

E-CO Energi AS

Hemsil 3 kraftverk

Fagrapport

Vanntemperatur, isforhold og lokalklima

Grunnvann

Erosjon og sedimenttransport

Skred

Geofaglige forhold

2012-08-20 Oppdragsnr.: 5121084



Rev.0	Dato: 7.11.2012	Beskrivelse Rapport	Utarbeidet Einar Markhus	Fagkontroll James Lancaster	Godkjent Oline Kleppe
-------	--------------------	---------------------	--------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------

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

Innhold

1	Innledning	6
1.1	Bakgrunn	6
1.2	Hovedformål	6
1.3	Innhold og avgrensning	6
1.3.1	Utredningsprogrammet	6
2	Beskrivelse av tiltaket	9
2.1	Hoveddata	9
2.2	Inntak, reguleringer og overføringer	10
2.3	Tunell	10
2.4	Kraftstasjon	10
2.5	Veier	13
2.6	Massedeponi	13
2.7	Nettilknytning	14
2.8	Hydrologiske endringer	14
2.8.1	Vannføringsendringer	14
2.8.2	Endringer i Eikredammen	17
2.8.3	Minstevannføring	17
3	Vanntemperatur, isforhold og lokalklima	18
3.1	Dagens situasjon	18
3.1.1	Frostrøyk	19
3.1.2	Is	19
3.2	Etter utbygging	20
3.2.1	Frostrøyk	20
3.2.2	Is	20
4	Grunnvann	22
4.1	Dagens situasjon	22
4.2	Etter utbygging	27
5	Erosjon og sedimenttransport	29
5.1	Dagens situasjon	29
5.2	Under utbygging	30
5.3	Etter utbygging	36
6	Skred	37
7	Geofaglige forhold	43
8	Avbøtende tiltak	46
8.1	Tiltak for å unngå tørre grunnvannsbrønner	46

8.2	Tiltak med hensyn på sedimenttransport og erosjon	46
8.3	Skred	46
9	Kilder	47

Sammendrag

Vanntemperatur, isforhold og lokalklima

Ved alternativ 1 vil vannføringen på strekningen Eikredammen – Svenkerud bli redusert. Dette vil medføre redusert fare for isgang spesielt i Hallingdalselva for alternativ 1. Vanntemperaturen nedstrøms kraftverksutløpet vil ikke endres i forhold til dagens vanntemperatur ved de kaldeste dagene, ved begge alternativ. Ved et eventuelt økt krav til minstevannsføring kan forholdene for isklating i Golsjuvet forverres. Med hensyn på frostrøyk er det ventet at forholdene vil bedres noe ved Gol for alternativ 1. For alternativ 2 er det ikke ventet en endring med hensyn på frostrøyk.

Omfang av endrede isforhold vurderes som lite positivt. Verdien er liten, konsekvensene med hensyn på isforhold er derfor liten positiv konsekvens.

Grunnvann

Ved tørrlagt tunnel kan vann dreneres inn i den nye overføringstunnelen. Dette kan medføre senket grunnvannstand ved tunnelen når den ikke er vannfylt. Dette kan igjen medføre tørre grunnvannsbrønner ved tunneltraseen. Det er forventet at Gol kommune sine grunnvannsbrønner vil ha tilstrekkelig med vann i forhold til dagens uttak og kapasitet.

Omfang av eventuelle tørre grunnvannsbrønner er vanskelig å fastslå, men er vurdert til middels negativt. Verdien er satt til liten da det er mulig å etablere ny vannforsyning for de som blir berørt. Konsekvensen med hensyn på grunnvann er derfor liten negativ konsekvens.

Erosjon og sedimenttransport

Utbyggingen vil medføre at en større andel av vannet vil utnyttes til kraftproduksjon. Dette vil medføre redusert flomvannføring i vassdraget mellom eikredammen og utløpet fra Hemsil II. Dette vil igjen medføre mindre fare for erosjon og sedimenttransport.

Omfang av den endrede erosjon og sedimenttransport er lite positivt. Verdien er liten, konsekvensene med hensyn på erosjon og ras er derfor liten positiv konsekvens.

Skred

På Skrednett.no er noen områder angitt som skredfarlige. Dette gjelder aktsomhetsområder for steinsprang der tippområdet overlapper utløpsområde for steinsprang ved Gol og Plassen. Tippområder som er utsatt for steinsprang må sikres før det legges ut tippmasser i de utsatte områdene.

Tippområdene Gol, Engjernatten og Plassen blir liggende innenfor utløpsområde for snøskred. Utlegging av masser i områder som er utsatt for snøskred må unngås i perioder med snøskredfare, og utformes slik at de ikke danner nye områder med fare for utløsning av skred.

Konsekvensen av utbyggingen med hensyn på skred er ubetydelig for andre enn utbygger.

Geofaglige forhold:

Konsekvens: Tiltaket er vurdert til å ha ubetydelig konsekvens med hensyn på geofaglige forhold.

1 Innledning

1.1 BAKGRUNN

E-CO Energi AS har planer om å utvide kraftverket Hemsil 2 i Gol kommune med ett nytt aggregat kalt Hemsil 3. Det er utredet to alternativer. Ett alternativ med avløp nedstrøms Hallifossen i Nes kommune, og ett alternativ med avløp sammen med dagens avløp for Hemsil 2 i Gol kommune. Tre kommuner kan berøres: Gol, Hemsedal og Nes kommuner i Hallingdal.

1.2 HOVEDFORMÅL

Hovedformålet med denne rapporten er å belyse eventuelle virkninger tiltaket kan føre til både i anleggsfasen og driftsfasen for temaene vanntemperatur, isforhold og lokalklima, grunnvann, erosjon og sedimenttransport, skred og geofaglige forhold.

1.3 INNHOLD OG AVGRENSNING

1.3.1 Utredningsprogrammet

Utredninger skal svare på i utredningsprogram gitt av NVE:

Vanntemperatur, isforhold og lokalklima

Dagens forhold i de berørte områdene skal beskrives.

Mulige endringer i is- og isleggingsforhold, vanntemperatur og lokalklima skal vurderes for både anleggs- og driftsfasen.

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

Grunnvann

Dagens forhold i de berørte områdene skal beskrives kort.

Det skal redegjøres for tiltakets virkninger for grunnvannet i de berørte nedbørfeltene i anleggs- og driftsfasen.

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

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

Erosjon og sedimenttransport

Dagens erosjons- og sedimentasjonsforhold i de berørte områdene skal beskrives. Konsekvenser skal vurderes både for anleggs- og driftsfasen.

Forekomst av eventuelle sidebekker med stor sedimentføring skal beskrives og vurderes.

Sannsynligheten for økt sedimenttransport og tilslamming av vassdragene under og etter anleggsperioden skal vurderes. Bl.a. må utvasking av ev. massedeponi inntil berørte elvestrekninger utredes.

Beskrivelsen av geofaglige forhold, spesielt løsmasseforekomster, skal danne en del av grunnlaget for vurderingene rundt sedimenttransport og erosjon.

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

Skred

Det skal gis en beskrivelse av dagens forhold. Både aktive prosesser og risiko for skred skal vurderes.

Eventuelle konsekvenser som følge av en utbygging skal vurderes for anleggs- og driftsperioden. Det skal legges spesiell vekt på risiko for skred i områder med fremtidig anleggsvirksomhet, arealinngrep, veier, boliger eller andre steder med ferdsel.

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

Geofaglige forhold

Det skal gis en beskrivelse av de geologiske forhold (bergarter, strukturer, sprekkesoner osv.) samt landformer i influensområdet. Løsmasser i nedbørfeltet skal beskrives, spesielt løsmasser i tilknytning til elveløpet. Områder med aktive prosesser som skred og andre skråningsprosesser, glasiale prosesser, frost og kjemisk forvitring skal omtales kort. Fremstillingen skal bygges opp med kart, foto eller annet egnet illustrasjonsmateriale.

Geologiske forhold må utredes for de aktuelle tunelltraseene.

Tiltakets konsekvenser for geofaglige forhold skal vurderes for anleggs- og driftsperioden.

Beskrivelsene under geofaglige forhold skal utgjøre en del av grunnlaget for vurderingene rundt skred, erosjon og sedimenttransport.

Annen forurensning

Eksisterende støyforhold og omgivelsenes evne til å absorbere støy beskrives. Dagens luftkvalitet omtales kort.

Tiltakets konsekvenser med tanke på støy, støvplager, rystelser og eventuelt andre aktuelle forhold skal utredes for anleggs- og driftsperioden, spesielt der dette vil forekomme nær bebyggelse.

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

2 Beskrivelse av tiltaket

2.1 HOVEDDATA

Prosjektområdet ligger i Hemsil og Hallingdalselva i Hemsedal, Gol og Nes kommuner i Buskerud fylke. E-CO Energi AS søker om to alternativer for utbygging, se Figur 1 og Figur 2:

- Alternativ 1 utnytter fallet mellom Eikredammen og Hallifossen i Nes kommune
- Alternativ 2 utnytter fallet mellom Eikredammen og Gol

Hemsil 2 kraftverk har i dag inntak i Eikredammen. Hemsil 2 har maksimal slukeevne på 30,8 m³/s og maksimal installert effekt på 98 MW. Hemsil 3 vil kjøres i samarbeid med Hemsil 2. Et sammendrag av utbyggingsplanene er gjengitt i dette kapitlet. For mer detaljer rundt den tekniske løsningen vises det til konsesjonssøknaden.

Tabell 1 Hoveddata for Hemsil 3 kraftverk.

	Enhet	Alternativ 1	Alternativ 2
Tilslig			
Nedbørfelt	km ²	913	913
Årlig tilslig til inntaket	mill.m ³	745	745
Spesifikk avrenning	l/s/km ²	25,9	25,9
Middelvannføring	m ³ /s	24	24
Vannvei og kraftstasjon			
Inntak	m o.h.	566	566
Avløp	m o.h.	171	196
Berørt elvestrekning i Hemsil	km	15,5	15,5
Berørt elvestrekning i Hallingdalselva	km	11	2
Brutto fallhøyde	m	395	370

Slukeevne, maks.	m ³ /s	25	25
Slukeevne, min.	m ³ /s	6,3	6,3
Tunnel, lengde	km	24	16
Installert effekt, maks.	MW	90	83
Ny produksjon			
Ny produksjon, årlig middel*	GWh	124	93
Økonomi			
Utbyggingskostnad	mill.kr	875	725
Utbyggingspris	kr/kWh	5,83	6,47
Utbyggingskostnad fordelt på energi og effekt	Ved 5 kr/kWh*	750	560
	Mill. kr per MW	1,3	2

*Inkludert minstevannføring lik dagens selvpålagte slipp på 0,1 m³/s om sommeren og 0,025 m³/s om vinteren

2.2 INNTAK, REGULERINGER OG OVERFØRINGER

Eikredammen vil brukes som inntaksbasseng innenfor de samme vannstandene som dagens Hemsil 2 kraftverk opererer under. Inntaket i Eikredammen vil bli plassert like ved dagens inntak til Hemsil 2.

Bruk av det eksisterende inntaket i bekken Logga og overføringen fra elva Ruståni vil ikke bli påvirket av den planlagte utbyggingen.

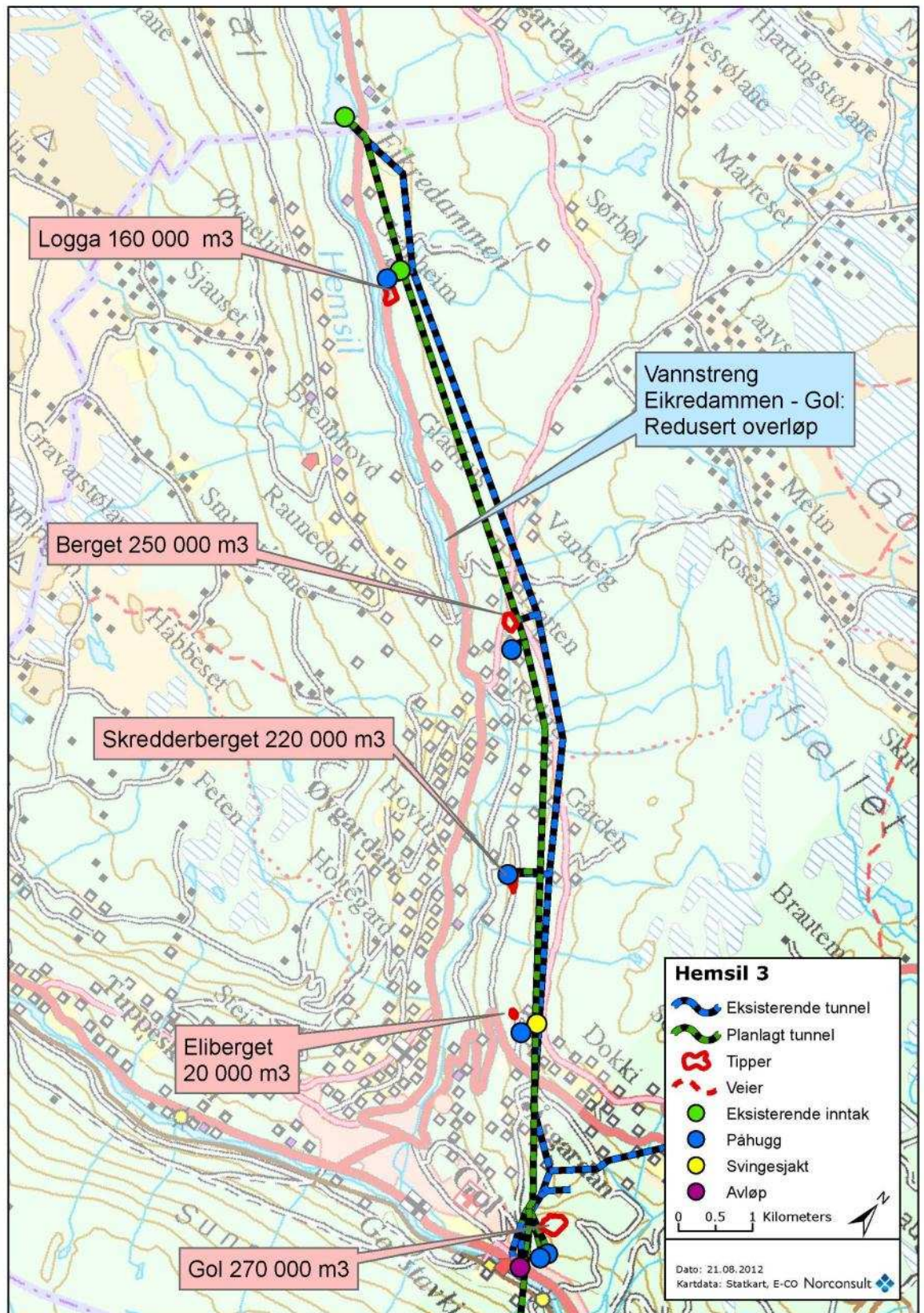
2.3 TUNELL

Det må etableres en ny tunell fra Eikredammen og ned til Hallifoss (24 km for Alternativ 1) eller Gol (16 km for Alternativ 2). Den nye tunnelen vil gå parallelt med eksisterende tunnel frem til kraftstasjonen på Gol. Eksisterende tverrslagsområder vil benyttes som adkomst, bortsett fra for svingesjakta og for Tipp Berget der det vil etableres nye påhugg. For Alternativ 1 vil avløpstunnelen krysse under Hallingdalselva og gå parallellt og vest for Hallingdalselva til utløpet nedenfor Hallifossen på Svenkerud. I tillegg er det planlagt et tverrslag under Hallingdalselva som vil ha påhugg ved Plassen, om alternativ Plassen velges fremfor alternativ Engjenatten.

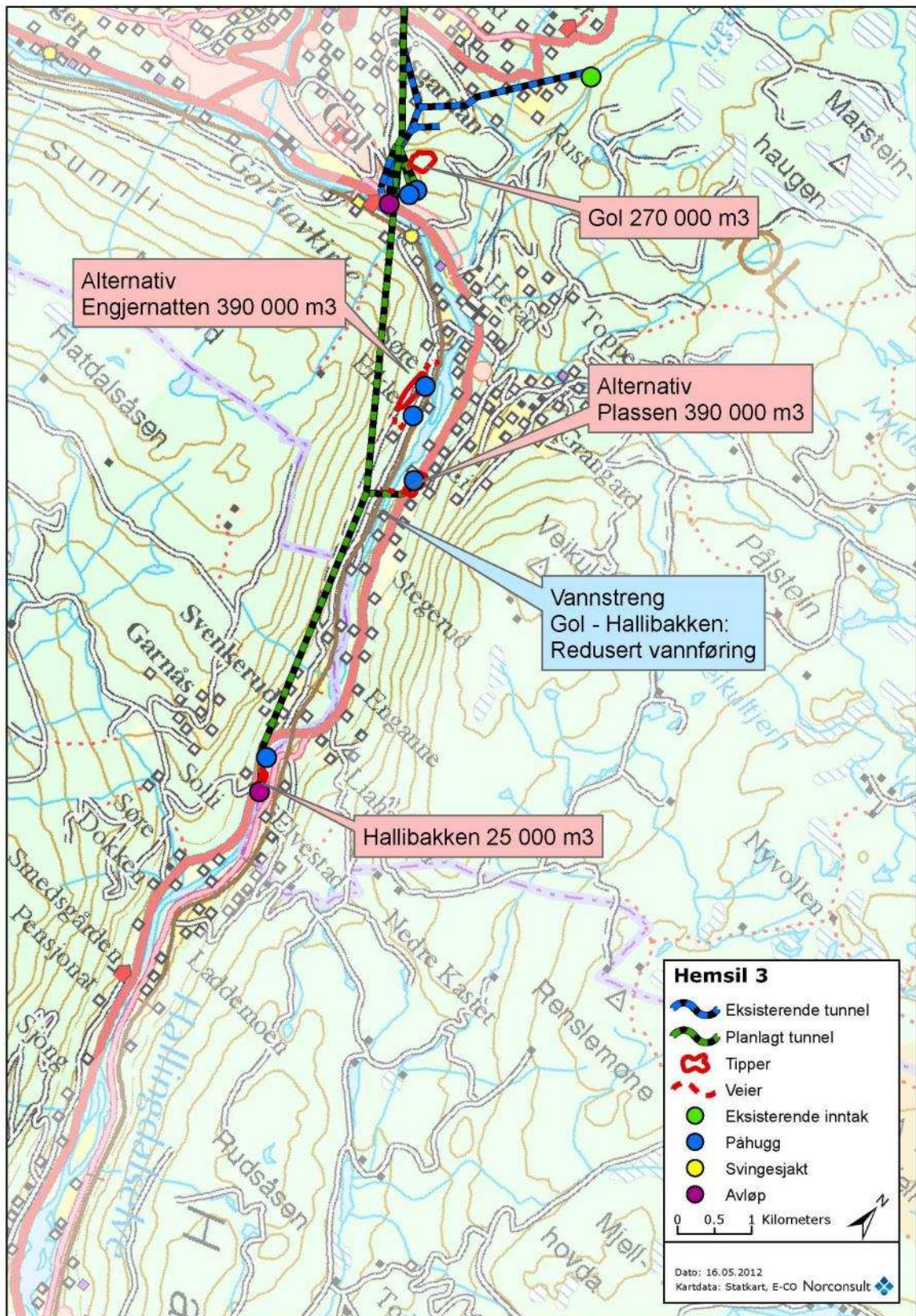
På grunn av trykkehøyde og lengde/tverrsnitt i vannveiene er det planlagt en svingesjakt ved Eliberget.

2.4 KRAFTSTASJON

Kraftstasjonen Hemsil 3 vil bli bygd i en egen fjellhall i nærheten til eksisterende Hemsil 2 kraftstasjon på Gol. For driftsfasen vil atkomsten være felles. For anleggsfasen må det etableres egen adkomsttunnel til Hemsil 3. Ved Alternativ 1 med utløp på Hallifoss vil stasjonen ligge 25 meter lavere enn stasjonen ved Hemsil II, for å utnytte fallet til nedstrøms Hallifossen. I Alternativ 2 med utløp på Gol vil stasjonen bli liggende på nivå med eksisterende stasjon.



Figur 1 Oversiktskart over Hemsil 3 mellom Eikredammen og Gol.



Figur 2 Oversiktskart over Hemsil 3 mellom Gol og Hallibakken.

2.5 VEIER

Det finnes allerede veier i tilknytning til eksisterende anlegg, tverrslag og tipper. Det vil være behov for oppgradering av skogsbilvei til tippet på Gol (også kjent som tippet Gol/Velta) og ny vei til tverrslag Berget, samt til eventuelle tipper, tverrslag og avløp mellom Gol og Hallifossen for avløpstunnelen ved Alternativ 1. Tilkomstveier til eksisterende tipper og tverrslagsområder vil benyttes, men vil forsterkes.

2.6 MASSEDEPONI

Sprenging av tunnel vil medføre et uttak av ca. 1 335 000 m³ sprengstein ved Alternativ 1 og ca. 920 000 m³ stein ved Alternativ 2. Disse tunnelmassene vil bli mellomlagret i ulike massedeponi før de mest sannsynlig vil bli brukt til samfunnsnyttige formål.

Sprengstein er en ettertraktet vare i tiltakets nærområde, og det finnes flere eksisterende tipper fra tidligere utbygginger mellom Eikredammen og Gol. Disse tippene er enten tomme eller har lite restvolum, og kan brukes til mellomlagring uten å beslaglegge nytt areal. For strekingen mellom Gol og Hallibakken vil det bli etablert nye lokaliteter for plassering av tippmasser. På denne strekingen foreligger det to alternative tipplokaliteter, Engjenatten og Plassen, i tillegg til at et mindre volum vil bli plassert ved utløpet ved Hallibakken. Fordeling av massene på de ulike foreslåtte tipplokalitetene er vist i Tabell 2. Lokalitetene er vist **iFeil! Fant ikke referanseilden.** Figur 2.

Tabell 2 Anslått volum for de ulike tippene.

Alternativ	Lokalitet	Volum, m ³
Alternativ 1 og 2 (tilløpstunnel, kraftstasjonshall og kort avløpstunnel)		
	Logga	160 000
	Berget	250 000
	Skredderberget	220 000
	Gol/Velta	270 000
	Eliberget	20 000
Alternativ 1 (lang avløpstunnel)		
Alternativ Engjenatten	Engjenatten Hallibakken	ca. 390 000* ca. 25 000*
Alternativ Plassen	Plassen Hallibakken	ca. 390 000* ca. 25 000*

* Fordelingen mellom Engjenatten/Plassen og Hallibakken kan endres noe, men total masse til fordeling mellom de to valgte tippene vil være 415 000 m³.

2.7 NETTILKNYTNING

Energien fra Hemsil 3 vil mates ut på eksisterende 300 kV nett for Hemsil 2 kraftverk. Det blir ikke behov for utvidelse av utendørs koblingsanlegg ved kraftverket.

2.8 HYDROLOGISKE ENDRINGER

Hemsil 3 kraftverk vil utnytte vannmengdene som passerer Eikredammen bedre.

2.8.1 Vannføringsendringer

Utbyggingen av Hemsil 3 vil øke slukeevnen fra 31 m³/s til 56 m³/s (kombinasjon av eksisterende Hemsil 2 og nytt Hemsil 3 kraftverk) for begge alternativene. Dette vil medføre at flomtapet over Eikredammen reduseres fra 146 mill. m³/år til 61 mill. m³/år ved en minstevannføring lik dagens slipp. Største volummessige reduksjon vil være i flomperioden i mai og juni. Antall dager med overløp vil i gjennomsnitt reduseres fra 59 til 24 ved dagens minstevannføringsregime. Tabell 3 viser antall dager med overløp (som tilsvarer antall dager med vannføring over maksimal slukeevne) ved andre minstevannføringsregimer.

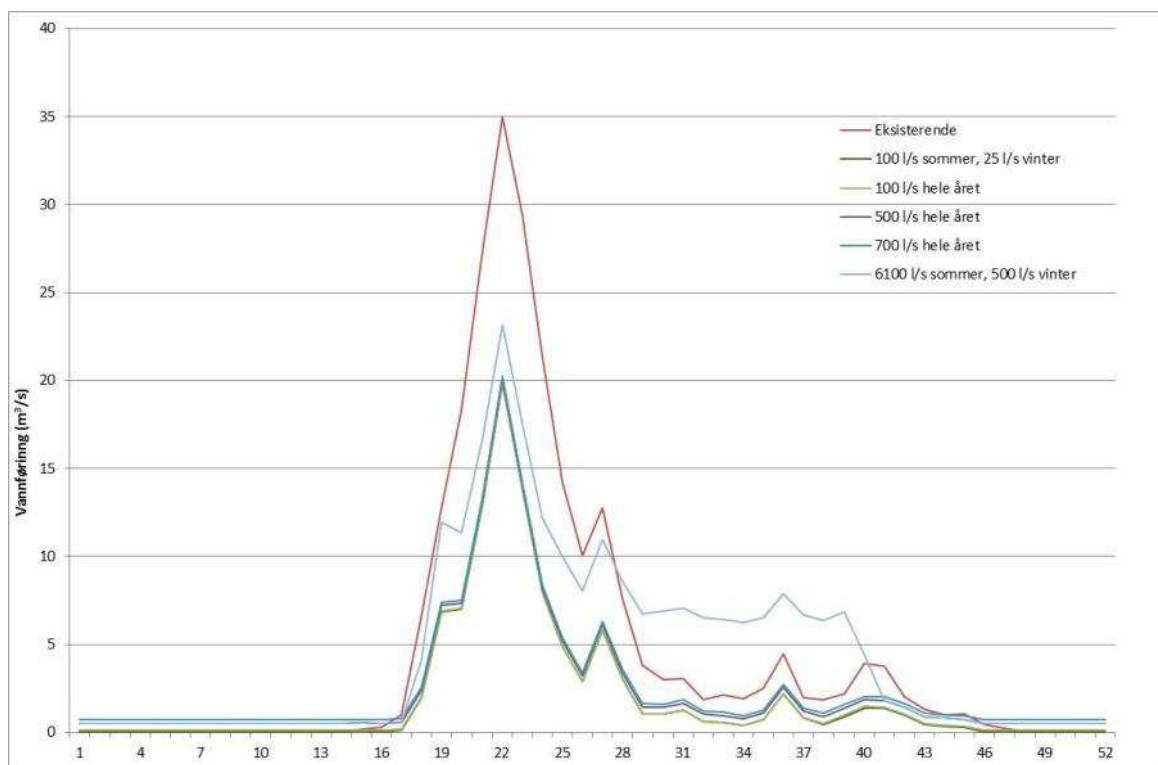
Tabell 3 Antall dager i løpet av et gjennomsnittelig år med tilsig mindre enn minste og større enn største slukeevne.

	Dager med vannføring > maks. slukeevne	Dager med vannføring < min. slukeevne
Dagens Hemsil II	59	27
Hemsil III, dagens selvålagte minstevannføring ¹	24	17
Hemsil III, minstevannføring = 0,1 m ³ /s	23	18
Hemsil III, minstevannføring = 0,5 m ³ /s	23	20
Hemsil III, minstevannføring = 0,7 m ³ /s	23	21
Hemsil III, minstevannføring = 6,1 m ³ /s (sommer) & 0,5 m ³ /s (vinter)	19	41

For begge alternativene vil vannføringen i Hemsil mellom Eikredammen og Hemsils utløp i Hallingdalselva reduseres som følge av redusert flomtap. Som i dag vil vannføringen i vintermånedene desember til mars stort sett bli lik eller større pga. minstevannføring fra Eikredammen. Det vil bli høyest vannføring i mai til august på grunn av flomtap. Vannføringer over året nedstrøms Eikredammen med ulike minstevannføringer er sammenlignet med dagens situasjon i Figur 3. Middelvannføringen nedstrøms Eikredammen vil bli redusert fra 4,6 m³/s ved dagens situasjon til 1,97 etter at Hemsil er bygget forutsatt dagens slipp av minstevannføring, noe som tilsvarer en reduksjon til ca. 43 % av dagens vannføring. Middelvannføringen vil bli stort påvirket av redusert flomtap. Medianvannføringen vil ikke bli vesentlig endret ved samme minstevannføring som i dag. Middelvannføringen ved de øvrige minstevannføringsalternativene er vist i Tabell 4.

¹ 0,1 m³/s for sommersesongen og 0,025 m³/s for vintersesongen

I Hemsil ved Gol vil middelvannføringen reduseres fra 6,3 m³/s til 3,7 m³/s, noe som tilsvarer en reduksjon til ca. 58% av dagens vannføring. De vil her bli mindre reduksjon pga. resttilsig og flomtap fra bekkeinntak. Det vil ikke være stor endring av medianvannføring i Hemsil, ved slipp av samme minstevannføring som i dag.



Figur 3 Gjennomsnittlig årsprofil for vannføringen i Hemsil nedstrøms Eikredammen før og etter utbygging av Hemsil 3 med ulike minstevannføringsregimer.

Tabell 4 Middelvannføringer nedstrøms Eikredammen ved ulike minstevannføringsregimer.

	Hemsil II	Hemsil III				
Minstevannføring m ³ /s	0,1 sommer 0,025 vinter	0,1 sommer 0,025 vinter	0,1 hele året	0,5 hele året	0,7 hele året	6,1 sommer 0,5 vinter
Middelvannføring m ³ /s	4,60	1,97	2,02	2,39	2,58	4,43

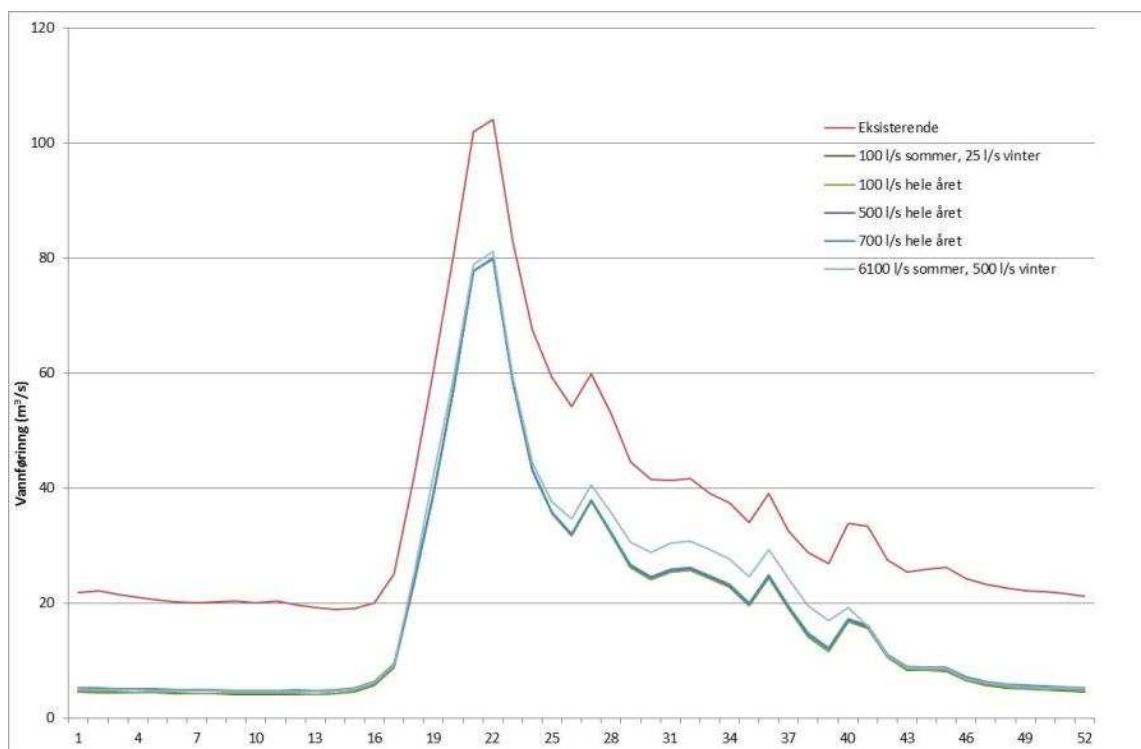
Uavhengig av valgt alternativ vil også vannføringen i Hallingdalselva mellom Hemsils utløp i Hallingdalselva og dagens utløp av Hemsil 2 endres noe. Endringene vil bli mindre enn i Hemsil på grunn av minstevannføringslipp fra Strandefjord, flomtap fra inntakene til Nes kraftverk og avløp fra restfeltene. Middelvannføringen vil endres fra 16,9 m³/s til 14,2 m³/s, noe som tilsvarer en reduksjon til 84% av dagens vannføring. Middelvannføringen vil bli sterkt påvirket av redusert flomtap. Medianvannføringen vil ikke bli vesentlig endret, ved slipp av samme minstevannføring som i dag.

For Alternativ 1 med avløp ved Hallifossen, vil vanngjennomstrømningen reduseres i Hallingdalselva nedstrøms utløpet fra Hemsil 2. Her vil middelvannføringen reduseres fra 35,5 m³/s

ved dagens situasjon til 18 m³/s ved Hemsil 3 med minstevannføring som i dag. Middelvannføringen ved de andre minstevannføringene er vist i Tabell 5. Dette tilsvarer reduksjon av middelvannføringen til ca. 50 – 55 % av dagens middelvannføring avhengig av minstevannføringslipp fra Eikredammen. Vintervannføringen vil i perioden desember til mars være 20 – 25 % av dagens vintervannføring. Sommervannføringen vil i perioden mai til september være 65 – 70 % av dagens sommervannføring. Vannføringen vil bli mer stabil både sommer og vinter med en utbygging av Hemsil 3. Gjennomsnittlig årsprofil for vannføringen i Hallingdalselva nedenfor utløpet av Hemsil 2 er vist i Figur 4.

Tabell 5 Middelvannføring i Hallingdalselva nedstrøms utløpet av Hemsil 2 før utbygging av Hemsil 3 (Alternativ 1) og ved ulike minstevannføringer for Hemsil 3.

	Hemsil II	Hemsil III				
Minstevannføring m ³ /s	0,1 sommer 0,025 vinter	0,1 sommer 0,025 vinter	0,1 hele året	0,5 hele året	0,7 hele året	6,1 sommer 0,5 vinter
Middelvannføring m ³ /s	35,56	17,98	18,03	18,34	18,50	19,77



Figur 4 Gjennomsnittlig årsprofil for vannføringen i Hallingdalselva nedstrøms Hemsil 2 før og etter bygging av Hemsil 3 (alternativ 1) med ulike minstevannføringslipp fra Eikredammen.

For alternativ 2 med avløp for Hemsil 3 ved dagens avløp for Hemsil 2 vil det ikke være endringer i døgntilsiget i Hallingdalselva nedstrøms avløpet. Men det kan bli større pendlinger i løpet av døgnet, særlig om vinteren.

2.8.2 Endringer i Eikredammen

I dag kan vannstanden i Eikredammen variere betydelig i løpet av et døgn. Vannstand i Eikredammen vil utnyttes innenfor samme rammebetingelser som i dag etter utbygging av Hemsil 3 kraftverk.

Variasjoner i vannstanden i Eikredammen er avhengig av hvordan kraftverket kjøres i korte perioder, og dette vil være forskjellig fra dag til dag, avhengig av tilsig, energietterspørsel, kraftpris osv. Det er derfor vanskelig å simulere hvordan det nye Hemsil 3 kraftverket vil påvirke vannstandene i Eikredammen. Avhengig av kraftpris og etterspørsel kan kraftverket kjøres med raske start og stopp, eller med lang kontinuerlig kjøring. Begge situasjoner produserer samme volumet av driftsvannføring i kraftverkene i løpet av døgnet, men utløser svært forskjellige endringer i vannstand i Eikredammen.

Ut fra situasjonen og de oppgitte planlagte kjøremønstrene kan det følgende konkluderes:

- Basert på de forutsatte kjøremønstrene vil det være perioder når Eikredammen kan tappes ned raskere og til et lavere nivå etter utbygging av Hemsil 3 enn det som skjer i dag når tilsiget er mindre enn $16 \text{ m}^3/\text{s}$. Det vil være perioder når Eikredammen kan tappes ned saktere og med mindre vannstandssenkning etter utbygging av Hemsil 3 enn det som skjer i dag når tilsiget er mellom 16 og $23/25 \text{ m}^3/\text{s}$ (Alternativ 2/Alternativ 1). Det vil være perioder når Eikredammen kan tappes ned raskere og til et lavere nivå etter utbygging av Hemsil 3 enn som skjer i dag når tilsiget er mellom $23/25$ (Alternativ 2/Alternativ 1) og $55,8 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Da den totale slukeevnen i Hemsil 2/3 økes fra $30,8$ til $55,8 \text{ m}^3/\text{s}$ vil antall dager når magasinet tappes ned i forkant av en forventet flom reduseres. Det vil være mulig å tappe ned magasinet i løpet av en flom med tilsig mellom $30,8$ til $55,8 \text{ m}^3/\text{s}$ etter utbygging av Hemsil 3, som ikke er mulig med dagens Hemsil 2.
- Vannstanden i Eikredammen vil stige over høyeste vannstand sjeldnere enn den gjør i dag.

2.8.3 Minstevannføring

Følgende forslag til minstevannføringslipp fra Eikredammen blir utredet:

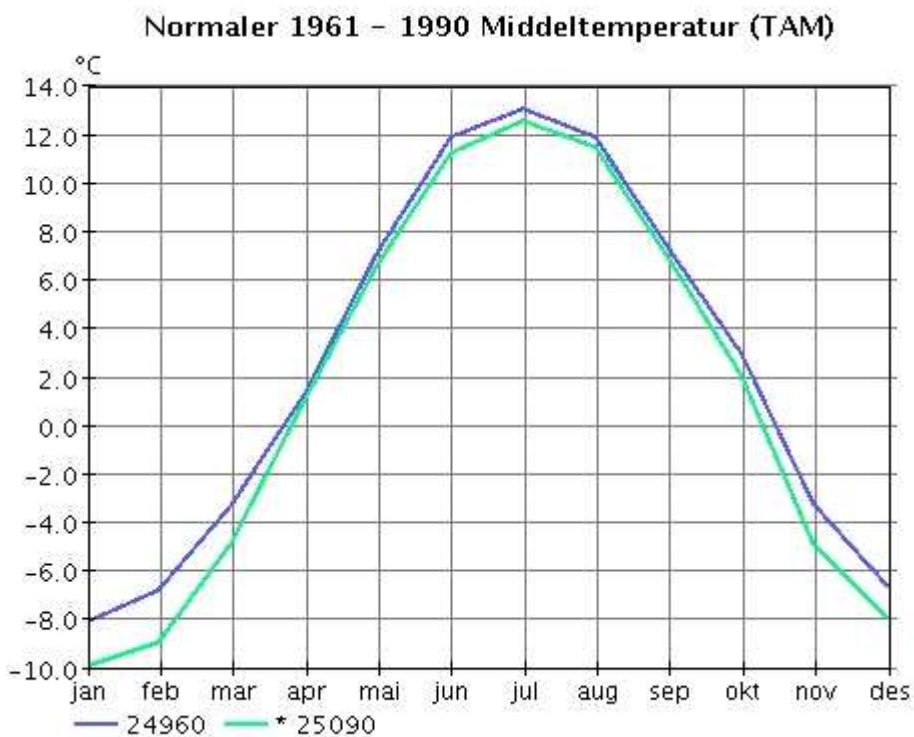
- $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ hele året
- $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$ om sommeren og $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ om vinteren
- $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ hele året
- Alminnelig lavvannføring, som tilsvarer $0,7 \text{ m}^3/\text{s}$ hele året
- 5-persentil for sommer og vinter som tilsvarer $6,1 \text{ m}^3/\text{s}$ 1.mai – 30. september og $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ i perioden 1.oktober – 31. april.

Disse vil bli sammenlignet med dagens slipp av minstevannføring på 100 l/s om sommeren og 25 l/s om vinteren.

3 Vanntemperatur, isforhold og lokalklima

3.1 DAGENS SITUASJON

Månedsnormalene for lufttemperatur viser at det er kalde vintrer og kjølige somrer ved Hemsil. Årsmiddeltemperaturen for normalperioden 1961-90 er ved Gol målt til 2,2°C med minusgrader i perioden november til mars.



Figur 5 Månedsmiddeltemperatur for stasjon 24960 Gol–Stake (542 moh.) og 25090 Hemsedal (610 moh.)

Tabell 6 Månedsnormal 1961 - 1990 for Middeltemperatur stasjon 24960 Gol-Stake 542 moh.)

Stnr	jan	Feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	år
24960	-8,2	-6,9	-3,4	1,2	7,0	11,8	13,0	11,8	7,2	2,9	-3,3	-6,7	2,2

3.1.1 Frostrøyk

Frostrøyk er en type tåke som dannes på kalde vinterdager over åpent vann.

Når svært kald luft strømmer over åpent (og relativt varmere) vann, vil det inntreffe hurtig fordampning til - og oppvarming av lufta nærmest vannoverflaten. Denne oppvarmede og fuktige lufta stiger raskt, samtidig kondenserer fuktigheten. Dette ser ut som røyk.

Hvis sjiktet med kaldest luft er tynt vil ikke "røyken" forsvinne i høyden, men fylle opp kaldluftssjiktet og det oppstår tåke (frosttåke).

Vanntemperaturmålinger som er utført ved stasjon 12.551 Hemsil v\Hemsedal sentrum viser at vanntemperaturen i elva er ca. 0°C om vinteren, se figur 6. Vanntemperaturen når 0°C omtrent på samme tid som stasjon 12.550 Hallingdalselva v\Vermefo tidlig på vinteren. Om våren ser det ut som om vanntemperaturen stiger noe tidligere i Hemsil v\Hemsedal sentrum enn i Hallingdalselva v\Vermefo. Det er ventet at vannet om vinteren vil ha samme temperaturen ved Eikredammen som ved stasjon 12.551.

Ved kraftutbygging vil det kunne være fare for økt frostrøyk nedstrøms kraftverksutløpet, pga. økte mengder med varmt vann. Dette fordi kraftverket kan hente vann dypt i magasinet der det ofte vil være ca. 0-4 °C. Men vannet som tas inn i kraftverket fra Eikredammen har den samme temperaturen som vannet i tilløpet til dammen da volumet i denne dammen er lite sammenlignet med tilsiget. Ved kalde vinterdager er det derfor ikke ventet varmere vann nedstrøms kraftverksutløpet enn dagens vanntemperatur.

På kalde dager kan det oppstå noe frostrøyk ved utløpet fra Hemsil II. Det er sjelden at dette oppfattes som et problem.

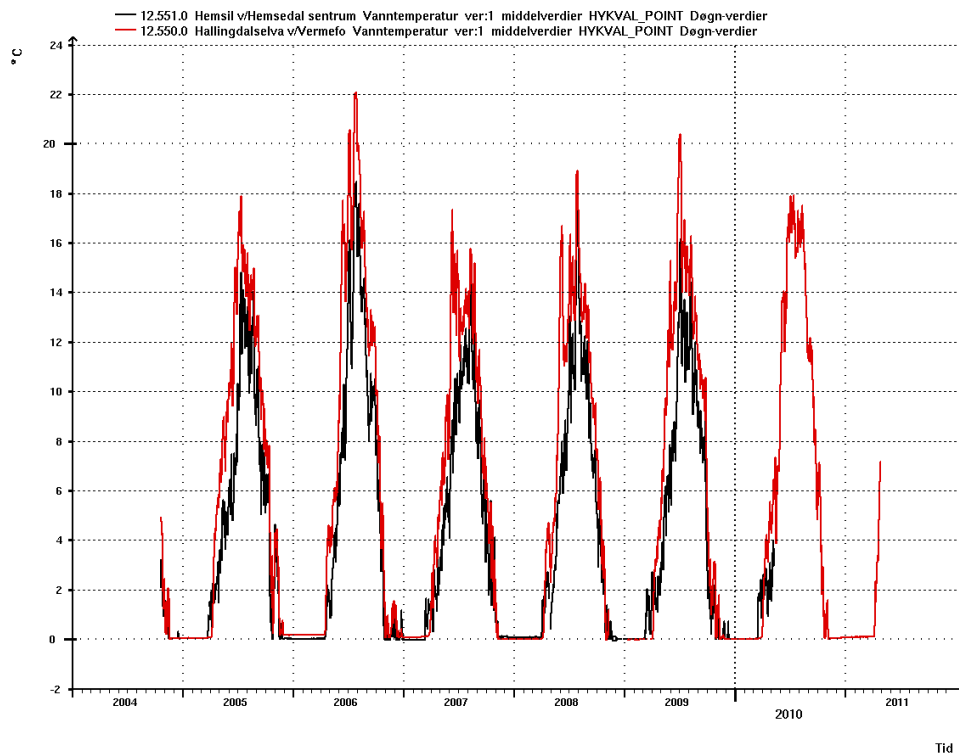
3.1.2 Is

I løpet av 1950-årene ble de store sjøene øverst i Hemsedal regulert til kraftverksmagasiner for kraftverkene Gjuva, Hemsil I og II. Dette førte til at vintervannføringen økte i Hallingdalselva nedstrøms utløpet fra Hemsil II. Øvrige utbygginger oppstrøms Gol i Hallingdalselva (Hol- og Usteutbyggingen) medførte også økt vintervannføring. Vintervannføringen på strekningen i Hemsil nedenfor Eikredammen ble samtidig redusert til et minimum. Det har derfor vært små problemer forbundet med is på denne strekningen etter reguleringen.

På strekningen Gol til Nes ble det i strykpartiene økt isproduksjon med oppbygging av bunnisdammer og vanskeligere forhold for stabilisering av isforholdene etter utbyggingen på 50-tallet pga. økt vintervannføring. Dette førte til isoppstuvning, oversvømmelser av jorder, og hyppigere vinterisganger enn tidligere. For å hindre eller i hvert fall å redusere skader og ulemper, ble det i mange år foretatt regelmessig sprengning av bunnisdammer.

Ved byggingen av Nes kraftverk (1967) ble store deler av vintervannføringen mellom Ål og utløpet fra Nes kraftverk fraført og isproduksjonen på denne strekningen ble redusert. Fra Gol er det fortsatt økt vintervannføring fra Hemsil kraftverkene. Det forekommer fortsatt isganger i strykpartiet ned mot utløpet av Nes kraftverk, uten at disse har ført til vesentlige skader.

Etter at E-Co begynte å slippe 25 l/s vinteren 2009/10, er det erfart at isen ble mer utrygg for isklatrere i Golsjuvet, i forbindelse med milde perioder vinterstid sammen med litt vannføring i Hemsil.



Figur 6 Målt vanntemperatur, stasjon 12.551 Hemsil v\Hemsedal sentrum og stasjon 12.550 Hallingdalselva v\Vermefo

3.2 ETTER UTBYGGING

Ved valg av utbyggingsalternativ I er det ikke forventet varmere vann de kaldeste vinterdagene nedstrøms Svenkerud, da det er forventet at vanntemperaturen vil ligge rundt 0°C ved Eikredammen. Nedstrøms utløpet fra Nes kraftverk vil virkningen av en eventuell overtemperatur ved utløpet av Hemsil II og III kraftverk bli sterkt redusert pga. den store slukeevnen til Nes kraftverk sammenlignet med Hemsil II og III. Ved utbyggingsalternativ 2 er det heller ikke ventet at dagens vanntemperaturer skal endres om vinteren.

3.2.1 Frostrøyk

I Hemsil nedenfor Eikredammen kan mengden frostrøyk øke pga. et eventuelt krav til økt minstevannsføring. Ved valg av utbyggingsalternativ I er det forventet at mengden frostrøyk endres i liten grad ved det nye utløpet fra kraftverket Hemsil III nedenfor Hallifossen. Frostrøyk ved Gol kan bli redusert pga. mindre vannmengder her. Ved valg av utbyggingsalternativ II er det ikke forventet endringer i mengden av frostrøyk i Hallingdalselva.

3.2.2 Is

Det forventes et mer stabilt isdekke og at isganger vil reduseres mellom Gol og Svenkerud dersom utbyggingsalternativ I blir valgt. Dette pga. redusert vannføring og pendling om vinteren på denne strekningen. Ved valg av alternativ II er det ikke ventet en vesentlig forskjell i vintervannføring nedstrøms Gol, men vi kan få større pendling enn i dag. Dermed kan det være at det blir et mer ustabil isdekke her. Dette kan i værste fall øke sarrproduksjonen. Det er forventet at isdekket ikke blir like stabilt. Dette kan medføre økte ismengder i elva.

Det dannes isfusser i Golsjuvet vinterstid hvert år, vannføringen i restfeltet er viktigst for denne isdannelsen, men det kan også være at de 25 l/s som nå slippes vinterstid har en viss betydning for forholdet. Erfaringsmessig blir isen i Golsjuvet som brukes til isklattring, noe mer utrygg ved økt vannføring og milde perioder om vinteren. Ved et eventuelt økt krav til minstevannsføring vil vi få mer usikker klatreis i Golsjuvet.



Figur 7 Is i Hallingdalselva ved Nes kraftverk 26.12.1992



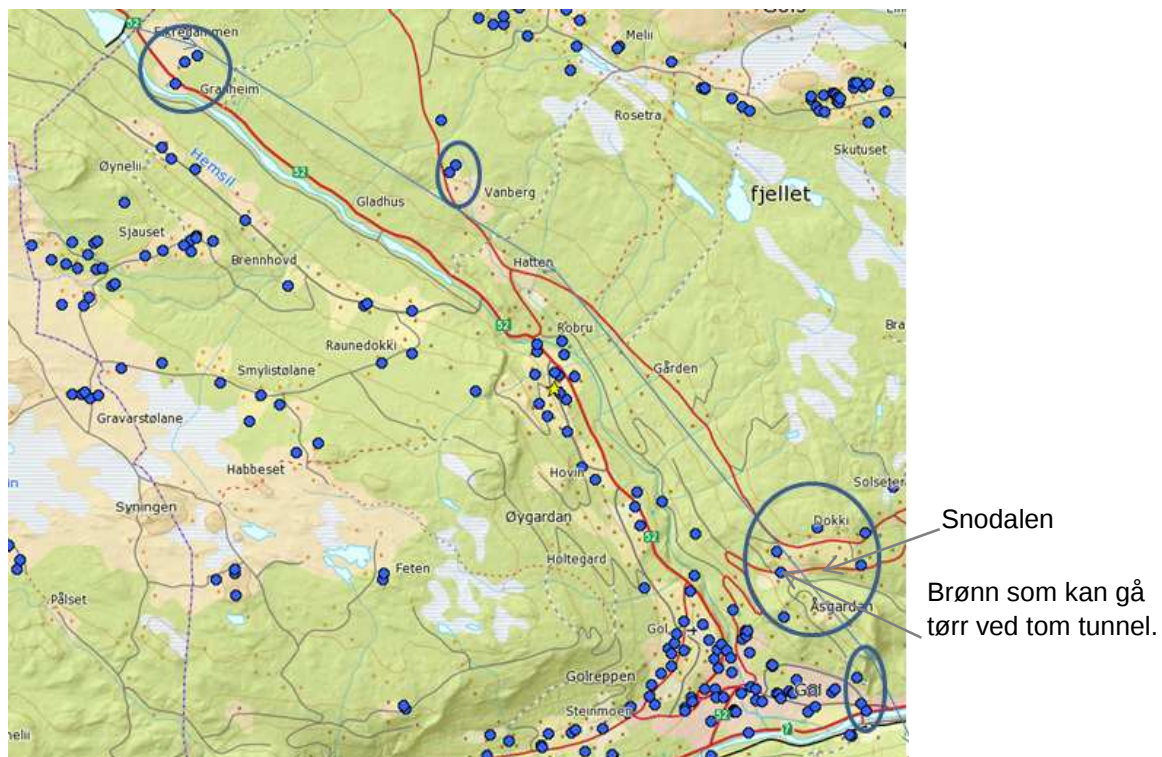
Figur 8 Is i Hallingdalselva ved Nes kraftverk 26.12.1992

4 Grunnvann

4.1 DAGENS SITUASJON

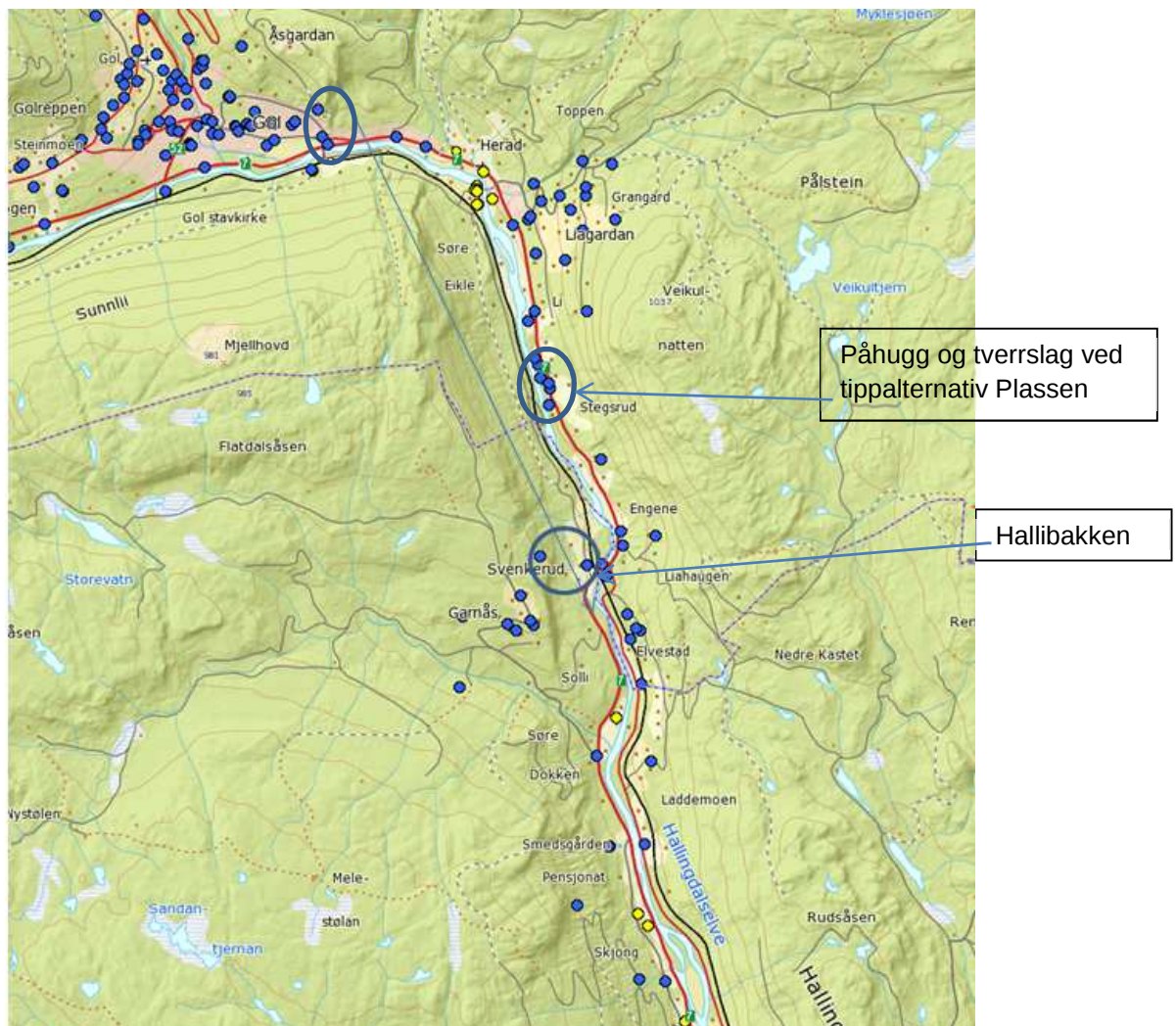
I dag slipper E-CO ut en selvålagt minstevannføring fra Eikredammen. Denne sammen med resttilsiget er med på å opprettholde et vannspeil i elva. Det er ikke kjent at det på strekningen mellom Eikredammen og Hallingdalselva tas ut vann fra elva til jordbruksvanning, industri eller drikkevann.

Det er vanlig å hente drikkevann fra grunnvannsbrønner på strekningen mellom Gol og Eikredammen, se Figur 9 og Figur 10. Det finnes en del gamle grunnvannsbrønner som ikke er registrert på disse kartene. Det er tettest mellom grunnvannsbrønnene mellom Snodalen og Gol. Her er det en brønn som kan gå tørr dersom den eksisterende overføringstunnelen til Hemsil II tømmes. Ved utbyggingen av eksisterende overføringstunnel til Hemsil II ble noen brønner tørre, noen av disse har boret en ny brønn ned til et dypere nivå, se figur 10. Det har vært vanlig å bore så dypt at en finner vann ved nye brønner. Mange steder er det boret ned til 120 m dybde.



Figur 9 NGUs registreringer av grunnvannsbrønner på strekningen Eikredammen-Gol. De grunnvannsbrønnene som er mest utsatte for uttørring i forbindelse med tunneldriften er ringet inn.

Det er ikke kjent at den eksisterende overføringstunnelen mellom Eikredammen og Gol har endret betingelsene for vegetasjon, jord- og skogbruk.



Figur 10 NGUs registreringer av grunnvannsbrønner på strekningen Gol – Hallibakken. De grunnvannsbrønnene som er mest utsatte for uttørring i forbindelse med tunneldriften er ringet inn. (blå prikker: fjellbrønner, guleprikker: løsmassebrønner)

Det kommunale vannverket tar ut vann fra grunnvannsbrønner ved Øvre Eikle, se Figur 13 og 12. Disse brønnene er satt ned i elveavsetninger og er boret til 20 m dyp. Dette innebærer at det ved stort uttak av vann vil komme tilførsel av vann fra Hallingdalselva. Vannstanden i brønnene vil følge vannstanden i elva og brønnene er avhengig av at det er vann i elva for å kunne ta ut tilstrekkelige mengder med vann. Vannstanden i elva er her kontrollert av en terskel, se flyfoto under.



I 2011 ble det tatt ut ca. 575 000 m³ (18,2 l/s) fra grunnvannsbrønnene. NVEs avrenningskart for området viser en avrenning på 228 mm/år. Uttaket av vann tilsvarer derfor avrenning fra 2,5 km². Nedbørfeltet som drenerer mot brønnene må regnes for å være mindre enn dette slik at det meste av drikkevannet trolig kommer fra Hallingdalselva. Maksimum kapasitet til brønnene er 76 l/s for hovedvannverket (3 stk) og 29 l/s for reservevannsbrønnene (2 stk.) Marmorfilteret til renseanlegget har en kapasitet på 34 l/s.

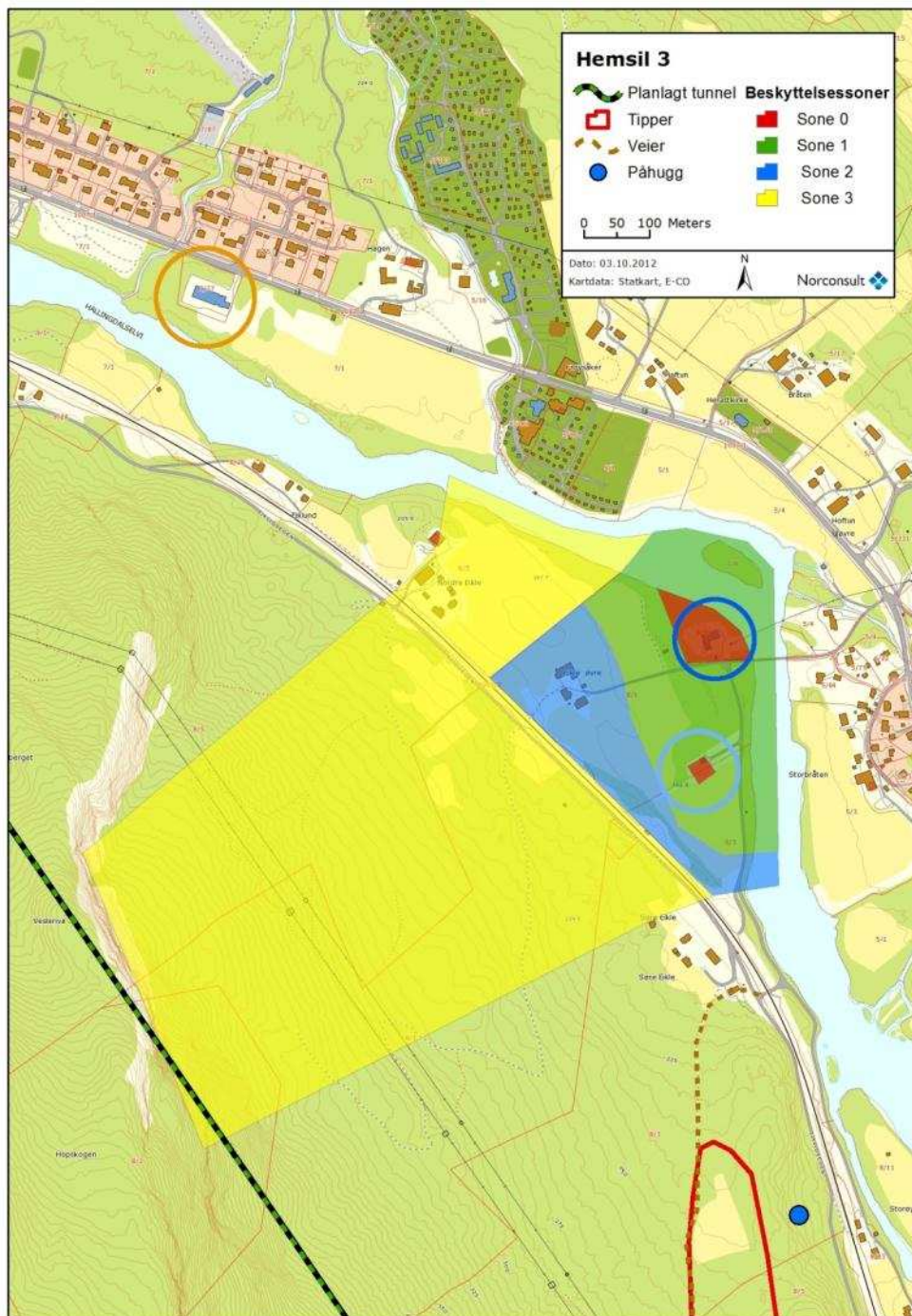
Gol kommunes vannverk ved Øvre Eikle mates med vann fra Hallingdalselva. Det er en pålagt slipping av minstevannføring fra Strandavatnet om vinteren med 2,5 m³/s og 10 m³/s om sommeren. Det gjennomsnittlige uttaket av vann på 18,2 l/s er mindre enn 1 % av minstevannføringen ved Strandavatnet om vinteren. I tillegg er det slipp av vann fra Eikredammen og tilsig fra restfeltene. Uttaket til drikkevann vil ikke være merkbar på den totale vannføringen i elva.



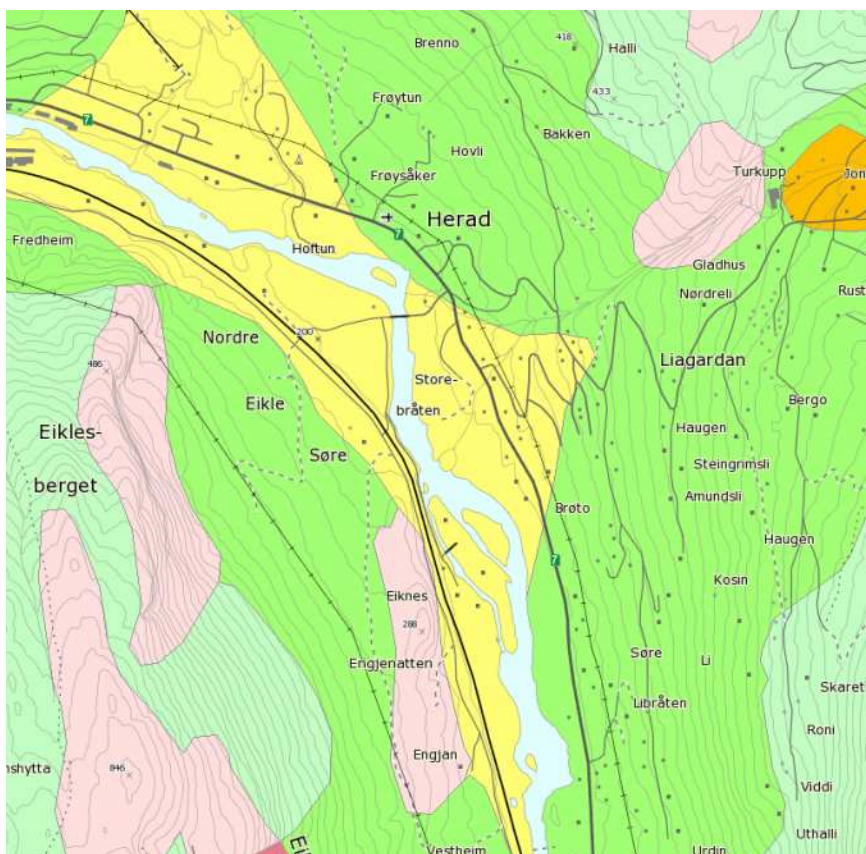
Figur 11 Grunnvannsbrønn ved Åsgardan. Denne ble boret etter at eksisterende tunnel ble drevet, da den gamle bønnen gikk tørr etter tunneldrivingen. Den nye brønnen er boret ned 120 m.



Figur 12 NGUs registreringer av grunnvannsbrønner, Gol kommunes vannverk ligger ved Øvre Eikle.



Figur 13 Gol kommunes vannverk (blå ring) reservevannsbrønner (lyseblå ring) og renseanlegg (oransje ring)



Figur 14 NGUs løsmassekart ved Eikle, Gol kommunes grunnvannsbrønner ligger i elveavsetning.

4.2 ETTER UTBYGGING

Ved Snodalen og mot Gol kan den nye overføringstunnelen drenerer vann under byggeperioden og i perioder der denne tømmes for vann. Hvor stor drenering som vil oppstå er avhengig av hvor oppsprukket fjellet er og hvor godt tunnelen tettes (injiseres) under bygging av tunnelen. Det kan derfor hende at enkelte grunnvannsbrønner kan gå tomme når det ikke er vanntrykk på tunnelen.

Så lenge det går vann (minstevannføring) i elva vil det være et utstrømningsområde av grunnvann langs elva. En lavere vannstand i elva vil kunne senke grunnvannstanden langs elva, men dette vil ikke være en betydelig endring og endringen vil være mest aktuell helt nede ved elvekanten. Vannføringene i Hemsil ved lavvann er ikke ventet å bli redusert pga. utbyggingen, da vannføringen ved de minste vannføringene bestemmes av minstevannsføringen fra Eikredammen. Det er derfor ikke ventet at grunnvannstanden langs Hemsil vil endres vesentlig pga. økt uttak av vann til kraftproduksjon.

Tabell 4-15 i hydrologirapporten gir for dagens situasjon en middelvannføring på ca. 20 m³/s ved Storebråten og 4,4 m³/s etter utbyggingen for mars måned, som er den tørreste. Dette skulle tilsi en endring i vannstand i elva på mellom 0,2 og 0,3 m ved Øvre Eikle (det er antatt en terskel på ca. 60 m bredde). Dette vil ikke endre tilsi av vann til brønnene til Gol kommunes vannverk ved Øvre Eikle, som har en dybde på 20 m, i nevneverdig grad.

Så lenge det går vann i Hallingdalselva, vil fjellbrønner i nærheten av elva være lite utsatte pga. endringer i vannstand i elva.

Det er ikke forventet at en eventuell endring i grunnvannstanden langs overføringstunnelen vil påvirke forholdene for vegetasjon, jord og skogbruk. Det er ikke nødvendig å endre kravene til minstevannføring i elva for å opprettholde kapasiteten til vannverket.

5 Erosjon og sedimenttransport

5.1 DAGENS SITUASJON

Det er ikke kjent at ras og erosjon av løsmasser langs elva mellom Eikredammen og Svenkerud har skapt problemer etter at vassdraget ble regulert på 60-tallet.

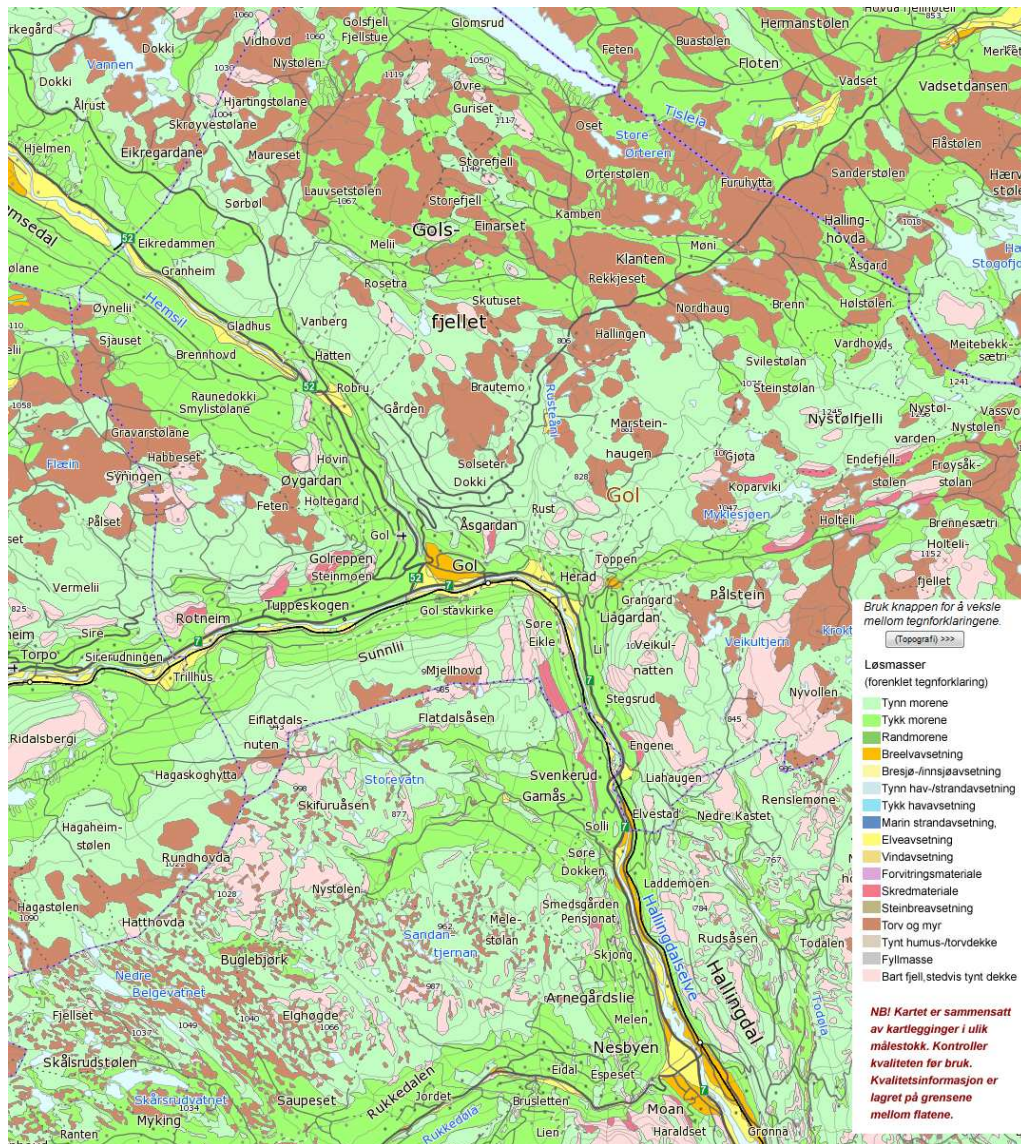
NGUs løsmassekart, se Figur 16, viser at det langs Hemsil ned til Svenkerud enten er elveavsetning eller et tykt morenedekke. Det er også enkelte innslag av fjell i dagen. Elvebunnen består for det meste av grov stein. Ved slike masser i elveleiet kan det være fare for erosjon. Under flomforhold vil det skje en forflytting av masse langs vassdraget på denne strekningen. Det er ikke observert områder med stort innslag av erosjon. Det er ikke en klar fare for ras i slike områder, men det kan oppstå ras i tykke løsmasseområder dersom det eroderes bort materiale der det kan dannes en bratt erosjonsskråning. Høy grunnvannstand og raske endringer i grunnvannsnivået kan også medføre en viss fare for ras i bratte områder.



Figur 15 Hemsil oppstrøms Grønnlivegen bru

På dagens overføringstunnel til Hemsil II er det Ruståni som bidrar med størst sedimenttransport. Tidligere var det en rist med sandfang inne i tunnelen. Denne rista og sandfanget måtte med noen

års mellomrom renses for å opprettholde tunnelens hydrauliske kapasitet. I dag er rista fjernet slik at tiden mellom hver gang tunnelen må tømmes for vann har økt betraktelig. I dag er det bare sandfanget som trenger rensk. Det er nå 5 år siden tunnelen sist ble tømt for vann.



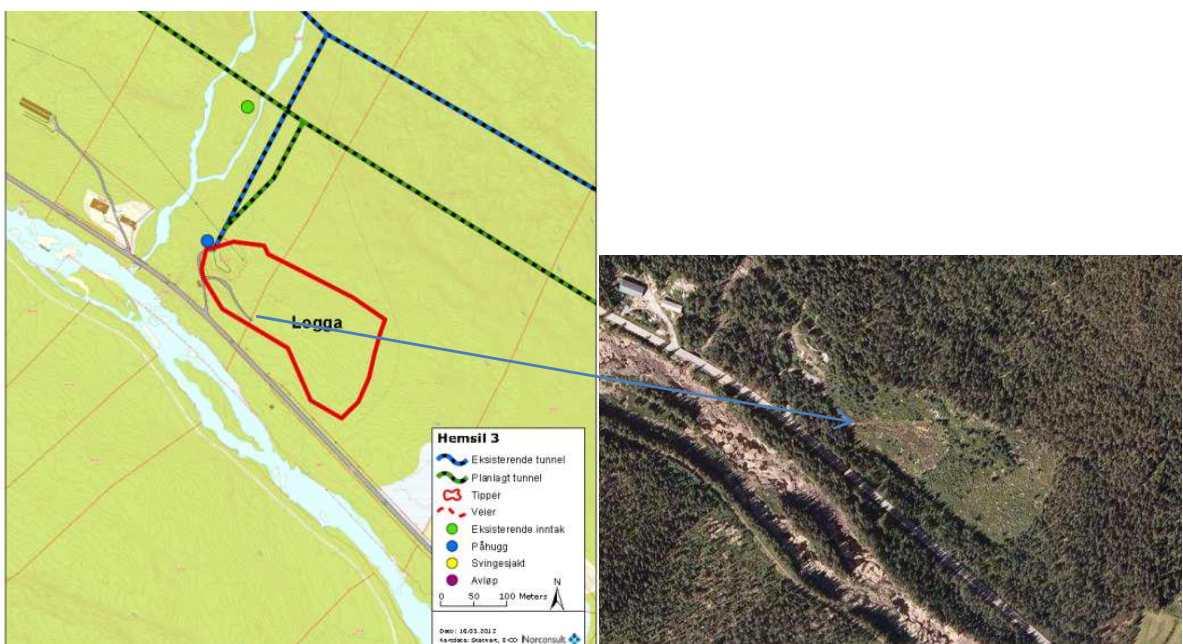
Figur 16 NGUs løsmassekart. Langs utbyggingsstrekningen består løsmassene langs vassdraget av elveavsetning, brelvavsetning og tykk morene.

5.2 UNDER UTBYGGING

Dersom tipp og avløpsvann fra tunneler slippes rett ut i vassdrag kan dette medføre økt fare for tilslamming. Tipper blir i størst mulig grad lagt utenom områder med stort vannsig. Der det er et vannsig gjennom tippområdet vil det bli etablert et sandfang på nedstrøms side. Det vil også bli etablert et sandfang ved utslipp av tunnelvann. Det er ingen av tippområdene som ligger utsatt til i forhold til stor vannføring i Hemsil eller Hallingdalselva.

Tipp Logga

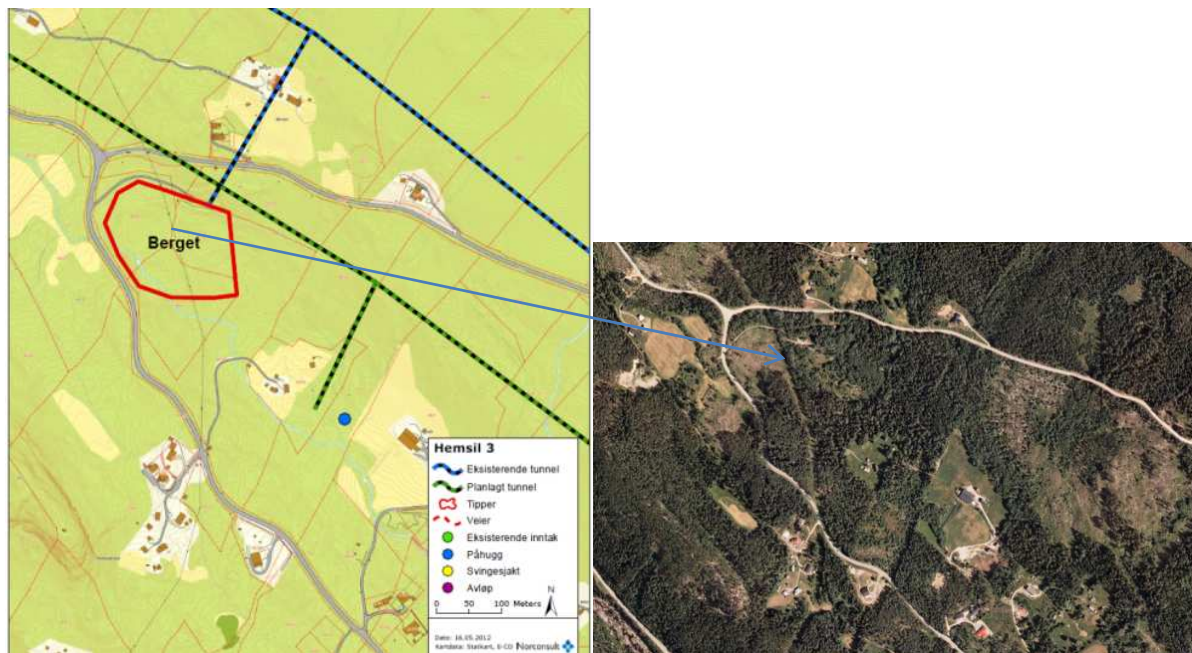
I dag er det en gammel tipp fra drivingen av den eksisterende vannveien til Hemsil II ved Logga. Denne vil bli utvidet og brukt til å deponere masser fra påhugg Logga. Tippen er plassert slik at det ikke renner noen naturlige bekker i eller ved tippen. Tippen ligger ovenfor RV52 som ligger ca. 3 m høyere enn en normal vannstand i Hemsil, tippen ligger også godt utenfor elveløpene til Logga. Terrengformasjonene ved Logga er noe uryddige, det er derfor vanskelig å anta noe om hva som kan skje ved ekstreme flommer. Det kan ikke utelukkes at en ekstremflom i Logga kan berøre adkomstveien til tippområdet. Men det er ganske liten fare for utvasking eller erosjon av masser fra denne tippen. Det aller vesentligste av lokalt overvann vil infiltrere i bakken da området består av løsmasser med god permeabilitet. Avløpsvannet fra tunnelen vil bli ledet ut i Logga ca. 100 m fra påhugget, via et sandsang.



Figur 17 Tipp Logga

Tipp Berget

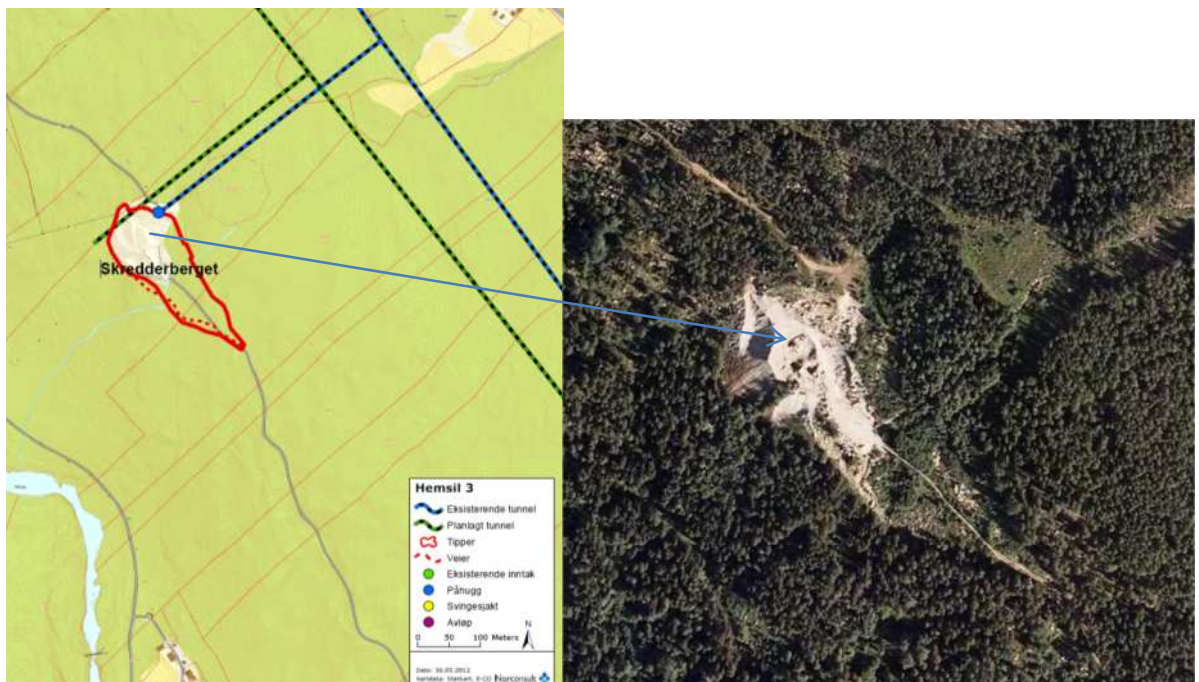
I dag er det en gammel tipp fra drivingen av den eksisterende vannveien til Hemsil II ved Berget. Denne vil bli utvidet og brukt til å deponere masser fra påhugg Berget. Tippen er plassert slik at Hattebekken renner igjennom vestre del av det fremtidige tippområdet. Øst for tippområdet renner Henrikbekken mellom påhugget og tippområdet. Tippmasser vil ikke bli lagt over disse bekkene. Det renner noe sigevann gjennom tippområdet. Det kan derfor være aktuelt å etablere et sedimenteringsbasseng for dette sigevannet nedstrøms tippen. Avløpsvannet fra tunnelen vil bli ledet ut i Hattebekken ca. 100 m fra påhugget via et sandfang.



Figur 18 Tipp Berget

Tipp Skreddarberget

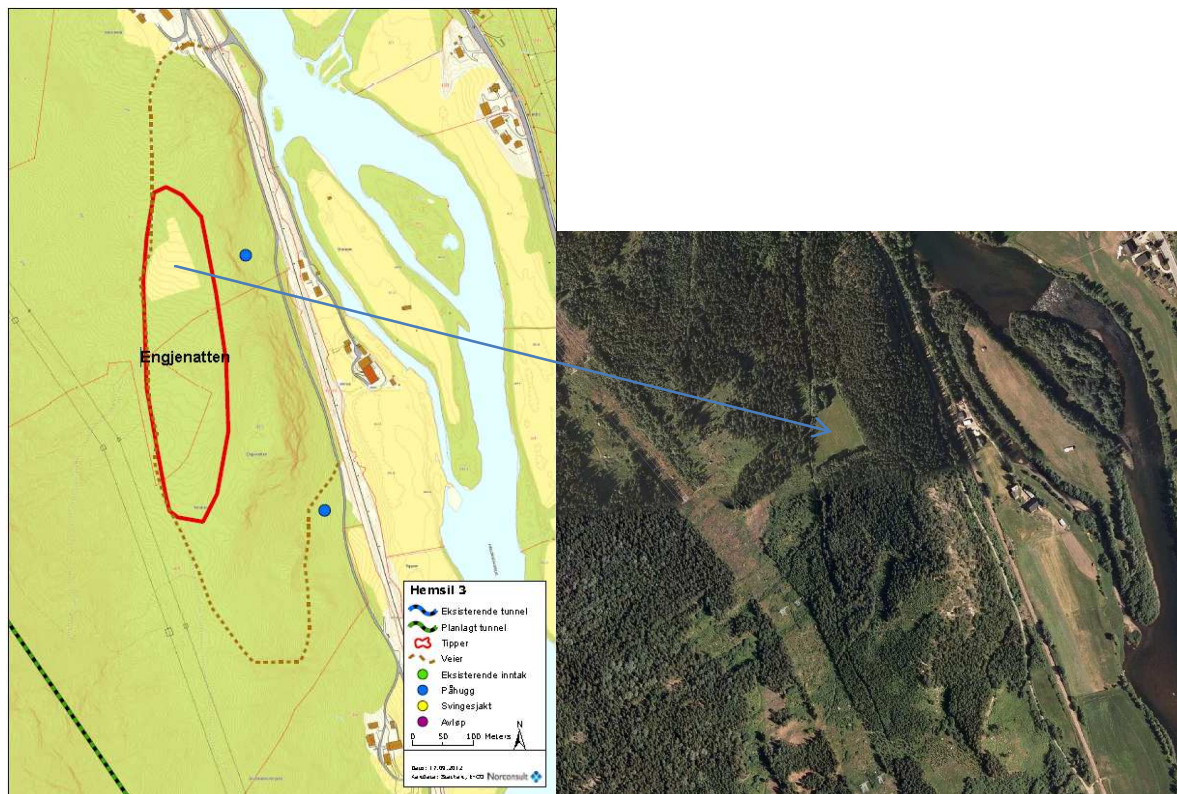
I dag er det en gammel tipp fra drivingen av den eksisterende vannveien til Hemsil II ved Skreddarberget. Denne vil bli utvidet og brukt til å deponere masser fra påhugg Skreddarberget. Tippet er plassert slik at Skreddarbbekken renner igjennom tippområdet. Skreddarbbekken må derfor legges i kulvert gjennom deponiet. Avløpsvannet fra det eksisterende påhugget renner under det eksisterende deponiet og ut i Skreddarbbekken like nedenfor veien til deponiet. Dette avløpsvannet bør ledes inn i en kulvert dersom det skal deponeres masser her. Avløpsvannet fra tunnelen vil bli ledet ut i Skreddarbbekken ca. 200 m fra påhugget, via et sandfang.



Figur 19 Tipp Skreddarberget

Tipp Engjenatten

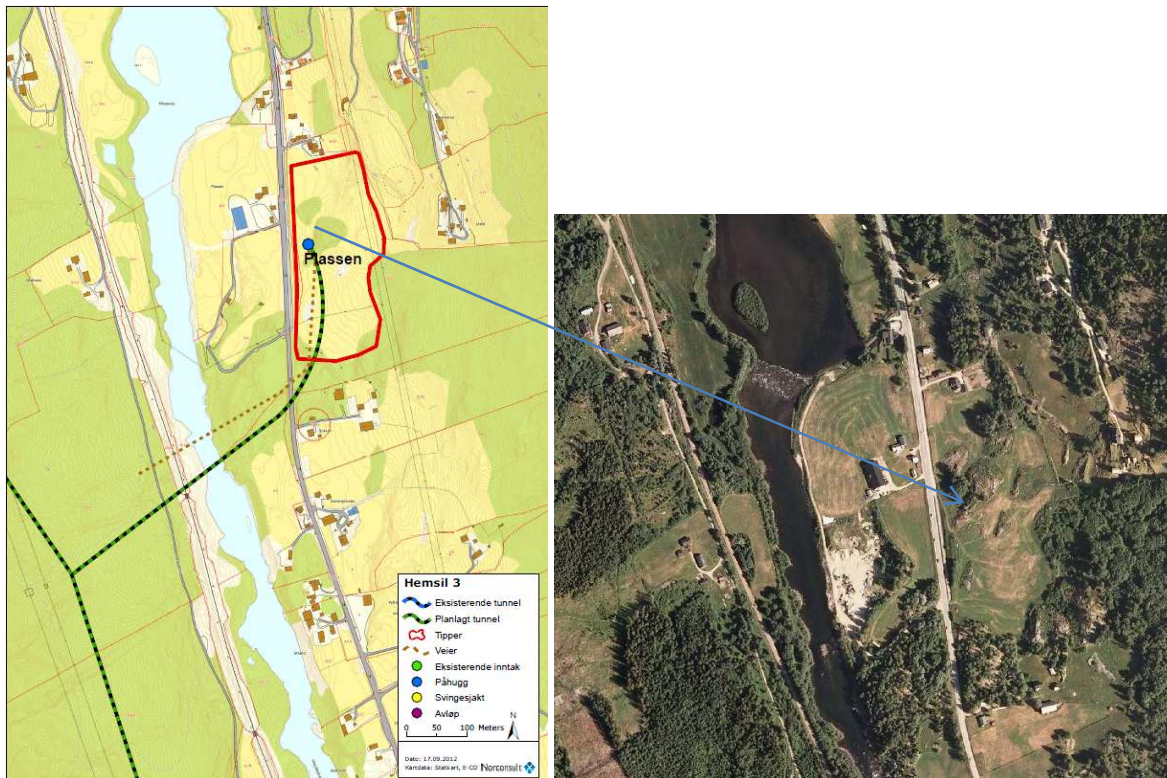
I dag er det skog og et jorde ved tipp-alternativet Engjenatten. Denne kan bli brukt til å deponere masser fra påhugg Engjenatten. Det vil gå et sig av vann i søkket gjennom tippområdet. Det kan derfor være aktuelt å etablere et sedimenteringsbasseng for dette sigevannet nedstrøms tippet. Avløpsvannet fra tunnelen vil bli ledet ut i Hallingdalselva ca. 100 m fra påhugget, via et sandfang.



Figur 20 Tipp Engjenatten

Tipp Plassen

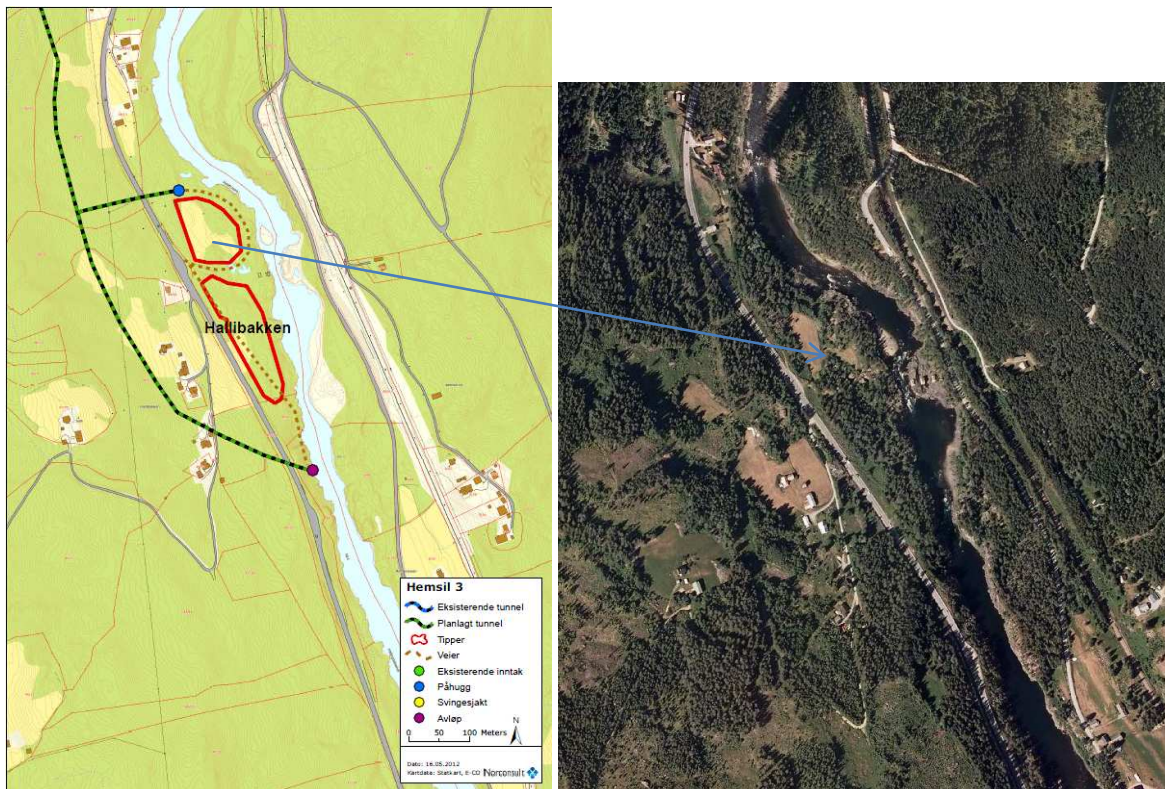
I dag er det et jorde ved tipp-alternativet Plassen. Denne kan bli brukt til å deponere masser fra påhugg Plassen. Det vil gå et sig av vann gjennom noen søkk i tippområdet. Det kan derfor være aktuelt å etablere et sedimenteringsbasseng for dette sigevannet nedstrøms tippet. Avløpsvannet fra tunnelen vil bli ledet ut i Hallingdalselva ca. 200 m fra påhugget, via et sandfang.



Figur 21 Tipp Plassen

Tipp Hallibakken

I dag er det jorder og skogsområder ved tipp-området Hallibakken. Denne kan bli brukt til å deponere masser fra påhugg Hallibakken. Det vil gå et sig av vann gjennom noen søkk i tippområdet. Det kan derfor være aktuelt å etablere et sedimenteringsbasseng for dette sigevannet nedstrøms tippet. Avløpsvannet fra tunnelen vil bli ledet ut i Hallingdalselva ca. 50 m fra påhugget, via et sandfang.



Figur 22 Tipp Hallibakken

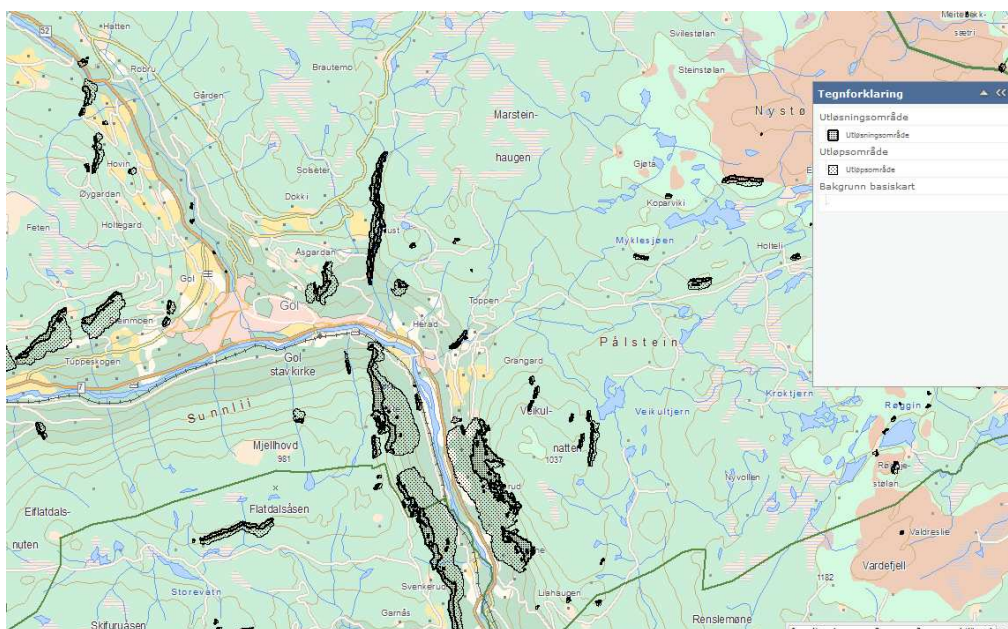
5.3 ETTER UTBYGING

Det nye kraftverket vil redusere flomvannføringene og dermed faren for erosjon og ras langs vassdraget. Dermed blir det også redusert sannsynlighet for sedimenttransport med økt risiko for tilslamming i vassdraget etter utbygging. Eneste mulighet for økt erosjon kan være at vannstanden i Eikredammen i perioder kan endres fortere etter utbyggingen. Men mest sannsynlig har bunnforholdene i denne dammen for mange år siden tilpasset seg et regime med raske endringer i vannstanden uten at det oppstår problemer. Ved alternativ 1 reduseres vannføringen i Hallingdalselva. Det kan derfor skje en økt tilslamming på strekningen mellom Gol og Hallifossen. Selv om mange flommer reduseres er det antatt at det også i fremtiden vil være flommer i Hallingdalselva som vil være med på å opprettholde dagens situasjon med hensyn på tilslamming. For begge alternativ vil det være en større pendling i vannføringene. Dette skjer innenfor vannføringer som er vanlige i vassdragene og det er ikke forventet at økt pendling i vannføringer vil påvirke forholdene med hensyn på erosjon og tilslamming.

6 Skred

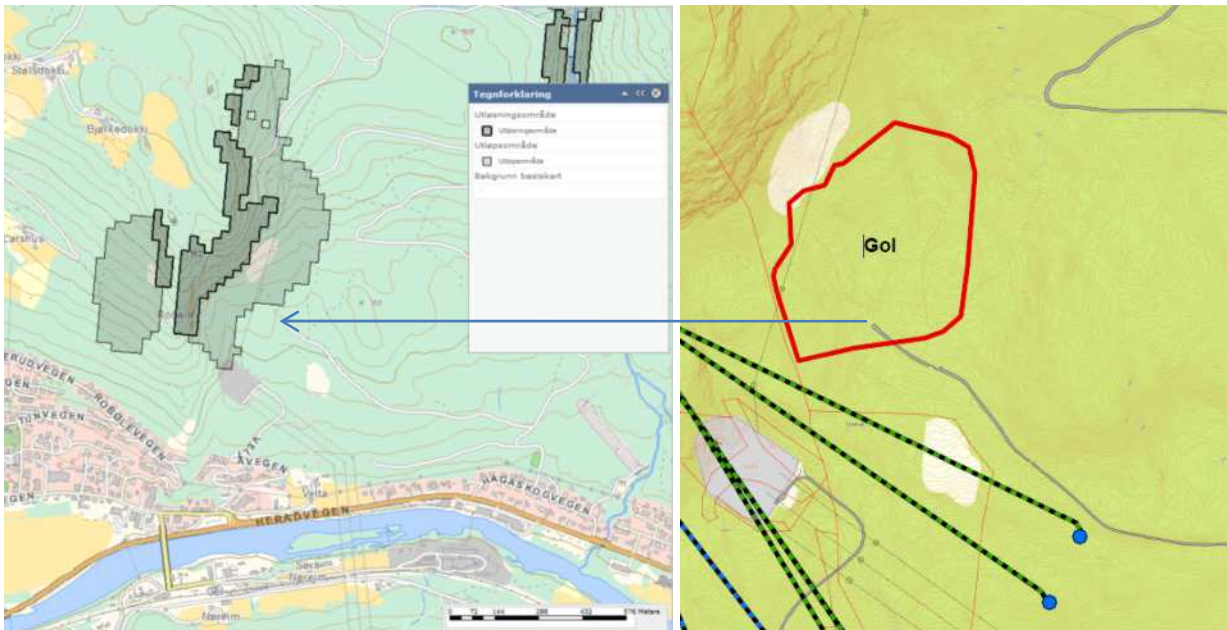
Det er ikke kjent at det er noen aktive prosesser som kan fremprovosere jordskred i utbyggingsområdet. Det er imidlertid noen områder som på Skrednett.no er angitt som skredfarlige. Dette gjelder aktsomhetsområder for steinsprang der tippområdet overlapper utløpsområde for steinsprang ved Gol og Plassen. Ved Engjenatten tangerer området for tipp utløpsområde for steinsprang. Temakvaliteten på Skrednett.no er angitt til *nokså god* for steinsprang. Fareområdene for steinsprang er vist i Figur 23 til Figur 26. Tippområder som er utsatt for steinsprang må sikres før det legges ut tippmasser i de utsatte områdene.

Det er også noen områder som blir liggende innenfor utløpsområde for snøskred. Dette gjelder Gol, Engjernatten og Plassen. Ved Hallibakken tangerer påhugget utløpsområde for snøskred. Ved Skredderberget ser det ut som om helningen på den eksisterende tippet gir fare for utløsningsområde for snøskred. Temakvaliteten på Skrednett.no er angitt til *Lav potensiell- og tematisk nøyaktighet, lav oppløsning med generalisering*. Fareområdene for snøskred er vist i Figur 27 til Figur 32. Utlegging av masser i områder som er utsatt for snøskred må unngås i perioder med snøskredfare.

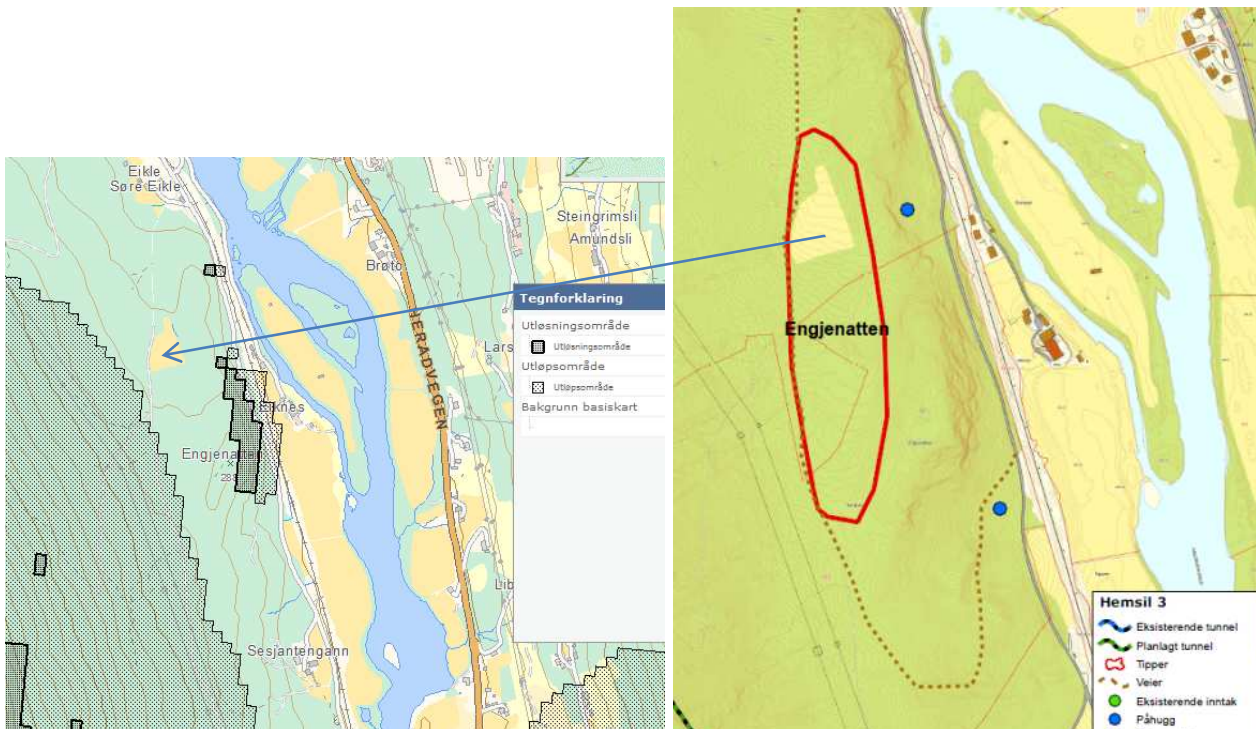


Figur 23 Aktsomhetsområde for steinsprang (Kilde Skrednett.no)

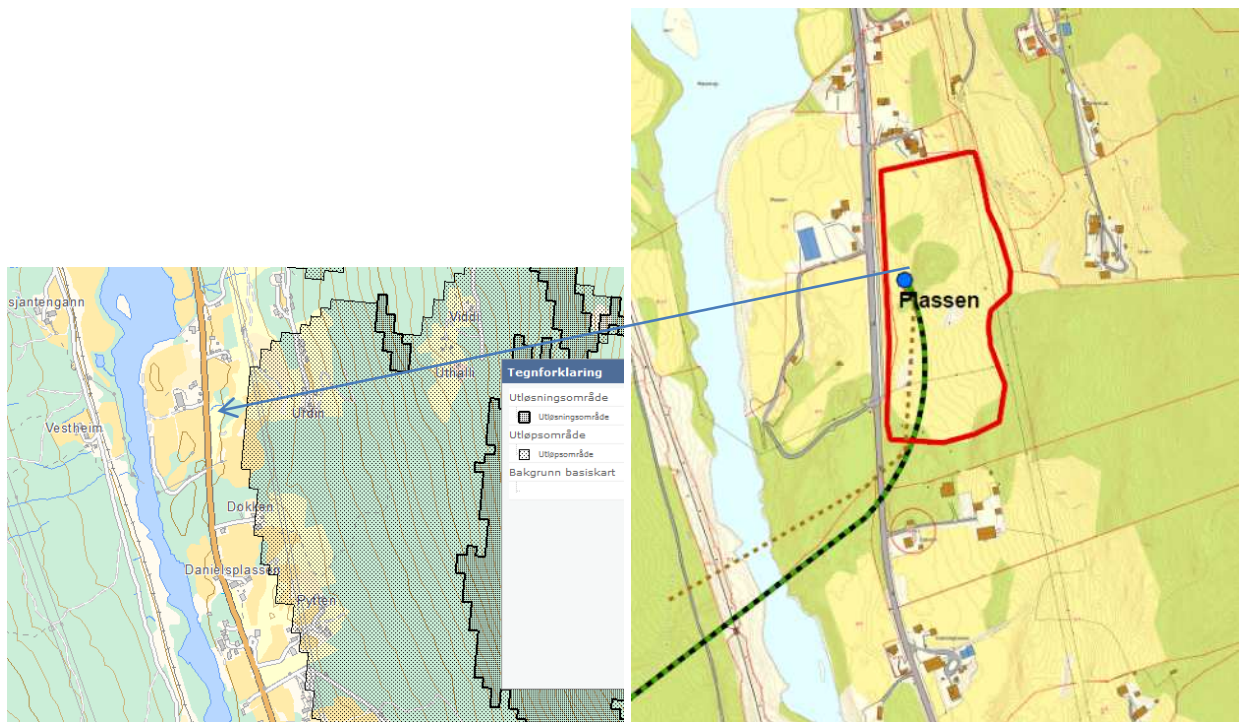
Tippet i Gol vil delvis ligge innenfor aktsomhetsområde for utløpsområde for steinsprang. Utbygging vil ikke øke faren for steinsprang. Ved tippene (spesielt Skredderberget) må massene legges ut med en helning slik at tippet er stabil ikke skaper fare for utløsning av snøskred.



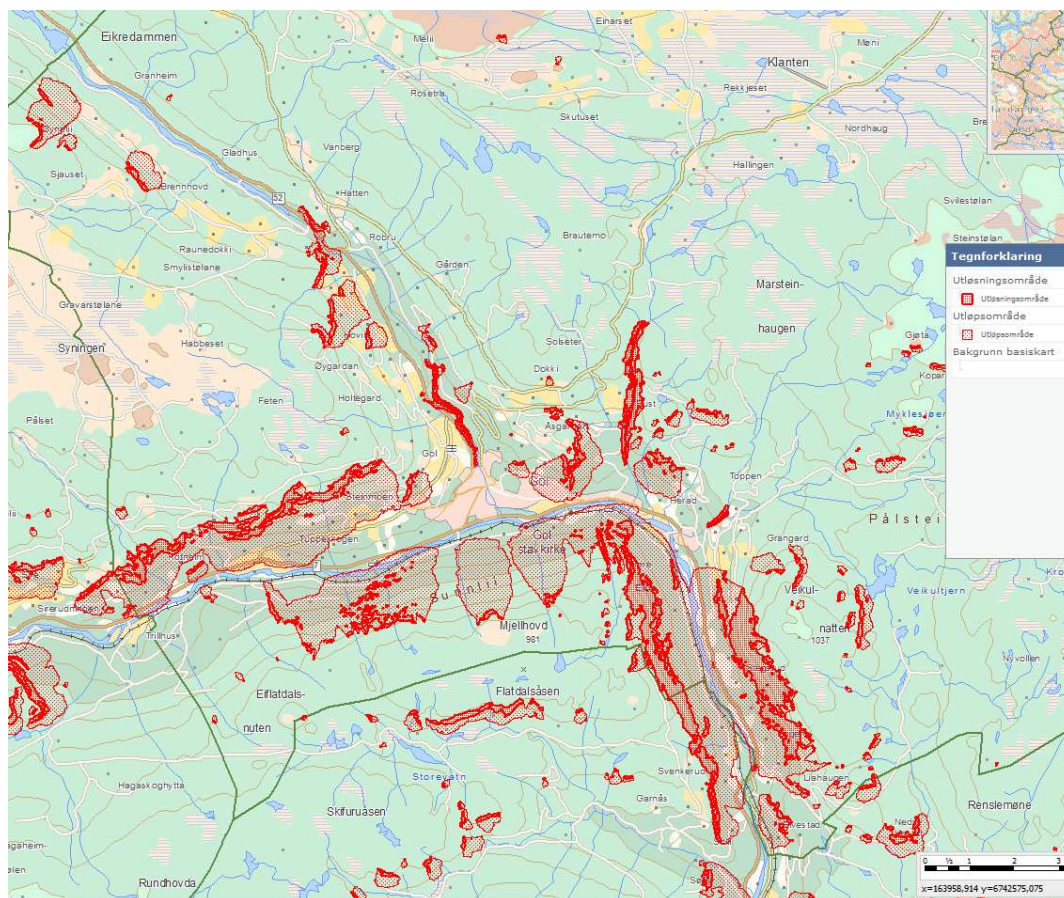
Figur 24 Aktsomhetsområde for steinsprang ved Gol. Tippområde vil bli liggende delvis innenfor utløpsområde for steinsprang. Det planlagte tippområdet er tegnet inn med rødt på kartet til høyre



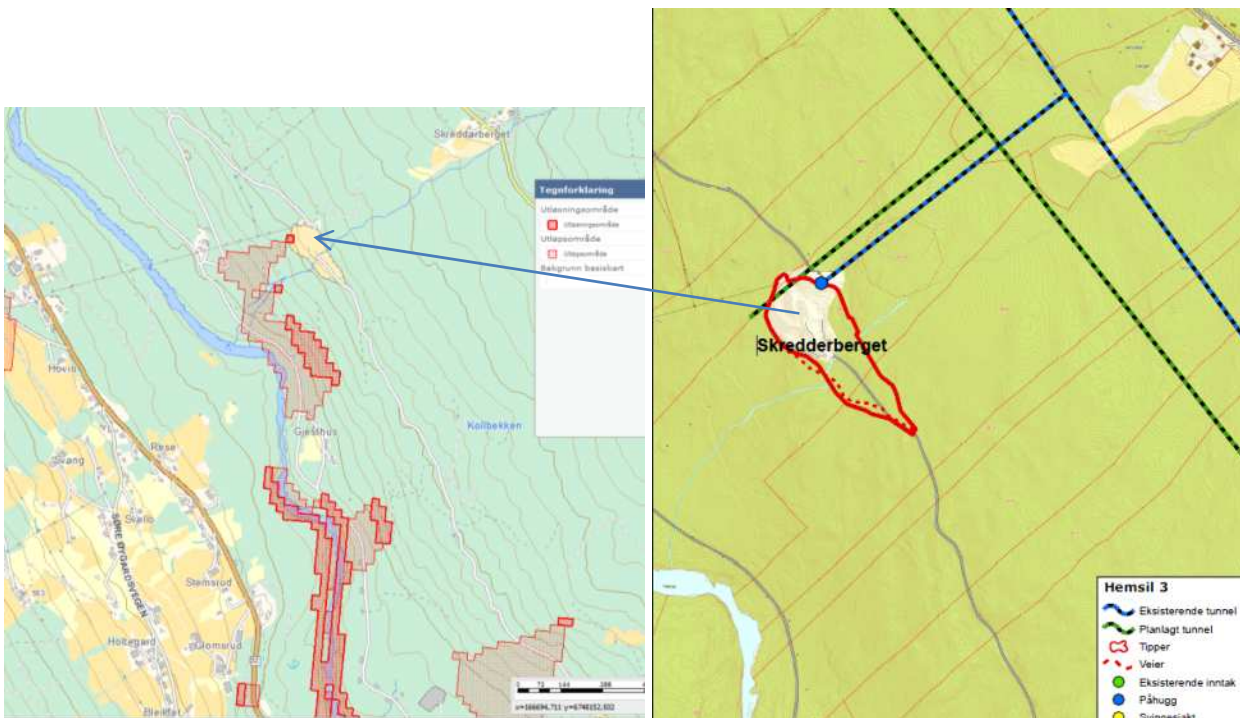
Figur 25 Aktsomhetsområde for steinsprang ved Engjenatten. Tippområde vil bli liggende helt i kant med utløpsområde for steinsprang. Det planlagte tippområdet er tegnet inn med rødt på kartet til høyre



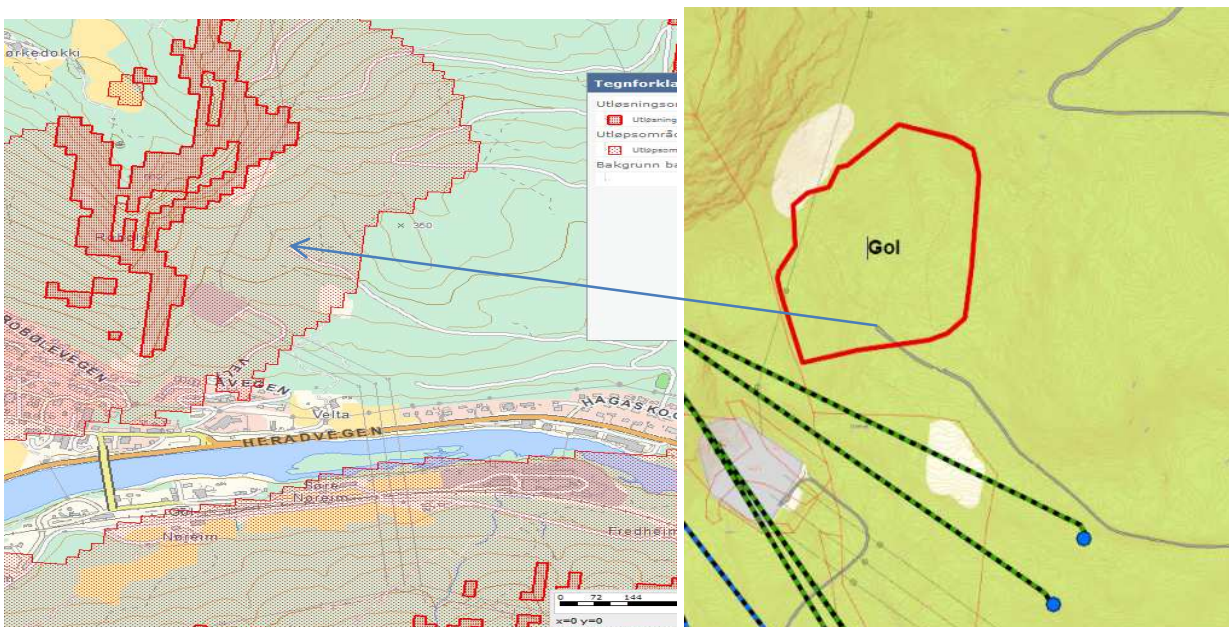
Figur 26 Aktsomhetsområde for steinsprang ved Plassen. Tippområde vil bli liggende delvis innenfor utløpsområde for steinsprang. Det planlagte tippområdet er tegnet inn med rødt på kartet til høyre.



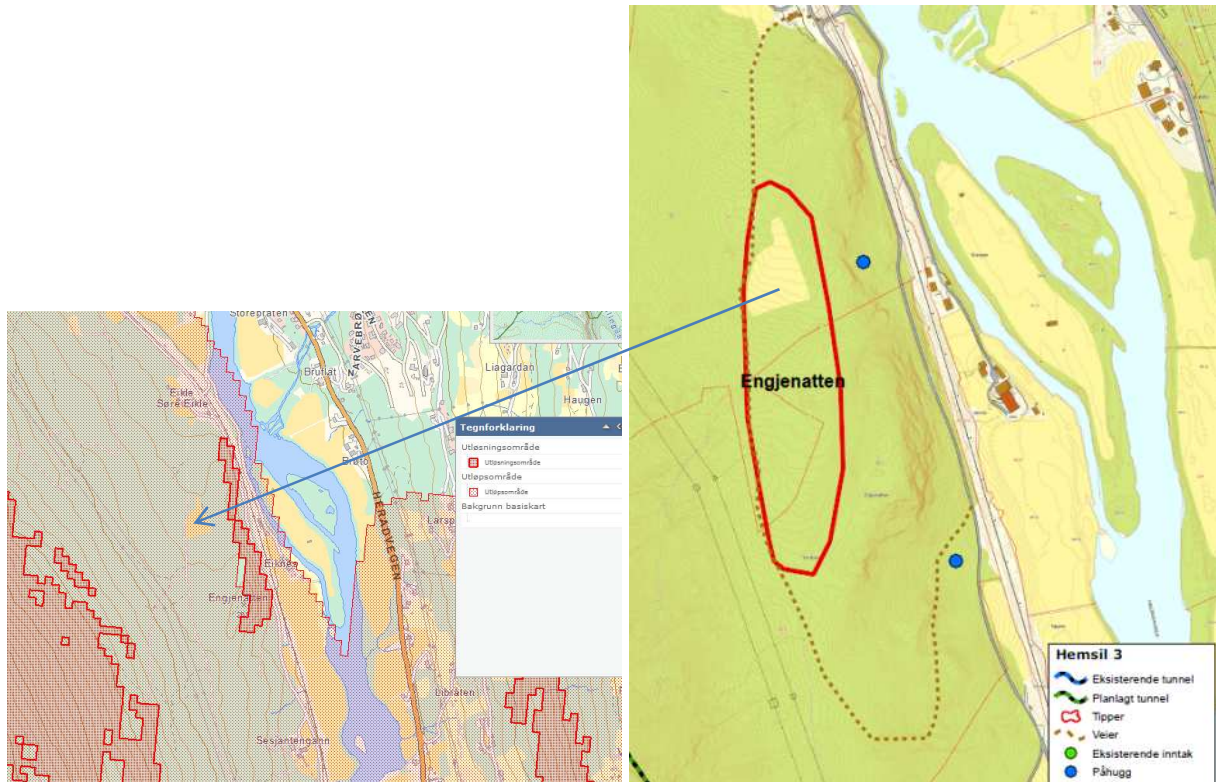
Figur 27 Aktsomhetsområde for snøskred (Kilde Skrednett.no)



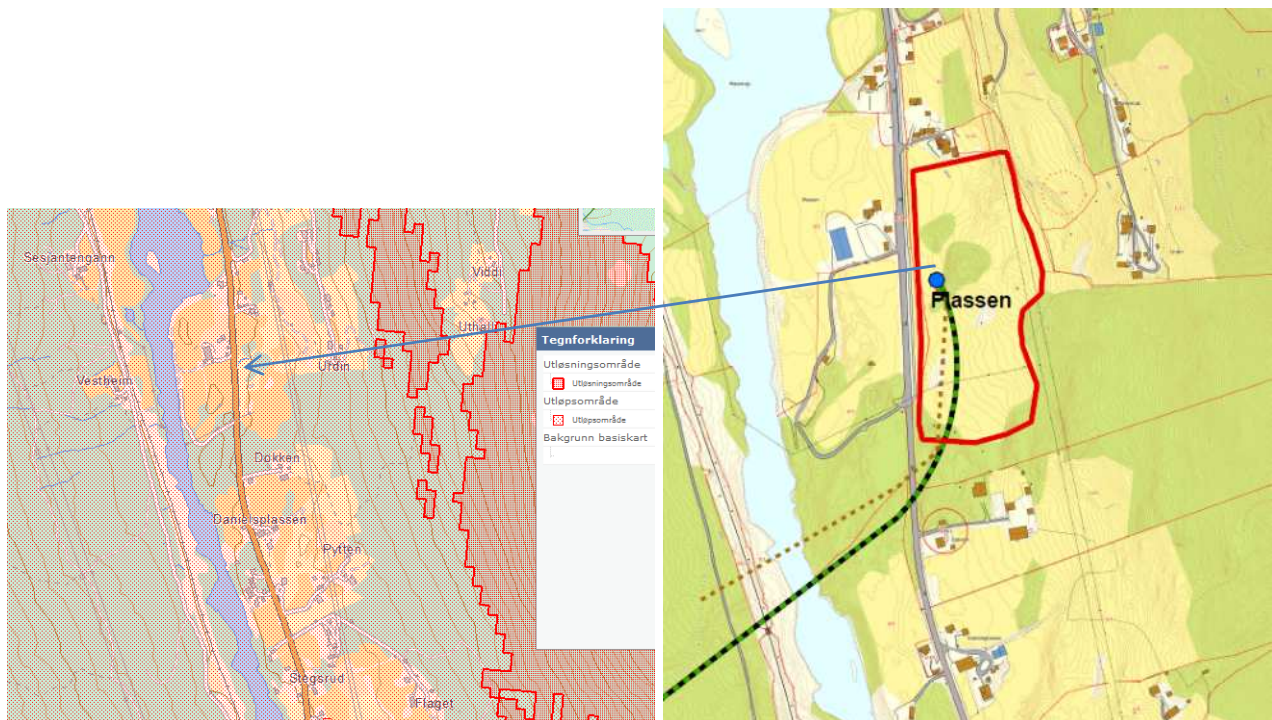
Figur 28 Aktsomhetsområde for snøskred ved Skredderberget. Tippområde vil bli liggende innenfor utløsningsområde for snøskred. Det ser ut som om det er helningen på den eksisterende tippet som gir fare for utløsning av snøskred. Det planlagte tippområdet er tegnet inn med rødt på kartet til høyre



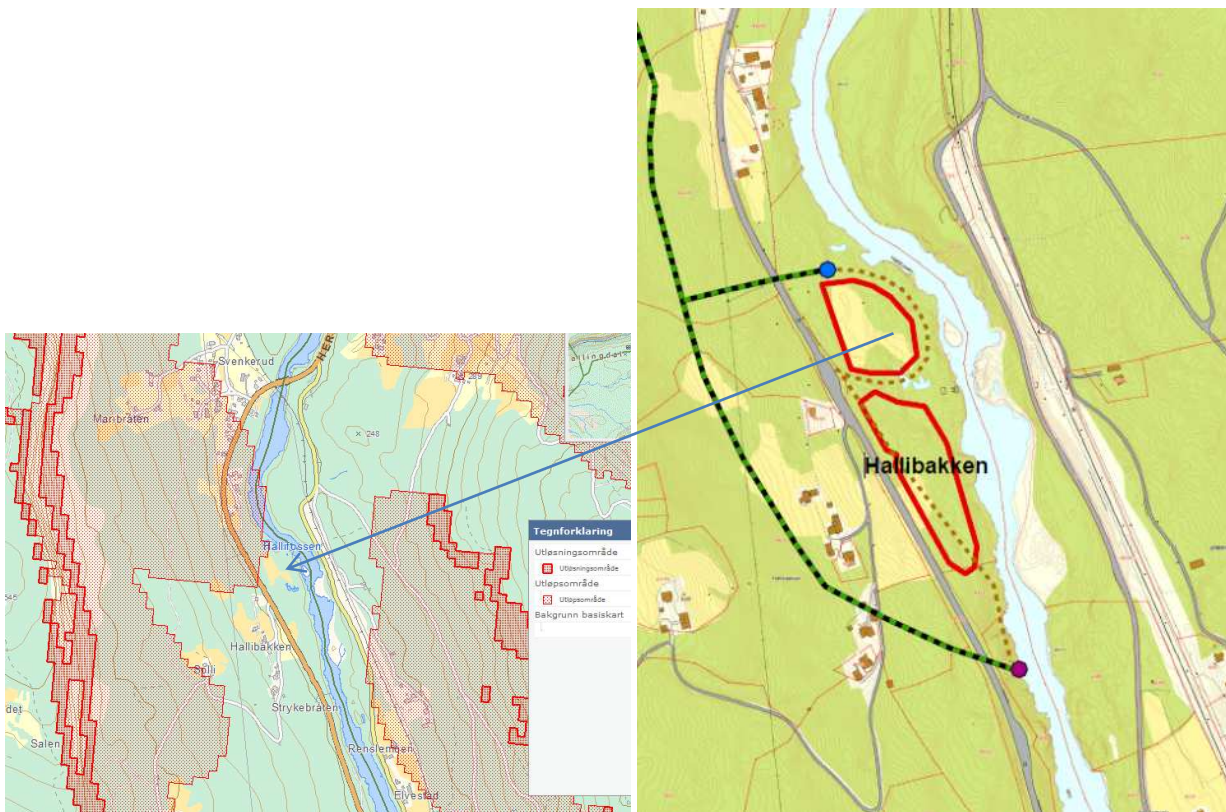
Figur 29 Aktsomhetsområde for snøskred ved Gol. Tippområde vil bli liggende innenfor utløsningsområde for snøskred. Det planlagte tippområdet er tegnet inn med rødt på kartet til høyre



Figur 30 Aktsomhetsområde for snøskred ved Engjenatten. Tippområde vil bli liggende innenfor utløpsområde for snøskred. Det planlagte tippområdet er tegnet inn med rødt på kartet til høyre



Figur 31 Aktsomhetsområde for snøskred ved Plassen. Tippområde vil bli liggende innenfor utløpsområde for snøskred. Det planlagte tippområdet er tegnet inn med rødt på kartet til høyre



Figur 32 Aktsomhetsområde for snøskred ved Hallibakken. Påhugg vil bli liggende helt i kant med utløpsområde for snøskred. Påhugget er tegnet inn med blå prikk og det planlagte tippområdet er tegnet inn med rødt på kartet til høyre.

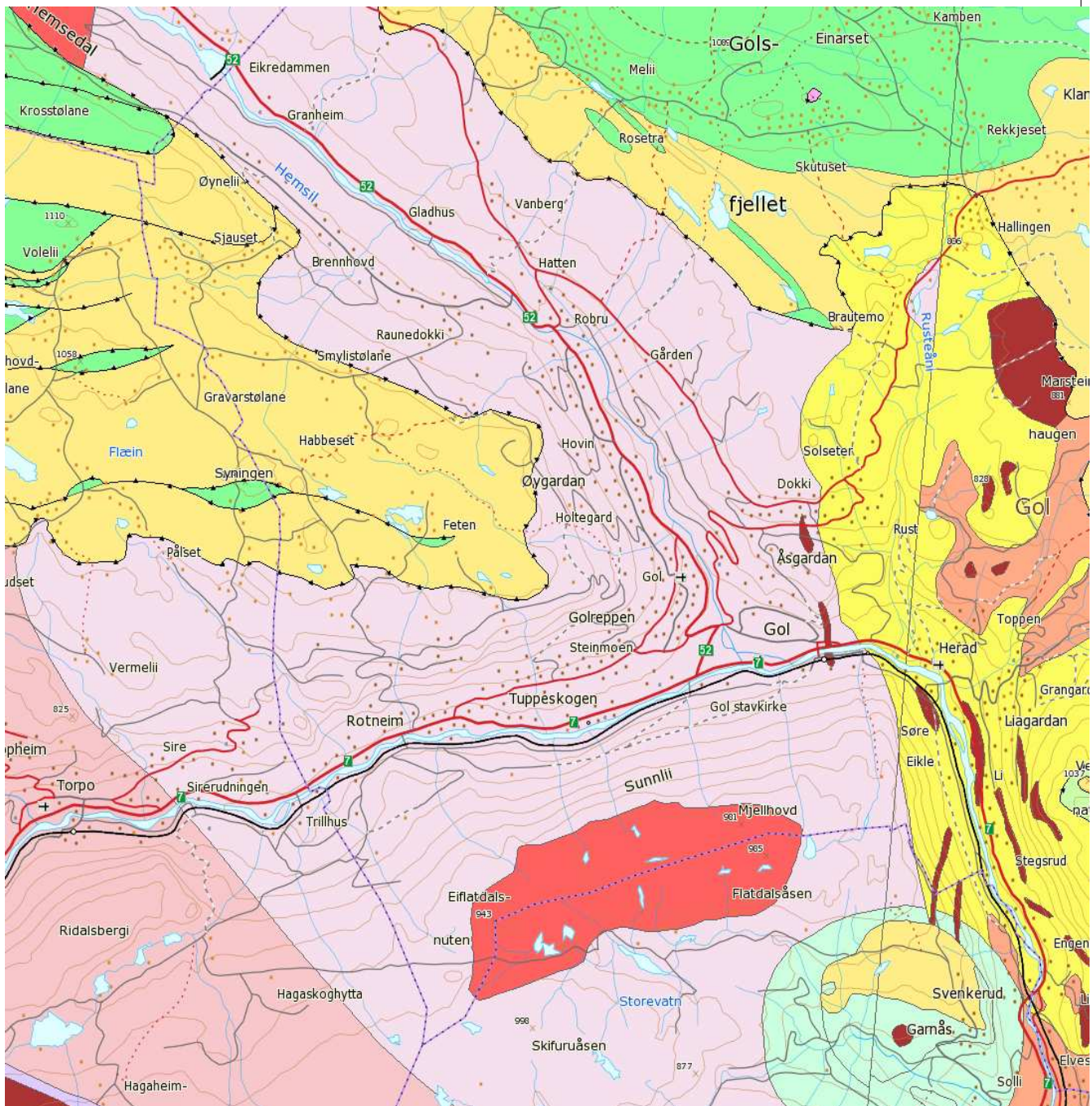
7 Geofaglige forhold

Mellom Eikredammen og Gol består berggrunnen av diorittisk til granittisk gneis, migmatitt i følge NGUs berggrunnskart. Dette er en berggrunn som vanligvis er enkel å drive tunneler i. Ved Gol er det noen mindre innslag av gabbro, amfibolitt. Det ble ikke rapportert om spesielt vanskelig fjell under driving av den eksisterende tunnelen mellom Eikredammen og Gol. Sør for Gol vil tunnelen for alternativ 1 gå inn i et område med kvartsitt. Både kvartsitt og gneis kan være oppsprukket. Dermed kan en tunnel i slike bergarter ha lekkasje som kan drenere vann bort fra nærliggende grunnvannsbrønner. Ved Gardnos består berggrunnen av tektonisk breksje. Dette er berggrunn som er blitt omdannet pga. trykk og varme pga. et meteorittnedslag for ca. 650 millioner år siden. Påvirkningen fra meteorittnedslaget er sterkest i sentrum av meteorittnedslaget og det avtar utover i krateret. En illustrasjon av krateret er vist i Figur 34. Legg merke til en 400 m lang borekjerne som er boret ved Branden. Denne viser bergartene ned til kote 283. Den nye tunnelen vil gå dypere enn dette, men bergarten der tunnelen ved alternativ 1 består mest trolig av Gardnosbreksje. Ved Helibakken består bergarten av Amfibolitt, hornblendegneis, glimmergneis, stedvis migmatittisk. Det er å forvente at denne bergarten er noe oppsprukket.

Det er å forvente at området under Hallingdalselva har en svakhetssone. Ellers gir ikke NGUs berggrunnskart opplysninger om sprekkesoner og forkastninger i området langs den nye tunnelen for begge alternativ.

Landformer i influensområdet

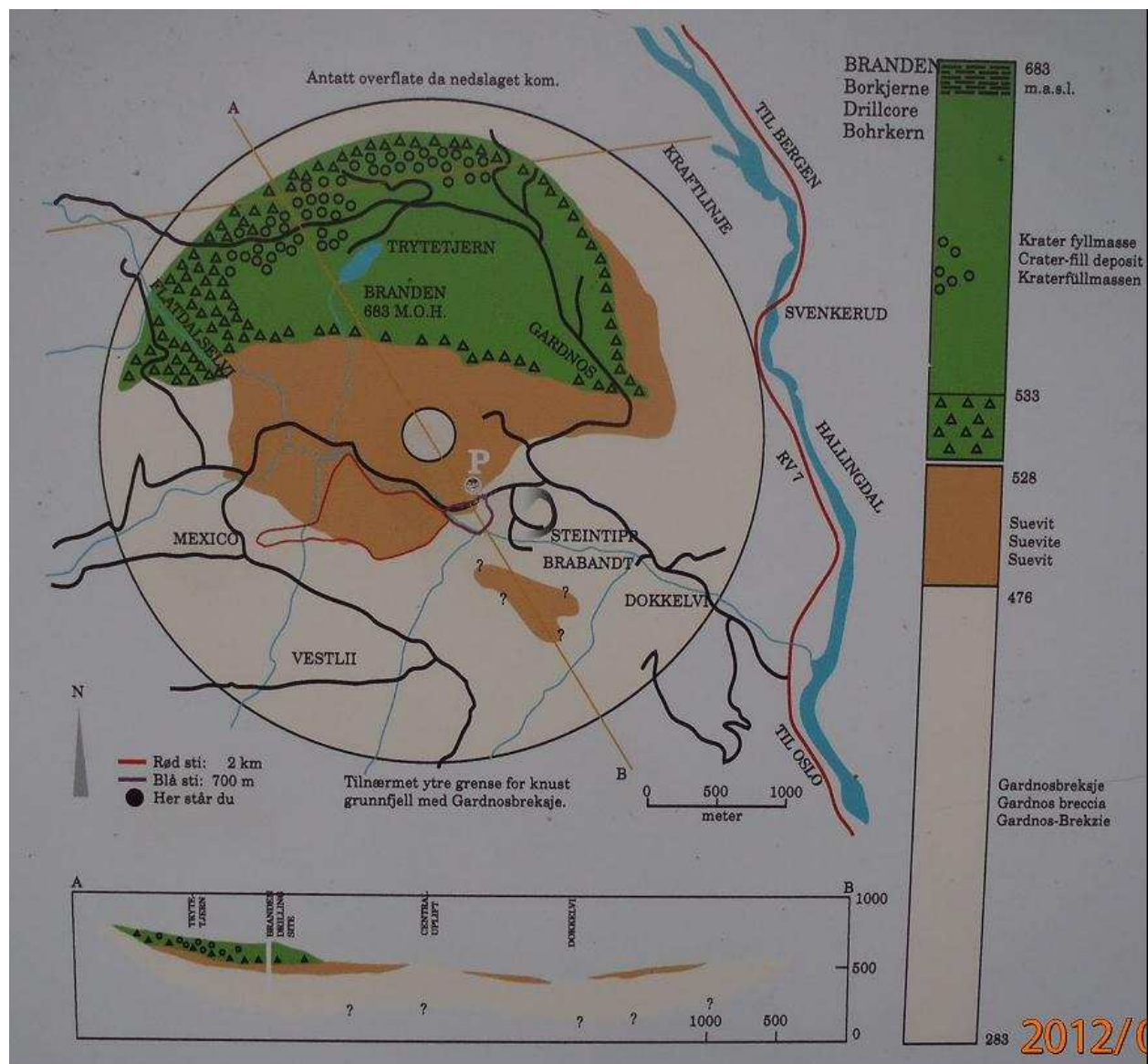
Landformene domineres av Hallingdalen med Hallingdalselva i bunn av dalen. Mellom Gol og Hallibakken ligger elva på ca. 170-190 moh. Dalsidene i Hallingdal er relativt bratte i dette området med noe flatere område i dalbunnen. Opp fra Gol til Eikredammen går elva Hemsil i en dal som er bratt helt ned mot elva. Dalen flater noe ut når en kommer opp i høyder over 500 moh.



Figur 33 NGUs bergartskart på strekningen Eikredammen Hallibakken

Tabell 7 Berggrunn på strekningen Eikredammen - Hallibakken

#	Hovedbergart	Bergart
Rosa	Diorittisk til granittisk gneis, migmatitt	Migmatitt, antatt migmatittisert granitt, stedvis breksjert
Gul	Kvartsitt	Kvartsitt og muskovitt-kvartsskifer, grovkornet, stedvis med soner av amfibolitt
Mørk brun	Gabbro, amfibolitt	Gabbro og diabas, svart eller mørk grønnsvart
Lys gul	Metasandstein, glimmerskifer	Leirskifer, sandstein, konglomerat og rasbreksje
Lys grønn	Tektonisk breksje	Gardnosbreksjen, avtagende breksjedannelse utover i krateret
Lys brun	Amfibolitt, hornblendegneis, glimmergneis, stedvis migmatittisk	Grå og rosa biotittgneis og epidotførende (hornblende-)biotittgneis, kvartsitt; underordnet amfibolitt og granittisk gneis



Figur 34 Gardnos meteorittkrater

8 Avbøtende tiltak

8.1 TILTAK FOR Å UNNGÅ TØRRE GRUNNVANNSBRØNNER

Det injiseres tettmasse i den nye tunnelen på stoff før utsprengning, på strekningen Snodalen Gol. Det må også injiseres dersom det oppdages betydelige lekkasjer ved tunneldriften i nærheten av andre kjente grunnvannsbrønner. Dersom det viser seg at det blir tørre brønner etter tømning av den nye tunnelen må det bores nye brønner til et dypere nivå enn den nye tunnelen. Eventuelt kan det opprettes reservevannforsyning fra en nærliggende brønn som har vann.

8.2 TILTAK MED HENSYN PÅ SEDIMENTTRANSPORT OG EROSJON

Dersom det legges ut masser ved og over en bekk, vil denne bli lagt i kulvert og massene sikret mot erosjon. Der det er et vannsig under masser som blir lagt ut i tippområder, vil det bli etablert et sandfang nedstrøms tippen. Ved avløp fra påhugg etableres det et sandfang.

8.3 SKRED

Der det er fare for steinprang, sikres områdene mot steinsprang før masser legges ut i disse områdene. Depoiene vil bli lagt ut slik at de er stabile og ikke skaper nye områder med fare for utløsning av snøskred. I tillegg må det unngås å legge ut masser i utløpsområder for snøskred når det er snøskredfare.

9 Kilder

Meteorologisk institutt, eKlima

NVE, Hvordan is i vassdrag dannes, Rapport 20/2010

NVE Atlas

NGU Granada, Nasjonal grunnvannsdatabase

NGU Løsmasser, Nasjonal løsmassedatabase

NGU Berggrunn, Nasjonal berggrunnsdatabase

Gardnos meteorittpark, informasjonstavle.

Gol kommune/Hossein Karganrood, e-post 12.10.2012 med sitat fra Revisjon hovedplan vannforsyning.