

Hafslund Eco Vannkraft AS

# ► Sarp 2 kraftverk

Konsekvensutredning

Fagrapport Hydrogeologi

Oppdragsnr.: 52208313 Dokumentnr.: RIGHyg-002 Versjon: J04 Dato: 2023-11-15



**Oppdragsgiver:** Hafslund Eco Vannkraft AS  
**Oppdragsgivers kontaktperson:** Fridjar Molle  
**Rådgiver:** Norconsult AS, Kjørboveien 22, NO-1337 Sandvika  
**Oppdragsleder:** Bendik Riseng Nesje  
**Fagansvarlig:** Kevin John Tuttle  
**Andre nøkkelpersoner:** Eirik Olsen

J04	2023-11-15	For bruk	EirOls	KJT, AnOng, ToHSo	BeNesj
B03	2023-10-26	Revisjon etter endrede forutsetninger, til kontroll	EirOls	KJT, AnOng, ToHSo	BeNesj
B02	2023-09-28	For kommentarer hos kunde	EirOls	KJT, AnOng	BeNesj
A01	2023-09-25	Til intern fagkontroll	EirOls	KJT	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.

## ► Sammen drag

Hafslund Eco Vannkraft AS planlegger utbygging av Sarp 2 kraftverk i Sarpsborg kommune i Viken fylke. 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 dam i Sarpsfossen og vil ikke føre til nye reguleringer.

Denne fagrapporten har til hensikt å belyse hvordan eventuelle endringer i grunnvannsnivået kan påvirke utredningsområdet. Tre hovedtemaer kan bli påvirket av en grunnvannssenkning i forbindelse med Sarp 2-prosjektet: tilgjengeligheten av grunnvann for eventuelle grunnvannsbrønner, setninger på bygninger og infrastruktur, og tilgang til grunnvann for fuktighetskrevede natur og tjern.

Erfaringer fra andre tunnel- og byggeprosjekter viser at det kan forekomme en senkning av grunnvannsnivået eller poretrykket når man arbeider under grunnvannsnivået dersom forbyggende tiltak ikke integreres i prosjektet i nødvendig grad. I vurdering av konsekvenser i denne rapporten, er det forutsatt at det utføres strenge tiltak i byggegrøp og tunnel. Dette kravet må følges opp i videre prosjektering og i anleggsgjennomføringen.

Det er ikke registrert noen grunnvannsbrønner i utredningsområdet, men det kan ikke utelukkes at det eksisterer noen brønner i området. Hvis det eksisterer grunnvannsbrønner vil disse kunne påvirkes noe negativt ved at det blir mindre tilgjengelig vann. Det er trolig lite/dårlig tilsig fra omkringliggende løsmasser, siden løsmassene er dominert av leire og tette løsmasser. Selv om det hadde vært mye vann tilgjengelig, vil det da trolig være dårlig kapasitet i brønnen. Det er registrert energibrønner i sør, innenfor utredningsområdet. Disse brønnene er så dype at selv en stor grunnvannssenkning vil ha liten påvirkning på effekten til energibrønnene.

Av fuktkrevede natur er det registrert fire tjern på Hafslund hovedgård. Det er usikkert om disse tjernene er naturlige eller ikke, og om de er i kontakt med grunnvann. Om de er i kontakt med grunnvann kan de bli noe påvirket av tiltaket ved at vannstanden i tjernene kan synke, men det vurderes at dette ikke vil være i stor nok grad til å påvirke negativt. Det er ikke registrert noen annen form for fuktkrevede natur som vil påvirkes av grunnvannsendringer. Annen skogbruk eller jordbruk anses ikke å bli påvirket av tiltaket.

Det er utført setningsvurderinger basert på et beregningsverktøy i GIS, som er skrevet om i en medfølgende rapport [1]. Basert på denne rapporten har det blitt vurdert at det er nødvendig å utføre omfattende tiltak for tetting av byggegrøp og tunnel. Det vil likevel kunne oppstå noen setninger på terrenget lokalt grunnet størrelsen og dybden på byggegrøpen og deformasjoner på spunt. Med de planlagte tiltakene bør det ikke oppstå setninger grunnet poretrykkssenkning.

### Planlagte tiltak for stabilitet, setninger og poretrykk

For å forhindre uakseptable konsekvenser må en kombinasjon av flere tiltak utføres. Listen under er ulike planlagte tiltak som, basert på nåværende kunnskapsgrunnlag, må utføres for å oppnå forutsetningen om tilstrekkelig tett konstruksjon, og for å sikre en trygg anleggsfase og minimere negative konsekvenser på nærliggende infrastruktur og bebyggelse (se også geoteknisk fagrapport [2]):

- Kontinuerlig overvåking av poretrykket i overgangen mellom løsmasse og berg under anleggsfasen til poretrykket har stabilisert seg til naturlige svingninger. Overvåkingen må bestå av flere poretrykksmålere, både i utbredelse rundt byggegrøp og tunnel, og i flere dybder.
- Kontinuerlig overvåking av grunnvannsnivå i berg under og i en periode etter anleggsfasen.

- Tett støtteveggkonstruksjon/spunt. Sekantpeler settes med overlapp, og glipper tettes med eks. jetpel.
- Tett betongdrager i overgang mellom støttevegg og bunn byggegrop i løsmasse, eller mellom bunn, støttevegg og bergskjæring.
- Injeksjon i overgangen spunt og berg.
- Infiltrasjonsbrønner rundt byggegrop for å opprettholde poretrykket.
- Injisere borehull til stag og anker for å ikke få innlekkasje i disse punktene.
- Tette fortløpende der det kommer inn vann i byggegropa.
- Forinjeksjon av bergskjæring før utsprenning av byggegrop. Dette gjøres 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 skjærmer.
- Overgangen mellom byggegrop og tunnel, samt den første delen av tunnelen må være særdeles tett.
- Behovsprøvd for- eller etterinjeksjon i utvalgte områder i arealet inne i selve byggegropa dersom det kreves særlige tettingstiltak av sålen som følge av geologien.
- Vanntett betongkonstruksjon, legge opp til at poretrykket skal opp til samme nivå som før byggegropen ble laget.
- Sonderboringer under tunneldriving for kartlegging av vannførende sprekker og svakhetssoner.
- Injeksjon av tunnel og etterinjeksjon der man ikke oppnår tilstrekkelig tetting med vanlig injeksjon. Hvis det ikke tettes under anleggsfase vil tunnelen fungere som et dreneringspunkt i uoverskuelig framtid. Fra Sarp kraftverk ble bygget på 1970-tallet og til Sarp 2 planlegges i 2023, har det kommet nye injeksjonsstandarder og prosedyrer når tunneler bygges som kan gjøre anlegget tettere. Etterinjeksjon har ofte liten effekt på total innlekkasje, og bør ikke ses på som et alternativ til forinjeksjon

Infiltrasjonsbrønner vil være spesielt viktig å inkludere sammen med de andre tett tiltakene. Det vil være svært vanskelig å få en helt tett byggegrop, og man er derfor avhengig av «hjelp» fra infiltrasjonsbrønner for å holde poretrykket oppe. Infiltrasjonsbrønner bør installeres før anleggsfasen starter, og det må tas en vurdering under byggefasen om det vil være et behov for supplering av antall brønner.

Under driftsperioden er det viktig at forarbeidet i anleggsperioden er gjort riktig. Det er lite man kan gjøre i driftsperioden for å forbedre tetteresultatet fra anleggsperioden. For driftsperioden vil det være viktigst at tunnelen er tilstrekkelig tett for å minimere poretryksreduksjon og at konstruksjoner under grunnvannstand bygges vanntett og udrenert. Avbøtende tiltak kan bestå av vanntett støp eller etterinjeksjon om man ikke oppnår en tilstrekkelig tett tunnel. Etterinjeksjon ofte gir svært begrenset forbedring i tetting, slik at forinjeksjon bør prioriteres for å kunne oppnå nødvendig resultat.

Hydrogeologisk kompetanse vil involveres i prosjektet fremover, for å redusere usikkerheten i vurderingene med hensyn til grunnvann og poretrykk og for å integrere nødvendige tiltak i detaljprosjektering og planlegging av anleggsgjennomføringen.

### Sammenstilling av konsekvenser

Konsekvensene av de vurderte hydrogeologiske temaene som kan påvirkes av Sarp 2 utbyggingen, har blitt satt inn i en samletabell for å vurdere virkningene som utbyggingen av kraftverket kan medføre.

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 ferdigstilling av det nye kraftverket. Følgende planer inngår i 0-alternativet: Utbygging av ny Sarpsbru over

Glomma og ny vei tilhørende den nye brua. Dette vil medføre rivning av bygg og bygging av betongpeler og annet under grunnvannstand.

Alternativ 1 innebærer bygging av Sarp 2 med medfølgende byggegrop inntakskanal, utløpskanal, kraftstasjon og tunneler.

Ettersom det legges til grunn at planlagte tett tiltak (se Fagrapport Skredvurderinger, [3]) gjennomføres slik at grunnvannsdrenering ikke blir relevant, settes samlet konsekvens for Sarp 2 og medfølgende tunneler med byggegrop til «noe konsekvens». Uten tett tiltak og tiltak for å opprettholde poretrykket ville byggingen av Sarp 2 kunne medføre store konsekvenser som følge av setninger på jernbanelinje og nærliggende vei, samt middels konsekvens for nærliggende bygg.

Tabell 1-1: Sammenstilling av konsekvenser av hvert alternativ for fagtema hydrogeologi. Konsekvensene er vurdert med tetting av byggegrop og tunnel med omfattende tiltak.

Hovedtema	Alternativ 0	Alternativ 1
Senkning av grunnvann i mulige grunnvannsbrønner eller kilder	Ukjent – avhengig av planlagt tiltak Sarpsbru og utførelse	Noe negativ konsekvensgrad (-)
Mindre tilgang til vann for fuktkrevede natur og tjern	-	Ingen/ubetydelig konsekvensgrad (0)
Setninger på bygninger	Ukjent – avhengig av planlagt tiltak Sarpsbru og utførelse	Noe negativ konsekvensgrad (-)
Setninger på infrastruktur i bakken	Ukjent – avhengig av planlagt tiltak Sarpsbru og utførelse	Ingen/ubetydelig konsekvensgrad (0)
Setninger på jernbanelinje og veg	Ukjent – avhengig av planlagt tiltak Sarpsbru og utførelse	Noe negativ konsekvensgrad (-)
<b>Samlet vurdering</b>	Ukjent – avhengig av planlagt tiltak Sarpsbru og utførelse	Noe negativ konsekvensgrad (-)
<b>Begrunnelse for samlet konsekvens for fagtema</b>	Områder vil kunne bli påvirket av bygging av ny Sarpsbru, dersom det ikke integreres nødvendige forebyggende tiltak i prosjektet.	Fire hovedtemaer har noe negativ konsekvensgrad og samlet konsekvens settes til noe negativ konsekvens.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>7</b>
1.1	Bakgrunn for tiltaket	7
1.2	Planprosess	8
1.3	Innhold og avgrensning	8
1.4	Alternativer som skal utredes	9
1.5	Forhold til offentlige planer	10
<b>2</b>	<b>Om utbyggingsplanene</b>	<b>12</b>
2.1	Ny kraftstasjon og inntak	12
2.2	Vannvei, tunneler	13
2.3	Veger	14
2.4	Nettilknytning	14
2.5	Massehåndtering og massedeponi	14
2.6	Rigg- og anleggsområder	16
<b>3</b>	<b>Metode og kunnskapsgrunnlag</b>	<b>18</b>
3.1	Definisjoner og avgrensning mot andre fagtema	18
3.2	Nullalternativet (referansealternativet)	18
3.3	Utredningsprogrammet	19
3.4	Kunnskapsgrunnlag/datagrunnlag	19
3.5	Utredningsmetodikk	21
3.6	Skadereduserende og kompenserende tiltak	27
<b>4</b>	<b>Områdebeskrivelse og påvirkning</b>	<b>28</b>
4.1	Beskrivelse av hovedtema som er vurdert	29
4.2	Vurdering av påvirkning og konsekvens	29
4.3	Oppsummering	39
<b>5</b>	<b>Skadereduserende og kompenserende tiltak</b>	<b>42</b>
5.1	Anleggsperioden	42
5.2	Driftsperioden	42
5.3	Supplerende undersøkelser og utførende arbeid før anleggsstart	42
<b>6</b>	<b>Referanser</b>	<b>43</b>



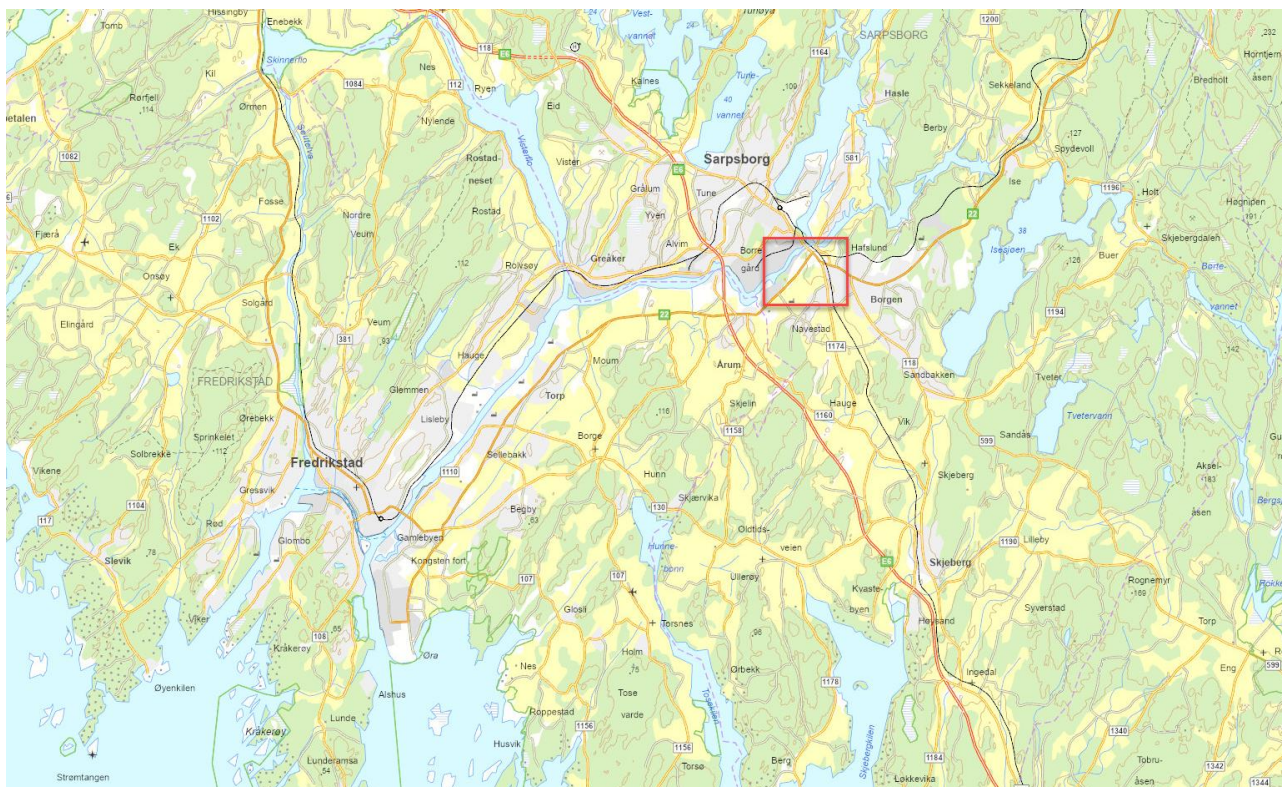
# 1 Innledning

## 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 m<sup>3</sup>/s og en minste driftsvannføring gjennom eksisterende kraftverk på 200 m<sup>3</sup>/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 [3].

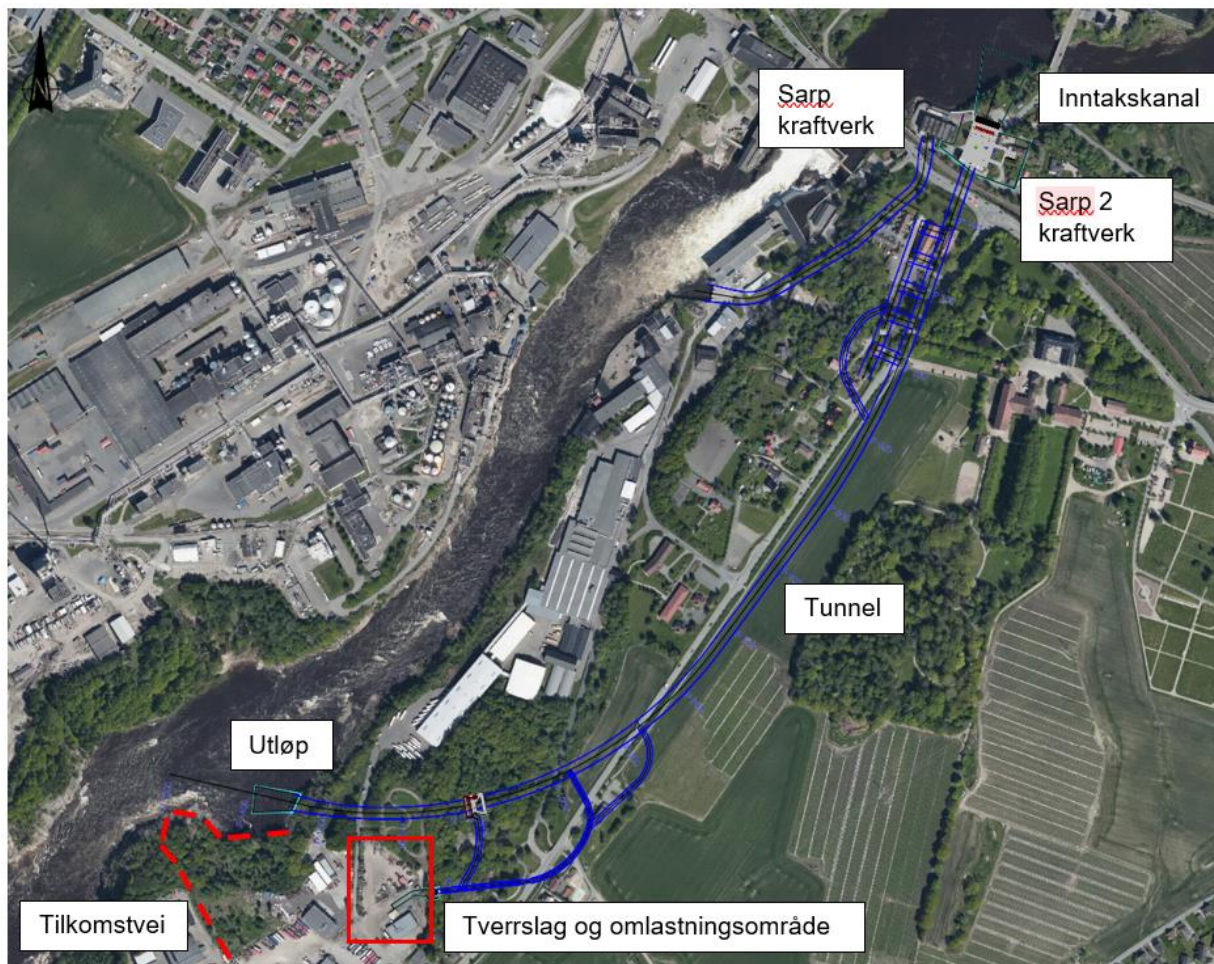
Denne fagrapporten har som mål å utrede konsekvensene en utbygging av kraftverket kan medføre for grunnvannet og virkninger og konsekvenser relatert til dette. Rapporten inneholder en beskrivelse og vurdering av dagens situasjon i det berørte området, vurdering av tiltakets virkninger og konsekvenser for tema grunnvann, samt forslag til tiltak som må vurderes og ytterligere undersøkelser som bør utføres. Konsekvensutredning av tema hydrologi er utredet i en egen rapport av Hafslund, og inngår ikke i denne fagrapporten. Kartlegging av fuktgivende natur og naturmangfold vurderes i en egen KU fagrapport Naturmangfold [4]. Stabilitetsberegninger og byggharhet for byggegrøp og tunnel gjøres av geoteknikk [2] og ingeniørgeologi.

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 hydrogeologi 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*

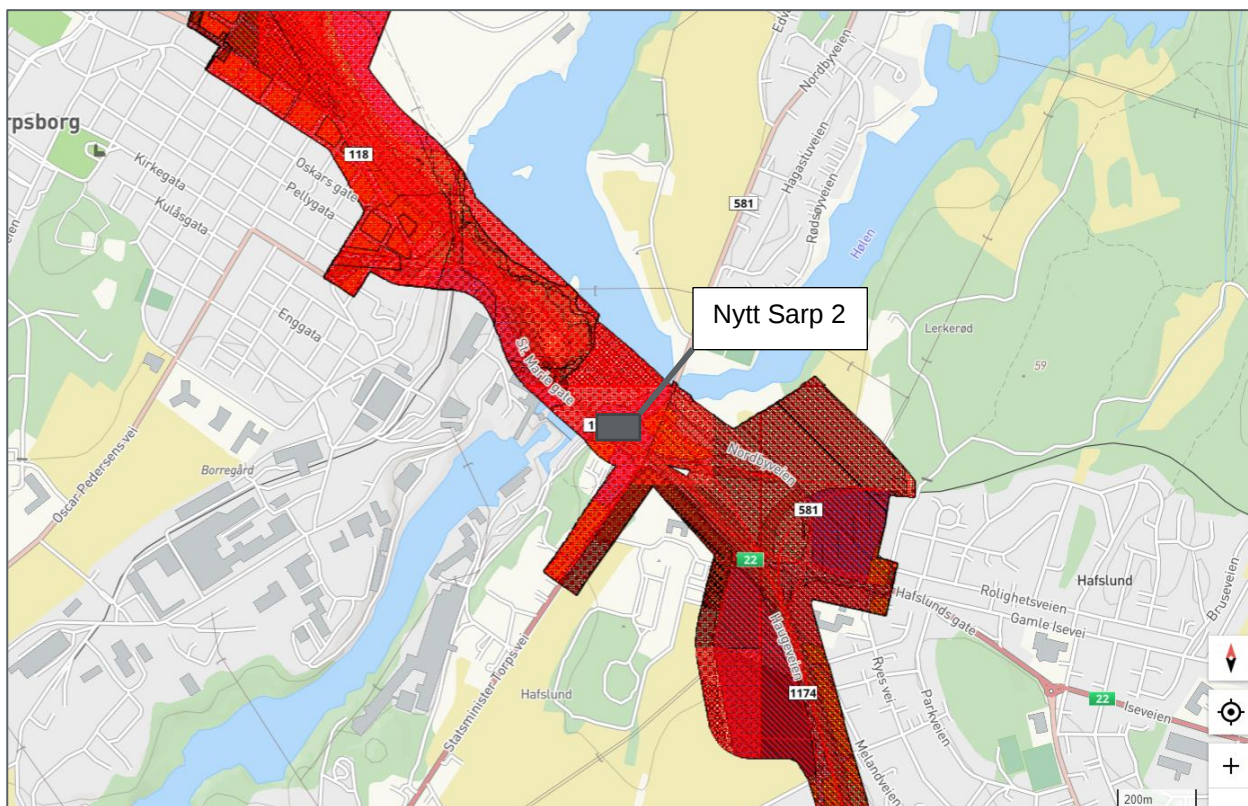
Daværende Kommunal- og moderniseringsdepartementet (KMD) fattet 8.10.2021 vedtak om kommunedelplan for InterCity Rolvsøy – Klavestad, med planalternativ MIDT-7. Formålet med kommunedelplanen er å avklare valg av alternativ for nytt dobbeltspor for jernbanen mellom Rolvsøy i Fredrikstad og Klavestad i 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 Sarpsfossen 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.

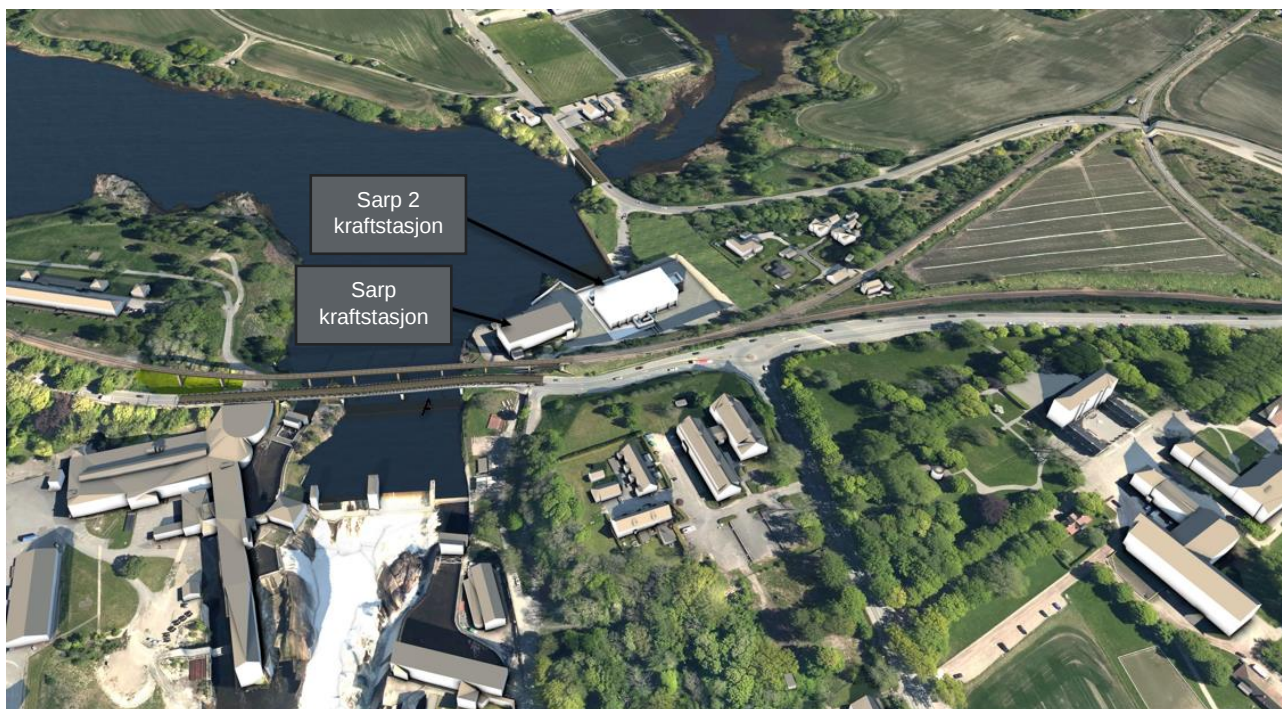
Prosjektet innebærer inntak og kraftstasjon i dagen oppstrøms eksisterende vei- og jernbanebru, rett øst for eksisterende Sarp kraftstasjon. Sarp 2 kraftverk vil utnytte et fall på 22-23 meter og har en planlagt slukeevne på 450 m<sup>3</sup>/s. Avløpstunnel fra sugerør og til Glomma er på ca. 1350 m med et tverrsnitt rundt 270 m<sup>2</sup>.

Tabell 2-1. Hoveddata for anlegget.

Beskrivelse	Data	
<b>Kraftstasjon</b>		
Turbintype	Vertikal Kaplan	
Antall aggregat	1	
Slukeevne, Q <sub>maks</sub>	450	m <sup>3</sup> /s
Min. turbinvannføring, Q <sub>min</sub>	150	m <sup>3</sup> /s
<b>Vannvei</b>		
Avløpstunnel, lengde	1350	m
Avløpstunnel, areal	270	m <sup>2</sup>
Svingekammer	8 500	m <sup>2</sup>

### 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 fm<sup>3</sup> løsmasse og 600.000 fm<sup>3</sup> berg, men nærmere grunnundersøkelser vil gi et bedre estimat på masseuttaket.

Kraftstasjonen vil etter ferdigstillelse av byggegrøp 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 m<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup>). 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 fm<sup>3</sup>.



Minste vannslipp gjennom kraftverkene oppe ved dammen (Sarp kraftverk, Hafslund og Borregaard) er satt til 200 m<sup>3</sup>/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 fm<sup>3</sup> berg og 100.000 fm<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup> 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.



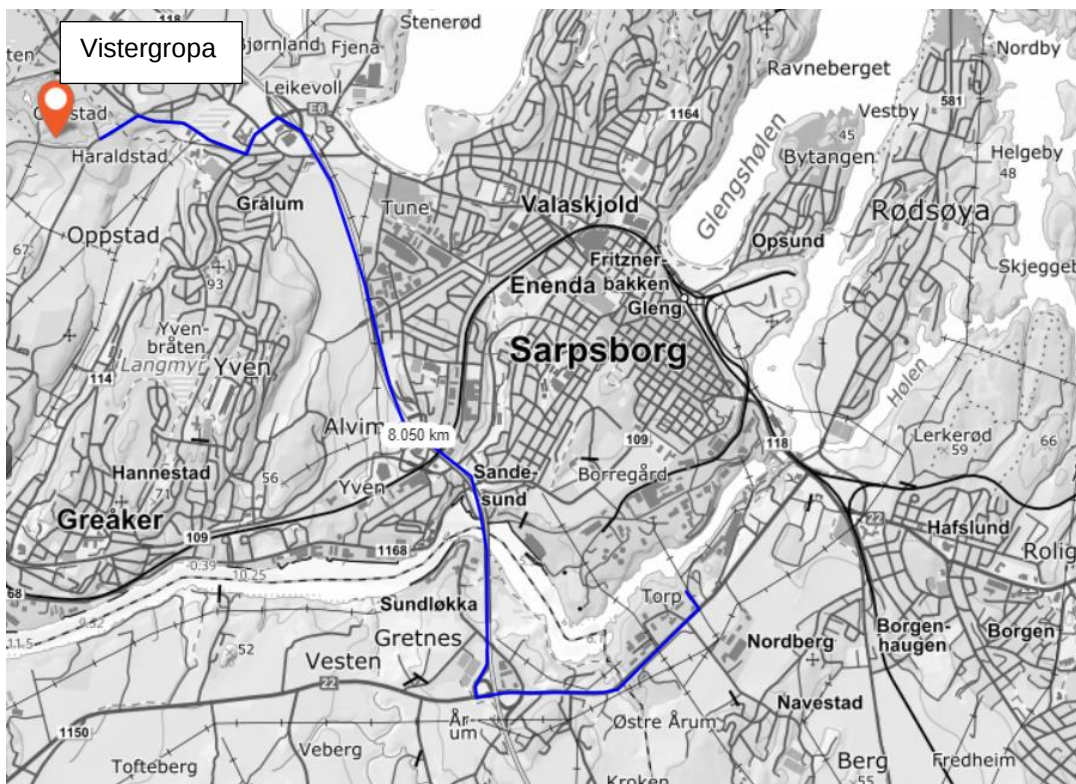


Figur 2-2. Omlastingsområde for tunnelmasser.

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:

### Vistergropa

Vistergropa ligger i Grålum ca. 4 km øst for Sarpsborg sentrum. I Vistergropa 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 Vistergropa 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 Sarpborg pukkverk som ligger 8 km fra omlastningsområdet 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 Sarpborg 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 massedeponier 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 Sarpborg 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 Metode og kunnskapsgrunnlag

### 3.1 Definisjoner og avgrensning mot andre fagtema

Tema grunnvann vil bli vurdert av faget hydrogeologi. De andre deltemaene under naturressurstema er vurdert av Hafslund. I forbindelse med Sarp 2 skal det vurderes hvordan en mulig grunnvannssenkning vil kunne påvirke utredningsområdet. Den hydrogeologiske vurderingen vil gjelde et helhetsbilde av setninger grunnet mulig lavere grunnvannstand og lokalisering av mulige problemområder, som følge av innlekkasje til tunnel og byggegrop, både i anleggsperiode og driftsperiode. I tillegg inngår vurdering av mindre tilgjengelig vann for eventuelle brønner og fuktrevende natur.

Til forskjell fra Geoteknisk fagrapport, tar denne rapporten for seg hvordan grunnvannssenkning kan føre til setninger over et større område, ikke lokale setninger grunnet deformasjoner på spunt og direkte påvirkning fra byggegropen. Et større område vil i dette tilfelle bety hele utredningsområdet, eks. 300 m til hver side av tunnel og byggegrop, og lokale områder vil defineres som noen meter fra spunt. Detaljerte setningsberegninger for spesielt utsatte områder gjøres av geoteknikk i en senere fase, og det vil være et nært samarbeid med geoteknikk for å vurdere setninger. For videre detaljer om de geotekniske vurderingene, se geoteknisk fagrapport [2].

### 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.

Det er 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 spuntarbeidene 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 usikre på nåværende tidspunkt og er derfor ikke inkludert i nullalternativet.

Det er verdt å merke seg at det er planlagt store samferdselsprosjekter innenfor influensområde, 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 grunnvann:

Det er god grunn til å anta at dagens eksisterende anlegg for Sarp kraftverk har medført til en varig endring av grunnvannet i berg og løsmasser. Det er usikkert i hvor stor grad det har påvirket området, men det kan antas at grunnvannsforholdene har stabilisert seg til et nytt normalnivå (0-alternativ) etter den tids bygging.

Bygging av ny Sarpsbru over Glomma vil kunne endre på forholdene for grunnvannet. Det vil måtte peles og graves under grunnvannsnivå, det vil bli endrede dreneringsforhold, og områder som før var med naturlig eller delvis naturlige løsmasser vil få endret infiltrasjonsforhold. Arbeidet vil trolig kunne medføre noe lokal senkning av grunnvannet og muligens føre til små setninger.

Hus som ligger nært en mulig utbygging av Sarp 2, vil som følge av ny Sarpsbru (etter KDP) bli revet for anlegning av ny bru.

### 3.3 Utredningsprogrammet

I fastsatt utredningsprogram er følgende angitt for tema grunnvann (hydrogeologi) underordnet hydrologi i utredningsprogrammet:

#### Grunnvann

*«Dagens forhold i de berørte områdene skal beskrives. Det skal redegjøres for tiltakets virkninger for grunnvannet i det berørte området i anleggs- og driftsfasen.*

*Dersom tiltaket kan medføre endret grunnvannstand skal det skal vurderes om dette kan endre betingelsene for vegetasjon, jord- og skogbruk samt eventuelle grunnvannsuttak i området som blir berørt. Fare for drenering som følge av tunneldrift skal vurderes.*

*Mulige avbøtende tiltak i forhold til de eventuelle negative konsekvensene som kommer fram skal vurderes, herunder eventuelle justeringer av tiltaket.»*

#### Norconsults presiseringer og arbeidsopplegg:

Norconsult vil benytte tilgjengelig data innen løsmassegeologi, berggrunnsgeologi og hydrogeologi for å danne seg et helhetlig bilde av geofaglige forhold i området. Data vil bli satt sammen i en sammenstillingsapplikasjon (ArcGIS Pro) der byggegrøp, berggrunn, tunnelene, svingekammer og tverrslag, samt løsmassemekthet og antatt grunnvannsnivå er inkludert. Dette blir da analysert ved hjelp av «BegrensSkade program» for å vurdere influensområdet til en eventuell grunnvannssenkning og setningsfare i området. Det vil også bli vurdert forhold under anleggsfasen og driftsperiode med tunneldriving, der det vil bli tatt i betraktning opptredende hovedsprekkeretning i bergmassen og orientering av tunneldrivingen, samt vurderes om det er muligheter for subhorisontale sprekker/svakhetssoner langs anlegget. Dette vil hjelpe til å avdekke risiko for vanskelige forhold under driving av tunnelen, og eventuelle problemer med drenering av grunnvannet inn til avløpstunnelen og byggegrøp. Det vil også bli sett på hvilke innvirkninger utbygging kan ha på grunnvannstilgang og fuktikrevende natur i anleggsfase og driftsfasen. Mulige avbøtende tiltak vil bli vurdert i forhold til eventuelle negative konsekvenser.

### 3.4 Kunnskapsgrunnlag/datagrunnlag

Eksisterende kunnskap er hentet fra geologiske og hydrogeologiske kart fra NGU, underlagskart fra kartverket og naturtypekart fra Miljødirektoratet. Grunnlagsdata for å finne løsmassetykkelse er basert på tidligere grunnundersøkelser fra forstudiet [5] og grunnundersøkelser fra fremtidig utbygging av ny Sarpsbru [6]. Poretrykksdata er hentet inn fra samtidig prosjektering for ny Sarpsbru av Multiconsult [6]. Berggrunnsforholdene og de generelle geologiske forholdene er hentet inn fra ingeniørgeologisk kartlegging



i forbindelse med forstudiet til Sarp 2 [7]. En oversikt over registrerte grunnvannsbrønner og energibrønner er funnet i grunnvannsdatabasen Granada [8].

Kunnskapen er supplert med nye befaringer fra ingeniørgeologi, hydrogeologi og naturmiljø [9]. Nye grunnundersøkelser er også utført i denne omgang for å gi et bedre bilde av spesielt inntakskanalen/inntaksgropen. Det er utarbeidet en egen fagrapport som tar for seg beregning av setningsomfang ved ulike innlekkasjer til byggegrop og tunnel [1]. Ingeniørgeologi har gjennomgått eksisterende grunnlagsmateriale for å vurdere grunnforhold og byggbarhet, noe som resulterte i et ingeniørgeologisk notat [10].

### **3.4.1 Vurdering av kunnskapsgrunnlaget og usikkerhet**

#### **Grunnundersøkelser og løsmassetykkelser**

Kunnskapsgrunnlaget er ikke på et veldig detaljert nivå i denne fasen av prosjektet. På et tidlig stadium som konsekvensutredning er det som regel begrenset med grunnundersøkelser som er utført. Det er utført grunnundersøkelser på et begrenset område for å kartlegge dybder til berg i en enkel linje langsmed tunnelprofilen, noen seismikktransekt, og noe mer nøye kartlegging rundt byggegropen for inntaket. Lenger ut fra tunnelprofilen og byggegropene, er det ikke særlig god dekning av grunnundersøkelser.

For å se på setninger grunnet grunnvannssenkning, er man avhengig av å ha et løsmassetykkelseskart for et større område utenfor selve tunnelen og byggegropene. Det blir derfor knyttet større usikkerhet til interpolering av løsmassetykkelseskart når grunnundersøkelsene ikke er dekkende nok. Det har derfor blitt gjort faglige vurderinger for å dekke kunnskapsmanglene i grunnundersøkelsene, noe som gjør at feilmarginen på løsmassetykkelseskartet blir større enn om grunnundersøkelsene var mer dekkende. I en senere fase er det planlagt å utføre flere grunnundersøkelser der det er et behov for å minske usikkerheten i løsmassetykkelse og finne ut mer om egenskapene til løsmassene.

#### **Poretrykks- og grunnvannsmålinger**

Det er svært lite tilgjengelig poretrykksdata for det gjeldende området. Det er kun installert 2 poretrykksmålere i løsmasser konsentrert på et lite område i nord. Dette er en stor usikkerhet som vil påvirke resultatene. Det vil bli installert flere poretrykksmålere i en senere fase for å dekke et større område rundt tiltaket og fort å få en bedre oversikt over poretrykket. Det bør da installeres poretrykksmålere i flere dybder på samme punkt.

Det er ikke etablert overvåkningsbrønner med målinger av grunnvannsnivå i berg. Dette vil vurderes i en senere fase.

#### **Kartlegging av tjern og dammer**

Det er ikke utført en detaljert kartlegging av hvordan grunnvannet påvirker vannstanden i tjern/dammer. Naturlige tjern og dammer kan være avhengig av grunnvannstilstrømning eller et naturlig høyt grunnvannsnivå, mens kunstige/anlagte tjern og dammer ikke nødvendigvis vil være særlig sårbare for en grunnvannsendring. Før bygging må det undersøkes om de kartlagte tjernene er i kontakt med grunnvann eller ikke.

#### **Kartlegging av setningsømfintlige bygninger og infrastruktur**

Det er ikke utført noen kartlegging av setningsømfintlige bygg eller infrastruktur som kan ta skade av setninger. Det må derfor antas at eldre bygninger lettere kan ta skade av setninger, mens nyere bygninger



vil holde seg bedre. Dette trenger ikke nødvendigvis være tilfelle, og vil gi en svakhet i vurderingene. Det bør vurderes å kartlegge fundamenteringsforhold for utsatte bygninger i en senere fase.

Setningsanalysen som er utført, og brukes som input til konsekvensutredningen, er en enkel modell som kun kan brukes til innledende vurderinger. Verdier fra setningsberegningene vil avvike fra faktiske verdier under anleggsfase og driftsfase, og må brukes med forsiktighet.

### **Kartlegging av grunnvannsbrønner og grunnvannskilder**

Det er ikke utført noen kartlegging av grunnvannsbrønner i forbindelse med tiltaket. I et gammelt jordbruksområde er det sjeldent at grunnvannsbrønner og grunnvannskilder er registrert i grunnvannsdatabasen «Granada». Det kan derfor være grunnvannsbrønner eller kilder i influensområdet som ikke er kjent på stadiet for konsekvensutredningen. Det må kartlegges i en senere fase om det er noen grunnvannsbrønner innenfor utredningsområdet og om de i så fall er i bruk.

## **3.5 Utredningsmetodikk**

Konsekvensutredningen av hovedtema grunnvann er basert på Statens vegvesens håndbok for konsekvensanalyser V712 [11]. I V712 er grunnvann et eget deltema under fagtema naturressurser, og deltema er konsekvensutredet i tråd med den fagspesifikke metodikken. De andre deltemaene under naturressurstema er vurdert av Hafslund. For å svare ut de andre kravene til utredning av hydrologi (se kap. 3.3) er det gjort en skjønsmessig vurdering av påvirkningsgrad basert på V712.

### **3.5.1 Hovedtemaer**

Metoden for vurdering av konsekvenser for tema hydrogeologi er delt inn tre hovedtemaer som kan bli påvirket av grunnvannsendringer grunnet tiltaket:

**Hovedtema 1** *Setningsproblematikk for bygninger, jernbanelinje og annen infrastruktur*

**Hovedtema 2** *Grunnvannstilgang i fremtiden (brønner og kilder)*

**Hovedtema 3** *Fuktkrevende natur og tjern*

Utredningsområdet som blir vurdert strekker seg 300 m til østlig side av tiltaket, og frem til Glomma i vestre side av tiltaket (Figur 4-1).

Det vil gjøres en samlet vurdering av konsekvensgrad for hvert hovedtema. Konsekvensgrader oppsummeres i tabell, og samlet konsekvensgrad for alternativet angis. Den samlede konsekvensgraden er begrunnet tekstlig, slik at det kommer tydelig frem hva som ligger til grunn for vurderingen.

### **3.5.2 Kriterier for verdisetting**

Verdisetting av grunnvann må ta utgangspunkt i forekomstens viktighet som vannkilde, både i nasjonal og lokal sammenheng. Ett vurderingsgrunnlag er hvor mange personer som forsynes av grunnvannet, og hvor stor andel det er av en kommunes befolkning. Det er også vesentlig å vurdere hvilke bedrifter, offentlige institusjoner og andre næringer som dekkes, hvor viktig grunnvannet er for dem, og hvor viktige det er for resten av samfunnet. Tabell 3-1, som er hentet fra Statens vegvesens håndbok for konsekvensanalyser, viser hvordan verdisetting av grunnvann og vannforsyning vil bli gjort i denne konsekvensutredningen. Skala for verdivurdering er vist i Figur 3-1.

Tabell 3-1: Verdisetting av grunnvann under registreringskategori vann for fagtema naturressurser. Modifisert etter Statens vegvesens håndbok for konsekvensanalyser V712 [11].

Registrerings-kategori	Del-kategori	Ubetydelig verdi	Noe verdi	Middels verdi	Stor verdi	Svært stor verdi
Vann	Vann-forsyning/ drikkevann		<5% av bosettingen	5-20% av bosettingen	21-70% av bosettingen	>70% av bosettingen
	Grunnvann			Akvifer med god vanngiverevne (til utpumping) og mindre god vannkvalitet.	Akvifer med god vanngiverevne (til utpumping) og vann av god vannkvalitet.	Akvifer med stor vanngiverevne (til utpumping) og vann med svært god vannkvalitet.

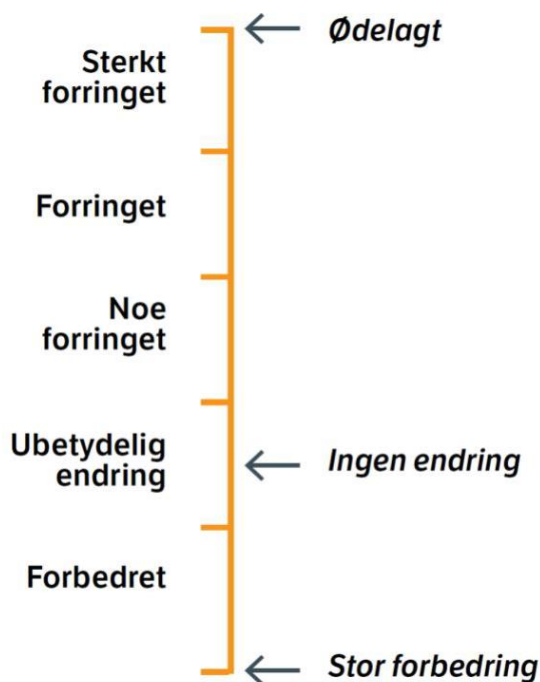


Figur 3-1: Skala for verdigradering. Figur hentet fra V712. Verdi markeres med pil som kan flyttes langs skalaen. Verdiskalaen sammenfaller med x-aksen i konsekvensvifra (Figur 3-3).

Grunnvann vil i noen tilfeller også ha betydning for nedstrøms vassdrag. Dette gjelder hvis de i hele eller deler av året utgjør en vesentlig del av vassdragets vanntilførsel, eller forurenset grunnvann kan påvirke vassdraget negativt.

### 3.5.3 Kriterier for påvirkning

Her vurderes hvorvidt planen eller tiltaket vil virke positivt eller negativt. Påvirkning skal vurderes i forhold til situasjonen i 0-alternativet. For tiltak gjelder også kunnskap om anleggsperioden, og hvilke skadereduserende tiltak som inngår. Skala for vurdering av påvirkning er vist i Figur 3-2.



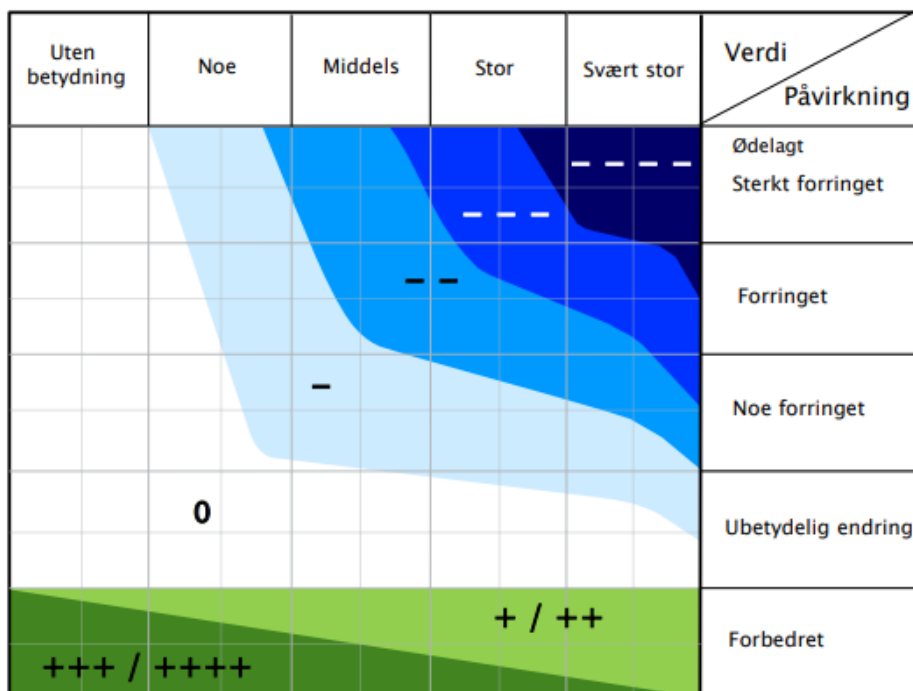
Figur 3-2: Skala for vurdering av påvirkning. Figur hentet fra V712. Ingen endring utgjør nullpunktet på skalaen. skalaen sammenfaller med y-aksen på konsekvensvifta (Figur 3-3).

Tabell 3-2. Veiledning for vurdering av påvirkning av deltema grunnvann under fagtema Naturressurser. Kilde: V712

Tiltakets påvirkning	Jordbruk	Reindrift	Utmark	Fiskeri	Vann	Mineralressurser
Ødelagt/ sterkt forringet	Betydelig areal foreslås omdisponert. Utbyggingsforslaget berører kjerneområde for landbruk eller et stort, sammenhengende jordbruksområde slik at det i stor grad reduserer muligheten til effektiv utnyttelse av jordbruksareal.	Stenging av flyttlei. Inngrep i kalvingsområder som gjør disse ubrukelige. Inngrepet avskjærer eksisterende beiteområder for framtidig bruk.	Arealbeslag eller fragmentering som fjerner muligheten til effektiv utnyttelse av beiteområder. Fragmentering, vandringshindre eller andre effekter som fjerner mulighetene for næringsmessige utnyttelse av jakt og fiske.	Størstedelen av lokalitet blir varig beslaglagt. Lokalitetens funksjoner går tapt eller blir tilnærmet ødelagt.	Drikkevannskilde må tas ut av bruk. Akvifer forventes varig påvirket av forurensning eller vil få senket grunnvannstand / poretrykk.	Gjennomføring av planen vil hindre all utnyttelse eller begrense uttak av forekomsten med minst 75 % av utnyttbar mengde.
Forringet	Større areal foreslås omdisponert. Utbyggingsforslaget berører sammenhengende jordbruksområde av noe størrelse slik at det reduserer muligheten til effektiv utnyttelse av jordbruksareal.	Mindre inngrep i kalvingsområder som tilnærmet kan brukes som før. Betydelig arealbeslag eller tap av beite. Sperring av trekklei med få alternativer trekkmuligheter.	Arealbeslag eller fragmentering som i betydelig grad reduserer muligheten til effektiv utnyttelse av beiteområder. Fragmentering, vandringshindre eller andre effekter som i betydelig grad reduserer de mulighetene for næringsmessige utnyttelse av jakt og fiske.	Mer enn 20 % av lokalitet og funksjon går tapt.	Nærføring til tilsigsområde og/ eller vannkilde som gir stor fare for påvirkning av drikkevann. Utbygging over en akvifer som gir stor fare for påvirkning.	Gjennomføring av planen vil redusere uttaket med mellom 50 - 75 % av utnyttbar mengde.
Noe forringet	Mindre omdisponering foreslås. Berører et mindre og isolert jordbruksareal.	Arealbeslag eller tap av beite i noe omfang. Sperring av trekklei med flere alternativer trekkmuligheter.	Arealbeslag eller fragmentering av beiteområder som i noen grad reduserer muligheten til effektiv utnyttelse av beiteområder. Fragmentering, vandringshindre og andre effekter som i noen grad reduserer mulighetene for næringsmessig utnyttelse av jakt og fiske.	Mindre enn 20 % av lokalitet og funksjon går tapt.	Utbygging innen 200 m til tilsigsområde eller vannkilde som kan gi fare for påvirkning. Utbygging i kanten av en større akvifer som kan gi fare for påvirkning.	Gjennomføring av planen vil redusere uttaket med mellom 25 - 50 % av utnyttbar mengde.
Ubetydelig endring	Jordbruksareal/jordressurser berøres ikke, eventuelt kun noe dyrkbar jord.	Ingen eller minimal andel av beiteområde blir berørt.		Lokalitet og funksjon blir tilnærmet uendret.		
Forbedret	Bedret arrondering. Der det ligger til rette for å slå sammen dyrka jord til større enheter etter anlegg. Forbedret tilgjengelighet.	Nye/tidligere beiteområder blir gjort mer tilgjengelig. Tidligere flyttlei og trekklei kan gjenåpnes.	Bedret arrondering av beiteområder. Reduksjon av påkjørselsrisiko for beitedyr. Bedrete forhold for utøvelse av jakt og fiske (fjerning av vandringshindre, tilretteleggingstiltak for fiskeoppgang)	Tiltaket medfører opprydding i tidligere negative tiltak, eksempelvis fjerning av fyllinger som påvirker økologiske funksjoner.	Utbyggingsalternativ som eliminerer dagens påvirkning og all belastning på eksisterende vannkilde eller større akviferer.	Gjennomføring av planen sikrer adkomst til forekomst av stor eller svært stor verdi som har forhindret uttak til nå.

### 3.5.4 Konsekvensvurdering

For å fastsette konsekvensgrad kombineres vurderingene av verdi og påvirkning. Konsekvensgrad vurderes med utgangspunkt i konsekvensvifta (Figur 3-3 og Tabell 3-3). Konsekvensvifta er bygget opp slik at områder med stor og svært stor verdi kan oppnå mest negativ konsekvensgrad.



Figur 3-3. Konsekvensvifta. Konsekvensen for et delområde (her hovedtema) framkommer ved å sammenholde grad av verdi i x-aksen med grad av påvirkning i y-aksen. De to skalaene er glidende. Kilde: V712

Tabell 3-3. Skala og veiledning for konsekvensvurdering av delområder (her hovedtema).

Skala	Konsekvensgrad	Forklaring
----	4 minus (----)	Den mest alvorlige miljøskaden som kan oppnås for delområdet. Gjelder kun for delområder med stor eller svært stor verdi.
---	3 minus (---)	Alvorlig miljøskade for delområdet.
--	2 minus (--)	Betydelig miljøskade for delområdet.
-	1 minus (-)	Noe miljøskade for delområdet.
0	Ingen/ubetydelig (0)	Ubetydelig miljøskade for delområdet.
+ / ++	1 pluss (+) 2 pluss (++)	Miljøgevinst for delområdet: Noe forbedring (+), betydelig miljøforbedring (++)
+++ / ++++	3 pluss (+++) 4 pluss (++++)	Benyttes i hovedsak der delområder med ubetydelig eller noe verdi får en svært stor verdiøkning som følge av tiltaket.

Resultatene fra konsekvensvurderingene for hvert delområde ovenfor, brukes til en samlet vurdering av konsekvens for hvert alternativ. Delområdenes konsekvensgrader oppsummeres i tabell, og samlet konsekvens for alternativet angis. Den samlede konsekvensgraden er begrunnet tekstlig, slik at det kommer

tydelig frem hva som ligger til grunn for vurderingen. Tabell 3-4 gir kriterier for fastsetting av konsekvensgrad for hvert alternativ.

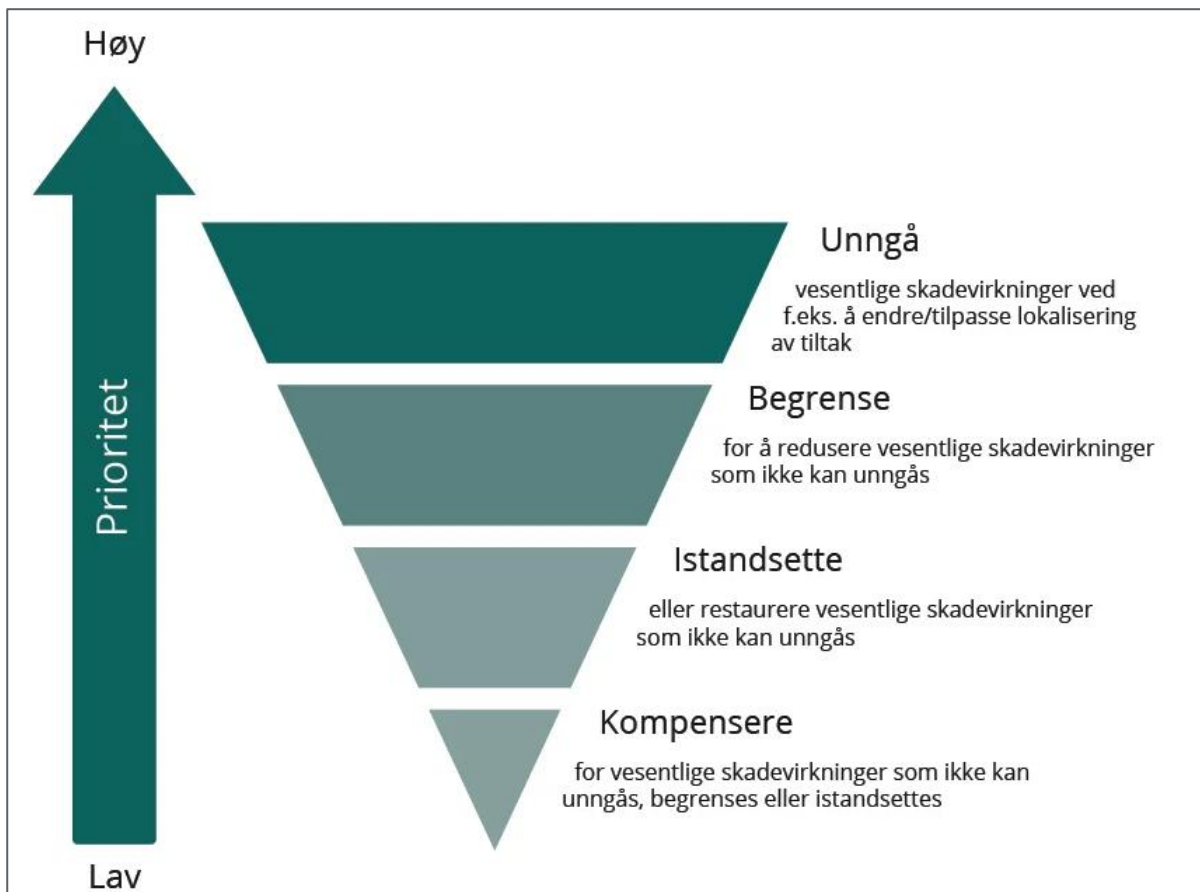
Tabell 3-4. Kriterier for fastsettelse av konsekvens for hvert alternativ.

Skala	Trinn 2: Kriterier for fastsettelse av konsekvens for hvert alternativ
Kritisk negativ konsekvens	Svært stor miljøskade for temaet, gjerne i form av store samlede virkninger. Stor andel av strekning har særlig høy konfliktgrad. Vanligvis flere delområder med konsekvensgrad 4 minus (---). Brukes unntaksvis
Svært stor negativ konsekvens	Stor miljøskade for temaet, gjerne i form av store samlede virkninger. Vanligvis har stor andel av strekningen høy konfliktgrad. Det finnes delområder med konsekvensgrad 4 minus (---), og typisk vil det være flere/mange områder med tre minus (- - -).
Stor negativ konsekvens	Flere alvorlige konfliktpunkter for temaet. Typisk vil flere delområder ha konsekvensgrad 3 minus (- - -).
Middels negativ konsekvens	Delområder med konsekvensgrad 2 minus (- -) dominerer. Høyere konsekvensgrader forekommer ikke eller er underordnede.
Noe negativ konsekvens	Liten andel av strekning med konflikter. Delområder har lave konsekvensgrader, typisk vil konsekvensgrad 1 minus (-), dominere. Høyere konsekvensgrader forekommer ikke eller er underordnede.
Ubetydelig konsekvens	Alternativet vil ikke medføre vesentlig endring fra referansesituasjonen (referansealternativet). Det er få konflikter og ingen konflikter med høye konsekvensgrader.
Positiv konsekvens	I sum er alternativet en forbedring for temaet. Delområder med positiv konsekvensgrad finnes. Kun ett eller få delområder med lave negative konsekvensgrader, og disse oppveies klart av delområder med positiv konsekvensgrad.
Stor positiv konsekvens	Stor forbedring for temaet. Mange eller særlig store/viktige delområder med positiv konsekvensgrad. Kun ett eller få delområder med lave negative konsekvensgrader, og disse oppveies klart av delområder med positiv konsekvensgrad.



### 3.6 Skadereduserende og kompenserende tiltak

Konsekvensutredningen skal beskrive de tiltakene som er planlagt for å unngå, begrense, istandsette og hvis mulig kompensere vesentlige skadevirkninger for miljø og samfunn både i bygge- og driftsfasen, jf. Forskrift om konsekvensutredninger § 23. Disse omtales som tiltakshierarkiet og er illustrert i Figur 3-4.



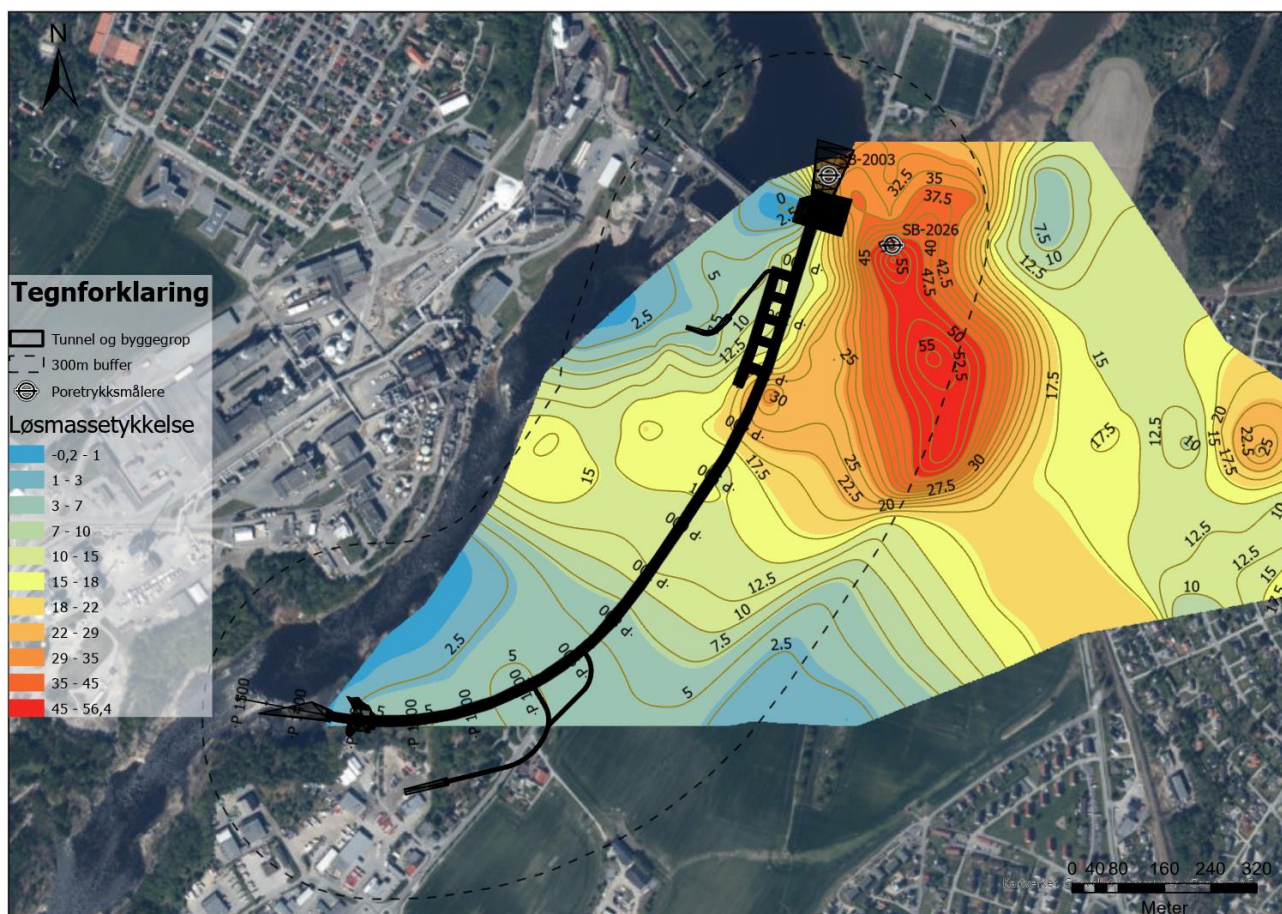
Figur 3-4: Illustrasjon av tiltakshierarkiet som skal sikre at negative konsekvenser først og fremst unngås, deretter begrenses, istandsettes/restaureres og som siste utvei kompenseres (MD-1941).

## 4 Områdebeskrivelse og påvirkning

Området som vurderes for bygging av Sarp 2 er fra Glomma i vest til omtrent 300 m øst for det nye anlegget (se Figur 4-1). Løsmassene består hovedsakelig av tykke forekomster av faste morenemasser og leire. I forbindelse med kartlegging av setningsømfintlige områder ved hjelp av BegrensSkade program [1], har det blitt interpolert løsmassetykkelse basert på tilgjengelig grunnlagsdata fra grunnundersøkelser (Figur 4-1) [1]. Det er blant annet utført CPTU, totalsonderinger og tatt ut prøver til labanalyser.

Berggrunnen i området består av granitt med pegmatittlinser [12]. Sprekkeretningen er hovedsakelig horisontal og vertikal. Under befaring av det eksisterende berganlegget for Sarp kraftverk ble det observert stedvis noe vanninnslag i form av drypp [9]. Mengden innlekkasje under befaring må sees i sammenheng med langvarig drenering av berget og vil kunne være begrenset etter så mange år fra ferdig tunnel. Hvor langt unna en poretrykkssenkning vil kunne registreres, er avhengig av blant annet sprekkens orientering, størrelse, omfang og utholdenhet. Fra ingeniørgeologisk kartlegging kommer det frem at [10] sprekkeretningen på de mest fremtredende og utholdende sprekkesettene går i nordøstlig-sørvestlig retning og er relativt vertikale. En slik orientering av sprekker kan gjøre at influenssonen til tunnelen blir mer konsentrert til over tunnel, som resulterer i at hoveddelen av grunnvannssenkningen vil kunne foregå rett ved tunnel. Det er også avdekket vedvarende horisontale sprekkesoner som kan føre til en betydelig innvirkning på størrelsen av influenssonen. Omfanget av influenssonen vil variere avhengig av hvilke sprekkesystemer tunneldrivingen krysser.

Det er installert poretrykksmålere i 2 dybder ved to punkter (se Figur 4-1). Målingene fra disse poretrykksmålerne viser et poretrykk mellom 1-5 m under terreng. Det er ingen andre målepunkter tilgjengelig for resten av området. Plot fra poretrykksmålere er vist i Vedlegg 1.



Figur 4-1: Oversiktskart med interpolert løsmassetykkelse, omriss av fremtidig anlegg, poretryksmålere og 300 m buffer.

#### 4.1 Beskrivelse av hovedtema som er vurdert

Det er identifisert tre hovedtemaer der Sarp 2 kan ha påvirkning for temaet grunnvann:

1. Grunnvannstilgang i fremtiden (brønner og kilder)
2. Fuktkrevende natur og tjern
3. Setningsproblematikk for bygninger, jernbanelinje og annen infrastruktur

#### 4.2 Vurdering av påvirkning og konsekvens

Omtrent 80 % av den totale innlekkasjen til en tunnel, kommer fra en avstand som tilsvarende 3-5 ganger dybden fra tunnellen til terrenget [13]. Ved utbyggingen av Sarp 2 vil avstanden bli på 150-250 m fra tunnelen. Den største grunnvannssenkningen vil være rett over tunnelen med en avtagende senkning med økende avstand fra tunnelen. Byggegroperne vil ha en tilsvarende virkning som tunnelene, men det er hovedsakelig byggegropen for inntakskanalen som vil ha en innvirkning pga. tykke løsmasser. Det vil være størst grunnvannssenkning nærmest byggegropene, med avtagende effekt lenger ut.

Vurderingen av påvirkning og konsekvens som er gjort i denne rapporten, legger til grunn at det ikke skal være grunnvannsdrenering som kan medføre uakseptable konsekvenser for de tre identifiserte hovedtemaene. Uakseptable konsekvenser vil i denne sammenheng være setninger på bygninger,

jernbanelinje og infrastruktur som kan medføre forringelse eller tapt verdi, skadelig drenering av tjern, og skadelig påvirkning av mulig grunnvannsbrønner eller kilder.

For å forhindre uakseptable konsekvenser må en kombinasjon av flere tiltak utføres. Listen under er ulike planlagte tiltak, basert på nåværende kunnskapsgrunnlag, som må utføres for å oppnå forutsetningen om tilstrekkelig tett konstruksjon, og for å sikre en trygg anleggsfase og minimere negative konsekvenser på nærliggende infrastruktur og bebyggelse (se også geoteknisk fagrapport [2]):

- Kontinuerlig overvåking av poretrykket i overgangen mellom løsmasse og berg under anleggsfasen til poretrykket har stabilisert seg til naturlige svingninger. Overvåkingen må bestå av flere poretrykksmålere, både i utbredelse rundt byggegrop og tunnel, og i flere dybder.
- Kontinuerlig overvåking av grunnvannsnivå i berg under og i en periode etter anleggsfasen.
- Tett støtteveggkonstruksjon/spunt. Sekantpeler settes med overlapp, og glipper tettes med eks. jetpøl.
- Tett betongdrager i overgang mellom støttevegg og bunn byggegrop i løsmasse, eller mellom bunn støttevegg og bergskjæring.
- Injeksjon i overgangen spunt og berg.
- Infiltrasjonsbrønner rundt byggegrop for å opprettholde poretrykket.
- Injisere borehull til stag og anker for å ikke få innlekkasje i disse punktene.
- Tette fortløpende der det kommer inn vann i byggegropa.
- Forinjeksjon av bergskjæringer før utsprengning av byggegrop. Dette gjøres 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 skjærmer.
- Overgangen mellom byggegrop og tunnel, samt den første delen av tunnelen må være særdeles tett.
- Behovsprøvd for- eller etterinjeksjon i utvalgte områder i arealet inne i selve byggegropa dersom det kreves særlige tettingstiltak av sålen som følge av geologien.
- Vanntett betongkonstruksjon, legge opp til at poretrykket skal opp til samme nivå som før byggegropen ble laget.
- Sonderboringer under tunneldriving for kartlegging av vannførende sprekker og svakhetssoner.
- Injeksjon av tunnel og etterinjeksjon der man ikke oppnår tilstrekkelig tetting med vanlig injeksjon. Hvis det ikke tettes under anleggsfase vil tunnelen fungere som et dreneringspunkt i uoverskuelig framtid. Fra Sarp kraftverk ble bygget på 1970-tallet og til Sarp 2 planlegges i 2023, har det kommet nye injeksjonsstandarder og prosedyrer når tunneler bygges som kan gjøre anlegget tettere. Etterinjeksjon har ofte liten effekt på total innlekkasje, og bør ikke ses på som et alternativ til forinjeksjon

#### **4.2.1 Senkning av grunnvann i mulige grunnvannsbrønner eller kilder**

Om grunnvannet lekker inn til byggegropene eller tunnelen i anleggsfasen, vil det bli en lavere grunnvannstand spesielt rett over tunnelen og rett ved byggegropene. Dette kan føre til mindre tilgjengelig grunnvann for mulige grunnvannsbrønner eller kilder som ligger nært anlegget. Hvis det brukes grunnvann til husdyrhold, privat drikkevann eller vanning av jorder, vil det være ugunstig med lavere grunnvannstand. For at dette skal ha en stor negativ virkning må det være flere ugunstige forhold.

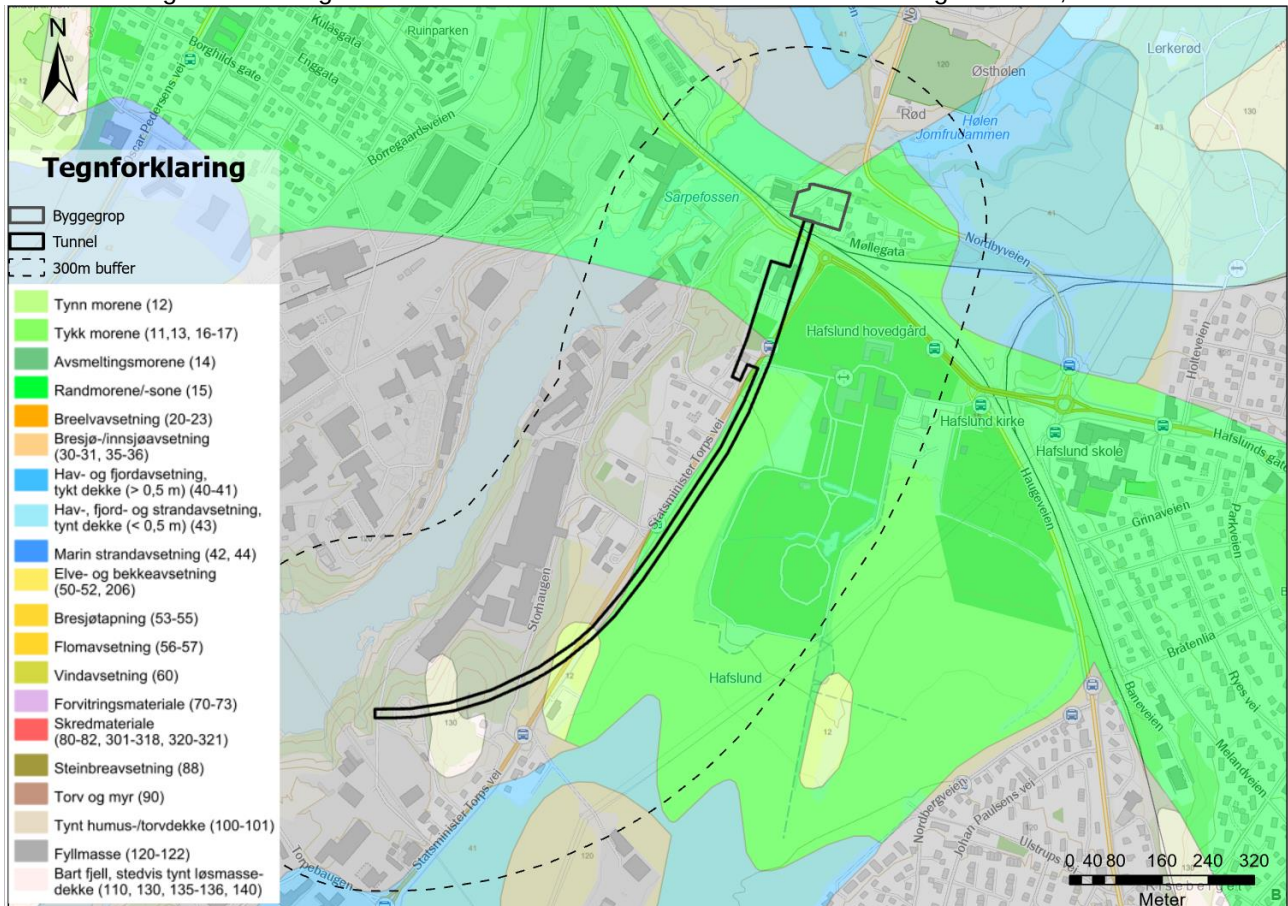
- Det må være lite tilgjengelig grunnvann
- Det må være grunne brønner, spesielt hvis det er løsmassebrønner
- Man er svært avhengig av stor vanntilgang i tørre perioder



Det er ikke noe som tilsier at det skal være lite tilgjengelig vann i området. Glomma stuves opp ved Sarpsfossen og det er en knekk i Glomma akkurat ved samme område. I tillegg kommer elven Nipa ut og møter Glomma i samme område. Disse faktorene gjør trolig at poretrykket i området vil være høyt, siden Glomma presser mot elvebredden i øst hvor også Nipa kommer ut. Høyt poretrykk kommer frem i poretrykksmålere installert i nord ved inntaksgropa, disse viser dybde til grunnvann på 1-5 m under terreng og en grunnvannsgradient mot elva (se Vedlegg 1). Det er heller ikke spesielt lite nedbør i området [14].

Eksisterende tunnel for Sarp kraftverk kan ha medført en senkning i grunnvannstand, noe som gjør at det kan være mindre tilgjengelig vann i området for mulige grunnvannsbrønner og at det vil være mer sårbart for en ytterligere grunnvannssenkning. Hvor tilgjengelig grunnvannet er for en brønn er avhengig av løsmassene. Om de er grove vil det kunne være lett tilgjengelig, i motsetning til leire som vil bety lite tilgjengelig. I utredningsområdet er det på løsmassekartet fra NGU en endemorene og løsmasser av leire (se Figur 4-2). Totalsonderingene viser at det i hovedsak er middels til bløt leire med noe sand og silt, noe som kan indikere at løsmassene ikke er godt egnet for grunnvannsbrønner [15].

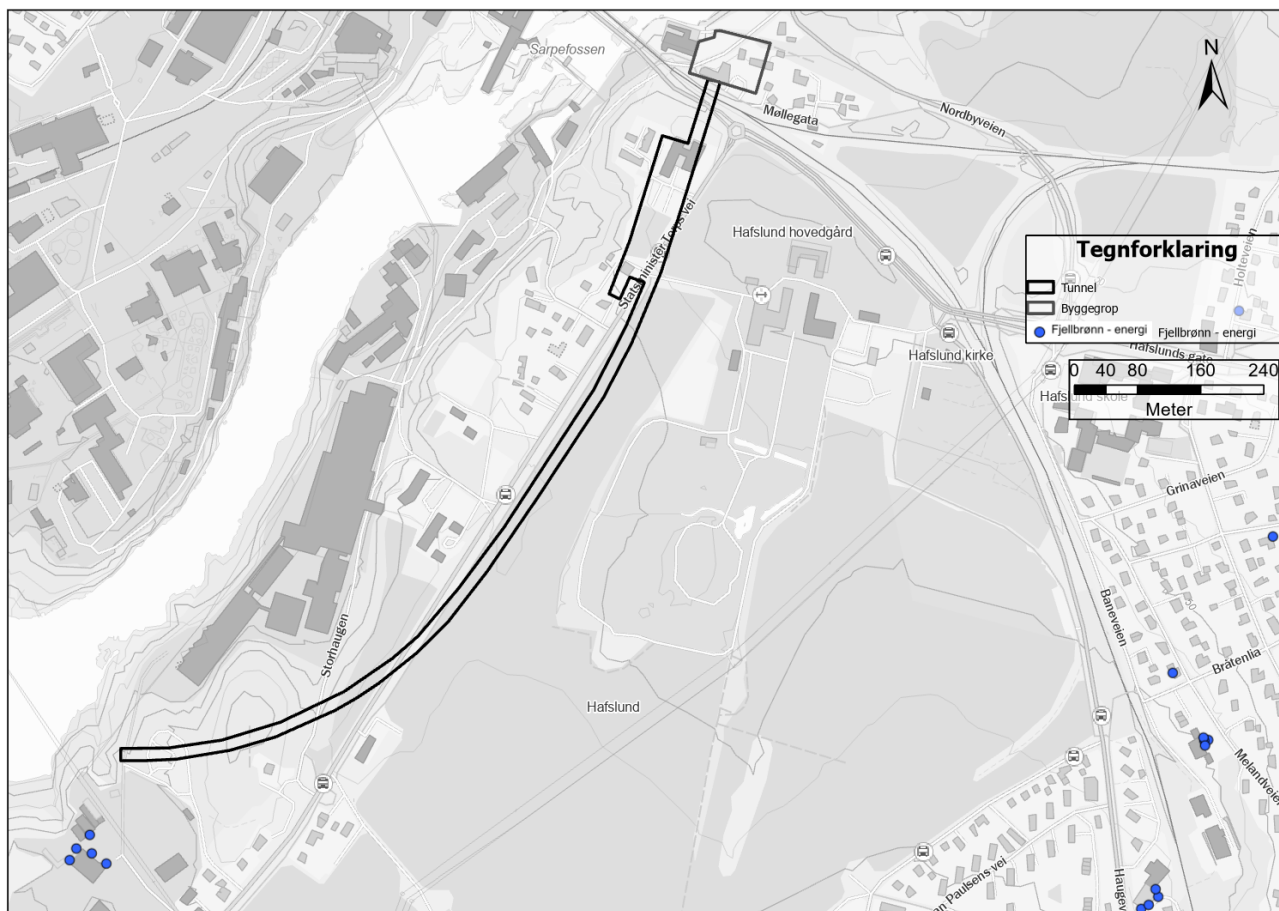
Det er ikke registrert noen grunnvannsbrønner for drikkevann innenfor utredningsområdet, men det er



Figur 4-2: Løsmassekart for utredningsområdet. Kilde: NGU

registrert noen energibrønner i grunnvannsdatabasen (Granada), omtrent 800 m øst for tunneltraseen og en liten ansamling av energibrønner 100 m sør for utløpskanalen (se Figur 4-3) [8]. Energibrønner er typisk dype (80-250 m), og det er i dette tilfellet energibrønner med en dybde på 240 m som ligger i utredningsområdet. Når brønnene er så dype, vil det måtte være en spesielt stor senkning i grunnvannet i

brønnen før det vil ha noen innvirkning på effekten til energibrønnene. Det er lite sannsynlig at dette vil skje under bygging av Sarp 2.

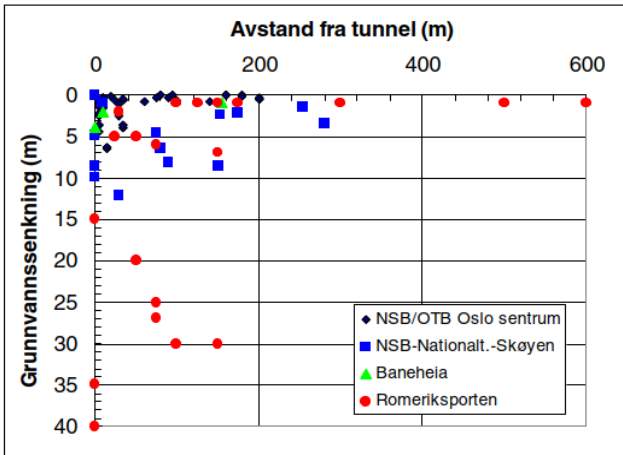


Figur 4-3: Oversikt over nærliggende energibrønner med omriss av hoveddelen av tunnel og byggegrøp ved innløpskanal. Hentet fra Granada [8].

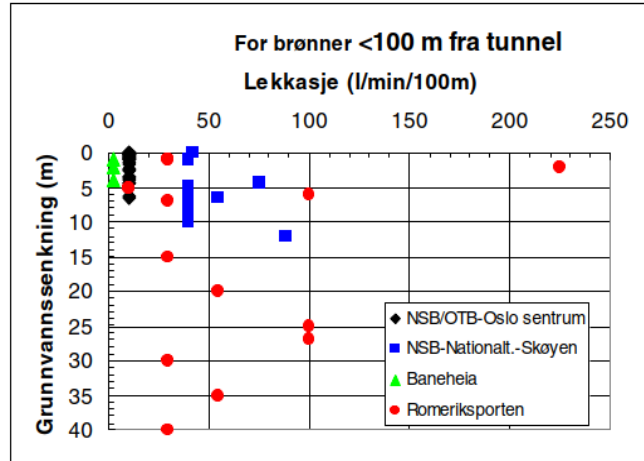
Selv om det ikke er registrert noen drikkevannsbrønner i Granada, kan det likevel være gamle brønner i området. Gamle jordbruksområder har ofte brukt grunnvann som vannkilde hvis det ikke har vært noen andre kilder til vann i nærheten. Om det er brønner som ikke er registrert, vil de trolig tilhøre Hafslund hovedgård eller jordene i utredningsområdet. Gamle brønner er ofte avhengige av høy grunnvannstand, siden de som oftest er grunne løsmassebrønner.

Det er ikke usannsynlig at det er behov for vann til vanning av jorder når det er lite nedbør. Om det er lagt opp til dette vil det være negativt om grunnvannet synker. Det er en sammenheng med mengde innlekkasje til tunnel og senkning av grunnvann (se Figur 4-5). Så om det er stor innlekkasje til tunnelen uten at dette tettes, vil det kunne bli opp mot 50 m poretrykkssenkning ved berg over tunnel (se Figur 4-5). Det er usannsynlig med en poretrykkssenkning i størrelsesorden 50 m, og hele løsmassepakken vil ikke bli drenert, men det er ikke usannsynlig med oppimot 10 m poretrykkssenkning over berg og en tilsvarende senkning i grunnvannsbrønner over og nært tunnelanlegg. Om man derfor er avhengig av vanning i tørre perioder fra grunnvannsbrønner med en plassering nært tunnelen, vil det kunne være svært negativt med en stor innlekkasje til tunnelen. Om det ikke benyttes vanning fra grunnvannsbrønner, vil dette problemet i stor grad bortfalle.





Figur 4-5: Sammenstilling av observert grunnvannssenkning i relasjon til avstand fra tunnel, hentet fra "Miljø og samfunnstjenlige tunneler" [16].

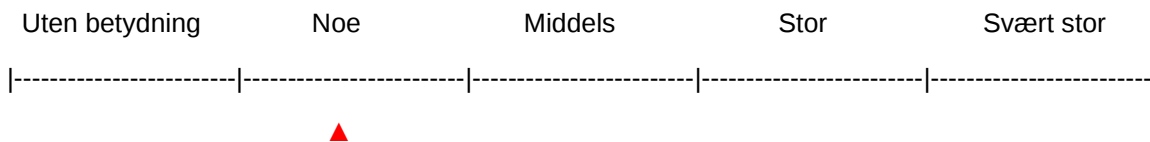


Figur 4-5: Sammenheng mellom grunnvannssenkning og lekkasje til tunnel, hentet fra "Miljø og samfunnstjenlige tunneler" [16].

Siden det legges til grunn at det ikke skal være grunnvannsdrenering som kan medføre skadelig påvirkning av mulig grunnvannsbrønner eller kilder, vil påvirkningen på mulige grunnvannsbrønner og kilder bli lav. De opplistede tiltakene vil bidra til å hindre nettopp dette.

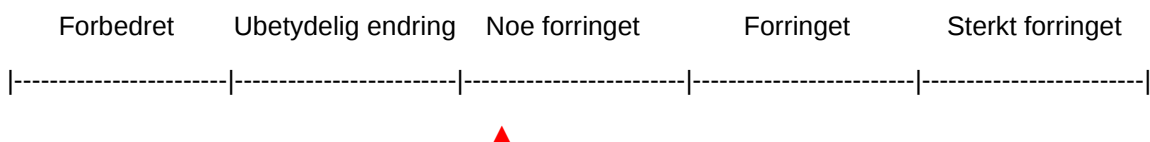
Verdivurdering

Verdien til grunnvannet som drikkevann i utredningsområdet vurderes til «Noe verdi». Årsaken er at det er uvisst om det er noen som benytter seg av grunnvannet for vannforsyning, og det er ut ifra løsmasseforholdene og geologien ikke noe som tyder på at det er en akvifer med god vanngiverevne. Det vil kunne være mulig å benytte seg av grunnvannet som drikkevann, derfor settes ikke verdien til «ubetydelig».



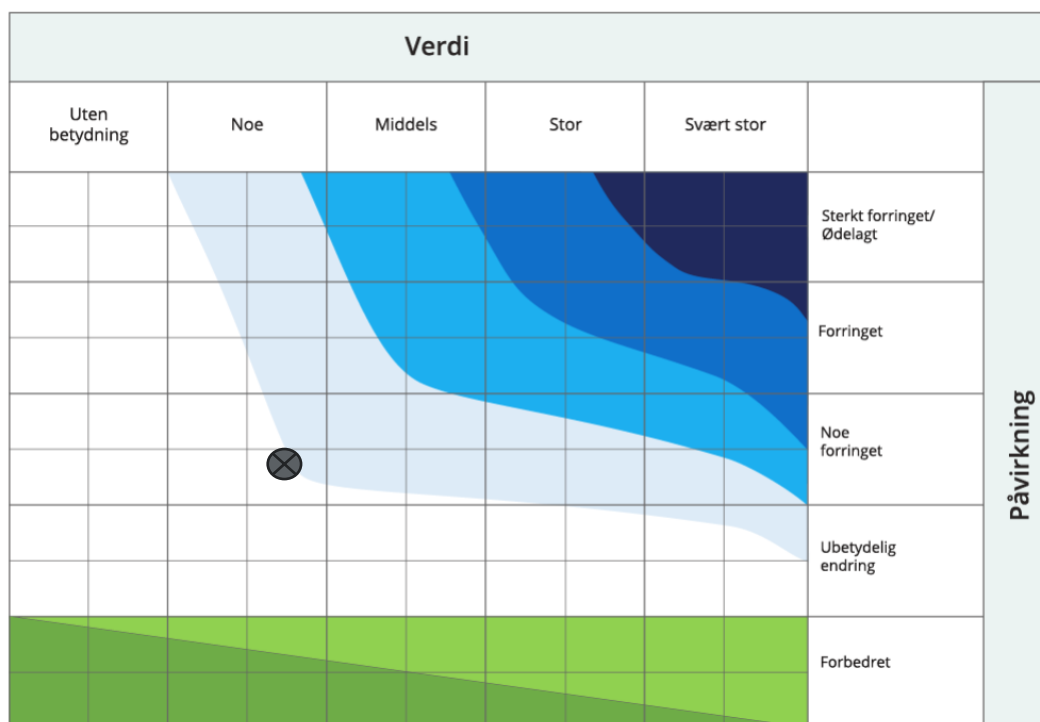
Påvirkning

Siden grunnvannet kan synke slik at potensielle drikkevannsbrønner kan bli dårligere er påvirkningsgraden vurdert til å være «noe forringet».



Konsekvensgrad

Utbygging av Sarp 2 vil kunne medføre en lavere grunnvannstand som kan være negativ for potensielle grunnvannsbrønner. Konsekvensgraden for grunnvannsbrønner i utredningsområdet er vurdert til «noe negativ konsekvens» (se Figur 4-6).

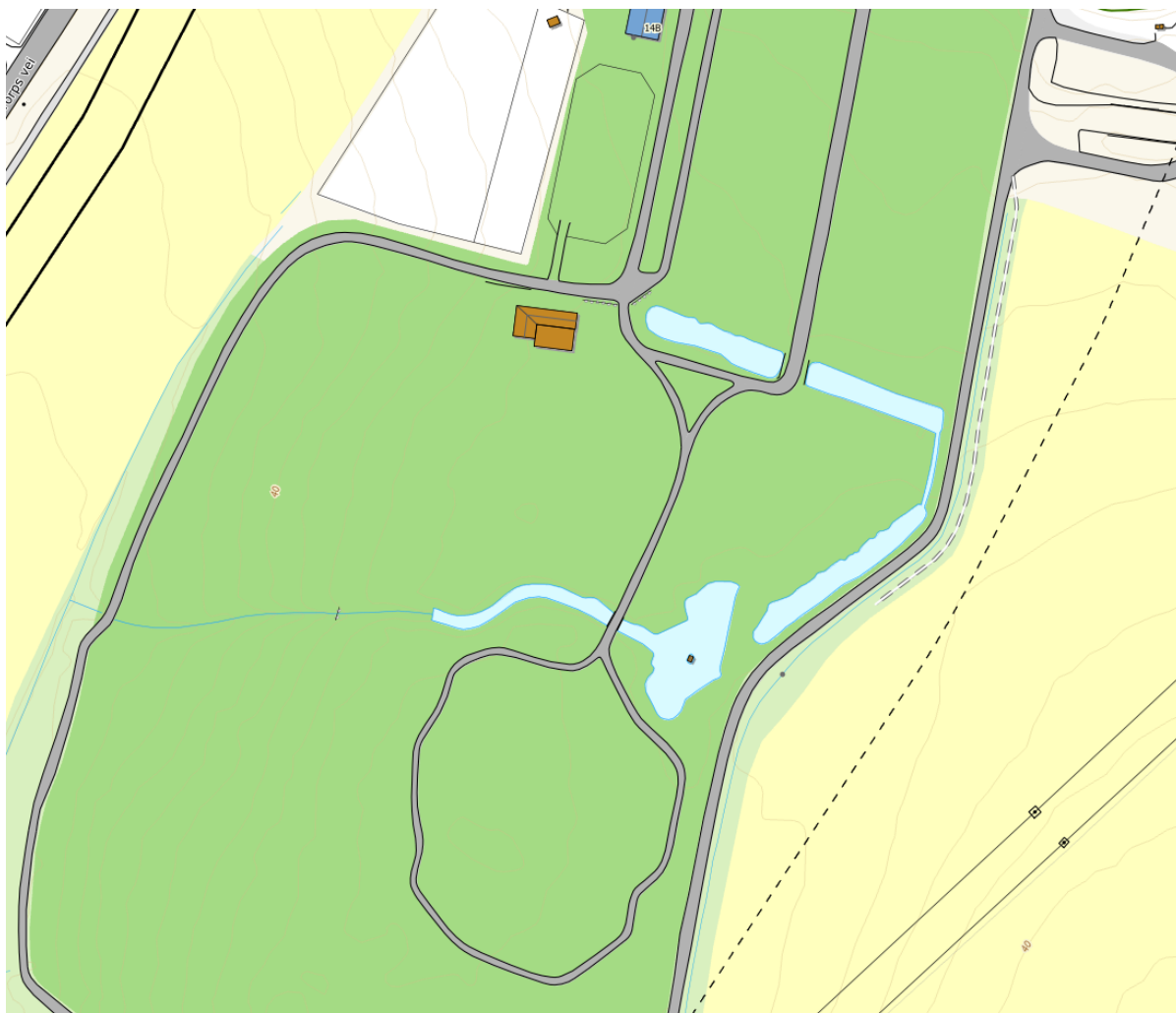


Figur 4-6: Konsekvensvifta med markering av konsekvensgrad.

#### 4.2.2 Mindre tilgang på vann for fuktkrevede natur og tjern

Det er gjort en grov kartlegging av tjern/dammer innenfor utredningsområdet [4]. Av de kartlagte områdene er det kun funnet 4 tjern/dammer på Hafslund gård (Figur 4-7). Det er usikkert om det er naturlige eller kunstig anlagte forekomster da dette er gjort via kartgrunnlag, og det er ikke funnet annen informasjon. Ledningsevnen i de 4 tjernene/dammene på Hafslund gård ble målt til 170  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Ledningsevne kan si noe om vannet kommer fra grunnvann eller regnvann. Typisk vil grunnvann ha en høy ledningsevne siden salter løses ut i vannet. Om vannet har kort oppholdstid og er styrt av nedbør kan det typisk ha 5-50  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Det er vanskelig å konkludere noe basert på den målte verdien, den er verken høy eller lav, men når det er et lite tjern er det ikke unaturlig med noe høyere verdier grunnet fordampning. Basert på den relativt høye ledningsevnen, kan man ikke utelukke at tjernene har en kontakt med grunnvannet. Om det hadde blitt logget et poretrykk med tilsvarende kotehøyde som tjernene, ville det kunne styrket antagelsen om kontakt med grunnvannet, men det er ikke mulig å benytte poretrykksmålerne som er installert ved inntakskanalen (Figur 4-1) grunnet for stor avstand.

Basert på tidligere erfaringer, er det sannsynlig at grunnvannet vil kunne bli påvirket i like lang avstand fra tunnelen som tjernene ligger [16]. Om tjernene får tilstrømning fra grunnvannet vil de derfor kunne bli påvirket av en grunnvannssenking i tunnelen. De ligger fortsatt så langt unna at om de skulle bli påvirket så er det sannsynlig at det vil være en minimal endring.



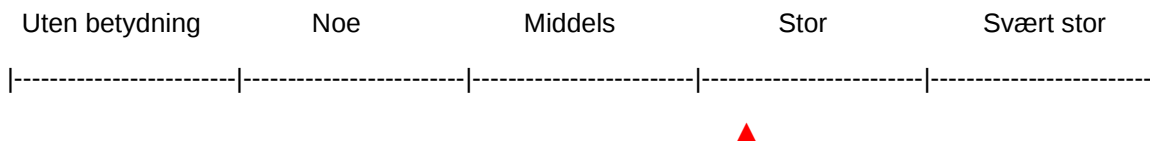
Figur 4-7: Utklippet viser 4 tjern ved Hafslund hovedgård som kan påvirkes av tiltaket.

Det er ikke registrert eller kartlagt noen andre fuktikrevende naturområder innenfor utredningsområdet. Av natur med særlig stor interesse er det registrert store hule eiketrær. Disse har røtter som i veldig liten grad er avhengig av grunnvann, og i større del avhengig av markvann. Det er derfor valgt å ikke vurdere disse innenfor hydrogeologi. Vanntilgang for annen type skog og jordbruk vil med stor sannsynlighet ikke bli påvirket av grunnvannssenkning. Det vil være markvann som er styrt av nedbør og avrenning, som i størst grad er viktig for skog og jordbruk i dette området. Sarp 2 utbygging vil ikke påvirke dette i nevneverdig grad. Videre påvirkning av natur og miljø tas opp i rapport for naturmangfold [4].

Verdivurderingen, påvirkning og konsekvensgrad for tjernene er gjort i rapport for Naturmangfold [4].

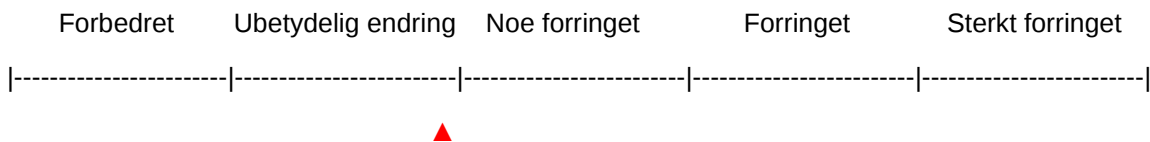
Verdivurdering

Verdivurderingen i rapport for naturmangfold gir tjernene en «stor» verdi da dette er en naturtype som bidrar til biologisk mangfold.



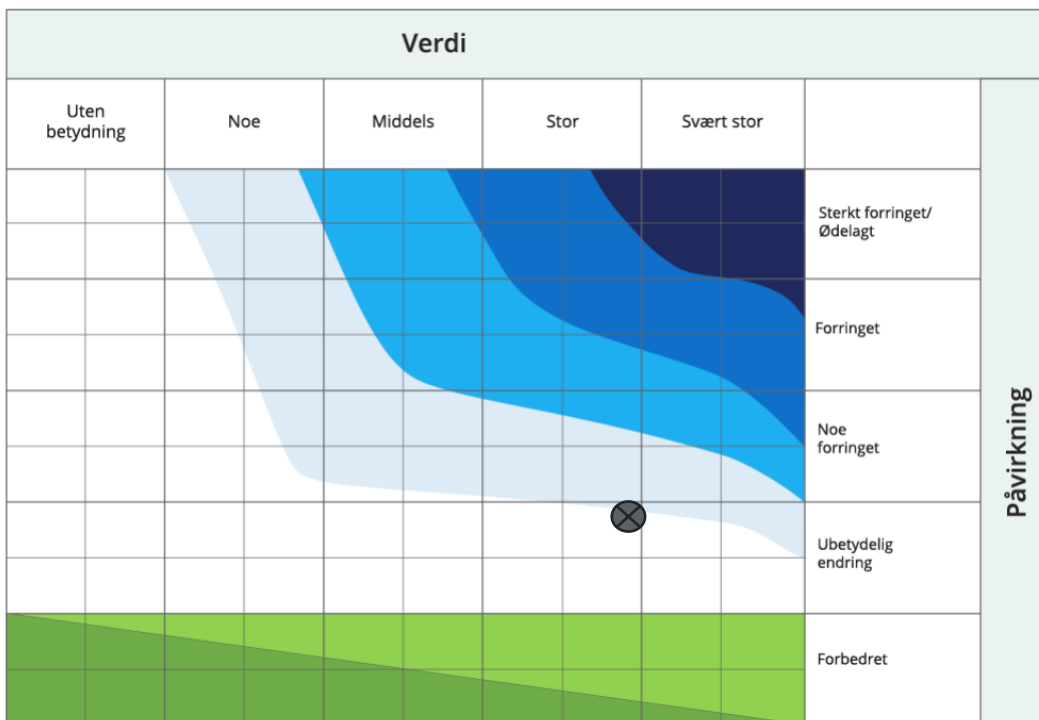
Påvirkning

Påvirkningen er satt i rapport for naturmangfold til å være ubetydelig endring. Dette er begrunnet i sannsynlighet for påvirkning, og hvis det blir noe lavere vannstand vil det ha liten innvirkning.



Konsekvensgrad

Konsekvensgraden for fuktrevende natur og tjern i utredningsområdet er vurdert i rapport for naturmangfold til «ingen konsekvensgrad».



Figur 4-8: Konsekvensviften med markering av konsekvensgrad.

### 4.2.3 Setninger på bygninger

I dag er området påvirket av den tidligere utbyggingen av Sarp kraftverk. Bebyggelsen rett over og vestover mot Glomma fra planlagt Sarp 2 avløpstunnel, har ifølge Insar (satellittbaserte målinger) noe pågående setninger, men kun i størrelsesorden 0,5 mm/år [17]. Dette er beskjedne setninger.

Ved tunneldriving og bygging under grunnvannstand i byggegroper vil det kunne bli innlekkasje av grunnvann dersom strenge tett tiltak ikke utføres. Siden grunnvann sammen med løsmassene fungerer som en enhet, vil det kunne bli setninger om man tar vekk deler av grunnvannet. Om bakken setter seg kan hus som er fundamentert direkte på bakken ta skade, spesielt hvis det blir skjevsetninger. Hvor stor andel setninger det blir er hovedsakelig avhengig av to faktorer. Det ene er hvor motstandsdyktig løsmassene er for setninger, som er kort forklart avhengig av løsmassetypen. Typisk vil leire kunne sette seg mer enn morene, grus og sandige løsmasser, men det er også avhengig av andre geotekniske faktorer. Den andre faktoren er hvor stor innlekkasje det er av grunnvann til byggegroper og tunnel. Ved stor innlekkasje vil det oftest bli større setninger (se også geoteknisk fagrapport [2]).

Det er utført en innledende setningsanalyse som belyser områder som kan være utsatt for setninger, og hvor stor innlekkasje det kan være til byggegroper og tunnel. Dette er sammenfattet i en egen rapport [1]. Analysen tar for seg en forenkling av tunnel med kun hoveddelen av tunnelen og byggegroppen for inntakskanalen siden løsmassetykkelsen er stor her, og det antas liten setningsproblematikk i forbindelse med utløpskanalen. Rapporten tar for seg ulike scenarier av innlekkasje og brukes til å vurdere hvilken grad det er nødvendig å utføre tiltak.

Setningsanalysen viser at det vil kunne bli setninger på nærliggende bygg. Utbyggingen av ny Sarpsbru gjør at nærliggende bygg til byggegroppen likevel skal rives slik at setningsproblematikk på disse byggene vil bortfalle. Det er stor forskjell på hvor store setninger bygg vil få avhengig av hvor mye vann det lekker inn til tunnel og byggegroper. Med stor innlekkasje til tunnel, 20-30 l/min/100m, og stor innlekkasje til byggegroppen, vil det kunne bli 3-4 cm setninger på bygg som er nært byggegroppen og som er rett over tunnelen. Med tiltakene som er listet opp i kap. 4.2 vil man kunne begrense slike setninger i veldig stor grad, siden innlekkasjene vil bli særdeles lave.

Det er ikke kartlagt hvor ømfintlige bygningene er for setninger. Så det må antas at alle bygningene er like ømfintlige. Med denne antagelsen vil bygningene rett over tunnelen og nært byggegroppen være mest sårbar for setninger, mens Hafslund hovedgård som ligger lenger unna vil være mindre sårbar. Som nevnt tidligere i kapitlet er det kartlagt vertikale, nordøst-sørvestlige sprekker som ytterligere kan forsterke antagelsen om at bygninger rett over tunnel vil være mest utsatt ved innlekkasje til tunnel [10].

Når det legges til grunn at det ikke skal være grunnvannsdrenering som kan medføre uakseptable konsekvenser vil dette si at det kommer til å bli utført omfattende tetting av byggegroper og tunnel. Med det som forutsetning vil det bli mindre setninger og konsekvensgraden vil bli lav.

#### Konsekvensgrad

Ved å legge til grunn at det ikke skal være grunnvannsdrenering som kan medføre uakseptable konsekvenser vil konsekvensgraden for setninger på bygninger i utredningsområdet vurderes til «noe negativ konsekvensgrad». Det kan ikke utelukkes at det vil bli små setninger, men det forutsettes at det ikke vil bli i nevneverdig størrelsesorden [2].

### 4.2.4 Setninger på infrastruktur i bakken

Når bakken setter seg vil også infrastruktur som VA-rør og strømkabler sette seg. Problemet vil først komme ved store differensialsetninger mellom bygg og terreng, eller store forskjeller i setninger i terrenget. Løsmassekartet indikerer ingen store forskjeller i dybde til berg over korte avstander, og det er heller ikke



antatt at bygg som står på tykke løsmasser er fundamentert til fjell slik at infrastruktur vil sette seg mer enn bygget. Det er derfor liten sannsynlighet for at dette vil utgjøre en særlig stor risiko.

#### Konsekvensgrad

Ved å legge til grunn at det ikke skal være grunnvannsdrenering som kan medføre uakseptable konsekvenser, vil konsekvensgraden for setninger på infrastruktur i bakken i utredningsområdet vurderes til «ingen negativ konsekvensgrad».

#### **4.2.5 Setninger på jernbanelinje og vei**

Langs søndre del av byggegropen til inntakskanalen og kryssende over starten av tunnelen/forskjæringen, går det en jernbanelinje og fylkesveg 118 (se Figur 4-9). Det er gjort setningsanalyser som tar opp dette mer i detalj i en egen fagrapport [1]. Analysene viser at jernbanelinjen og vei vil kunne få store setninger om det ikke innføres strenge tiltak i byggegropen og tunnelen. Det er knyttet usikkerheter til denne rapporten da den tar for seg en forenkling av situasjonen, men den gir et bilde på hva som kan forekomme av setninger.

På lang sikt vil ikke setninger på vei være et problem. I forbindelse med utbygging av ny Sarpsbru vil eventuelle setninger som oppstår på veg bli ordnet med ny veg. For jernbanelinjen vil det kunne oppstå problemer på lang sikt om det ikke innføres tiltak. Det vil være noe uunngåelige setninger fra spuntdeformasjon (se geoteknisk fagrapport [2]), derfor vil det være særdeles viktig å hindre setninger fra grunnvannssenkning ved å innføre strenge tettetiltak og tiltak for å holde poretrykket så uendret som mulig.

#### Konsekvensgrad

Ved å legge til grunn at det ikke skal være grunnvannsdrenering som kan medføre uakseptable konsekvenser, vil konsekvensgraden for setninger på jernbanelinje og vei i utredningsområdet vurderes til «noe negativ konsekvensgrad». Det vil bli setninger grunnet deformasjon av spunt, og det er generelt vanskelig å få en helt tett byggegrop. Derfor kan det ikke antas at det ikke vil bli setninger. Det må legges opp til strenge krav for tunnel og byggegrop for å hindre stor negativ konsekvens.



Figur 4-9: Plassering av tunnel og byggegrop for inntakskanal i forhold til hovedveg og jernbanelinje.

### 4.3 Oppsummering

Data fra tidligere tunnel- og byggeprosjekter viser at det vil bli en grunnvannssenkning/poretrykkssenkning når man arbeider under grunnvannsnivået. Det er hovedsakelig 3 temaer som kan bli påvirket av en grunnvannssenkning når Sarp 2 blir bygget. Det gjelder grunnvannstilgang for potensielle grunnvannsbrønner, setninger for bygg og infrastruktur, og tilgang på grunnvann for fuktrevende natur og tjern. Årsaken til at disse temaene kan påvirkes er en grunnvannssenkning i forbindelse med innlekkasje til byggegrop og tunnel, både i anleggsfase og driftsfase. I vurdering av konsekvenser til de ulike temaene, er vurderingen i denne rapporten betinget at det utføres strenge tiltak i byggegrop og tunnel.

Det er ikke registrert noen grunnvannsbrønner i utredningsområdet, men det kan ikke utelukkes at det eksisterer noen brønner i området. Hvis det eksisterer grunnvannsbrønner vil disse kunne påvirkes noe negativt ved at det blir mindre tilgjengelig vann. Det er registrert energibrønner i sør, innenfor utredningsområdet. Disse brønnene er så dype at selv en stor grunnvannssenkning på eksempelvis 10 m vil ha liten påvirkning på effekten til energibrønnene.

Av fuktrevende natur er det registrert 4 tjern på Hafslund hovedgård. Det er usikkert om disse tjernene er naturlige eller ikke, og om de er i kontakt med grunnvann. Om de er i kontakt med grunnvann kan de bli noe

påvirket av tiltaket ved at vannstanden i tjernene kan synke, men det vurderes at dette ikke vil være i stor nok grad til å påvirke negativt. Konsekvensgraden vurderes til å være «ingen konsekvensgrad» [4]. Det er ikke registrert noen annen form for fuktgivende natur som vil påvirkes av grunnvannsendringer. Annen skogbruk eller jordbruk anses ikke å bli påvirket av tiltaket.

Det er utført setningsvurderinger basert på et beregningsverktøy i GIS, som er skrevet om i en medfølgende rapport [1]. Basert på den rapporten har det blitt vurdert at det er nødvendig å utføre mange tiltak for tetting av byggegrop og tunnel. Det vil kunne oppstå noen setninger på terrenget lokalt grunnet størrelsen og dybden på byggegropen som er grunnet i deformasjoner på spunt [2].

For å forhindre uakseptable konsekvenser må en kombinasjon av flere tiltak utføres. Listen under er ulike planlagte tiltak, basert på nåværende kunnskapsgrunnlag, som må utføres for å oppnå forutsetningen om tilstrekkelig tett konstruksjon, og for å sikre en trygg anleggsfase og minimere negative konsekvenser på nærliggende infrastruktur og bebyggelse (se også geoteknisk fagrapport [2]):

- Kontinuerlig overvåking av poretrykket i overgangen mellom løsmasse og berg under anleggsfasen til poretrykket har stabilisert seg til naturlige svingninger. Overvåkingen må bestå av flere poretrykksmålere, både i utbredelse rundt byggegrop og tunnel, og i flere dybder.
- Kontinuerlig overvåking av grunnvannsnivå i berg under og i en periode etter anleggsfasen.
- Tett støtteveggkonstruksjon/spunt. Sekantpeler settes med overlapp, og glipper tettes med eks. jetpel.
- Tett betongdrager i overgang mellom støttevegg og bunn byggegrop i løsmasse, eller mellom bunn støttevegg og bergskjæring.
- Injeksjon i overgangen spunt og berg.
- Infiltrasjonsbrønner rundt byggegrop for å opprettholde poretrykket.
- Injisere borehull til stag og anker for å ikke få innlekkasje i disse punktene.
- Tette fortløpende der det kommer inn vann i byggegropa.
- Forinjeksjon av bergskjæringer før utsprengning av byggegrop. Dette gjøres 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 skjærmer.
- Overgangen mellom byggegrop og tunnel, samt den første delen av tunnelen må være særdeles tett.
- Behovsprøvd for- eller etterinjeksjon i utvalgte områder i arealet inne i selve byggegropa dersom det kreves særlige tettingstiltak av sålen som følge av geologien.
- Vann tett betongkonstruksjon, legge opp til at poretrykket skal opp til samme nivå som før byggegropen ble laget.
- Sonderboringer under tunneldriving for kartlegging av vannførende sprekker og svakhetssoner.
- Injeksjon av tunnel og etterinjeksjon der man ikke oppnår tilstrekkelig tetting med vanlig injeksjon. Hvis det ikke tettes under anleggsfase vil tunnelen fungere som et dreneringspunkt i uoverskuelig framtid. Fra Sarp kraftverk ble bygget på 1970-tallet og til Sarp 2 planlegges i 2023, har det kommet nye injeksjonsstandarder og prosedyrer når tunneler bygges som kan gjøre anlegget tettere. Etterinjeksjon har ofte liten effekt på total innlekkasje, og bør ikke ses på som et alternativ til forinjeksjon

Ved å legge til grunn at det ikke skal være grunnvannsdrenering som kan medføre uakseptable konsekvenser, vil konsekvensgraden settes til «noe konsekvens». Uten tetttiltak og tiltak for å opprettholde poretrykket vil byggingen av Sarp 2 kunne medføre store konsekvenser som følge av setninger på jernbanelinje og nærliggende vei, samt middels konsekvens for nærliggende bygg.

Samlet vurdering for bygging av Sarp 2 og medfølgende tunneler er satt til noe negativ konsekvens ved å legge til grunn at det ikke skal være grunnvandsdrenering som kan medføre uakseptable konsekvenser. Påvirkningen på jernbane er hovedtema som gjør at utbyggingen havner på noe negativ konsekvens.

Tabell 4-1. Sammenstilling av konsekvenser av hvert alternativ for fagtema hydrogeologi. Konsekvensene er vurdert med tetting av byggegrop og tunnel med omfattende tiltak.

Hovedtema	Alternativ 0	Alternativ 1
Senkning av grunnvann i mulige grunnvannsbrønner eller kilder	Ukjent – avhengig av planlagt tiltak Sarpsbru og utførelse	Noe negativ konsekvensgrad (-)
Mindre tilgang til vann for fuktkrevede natur og tjern	-	Ingen/ubetydelig konsekvensgrad (0)
Setninger på bygninger	Ukjent – avhengig av planlagt tiltak Sarpsbru og utførelse	Noe negativ konsekvensgrad (-)
Setninger på infrastruktur i bakken	Ukjent – avhengig av planlagt tiltak Sarpsbru og utførelse	Ingen/ubetydelig konsekvensgrad (0)
Setninger på jernbanelinje og veg	Ukjent – avhengig av planlagt tiltak Sarpsbru og utførelse	Noe negativ konsekvensgrad (-)
<b>Samlet vurdering</b>	Ukjent – avhengig av planlagt tiltak Sarpsbru og utførelse	Noe negativ konsekvensgrad (-)
<b>Begrunnelse for samlet konsekvens for fagtema</b>	Områder vil kunne bli påvirket av bygging av ny Sarpsbru, dersom det ikke integreres nødvendige forebyggende tiltak i prosjektet.	Fire hovedtemaer har noe negativ konsekvensgrad og samlet konsekvens settes til noe negativ konsekvens.

## 5 Skadereduserende og kompenserende tiltak

I dette kapitlet beskrives tiltak som kan vurderes som skadereduserende og kompenserende tiltak, og hva som anbefales å utføres av supplerende arbeid.

### 5.1 Anleggsperioden

Det er omfattende tiltak som er planlagt og flere vil kunne komme til i videre prosjektering og planlegging. Det regnes derfor med at det blir lite behov for skadereduserende og kompenserende tiltak.

Tiltak for å håndtere restrisikomomenter vil identifiseres i forbindelse med risiko- og sårbarhetsanalysen i neste prosjektfase.

### 5.2 Driftsperioden

Under driftsperioden er det viktig at forarbeidet i anleggsperioden er gjort riktig; det vil være viktigst at tunnelen er tilstrekkelig tett og at konstruksjoner ellers under grunnvannstand bygges vanntett og udrenert for å minimere poretryksreduksjon.

### 5.3 Supplerende undersøkelser og utførende arbeid før anleggsstart

Datagrunnlaget som vurderingene bygger på i denne rapporten er noe begrenset. Det er enkelte undersøkelser som bør og skal utføres for å kunne konkludere bedre. Hydrogeologisk kompetanse bør være med i detaljprosjektering og planlegging av supplerende undersøkelser. I forbindelse med denne detaljprosjekteringen bør følgende utføres med hensyn til grunnvann og poretrykk:

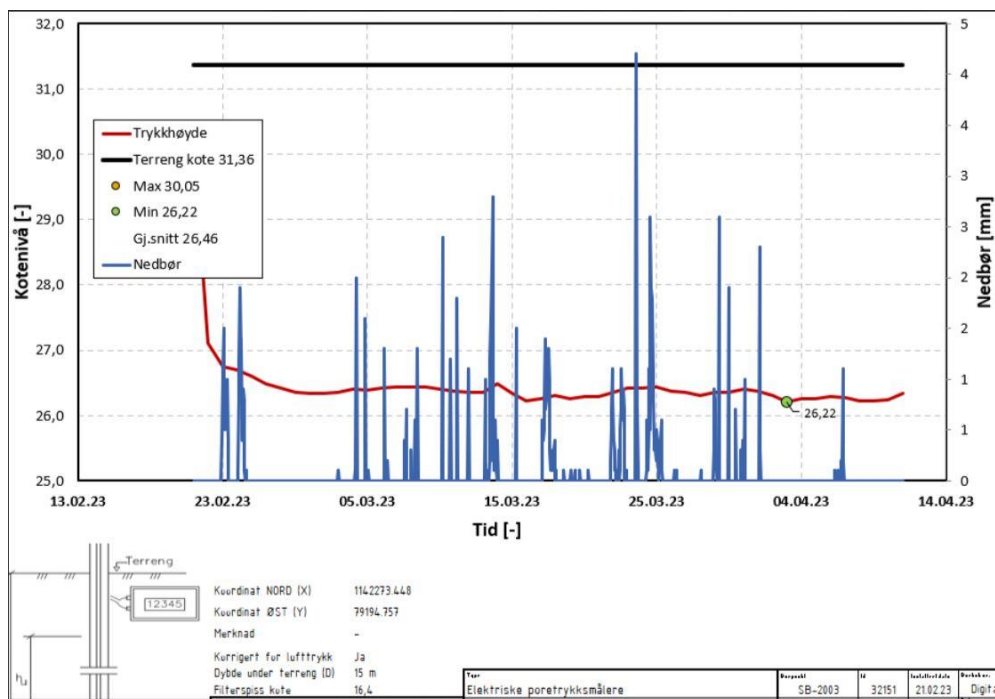
- Installere flere poretrykksmålere og etablere enkelte bergbrønner for å få bedre oversikt over tilstanden, og som kan brukes til å måle naturlige svingninger i poretrykk og grunnvann. Det bør helst måles 2 år før byggestart og være en kontinuerlig måleserie. Disse poretrykksmålere og brønnene bør benyttes som overvåkningssystem før, under og etter anleggsfasen.
- Det bør kartlegges om det er noen brønner innenfor utredningsområdet og om vanning av jorder utføres med forsyning av grunnvann.
- Det bør gjøres mer detaljerte setningsberegninger på utsatt infrastruktur som jernbane, og spesielt utsatte bygg.
- Det bør gjøres en grundigere undersøkelse om tjern i utredningsområdet er naturlige eller ikke, og om de er i kontakt med grunnvann.
- Det bør utføres en ROS analyse som belyser problemstillingen med drenering av grunnvann og setninger.
- Det bør lages en plan for kontroll og overvåking av poretrykk og setninger
- Vurdere behovet for numerisk modellering av tiltak for å tette byggeproper og tunnel tilstrekkelig.



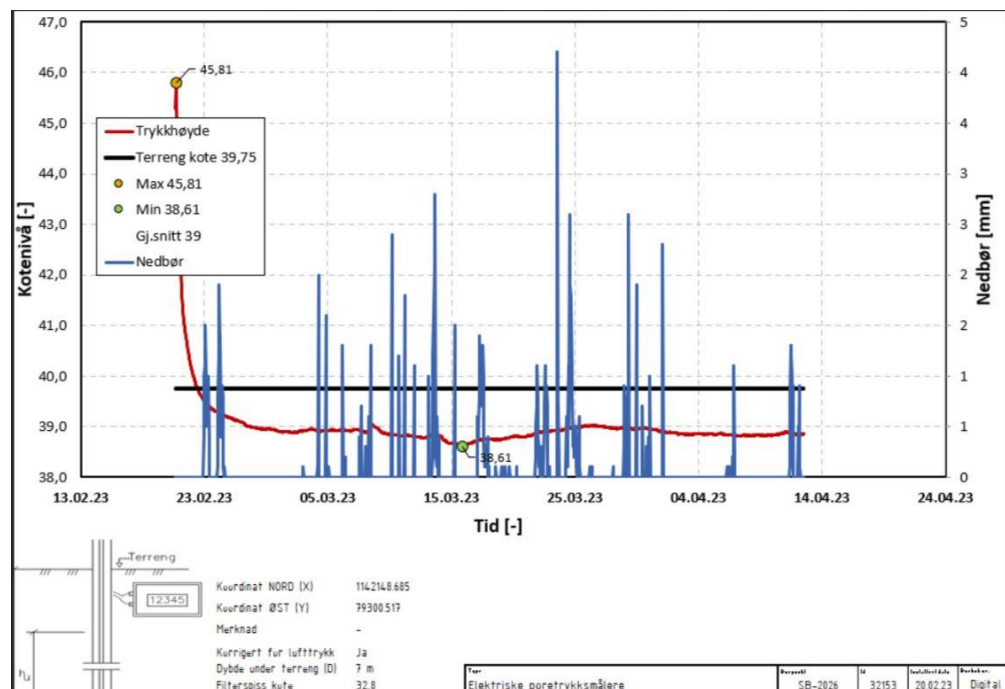
## 6 Referanser

- [1] Norconsult Norge AS, «RIGHyg-001\_ Sarp 2 Kraftverk - Begrens skade,» 2023.
- [2] Norconsult Norge AS, «RIG-R03\_Sarp 2 kraftverk - KU fagrapport Skred og nærliggende infrastruktur,» 2023.
- [3] Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), «Utredningsprogram for Sarp 2 kraftverk. Sarpsborg kommune i Viken,» 2023.
- [4] Norconsult Norge AS, «RIM-R004 Sarp 2 kraftverk - KU fagrapport maturmangfold,» 2023.
- [5] Norconsult Norge AS, «Geoteknisk Datarapport, nr. 201.04-80, rev.A,» 2013.
- [6] Multiconsult, «Fv. 118 Ny Sarpsbru, 10245026-RIG-RAP-002,» 2023.
- [7] Norconsult Norge AS, «Prosjekt Sarp: Grunnforhold og utførte grunnundersøkelser, 5110826 Rapport-4-Status-grunnforhold-REV01-m-vedl,» 2013.
- [8] Norges Geologiske Undersøkelse, «Granada - National grunnvannsdatabase,» NGU, [Internett]. Available: [http://geo.ngu.no/kart/granada\\_mobil/](http://geo.ngu.no/kart/granada_mobil/). [Funnet 29 11 2021].
- [9] Norconsult Norge AS, «52208313-RIGeo-002 Ingeniørgeologisk befaringsnotat,» 2023.
- [10] Norconsult Norge AS, «Sarp 2 kraftverk – Ingeniørgeologisk notat,» 2023.
- [11] Statens vegvesen, «Håndbok V712 - Konsekvensanalyser,» 2021.
- [12] Norconsult Norge AS, «52208313-RIG-R01 Sarp 2 – Innledende geotekniske vurderinger av byggegrop for inntakskanal og kraftstasjon,» 2023.
- [13] G. Gustafson, Hydrogeologi för bergbyggare, Värnamo: Forskningsrådet Formans, 2009, p. 167.
- [14] Metrologisk institutt, «Yr.no - Historisk vær,» [Internett]. Available: <https://www.yr.no/nn/historikk/graf/1-48509/Noreg/Viken/Sarpsborg/Sarpsborg?>. [Funnet 27 10 2023].
- [15] Multiconsult, «10249914-RIG-RAP-001 - Datarapport - Geotekniske grunnundersøkelser,» 2023.
- [16] SVV, «Miljø- og samfunnstjenlige tunneler. Undersøkelser og krav til innlekkasje for å ivareta ytre miljø,» Teknologiavdelingen. Publikasjon 103, 2003.
- [17] NGU, «Insar Norway,» [Internett]. Available: <https://insar.ngu.no/>. [Funnet 04 09 2023].
- [18] Miljødirektoratet, «Veileder konsekvensutredninger for klima og miljø (M-1941),» 2020.

Vedlegg 1, Poretrykksdata



Figur 6-1: Poretrykksdata fra måler SB-2003, rett nord for byggegropa for inntakskanalen.



Figur 6-2: Poretrykksdata fra måler SB-2026, 100 m rett øst for byggegropa for inntakskanalen.