blant annet Sarpsborg kommune. Ved valg av endelig massehåndtering må samfunnsnyttigen vektet opp mot transportlengde ift. utslipp og prosjektets økonomi. Det legges til grunn at transportveien fra omlasting til aktuelle områder for mottak av masser vil gå langs offentlig vei, og at massene vil bli forsøkt utnyttet til samfunnsnyttige formål. Det er identifisert flere muligheter for deponi av masser:

Vistergrova

Vistergrova ligger i Grålum ca. 4 km øst for Sarpsborg sentrum. I Vistergrova har det i lengre tid foregått masseuttak av entreprenør. Sarpsborg kommune og HEV har hatt i dialog om muligheten for å deponere alle overskuddsmasser i dette området, da dette på sikt skal reguleres til boligformål. Transportlengden fra omlastingsområdet til Vistergrova anslås til 7-8 km og vurderes som et godt egnet massedeponi.



Figur 2-3. Transportvei til Vistergropa.

Lokale pukkverk/massedeponi

Alternativet innebærer frakt av masser til lokalt pukkverk og/eller massedeponi. Aktuelle områder er Sarpsborg pukkverk som ligger 8 km fra omlastingsområdet og Skolt Miljøpark avdeling Solli. Det er også vurdert nærliggende industriområder som har behov for masser, deriblant Viken Park som er en ny stor næringspark under etablering mellom Sarpsborg og Fredrikstad, som vil ligge ca. 9 km fra omlastningsområdet.

Endelig fastsettelse av tippområder vil bli foretatt i dialog med grunneiere og offentlige myndigheter. Transportvei er utredet som en del av klimagassvurderingen i prosjektet. Vurdering av konsekvenser for aktuelle deponiområder vil håndteres i forbindelse med detaljplan, og er ikke en del av dette av utredningsarbeidet.

Alternativer som er vurdert

For å begrense transportlengden er det sett på alternativer for plassering av massedeponi i Hafslundskogen og på dyrka mark nord for Nordbyveien. Dette er massedepoier som vil kunne romme hele tiltaket, men det forventes en del motstand mot å deponere i et friluftsområde. Alternativene er ikke tatt med videre i prosjektet.

2.6 Rigg- og anleggsområder

Det er ønskelig å søke etter løsninger i samarbeid med Sarpsborg kommune og Viken fylkeskommune som skal etablere riggområder for sin vegbygging i samme område. Det er på dette stadiet ikke avklart antall eller plassering av rigg- og anleggsområder i tilknytning til tiltaksområdet. Det legges til grunn at man disponerer allerede opparbeidede arealer innenfor eller i nær tilknytning til tiltaksområdet.

3 Utredning av geoteknikk

3.1 Definisjoner og avgrensning mot andre fagtema

Geoteknikk utfører en vurdering av risikoen for kvikkleireskred i området der tiltaket skal gjennomføres, samt potensiell fare for snøskred og steinsprang. Hydrologi vil håndtere vurderingen av flomrisiko.

Når det gjelder byggegropene i prosjektet, vil geoteknikk vurdere deres påvirkning på nærliggende områder, inkludert jernbanen. Dette vil inkludere en vurdering av tillatt deformasjon og setninger, samt identifisering av nødvendige tiltak for å minimere påvirkningen på omgivelsene.

Hydrogeologi vil undersøke eventuelle setninger over et større område som kan oppstå som følge av grunnvannssenkning. Det vil være et nært samarbeid mellom geoteknikk og hydrogeologi for å vurdere potensielle lekkasjer i byggegropen og utarbeide tiltak for å forebygge dette [2].

Når det kommer til erosjon og sedimenttransport, finnes det en egen fagrapport som tar for seg disse temaene [3].

3.2 Nullalternativet (referansealternativet)

Tiltakets virkninger skal vurderes opp mot 0-alternativet, eller referansealternativet, og brukes som sammenlikningsgrunnlag når det vurderes hvilken påvirkning en plan eller et tiltak vil ha. Nullalternativet er likt for alle fagtema, men hvert fagtema vurderer hva dette betyr for sitt fag.

I tråd med føringene i veileder M-1941, har vi lagt til grunn at referansealternativet tilsvare forventet situasjon i influensområdet dersom planen eller tiltaket ikke blir gjennomført. Referansealternativet tar utgangspunkt i dagens situasjon og beskriver den mest realistiske utviklingen i utredningsområdet.

0-alternativet i dette prosjektet innebærer at Sarp 2 ikke blir bygget og at forholdene i vassdraget forblir som i dag. 0-alternativet omfatter også vedtatte planer for nye utbyggingstiltak som blir realisert innen ferdigstillelse av det nye kraftverket. Følgende planer inngår i 0-alternativet:

- Kommunedelplan for ny fv. 118 med ny Sarpsbru over Glomma. Ny Sarpsbru har en planlagt byggestart i 2027, og er planlagt oppstrøms inntakskanalen til kraftverket. En viktig forutsetning for prosjektet er at byggegroparbeidene til inntaket må gjøres ferdig før bygging av ny bru, da arbeidet krever en større byggehøyde enn det brua gir rom for. For at bygging av nytt kraftverk skal være realiserbart må oppstart derfor skje i 2026. Det er gitt føringer for at Viken Fylkeskommune og Sarpsborg kommune skal vurdere tilpasninger i planene slik at et kraftverk lar seg realisere, uavhengig av brualternativ. I vedtaket ligger det derfor til rette for at det kan søkes om et nytt kraftverk. Disse forutsetningene legges til grunn i nullalternativet. Videre legges det til grunn at Sarp 2 kraftverk bygges parallelt med ny vegbru. Sammenligningsåret settes til 2031 hvor både Sarp 2 kraftverk og ny vegbru er planlagt ferdig bygget og satt i drift.

Realiseringen av planene om nytt dobbeltspor InterCity Rolvsøy-Klavestad er usikker på nåværende tidspunkt og er derfor ikke inkludert i nullalternativet.

Det er verdt å merke seg at det er planlagt store samferdselsprosjekter innenfor influensområdet, og at området vil være sterkt preget av anleggsaktivitet i mange år fremover uavhengig av om Sarp 2 kraftverk blir bygget eller ikke.

0-alternativet for geoteknikk:

0-alternativet for geoteknikk innebærer at det ikke blir bygging og byggegrøp i Glomma. Det vil ikke være behov for store dype byggegrøper med potensiell fare for setninger og deformasjon på nærliggende infrastruktur og det blir ikke behov støttevegg tett inntil jernbanen. All anleggsaktivitet ved tverrslaget og utløp vil unngås, samt tunnelarbeider under bebyggelse og infrastruktur.

Bygging av ny Sarpbru vil medføre grunnarbeider i en faresone for kvikkleire. Det gjennomføres omfattende grunnundersøkelser som fører til økt kunnskap til grunnforholdene ved Sarp 2 kraftverk og faresonen blir grundig utredet. Eventuelle stabiliserende tiltak vil bedre stabiliteten og redusere faren for områdeskred i hele området.

Ny Sarpbru og tilhørende vegtrasé vil medføre tiltak nært jernbanen på andre steder enn ved Sarp kraftverk og det er behov for tett koordinering med Bane Nor om når og hvordan arbeider kan utføres. Det vil også trolig være behov for at enkelte arbeider skjer i forbindelse med togstans.

Brua er planlagt pelefundamentert til berg og boring av peler kan medføre setninger på nærliggende områder.

3.3 Utredningsprogrammet

I melding med forslag til utredningsprogram er følgende angitt for tema geoteknikk:

«Overordnet skal utredningene av naturfare være på et nivå som gjør at NVE kan ta stilling til konsesjonsspørsmålet. Området rundt Sarpsfossen ved planlagt inntak og stasjonsområde ligger innenfor et område (sone 2472 og 278) med kvikkleire i risikoklasse 4 og 5 (middels og høy faregrad).»

«Det skal utarbeides faresonekart som viser utbredelse av skred- eller flomhendelser med årlig sannsynlighet på henholdsvis 1/20, 1/200, 1/1000 for flom og 1/100, 1/1000, 1/5000 for skred. Andre årlige sannsynligheter kan brukes i tillegg der dette er hensiktsmessig.»

«Det skal dokumenteres at anlegget kan bygges med tilstrekkelig sikkerhet mot kvikkleireskred jf. NVEs veileder «Sikkerhet mot kvikkleireskred». Utredningen må også sees i sammenheng med andre planlagte infrastrukturtiltak (ny jernbane- og vegbru) i umiddelbar nærhet. Risiko for jernbanen må komme tydelig frem av utredningen, og avbøtende tiltak skal belyses og vurderes.»

«Nødvendige risikoreduserende tiltak for valgt plassering må beskrives konkret. Eventuelle sikrings og beredskapstiltak for å kompensere for høy risiko skal beskrives og eventuelt omsøkes som en del av konsesjonssøknaden.»

Norconsults presiseringer og arbeidsopplegg:

For å vurdere områdestabiliteten, vil vi følge retningslinjene i NVEs veileder for "Sikkerhet mot kvikkleireskred" ref. [4] for å sikre tilstrekkelig beskyttelse mot potensielle kvikkleireskred.

For å ta hensyn til den nærliggende infrastrukturen, vil vi følge tekniske retningslinjer fra Bane NOR. I tillegg har vi startet en dialog med Bane NOR for å klargjøre våre planer og motta deres innspill angående arbeid som skal utføres i nærheten av jernbanesporene.

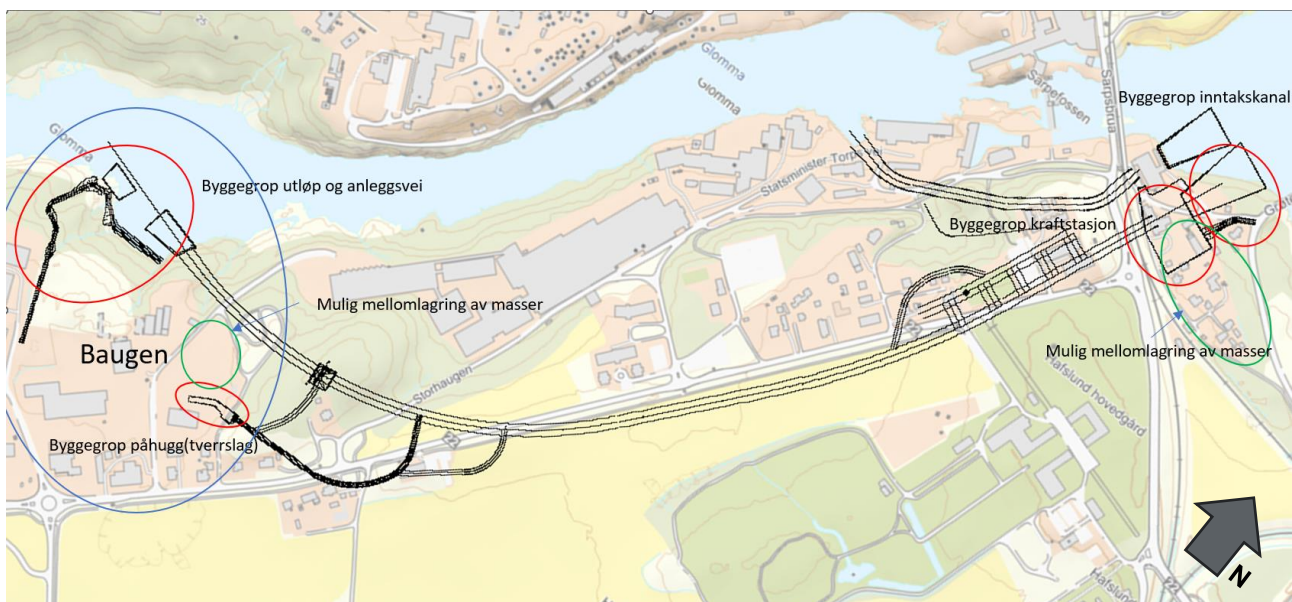
Når det gjelder den nye Sarpbru, samarbeider vi tett med Viken fylkeskommune og deres konsulent, Multiconsult, for å finne løsninger som er akseptable for begge prosjekter.

For å minimere risikoen for setninger på eksisterende infrastruktur, er det planlagt en rekke tettingstiltak for å sikre at byggegropen er helt vanntett før utgravingen starter. I tillegg vil prosedyrer implementeres for å håndtere eventuelle lekkasjer som allikevel kan oppstå under bygging.

4 Prosedyre for områdestabilitetsvurdering

Det er utført innledende vurderinger av områdestabilitet for tiltaksområdet. Dette er markert på Figur 4-1, og vurderingene inkluderer byggegropen for kraftstasjonen og inntakskanalen i nord, samt byggegropen for tverrslaget og utløpskanalen ved Baugen i sør. Det er også gjort innledende vurdering av mellomlagring av masser ved henholdsvis kraftstasjonen og ved tverrslaget. For tunnelstrekningen er det vurdert at potensiale for områdeskred ikke er relevant, da tunnelen ikke påvirker dagens situasjon og er derfor ikke inkludert i vurderingen.

I forbindelse med ny Sarpsbru arbeider Multiconsult med en fullstendig utredning av områdestabiliteten og faregradsklassifisering for faresone 278 og 2472, se Figur 4-2. Det er derfor ikke nødvendig å gjøre en full utredning av disse sonene i dette prosjektet.



Figur 4-1 Delområder som vurderes

Norconsult er kjent med at Borregaard AS som har sitt industrianlegg på vestsiden av Glomma – selv er i gang med å utrede kvikkleirefaresoner som grenser ned mot Glomma. Det er identifisert 2 kritiske løsmasseskråninger der følgende ved nytt kraftverk må vurderes, se Figur 4-11. Vurderinger knyttet til områdestabilitet for skråninger langs vestsiden av Glomma er oppsummert i kap. 0.

Utredning av områdestabiliteten skal vurderes i henhold til tabell 3.1 prosedyre for utredning av områdeskred i NVE-veileder 1/2019 [4]. Tabell 4-1 viser stegene i prosedyren samt oppsummerer de viktigste resultatene fra hvert punkt i lista.

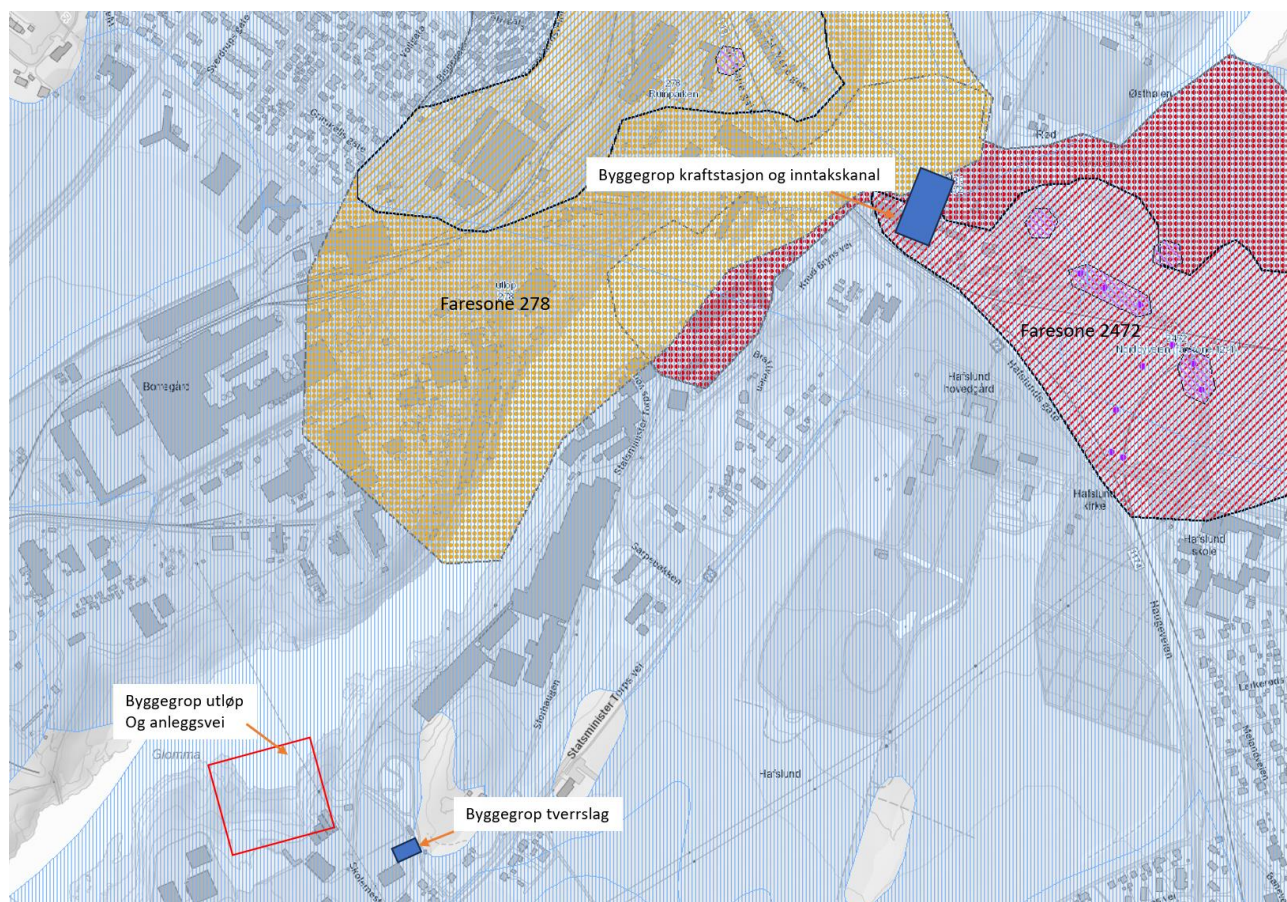
Delkapitlene i kapittel 4 følger stegene i prosedyren og gjør en vurdering av hvert punkt. Der det er hensiktsmessig å gjøre flere steg i en vurdering er enkelte steg slått sammen til ett delkapittel.

Tabell 4-1: Prosedyre for utredning av områdeskredfare i henhold til kap. 3.2 i NVE-veileder 1/2019.

Steg	Prosedyre	Vurdering
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	Byggegrep for inntakskanal og kraftstasjon ligger i faresone 278 og 2472 med hhv. faregrad middels og høy. Byggegrep for tverrslag(påhugg) og utløpsområdet ligger ikke i en registrert faresone, se Figur 4-2
2	Avgrens områder med mulig marin leire	Kart fra NVE med aktsomhet for sammenhengende marin leire viser at det må forventes for hele tiltaksområdet. For tverrslaget angir kartet at deler av gropa kan ligge i berg og deler i marin leire, Figur 4-2
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	Se pkt 5.
4	Bestem tiltakskategori	Kraftstasjonen har en viktig samfunnsfunksjon og settes i tiltakskategori K4
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde	Basert på utførte grunnundersøkelser og terreng er det valgt å beholde eksisterende løснеområde ved kraftstasjonen. Ved Baugen er det identifisert 2 kritiske skråninger med tilhørende løснеområde. Løsnakeområder vil omfatte tverrslaget og område for mellomlagring, samt at utløpskanalen ligger i utløpsområde til et potensielt skred.
6	Befaring	Det er utført en felles befaring med geotekniker, ingeniørgeolog og hydrogeolog. Registrering av berg i dagen er lagt inn i kartgrunnlag. Det ble ikke observert pågående erosjon, men det er bygget en erosjonssikring ved fyllingsfoten ved Baugen.
7	Gjennomfør grunnundersøkelser	Eksisterende grunnundersøkelser er innhentet samt at det er utført supplerende grunnundersøkelser. Grunnundersøkelsene har påvist sprøbrudd og kvikkleire i flere punkter og totalsonderinger indikerer mulig sprøbrudd i flere punkt.
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsnake- og utløpsområder	Norconsult utreder ny sone ved Baugen, men lite grunnundersøkelser gjør at vurderingen blir unøyaktig og det anbefales å utføre supplerende undersøkelser før utredningen kan fortsette. Multiconsult utfører denne jobben for faresone 272 og 2472. Foreløpig er det antatt at retrogressivt skred er mulig.
9	Klassifiser faresoner	Multiconsult utfører denne jobben for faresone 272 og 2472. Det forventes at faresonen ikke endres og beholder faregrad høy. Faresonen ved Baugen er foreløpig klassifisert med faregrad lav, men det må gjøres supplerende grunnundersøkelser for å fullføre prosedyren.
10	Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet	For byggegrep ved kraftstasjon og inntakskanal er det benyttet sikkerhetsfaktor på 1,61. Innledende beregninger og vurderinger av sikkerheten ved Baugen viser at sikkerheten i fyllingen ned mot utløpet øker ved etablering av anleggsvei og at denne er helt nødvendig for å få god nok stabilitet. For å vurdere sikkerheten nærmere må det utføres supplerende grunnundersøkelser
11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	Norconsult melder inn for faresone Baugen når det er utført supplerende grunnundersøkelser og utredningen fullføres. Multiconsult utfører denne jobben for faresone 272 og 2472 i tilknytning til deres arbeid med ny Sarpsbru.

4.1 Undersøkelse av om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området og avgrensning av områder med mulig marin leire

Kartdata fra NVE viser at det er registrert to faresoner der byggegrop for kraftstasjon og inntakskanal skal etableres. For tverrslaget og utløpsområdet er det ikke registrert faresoner, men det må forventes sammenhengende marin leire og dermed mulighet for sprøbrudd/kvikkleire.



Figur 4-2 Registrerte faresoner for kvikkleire (sone 278 oransje og sone 2472 rødt), mulighet for sammenhengende marin leire (blå skravur) og skissert plassering av byggeproper

4.2 Bestemmelse av tiltakskategori

Bygging av nytt kraftverk vil ha en potensiell påvirkning på nærliggende bebyggelse og infrastruktur, anleggsarbeider vil medføre stor grad av permanent personopphold, i tillegg vil ferdig kraftverk ha en viktig samfunnsfunksjon. Disse forholdene gjør at tiltaket må settes i tiltakskategori K4 etter retningslinjer gitt i i NVEs veileder for sikkerhet mot kvikkleireskred [4].

Tabell 4-2 Tiltakskategori med eksempler på type tiltak [4]

Tiltaks-kategori	Type tiltak
K0	Små tiltak som medfører svært begrensede terrenginngrep. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Garasjer, naust, tilbygg/påbygg til eksisterende bebyggelse, frittstående uthus, redskapsbod, landbruk- og skogsveger
K1	Tiltak av begrenset størrelse. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Mindre driftsbygninger i landbruket, lagerbygg av begrenset verdi, lokale VA-anlegg, private og kommunale veger, mindre parkeringsanlegg og trafikksikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdeler)
K2	Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting Massedepoier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/nydyrking, massetak, andre massefyllinger
K3	Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi Bolighus/fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, lagerbygg med større verdi, mindre nærings- og industribygg, mindre utendørs publikumsanlegg, større VA-anlegg
K4	Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg

4.2.1 Krav til sikkerhet

For tiltak i tiltakskategori K4 gjelder følgende krav til sikkerhet:

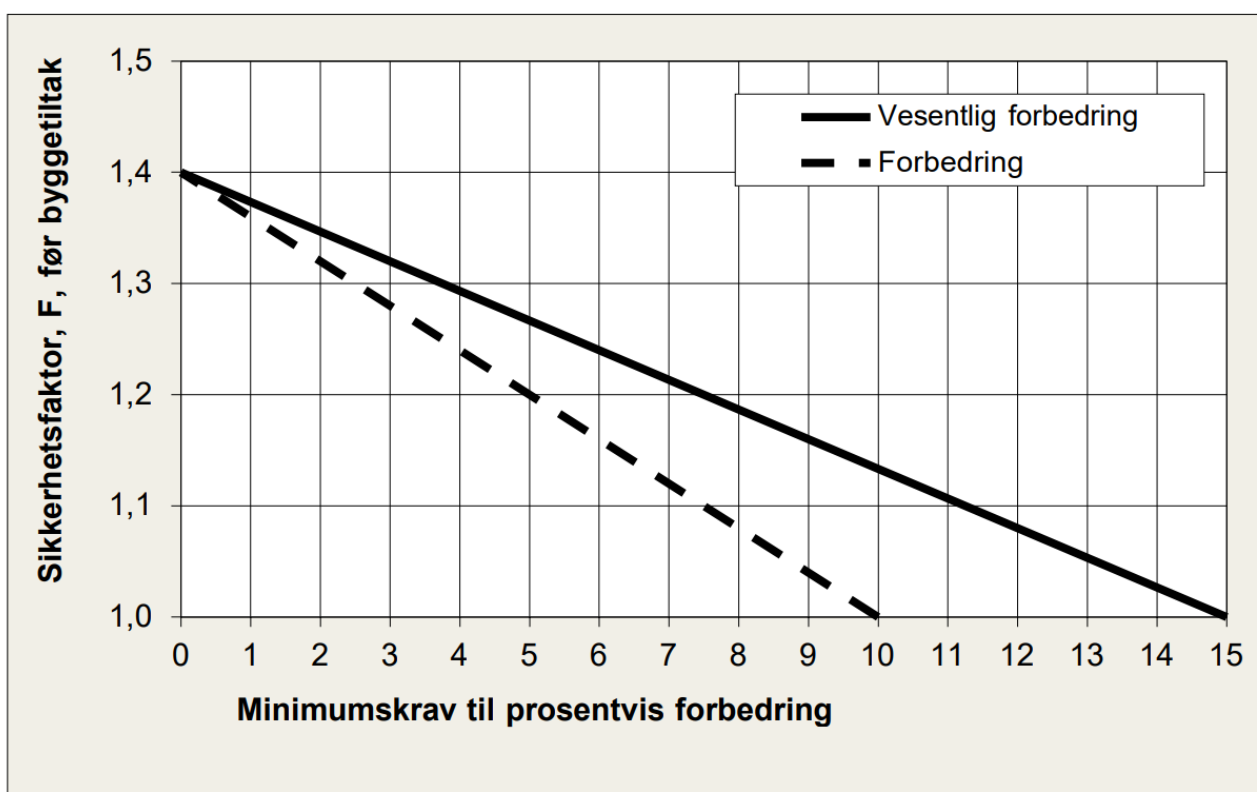
Dersom tiltaket forverrer stabiliteten kreves: $F_{cu} \geq 1,4 * f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$

Dersom tiltaket ikke forverrer stabiliteten kreves $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$. Ved lavere sikkerhet må sikkerheten økes prosentvis iht. tabell 3.3 og figur 3.3 i veilederen.

For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket gjelder krav til sikkerhet $F_{c\phi} \geq 1,25$, samt krav til robusthet $F_{cu} \geq 1,20$. En skråning er utenfor influensområdet til tiltaket dersom tiltaket ligger i en avstand større enn 2x skråningshøyden bak skråningstopp.

Tabell 4-3 Krav til forbedring av sikkerhetsfaktor [4].

Tiltakskategori	Lav faregrad	Middels faregrad	Høy faregrad
K3	Ikke forverring	Forbedring	
K4	Forbedring		Vesentlig forbedring



Figur 4-3 Krav til prosentvis forbedring av sikkerhetsfaktor, F_{cu} og $F_{c\phi}$ [4]

4.3 Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde

4.3.1 Kraftstasjon og inntakskanal

Kraftstasjonen og inntakskanalen ligger allerede i en eksisterende faresone og det var ingenting på befaringen som tilsier at faresonen burde endres. Bratthetskartet fra NVE viser at det er skråninger som oppfyller krav til terreng ($H > 5$ m og helning $> 1:15$) som kan inngå i løснеområde til skred. Eksisterende løснеområde er skissert inn med rødt.

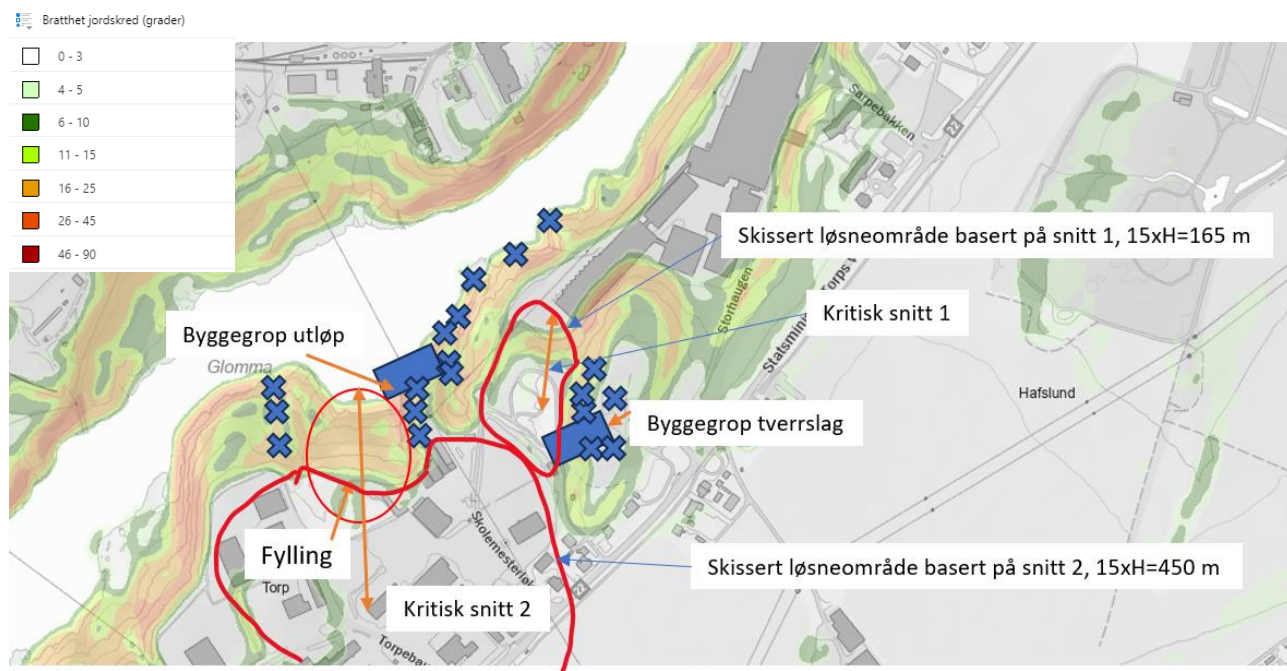


Figur 4-4 Bratthetskart fra NVE. Skråningshelning 1:15 tilsvarer 3,8 grader. Det vil si at alle skråninger med farge har potensiale for å være et løснеområde. Blå kryss indikerer berg i dagen.

4.3.2 Tverrslag og utløpsområdet, inkludert anleggsvei

Bratthetskartet til NVE viser at det er mange mulige skråninger for områdeskred (helning $> 1:15$ og høydeforskjell > 5 m). På befaring ble det i mange av disse skråningene observert berg i dagen og områdeskredfaren utelukkes derfor i disse skråningene. Det er likevel identifisert to kritiske skråninger som må ses nærmere på: Høydeforskjellen i skråningen i snitt 1 i Figur 4-5 er ca. 11 m og gir dermed et mulig løснеområde som går $15 \times 11 \text{ m} = 165 \text{ m}$ bakover. Høydeforskjellen i skråningen i snitt 2 i Figur 4-5 er ca.

30 m og gir et mulig løснеområde som går 450 m bakover. Skissert utstrekning på løснеområdene er tegnet inn på figuren.



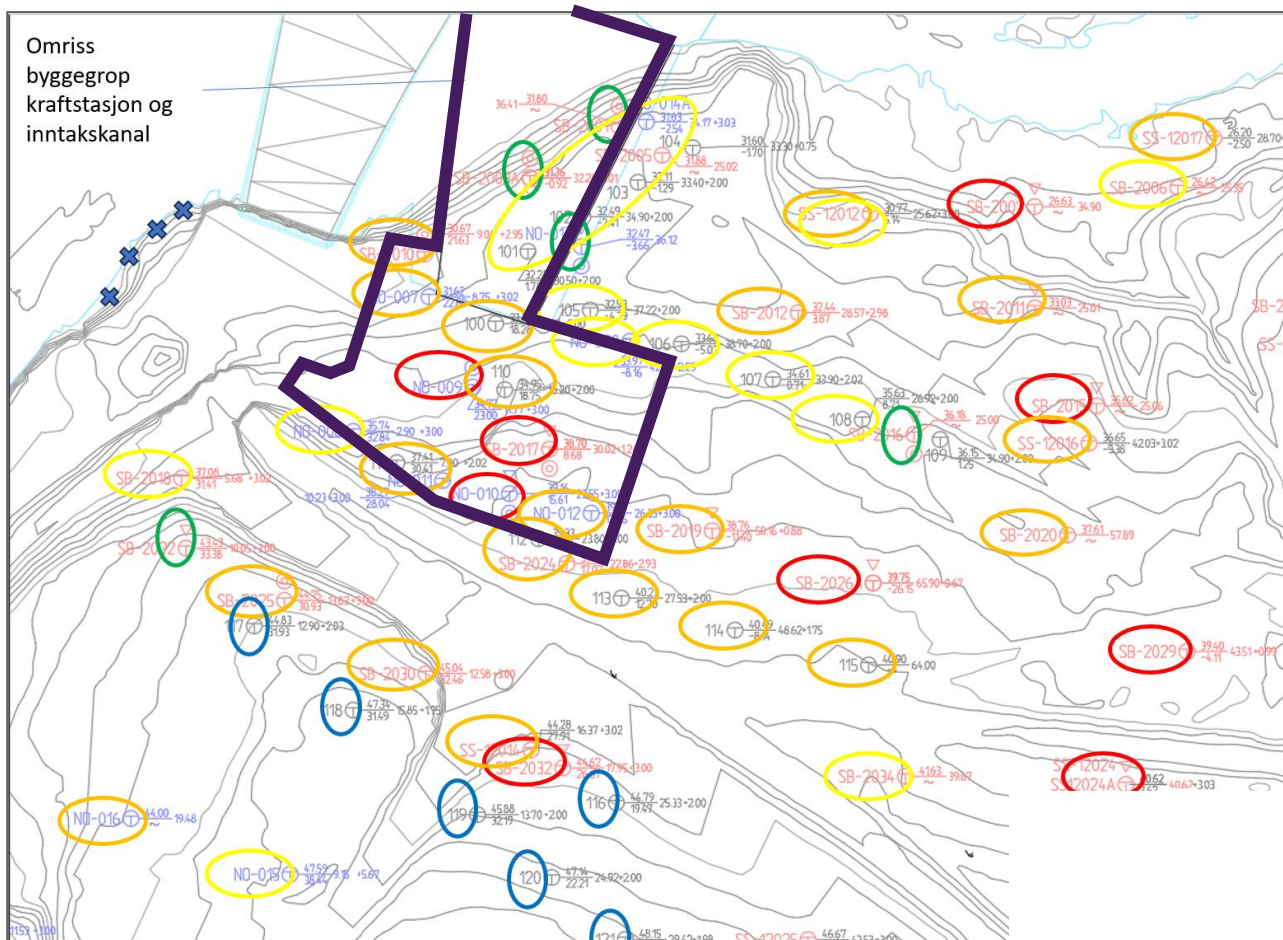
Figur 4-5 Bratthetskart fra NVE. Skråningshelning 1:15 tilsvarer 3,8 grader. Det vil si at alle skråninger med farge har potensiale for å være et løснеområde. Blå kryss indikerer berg i dagen. Skisserte løснеområder er vist med røde streker.

4.4 Gjennomføring av grunnundersøkelser og avgrensning av løсне- og utløpsområder

Det er hentet inn tidligere utførte grunnundersøkelser samt utført supplerende grunnundersøkelser i forbindelse med prosjektet Sarp 2 kraftverk og ny Sarpbru.

4.4.1 Kraftstasjon og inntakskanal

Under vises borplanen med oversikt over hvor det er utført grunnundersøkelser samt om det er påvist/antatt sprøbrudd/kvikkleire eller ikke i området rundt kraftstasjonen og inntakskanalen.



Figur 4-6 Oversikt over borpunkt med og uten påvist eller tolket sprøbruddmateriale (kvikkleire). Polygonet med mørkelilla omriss er byggegrøpa og inntaksområdet. Røde punkter er påvist kvikkleire/sprøbrudd, oransje punkter er antatt å være sprøbrudd/kvikkleire, gule punkter er antatt å ikke være sprøbrudd/kvikkleire og grønne punkter er påvist ikke sprøbrudd/kvikkleire. Blå punkter er usikre. Dette kommer av at det kun er utført totalsonderinger og det er brukt spyling i hele boringene slik at reel bormotstanden blir vanskelig å tolke.

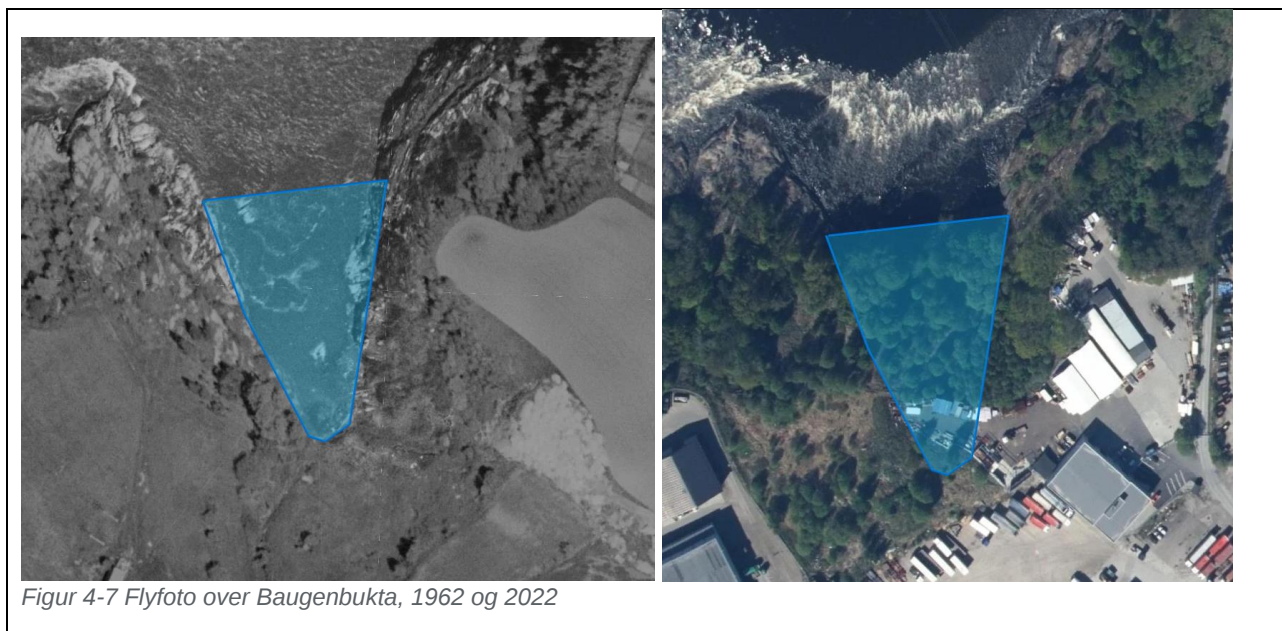
Fra Figur 4-6 er det tydelig at det må forventes store områder med sprøbruddmateriale og utførte prøveserier viser at omrørt fasthet i flere punkter er tilstrekkelig lav til at det kan gå retrogressive skred. Det er dermed ingen indikasjoner på at løсне- og utløpsområde som er markert i dag vil endres i den grad at utbygging av Sarp 2 kraftverk kommer utenfor faresonen. I prosjektering av Sarp 2 kraftverk vil det derfor antas at tiltaket fortsatt ligger i en faresone.

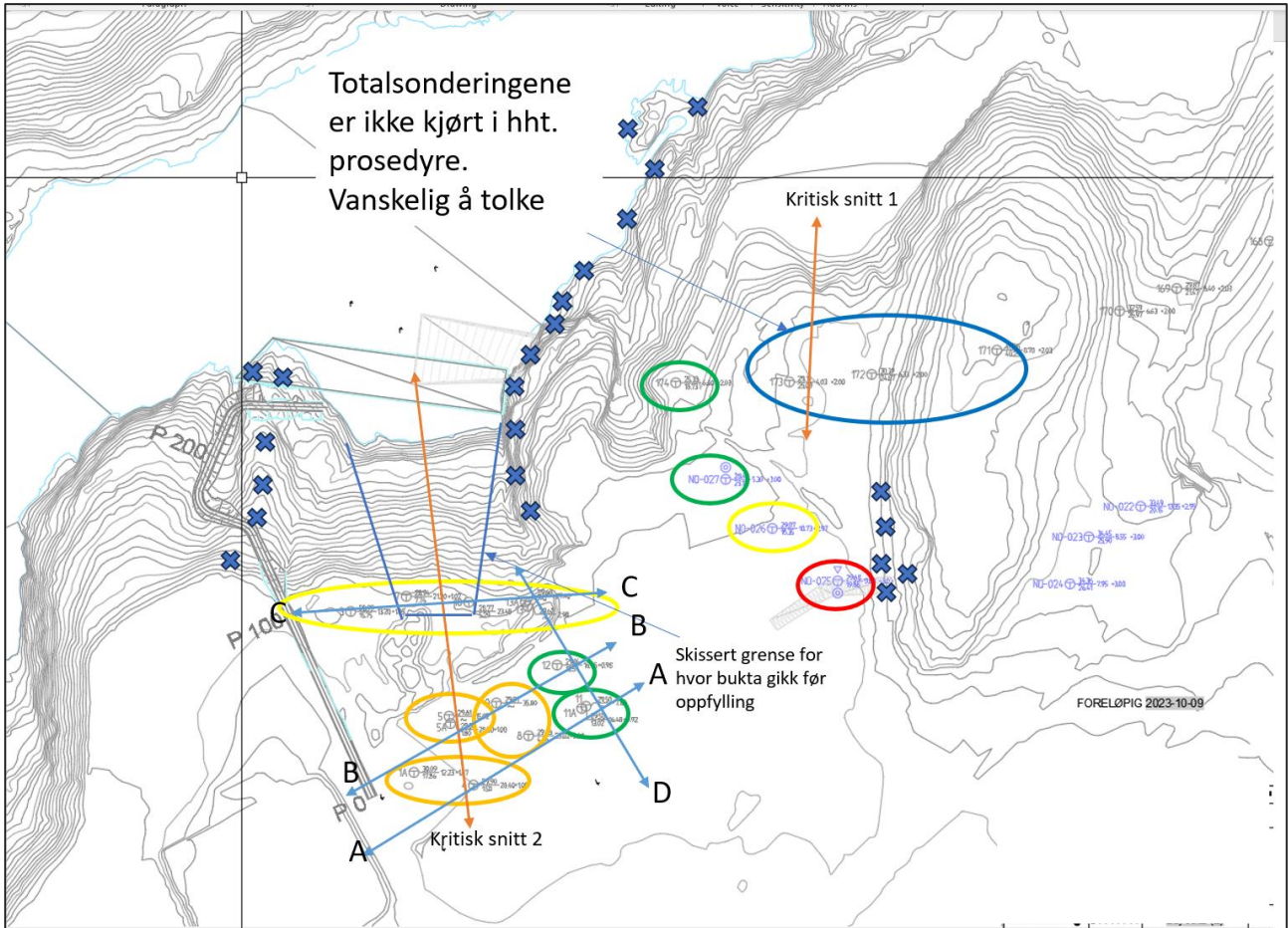
Nøyaktig avgrensning av løsne- og utløpsområde forventes det at Multiconsult utreder og at det ikke er behov for at Norconsult gjør det samme.

4.4.2 Tverrslag og utløpsområde

På Figur 4-8 vises borplanen med oversikt over hvor det er utført grunnundersøkelser samt om det er påvist/antatt sprøbrudd/kvikkleire eller ikke i området rundt tverrslaget og utløpsområdet. Det har tidligere vært en bukt i Glomma i dette området, men som nå er fylt igjen av diverse fyllmasser. Baugenbukta har siden 1963 blitt fylt igjen av blant annet husholdningsavfall og industriavfall som inneholdt silikastøv, ovnsfyringer, slagg, elektroderester og filterstøv [5].

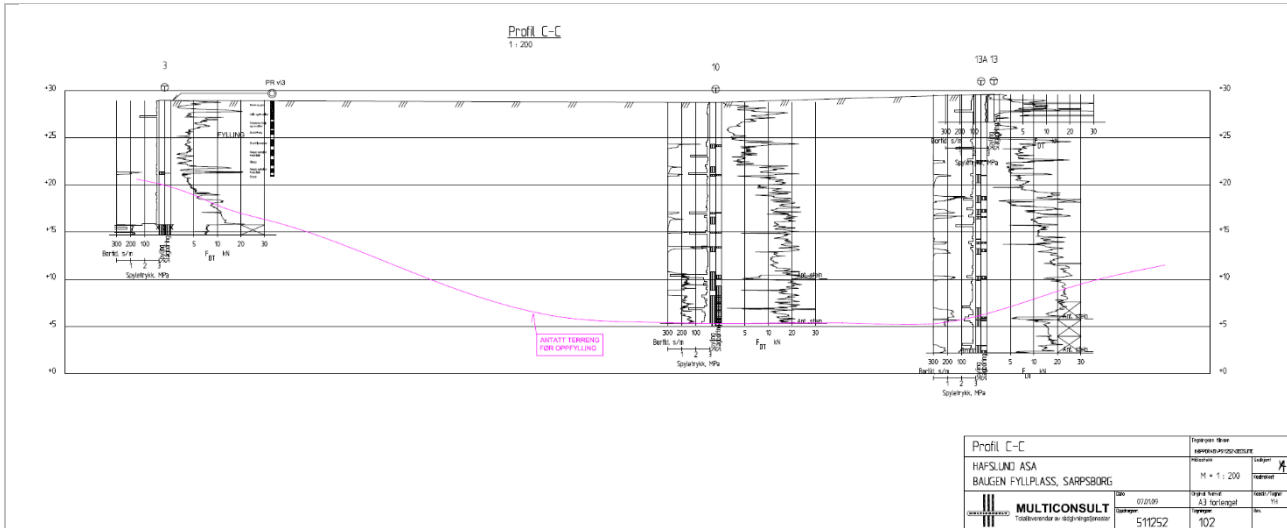
Flyfoto i Figur 4-7 viser hvordan bukta så ut før utfylling og hvordan den ser ut i dag.



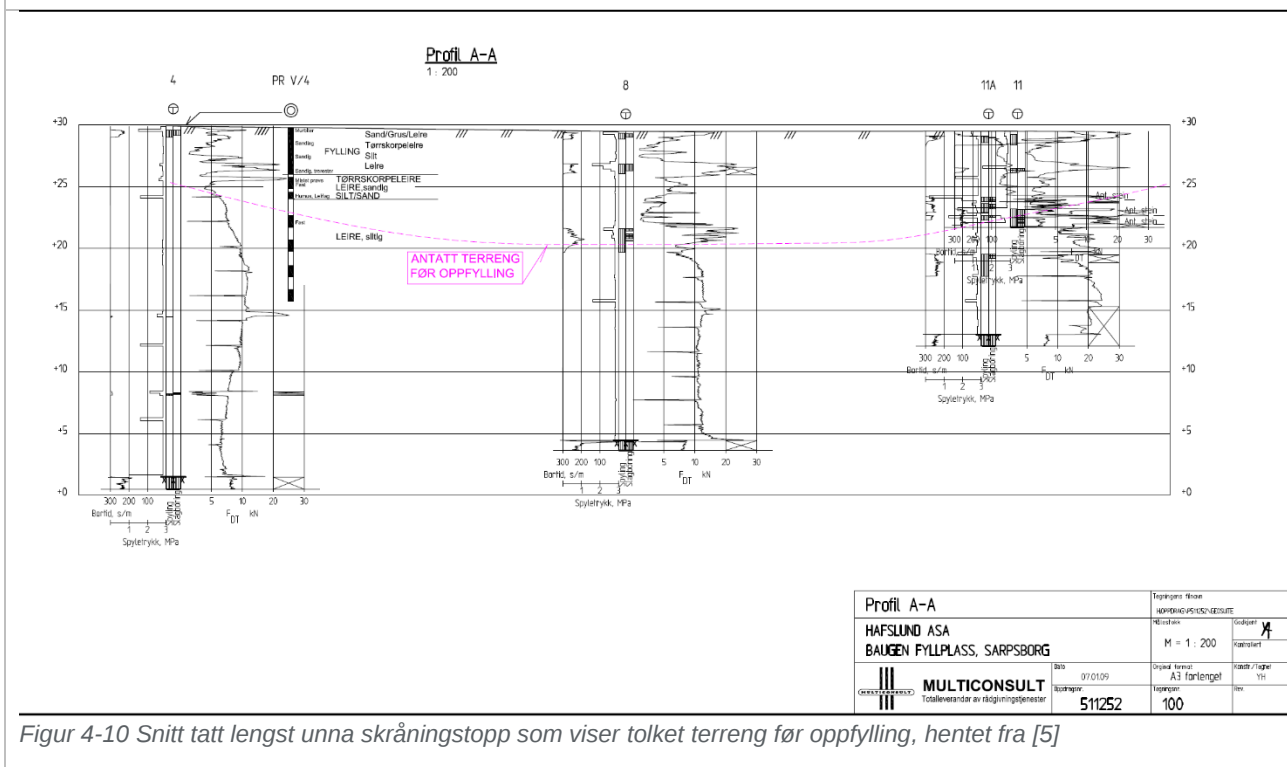


Figur 4-8 Oversikt over borpunkter med og uten påvist eller tolket sprøbruddmateriale (kvikkleire). Røde punkter er påvist kvikkleire/sprøbrudd, oransje punkter er antatt å være sprøbrudd/kvikkleire, gule punkter er antatt å ikke være sprøbrudd/kvikkleire og grønne punkter er påvist ikke sprøbrudd/kvikkleire. Blå punkter er usikre. Dette kommer av at det kun er utført totalsonderinger og det er brukt spyling i hele boringene slik at reell bormotstand blir vanskelig å tolke.

Basert på grunnundersøkelsene som ble utført av Multiconsult i 2008 er det tydelig at også området bak Baugenbukta har blitt fylt opp. Norconsult har ikke utført tolkning av hvor overgangen mellom stedlige masser og fyllmasser går, men figurene under viser snitt utarbeidet av Multiconsult [5] som viser tolket grense for overgangen mellom stedlige masser.



Figur 4-9 Snitt tatt nærmest fyllingsskråning som viser overgangen mellom stedlige masser og fylling, hentet fra [5]



Figur 4-10 Snitt tatt lengst unna skråningstopp som viser tolket terrenget før oppfylling, hentet fra [5]

Basert på kunnskapen som foreligger nå kan ikke faren for områdeskred utelukkes og uavhengig av bruddmekanisme vil utløpskanalen ligge i et utløpsområde fra et potensielt skred. Tverrslaget og mellomager kan ved retrogressivt skred inngå i et løseområde. For videre utredning av områdestabilitet og avgrensning av faresonen er det nødvendig med supplerende grunnundersøkelser i dette området.

4.5 Klassifisering av faresoner

4.5.1 Kraftstasjon og inntakskanal

Det er gjort noen betraktninger rundt sannsynligheten for om det blir store endringer i faregradklassifiseringen.

Eksisterende faresone 2472 ble klassifisert i 2020 og er klassifisert med faregrad høy. I klassifiseringen som ble gjort er det tre faktorer som omtales som usikre. Dette er valg av OCR, pågående erosjon og poretrykk.

OCR er valgt å ligge mellom 1,2-1,5, mens supplerende undersøkelser indikerer at denne er høyere og ligger mellom 1,5-2. Dette medfører en reduksjon på scoren med 2 poeng.

Erosjon er ikke undersøkt og må derfor beholdes som først antatt.

Poretrykket er antatt hydrostatisk. Nye poretrykksmålere indikerer at det kan være noe undertrykk i enkelte punkter og spesielt med dybden. Andre poretrykksmålere indikerer hydrostatisk poretrykk. Undertrykk har en positiv innvirkning på vurdering av faregrad og det velges derfor å beholde antagelsen om hydrostatisk poretrykk.

Utløpsområdet til faresone 278 treffer også Sarp 2 kraftverk og må også reklassifiseres. Norconsult har ikke utført supplerende undersøkelser eller sitter med ny kunnskap som kan endre dagens faregrad. Det velges derfor å beholde faregrad middels i videre vurdering inntil Multiconsult har ferdigstilt sine vurderinger av områdestabiliteten her.

Basert på denne enkle vurderingen vil ikke faregraden endres ved en reklassifisering av faresonene. Det velges derfor å beholde **faregrad høy** for faresone 2472 og **faregrad middels** for faresone 278 i videre vurderinger av Sarp 2 kraftverk.

4.5.2 Tverrslag og utløpsområdet

Det er utført innledende klassifisering av aktsomhetsområdet ved tverrslaget og utløpsområdet. Faresonen er klassifisert basert på det som foreligger av informasjon og det må forventes at klassifiseringen endres ved utførelse av supplerende grunnundersøkelser. Det er for eksempel utført begrenset med grunnundersøkelser og prøvetaking i antatt sprøbruddmateriale.

Innledende vurdering av faresonen klassifiserer sonen med **faregrad lav** og med **konsekvensklasse alvorlig**. Vurderingen er vist i vedlegg 1.

4.6 Dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet

4.6.1 Kraftstasjon og inntakskanal

Byggegrøp for kraftstasjon og inntakskanal er planlagt med sekantpeler som settes til og inn i berg, og med utvendige stag til berg. En slik konstruksjon vil dermed forhindre alle glidesirkler, både lokale og globale så lenge konstruksjonen har tilstrekkelig kapasitet.

Kraftstasjonen og inntakskanal ligger i faresone 2472 med høy faregrad og utgraving av byggegrøpa medfører en forverring av situasjonen. Det er dermed krav om sikkerhetsfaktor 1,61 for udrenert beregning og 1,25 for drenert beregning.

I innledende beregninger av sekantpeleveggen er det lagt til grunn en sikkerhet på 1,61 og områdeskredfaren er dermed ivaretatt. For innledende beregninger av støttevegger for byggegrøp vises det til rapport [6].

4.6.2 Tverrslag

For å etablere tverrslaget er det behov for en relativt stor byggegropp i løsmasser. Det forventes at det blir omtrent 10 m utgraving og at det blir en spuntet løsning. Influensområdet til en skråning er definert som 2 x skråningshøyden og dersom tiltaket ligger utenfor influensområdet vurderes det at tiltaket ikke har påvirkning på stabiliteten til skråningen. Sikkerhetskravet til stabiliteten reduseres dermed til $F_{cu} \geq 1,20$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$.

Det antas derfor at sikkerheten er ivaretatt, men det må utføres supplerende grunnundersøkelser for å bekrefte dette.

4.6.3 Utløpsområdet

Anleggsveien ned til utløpet er planlagt å følge bergryggen på vestsiden av fyllingen. Deretter skal den etableres langs utsiden av eksisterende fyllingsfot. Anleggsveien vil dermed virke som en motfylling og ekstra erosjonssikring og sikkerheten til dagens skråning vil bedres.

Innledende stabilitetsberegning viser at dagens sikkerhet er på 1,26 og at den økes til 1,41 ved etablering av anleggsveien.

4.6.4 Mellomlager av steinmasser

Det er planlagt mellomlagring av masser ved påhugg til tverrslag og ved kraftstasjonen. Det er ikke gjort beregninger av stabiliteten for mellomlagringsarealene ennå.

Ved tverrslaget må det utføres supplerende grunnundersøkelser før utforming og plassering av mellomlager kan bestemmes. Generelt bør det etterstrebtes å plassere mellomlagrene så langt unna skråningstoppen som mulig.

Ved kraftstasjonen vil en oppfylling av masser trolig medføre en reduksjon av stabiliteten. Nøyaktig plassering er ikke bestemt på nåværende tidspunkt og det er derfor ikke gjort beregninger av stabiliteten ennå. Det kan bli nødvendig med stabiliserende tiltak, men dette bør sees på i samarbeid med Multiconsult som vurderer nødvendige tiltak for ny Sarpsbru.

4.7 Innmelding faresoner og grunnundersøkelser

Faresone Baugen meldes inn til NVE som faresone for potensielle kvikkleireskred, i tråd med veilederen [4], sammen med data fra grunnundersøkelser utført i nærheten. Grunnundersøkelser og utredning av eksisterende faresone ved kraftstasjonen og inntakskanalen forutsettes at Multiconsult melder inn i forbindelse med prosjektering av Ny Sarpsbru. Multiconsult har planlagt denne leveransen vinter/vår 2024. Videre vil Norconsult dokumentere områdestabilitetsvurderinger og beregnet sikkerhet for nødvendige i kraftstasjonsområdet ifm. detaljprosjektering.

4.8 Konklusjon for tema områdestabilitet

4.8.1 Kraftstasjon og inntakskanal

For faresone 272 og 2472 er det valgt å beholde dagens vurdering av faregrad og utstrekning på løsne- og utløpsområde.

I vurdering av sikkerheten til tiltaket er det i innledende dimensjonering av støttevegger for byggegrop til kraftstasjon og inntakskanal benyttet en sikkerhetsfaktor på 1,61 og områdestabiliteten er dermed ivaretatt for innledende vurderinger av nødvendige midlertidige og permanente tiltak.

4.8.2 Tverrslag og utløpsområdet

Ved Baugen er det identifisert en ny faresone som må utredes videre etter at det er utført supplerende grunnundersøkelser.

Ved Baugen er det foreløpig utført for få grunnundersøkelser til å gjøre nøyaktige beregninger, men innledede vurderinger viser at det kan være dårlig stabilitet i skråningen ned mot utløpet. Samtidig viser beregninger at ved å etablere anleggsveien langs utsiden av fyllingsfoten vil stabiliteten økes tilstrekkelig til at sikkerheten mot områdeskred er ivaretatt.

Tverrslaget og utløpskanalen er vurdert til å ikke påvirke stabiliteten.

Det anses at faren for områdeskred er ivaretatt så lenge det utføres supplerende grunnundersøkelser ved Baugen i neste prosjektfase og at tiltakene detaljprosjekteres etter NVEs veileder mot kvikkleireskred.

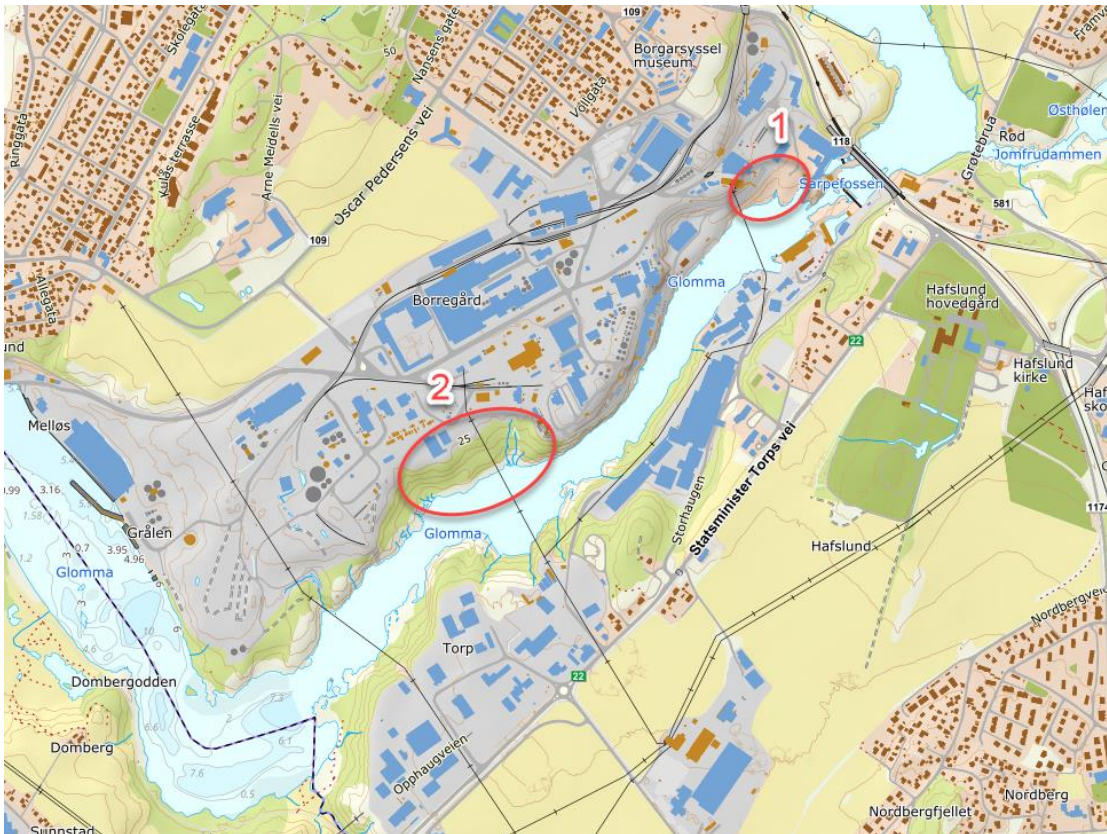
4.8.3 Løsmasseskråninger langs vestsiden av Glomma (Borregaard)

Det er utført innledende vurderinger av om utbygging av Sarp 2 kan medføre følger for områdestabiliteten langs vestsiden av Glomma. Nærmere bestemt for 2 identifiserte løsmasseskråninger, se Figur 4-11, der Borregaard for øyeblikket utfører utredning av områdestabiliteten.

Potensiell påvirkning for identifisert kritisk skråning i område som er markert «1» på Figur 4-11, er forbundet med vannføring (vannstand) i Glomma. Minstevannføring ved realisering av Sarp 2 kraftverk vil være 200 m³/s. Historisk målt vannføring i dette området i Glomma har ved flere anledninger vært under 200 m³/s ref. [7]. Dette tilsier at etablering av nytt kraftverk ikke vil redusere vannføringen til en situasjon som løsmasseskråningen ikke har opplevd tidligere. På bakgrunn av dette vurderes det at det ikke er økt fare for områdeskred (ingen forverring) ved utbygging av Sarp 2 kraftverk.

For kritisk løsmasseskråning markert «2» på Figur 4-11, på motsatt side i forhold til ny utløpskanal, har det kommet innspill om at pågående erosjon eller ev. endringer av erosjonsforhold, kan skape en forverring av dagens stabilitet. I konsekvensutredningen om erosjon og sedimentasjon, ref. [3] konkluderes det med at nytt kraftverk ikke vil føre til nevneverdige endrede strømningshastigheter i dette området. På bakgrunn av dette vurderes det at det ikke er økt fare for områdeskred ved utbygging av Sarp 2 kraftverk.

Det konkluderes dermed med at tiltaket for Sarp 2 ikke forverrer områdestabiliteten for hverken område «1» eller «2». Vurderingene vil alltid være gjenstand for usikkerheter og et opplegg for måling og overvåking av vannføring og strømningshastigheter kan etableres for å dokumentere elveforløpet før og etter ev. tiltak.



Figur 4-11 Identifiserte kritiske skråninger ifm. pågående utredning av områdestabilitet ved Borregaard

5 Skredfare – snøskred og steinsprang

NVE sine aktsomhetskart for skred er basert på bruk av helningskart for å identifisere terreng der de aktuelle skredtypene kan utløses. Utløpslengder er beregnet ved bruk av en empirisk modell. Kartene sier ingen ting om den reelle skredfare – hvorvidt de fysiske betingelsene for at noe skal løsne er til stede. Den digitale høydemodellen har videre en gitt oppløsning, slik at skrenter i bratt terreng med lavere høyde enn oppløsningsgraden nødvendigvis heller ikke vil være dekket ved kartene. Vurderinger i felt av de geologiske, klimatiske og topografiske forholdene er derfor av stor betydning for vurdering av den reelle skredfare.

Prosjektområdet ligger ikke innenfor faresoner eller aktsomhetsområder for snøskred og steinsprang iht. NVEs faresone- og aktsomhetskart.

Det foreligger heller ikke noen registreringer av historiske skredhendelser (snøskred, steinsprang) i NVE sin database over skredhendelser for det aktuelle området.

Ved ingeniørgeologisk befaring i prosjektområdet 14.04.2023 ble det registrert berg langs Glomma, samt lavere bergrygger i forbindelse med tverrslagsområdet. Det vurderes at det kan være en lokal og liten risiko for steinsprang fra naturlige skrenter i området ved avløpskanal, men dette forutsettes kunne ivaretas ved begrensede bergsikringstiltak. Utover dette er terrenget for det aller meste dekket av løsmasser og potensiale for steinsprang fra naturlig sideterreng er ikke til stede. Stabilitet i bergskjæringer og byggegrop i berg som etableres i forbindelse med tiltaket forutsettes ivaretatt ved bergsikring.

Det er innhentet enkle klimadata for å vurdere hvilke klimatiske forhold som kan forventes i området. Data fra senorge.no viser at gjennomsnittlig årlig snømaksimum (omregnet til mm vann) i det aktuelle området er under 50 mm for normalperioden 1991-2020. Reell snøskredfare vurderes med bakgrunn i beskjeden årlig snødybde, topografien i området med flatt eller småkupert terreng og manglende arealer som vil kunne utgjøre noe løsneområde for skred, å være tilnærmet lik null innenfor planområdet.

6 Nærliggende infrastruktur

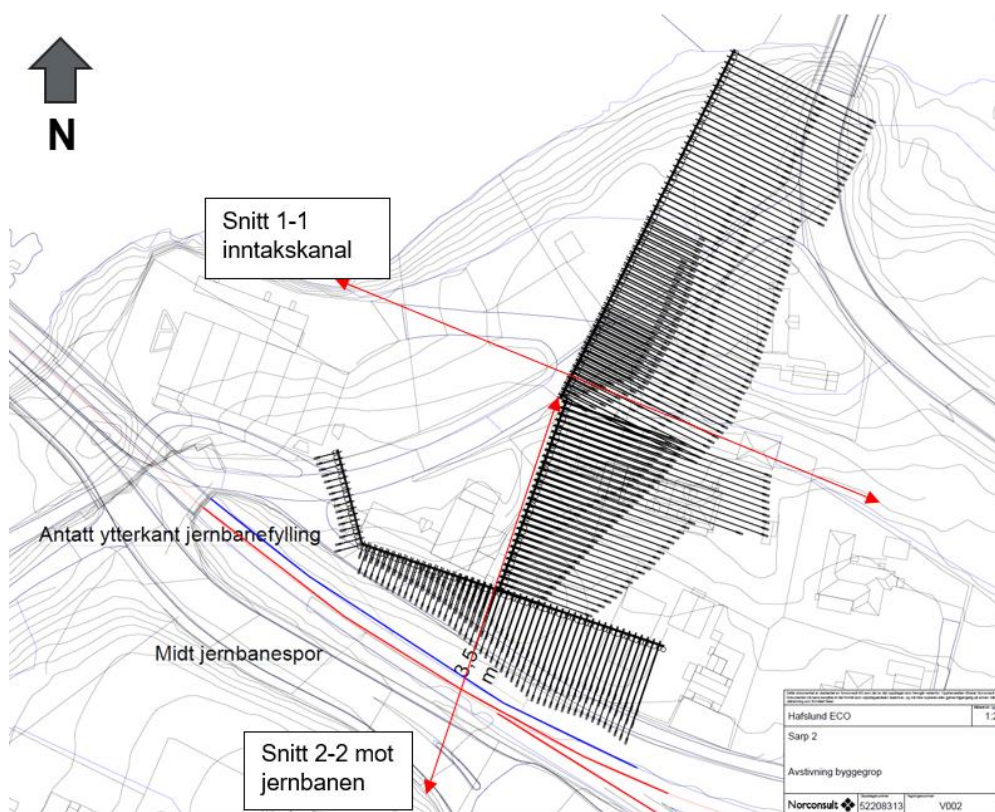
I tillegg til å sette krav til områdeskredfaren setter utredningsprogrammet krav til at tiltaket hensyntar både eksisterende og planlagte infrastrukturtiltak (ny jernbane- og vegbru (Sarpbru)).

På nåværende tidspunkt er Norconsult kun kjent med at det prosjekteres ny vegbru og det tas derfor kun hensyn til ny vegbru og eksisterende jernbane.

6.1 Eksisterende infrastruktur

Østfoldbanens vestre linje går rett bak planlagt byggegrop for kraftstasjon og inntakskanal. Avstanden fra midtspor til sekantpelvegg varierer fra ca. 7-25 m og er nærmest i sørvestre hjørne av byggegropa. Her er også dybden til berg minst og deler av byggegropa må pigges/sprenges ut. Mot øst øker avstanden til jernbanen samtidig som dybden til berg øker.

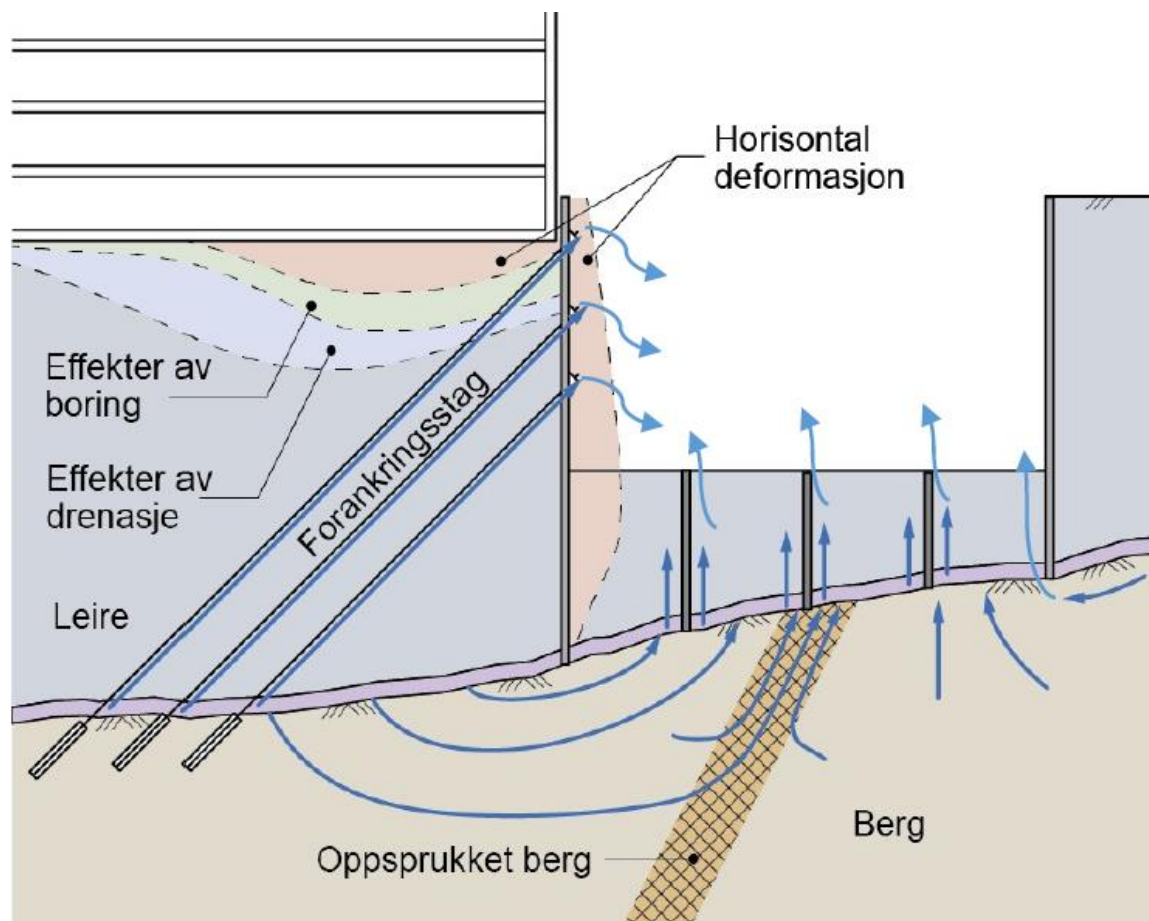
Byggegroppa er planlagt utført med sekantpeler med utvendig avstivning til berg. Som Figur 6-1 viser vil dette medføre at stagene bores inn mot og delvis under jernbanefyllingen.



Figur 6-1 Sekantpeler med lissestag til berg. Minste avstand mellom jernbanespor og stag er ca. 3,5 m

Fra BegrensSkade [8] kommer det tydelig fram hva som kan føre til setninger bak slike støtteveggskonstruksjoner (se Figur 6-2). Det vil være potensiale for innlekkasje langs stag, gjennom oppsprukket berg og gjennom utett støttevegg. Effekter ved boring av stag og sekantpeler kan medføre setninger. I tillegg vil horisontal deformasjon av støtteveggen medføre setninger bak veggen. Det er også et

lekkasjepotensiale mellom spunt/støttevegg og bergskjæring, mellom bergbunn og stabilisert løsmassebunn og mellom betongplate i bunn og støttevegg.



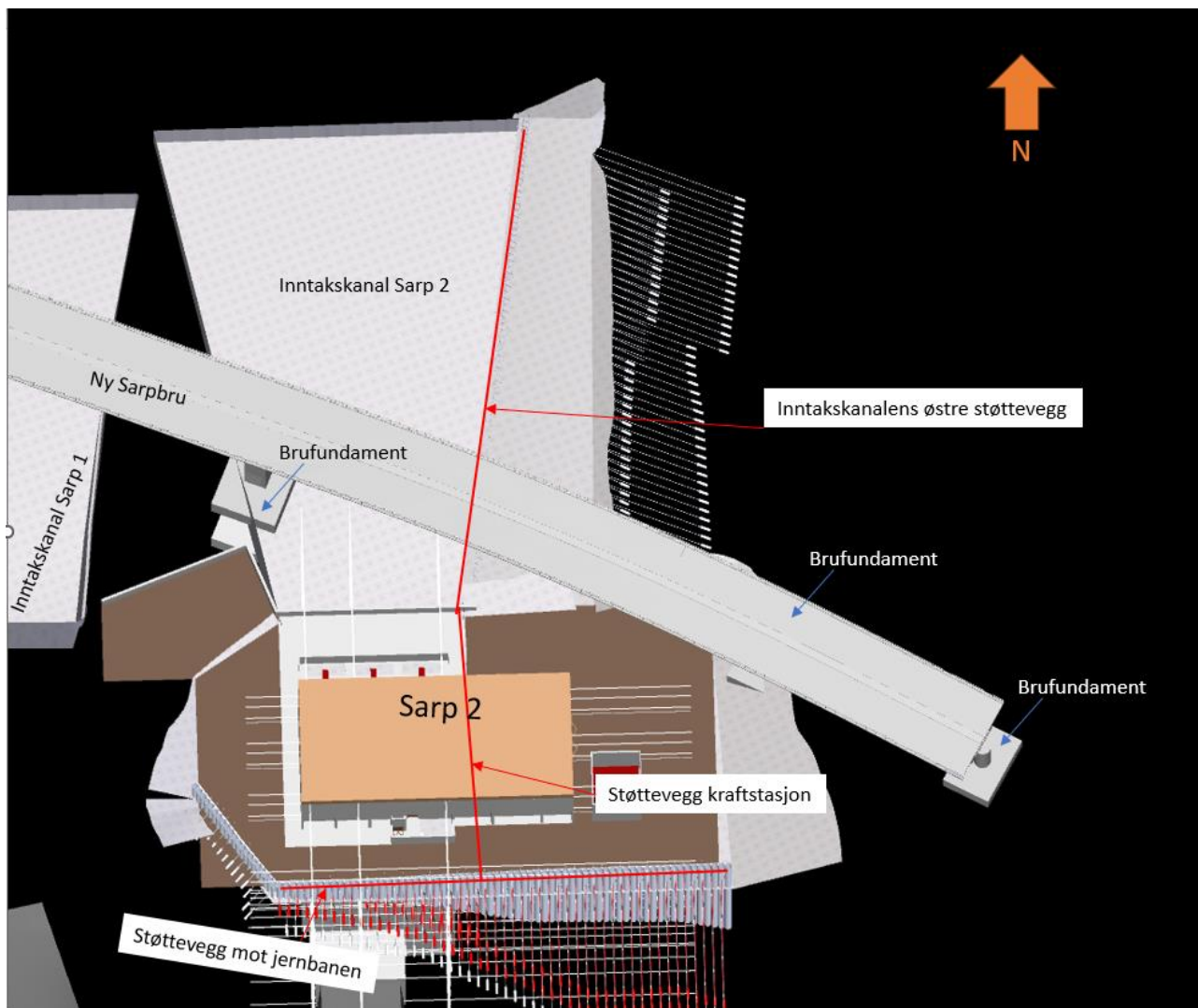
Figur 6-2 Illustrasjon av årsaker til forventede deformasjoner i forbindelse med byggegrop er hentet fra Begrensskade [8]

6.2 Ny infrastruktur

Den nye vegbrua (Sarpsbru) er planlagt med pelefundamenter til berg. Ett fundament er plassert langs inntakskanalens vestre vegg, mens ett annet fundament er plassert litt øst for byggegrop for kraftstasjon.

Figur 6-3 viser hvordan planlagt bru og byggegrop for kraftstasjon og inntakskanal overlapper. Det har i innledende vurderinger av byggharheten til byggegrop av kraftstasjon og inntakskanal vært et samarbeid med Viken og Multiconsult for å finne en løsning som fungerer for begge prosjekter.

På nåværende tidspunkt gjenstår det å prosjektere en løsning for å bygge brufundamentet plassert i inntakskanalens østre side og peler til brufundamentet.



Figur 6-3 Planlagt Sarpbru og Sarp 2 kraftverk

7 Planlagte tiltak og håndtering av restrisiko

7.1 Planlagte tiltak for å unngå setninger

Det vil være helt nødvendig å gjennomføre omfattende tetttiltak som reduserer faren for innlekkasje i gropa og begrenser setningene. Geoteknikere, ingeniørgeologer, hydrogeologer og andre byggfaglige ressurser vil samarbeide tett i prosjekterings- og planleggingsfasen og i anleggsfasen for å unngå konsekvenser for annen infrastruktur i anleggs- og driftsfasen. Noen av tiltakene som vurderes og som vil prosjekteres nærmere i detaljfasen er listet opp nedenfor og vil kombineres med tiltak som er beskrevet i Fagrapport Hydrogeologi [2]:

- Forsiktig boring av sekantpeler og stag til og inn i berg
- Bruk av vann ved boring og ikke luft
- Tett oppfølging og oversendelse av boreprotokoller for å kontrollere at sekantpeler og stag bores inn i berg og i hht. prosjektering og forsiktig boring, samt at eventuelle ekstra tetttiltak kan vurderes før utgravingen starter
- Sekantpelene må settes med overlapp og dersom det oppstår glipper mellom to peler må det utføres ekstra tetttiltak ved f.eks. bruk av jetpel
- Tett betongdrager i overgang mellom støttevegg og bunn byggegrop i løsmasse, eller mellom bunn støttevegg og bergskjæring
- Plan for fortløpende tetting der det kommer inn vann i byggegropa
- Injeksjon i overgangen støttevegg og berg
- Injisere borehull til stag for å ikke få innlekkasje i disse punktene
- Forinjeksjon av bergskjæringer før utsprengning av byggegrop, for å danne en barriere mot grunnvannet på utsiden av skjæringsveggene så ikke innlekkasjer finner veien inn i byggegropen når denne senere sprenges ut. Forinjeksjon av byggegrop utføres utenfor endelig skjæringskontur ved en eller flere vertikale skjermer etter avgraving og avdekking av berg.
- Behovsprøvd for- eller etterinjeksjon i utvalgte områder i arealet inne i selve byggegropa dersom det kreves særlige tettingstiltak av sålen som følge av geologien
- Kalksementpeler for å sikre trygg utgraving og stabilt arbeidsdekke
- Kontinuerlig overvåking av poretrykket under anleggsfasen til poretrykket har stabilisert seg til naturlige svingninger
- Infiltrasjonsbrønner rundt byggegrop for å opprettholde poretrykket

7.2 Planlagte overvåknings- og kontrolltiltak

Det vil utarbeides et omfattende program for kontroll og oppfølging av anleggsarbeider. Foreløpig er følgende tiltak planlagt, men disse vil kompletteres og tilpasses i videre prosjektering:

- Setningsmålere på spor og annen kritisk infrastruktur
- Poretrykksmåling
- Infiltrasjonsbrønner
- Plan på tiltak som iverksettes ved ulike innlekkasjeproblemer

7.3 Håndtering av restrisiko

I neste prosjektfase er det planlagt å utarbeide en Risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS), som vil adresse restrisikoen og tiltak for å håndtere hendelser som berører bygninger, veg, jernbane med mer.

Tiltaket vil kunne føre til mindre skader som må repareres dersom de oppstår.

8 Referanser

- [1] Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), «Utredningsprogram for Sarp 2 kraftverk. Sarpsborg kommune i Viken,» 2023.
- [2] Norconsult, «52208313-RIGHyg-002-KU Hydrogeologi_Sarp2 kraftverk,» 2023.
- [3] Norconsult, «R005_Sarp 2 kraftverk - KU fagrapport erosjon og sediment,» 2023.
- [4] NVE, «Sikkerhet mot kvikkleireskred, Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper,» 2019.
- [5] Multiconsult, «Baugen 1047-1 Rapport Multiconsult-Grunnforhold, datarapport 2009 rap 511252,» 2009.
- [6] Norconsult, «52208313-RIG-R02 Geoteknisk forprosjekt av støttevegg for inntakskanal og kraftstasjon,» 2023.
- [7] Udnæs, H.C. & Gebre, S, «Sarp 2 kraftverk Hydrologi- og produksjonsutredning,» Hafslund Eco Vannkraft AS, 2023.
- [8] «BegrensSkade - Begrensning av skader som følge av grunnarbeider-Sluttrapport,» 2016.

Vedlegg 1 Faresoneklassifisering

VURDERING AV FAREGRAD						Vedlegg 1 side 1/2		
Norconsult-oppdagsnr:		52208313						
Oppdragsgiver:		Hafslund						
Oppdragsnavn:		Sarp 2 kraftverk						
Navn på faresone:		Baugen						
Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	2	2	Registrert to skredhendelser i nærheten. Ett kvikkleireskred i 1725 og et leir/jordskred i 1851.
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	2	4	25-30 m for skråningen der det er fylt opp.
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	1	2	tolket basert på en ødometer i NO_025
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0		Antar hydrostatisk. Ikke utført poretrykksmålinger
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	1	4	Antatt <H/4
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	0	0	kun et punkt i NO_025 med sensitivitet over 20 og den er på 21.
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	2	6	ikke registrert og det er bygget erosjonssikring i bunn av fyllingen. For resten av skråninger ned mot Glomma er det berg i dagen
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	1	-3	Stort sett fylt ut i bunn i bukta. Noe fyllmasser på toppen av skråning. Vurdert til å gi noe eller liten forbedring
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		15	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		29	
Faregradsklasse	1							
Faregrad								
0 - 17 = lav								
18 - 25 = middels								
26 - 51 = høy								
Dato	2023-10-23							
Utført	Håvard Rodahl Kvale							
Kontrollert	Tommy Haugen Søjdis							
Godkjent	Bendik Nesje							

VURDERING AV KONSEKVENSKLASSE

Vedlegg 1 side 2/2

Norconsult-oppgavsnummer: 52208313
Oppdragsgiver: Hafslund
Oppdragsnavn: Sarp 2 kraftverk
Navn på faresone: Baugen

KONSEKVENSKLASSE

FAKTORER	VEKT TALL	Konsekvens, score 0-3 (lav-høy)		KONTROLLFELT	
		Score	Poeng	Maxscore	Maxpoeng
Boligenheter	4	0	0	3	12
Næringsbygg, personer	3	2	6	3	9
Annen bebyggelse, verdi	1	0	0	3	3
Vei, ADT	2	2	4	3	6
Toglinje, baneprioritet	2	0	0	3	6
Kraftnett	1	1	1	3	3
Oppdemning/floem	2	1	2	3	6
Sum			13		45
%av maksimal poengsum			28,9 %		100,0 %

Tabell 2 Evaluering av skadekonsekvens

Faktorer	Vekt-tall	Konsekvens, score			
		3	2	1	0
Boligenheter, antall	4	Tett > 5	Spredd > 5	Spredd < 5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	> 50	10 - 50	< 10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ADT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100
Toglinje, bruk	2	Persontrafikk	Gods-trafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning og flodbelte	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum poeng		45	30	15	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Faresone fordelt i konsekvensklasser etter samlet poengsum:
Mindre alvorlig = 0-6 poeng
Alvorlig = 7-22 poeng
Meget alvorlig = 23-45 poeng

Konsekvensklasse

- 0 - 6 = mindre alvorlig
- 7 - 22 = alvorlig
- 23 - 45 = meget alvorlig

Dato	2023-10-23
Utført	Håvard Rodahl Kvale
Kontrollert	Tommy Haugen Søjdís
Godkjent	Bendik Nesje

Konsekvensklasse alvorlig

Tallverdi risikoklasse: 680

Risikoklasse: 3

- Risikoklasse 1 omfatter alle soner med tallverdi fra 0 til 170
- Risikoklasse 2 omfatter alle soner med tallverdi fra 171 til 630
- Risikoklasse 3 omfatter alle soner med tallverdi fra 631 til 1 900
- Risikoklasse 4 omfatter alle soner med tallverdi fra 1 901 til 3 200
- Risikoklasse 5 omfatter alle soner med tallverdi fra 3 201 til 10 000