

BKK Produksjon AS

Konsekvensutredning for tilleggs-
overføring til Evanger kraftverk og
utbygging av Tverrelvi og Muggåselvi.

Tema: Grunnvann



Utarbeidet av:



Desember 2011

FORORD

BKK Produksjon AS ønsker å overføre øvre deler av Tverrelvi og Muggåselvi til eksisterende driftstunnel til Evanger kraftverk, samt å utnytte fallet i nedre deler av disse vassdragene gjennom bygging av en eller to nye kraftstasjoner. BKK Produksjon AS må søke om tillatelse (konsesjon) for å gjennomføre tiltaket. For at myndigheter og berørte interesser skal kunne vurdere samfunnets fordeler og ulemper ved en slik utbygging opp mot hverandre, må det utarbeides en konsekvensutredning (KU) etter gjeldende lovverk. Konsekvensutredningen er en viktig del av grunnlaget for å ta en beslutning om, og eventuelt på hvilke vilkår, en slik utbygging kan finne sted.

I 2000 sendte BKK Produksjon AS melding til NVE om tre ulike prosjekter for tilleggsoverføring til Evanger kraftverk. Konsekvensutredningsprogrammet for disse prosjektene ble fastsatt av NVE den 22. januar 2002, og konsekvensutredningen var ferdig i 2004. Det ble deretter jobbet videre med ett av prosjektene, overføring av Tverrelvi med flere, og forhandlinger med grunneierne startet opp. Det ble underskrevet en avtale med de fleste grunneierne i januar 2010. Avtalen innebærer at fire alternativer for utnyttelse av Tverrelvi og Muggåselvi skal utredes. Alle alternativene avviker fra det som ble meldt i 2000. Etter avklaringer med NVE sendte BKK Produksjon inn en ny melding, med forslag til utredningsprogram, for de fire utbyggingsalternativene i desember 2010.

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) fastsatte den 12. juli 2011 det endelige utredningsprogrammet, som var basert på forslaget fra utbygger og kommentarer til dette forslaget fra ulike berørte interesser. Dette utredningsprogrammet ga retningslinjene for den konsekvensutredningen som nå foreligger. Konsekvensutredningen skal senere ut på høring, og den vil bli lagt ut til offentlig ettersyn i de berørte kommunene. Under høringsperioden vil det bli arrangert et offentlig møte i Voss kommune, der det vil bli orientert om utbyggingsplanene og resultatene fra konsekvensutredningen.

Multiconsult AS har på oppdrag fra BKK Produksjon AS vært ansvarlig for å utarbeide konsekvensutredningen for prosjektet. Det er utarbeidet separate rapporter for følgende fagområder: 1) Hydrologi, 2) Grunnvann, 3) Vanntemperatur, isforhold og lokalklima, 4) Landskap, 5) Flora og fauna, 6) Kulturminner og kulturmiljø, 7) Ferskvannøkologi, 8) Naturressurser, 9) Samfunnsmessige virkninger, 10) Friluftsliv, jakt og fiske og 11) Støy, luftforurensning, erosjon og massetransport. Noen fagutredninger er utført av underkonsulentene Rådgivende Biologer AS (Ferskvannøkologi, samt deler av flora og fauna), Miljøfaglig Utredning AS (Landskap, samt deler av flora og fauna) og AsplanViak (Kulturminner og kulturmiljø). BKK Produksjon har selv gjort beregningene og utarbeidet rapporten for hydrologi, som har vært en del av grunnlaget for de andre fagutredningene.

Denne delrapporten omhandler temaet grunnvann, og er utført av Multiconsult AS ved sivil ing. hydrogeologi Gisle Grepstad og miljørådgiver/naturforvalter Kjetil Mork.

Multiconsult AS med underkonsulenter ønsker å takke alle som har bidratt i denne prosessen.

SAMMENDRAG

Utbyggingsplanene

BKK Produksjon AS ønsker å overføre øvre deler av Tverrelvi og Muggåselvi til Evanger kraftverk, samtidig som at fallet i nedre deler av vassdragene utnyttes i en eller to nye kraftstasjoner. Ulike utbyggingsløsninger er vurdert, og følgende alternativer er forhåndsmeldt og derfor gjenstand for utredning/vurdering i denne rapporten:

		Produksjon og utbyggingspris
A	Tilleggsoverføring til Evanger kraftverk og utbygging av Skorve kraftverk Tilsiget fra øvre deler av Tverrelvi og Muggåselvi fra kote 805 skal overføres til driftstunnelen til Evanger kraftverk. Restfeltene i Tverrelvi og Muggåselvi nedenfor kote 805 skal utnyttes fra ca. kote 355 til ca. kote 25 i Vosso. Det blir etablert inntak i begge elvene, med en felles kraftstasjon. Kraftverket blir uregulert og vannveiene legges i fjell. Kraftstasjonen blir plassert i dagen.	121,5 GWh 3,52 kr/KWh
B	Tilleggsoverføring til Evanger kraftverk og utbygging av Tverrelvi kraftverk og Muggåselvi kraftverk Tilsiget fra øvre deler av Tverrelvi og Muggåselvi fra kote 805 skal overføres til driftstunnelen til Evanger kraftverk. Restfeltene i Tverrelvi og Muggåselvi nedenfor kote 805 utnyttes i sine respektive fall fra henholdsvis ca. kote 355 til ca. kote 40 (Tverrelvi) og fra ca. kote 380 til ca. kote 25 (Muggåselvi). Det blir således to separate kraftverk, Tverrelvi og Muggåselvi kraftverk, med nedgravde trykkrør og en kort sjakt (kun Muggåselvi). Begge kraftstasjonene blir plassert i dagen.	119,8 GWh 3,59 kr/KWh
C	Utbygging av Skorve kraftverk Overføringen av øvre deler av Tverrelvi og Muggåselvi til Evanger kraftverk utgår. Hele nedbørfeltene til Tverrelvi og Muggåselvi utnyttes fra ca. kote 355 til ca. kote 25 i Vosso. Det blir etablert inntak i begge elvene og en felles kraftstasjon. Kraftverket blir uregulert og vannveiene blir lagt i fjell. Kraftstasjonen plasseres i dagen.	72,8 GWh 3,29 kr/KWh
D	Utbygging av Tverrelvi kraftverk og Muggåselvi kraftverk Overføringen av øvre deler av Tverrelvi og Muggåselvi til Evanger kraftverk utgår. Hele nedbørfeltet til Tverrelvi og Muggåselvi utnyttes i sine respektive fall fra henholdsvis ca. kote 355 til ca. kote 40 (Tverrelvi) og fra ca. kote 380 til ca. kote 25 (Muggåselvi). Det blir således to separate kraftverk, Tverrelvi og Muggåselvi kraftverk, med driftsvannvei i nedgravde trykkrør og en kort sjakt (kun Muggåselvi). Begge kraftstasjonene blir plassert i dagen.	67,2 GWh 2,55 kr/KWh

Utbygger prioriterer de ulike utbyggingsløsningene i den rekkefølge de er angitt i tabellen (A har høyest prioritet og D har lavest).

Områdebeskrivelse og verdivurdering

Berggrunnen i området består av omdannede proterozoiske (prekambriske) og kambrosiluriske bergarter skjøvet inn fra nordvest og sterkt deformert og omdannet under den kaledonske fjellkjedefoldingen. Dominerende bergarter er foliert granitt og tonalitt/tonalittisk gneis. Av andre omvandlede bergarter forekommer bl.a. kvartskifer, glimmerskifer og grønnstein.

Generelt er det lite løsmasser i selve prosjektområdet. Langs Tverrelvi finner man noe elveavsatt materiale og morene samt forvitnings- og skredmateriale. Man finner også enkelte områder med morene langs Muggåselvi. Området for øvrig er karakterisert av tilnærmet bart fjell.

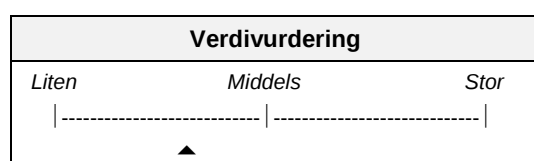
Det er relativt bratt terreng i store deler av nedbørfeltene, samt få og små, myrer og vann. Dette fører til rask avrenning, lite infiltrasjon og liten magasinkapasitet i nedbørfeltene både for grunnvann og overflatevann. Små avsetninger av elveavsatt materiale, med et visst

grunnavannspotensiale, finnes langs Tverrelvi ved Edal/Steine, Fjelasstølen og Fljote. Langs Muggåselvi er det generelt lite løsmasser, og derfor også lite potensial for grunnvann.

Den primære porøsiteten til bergartene i området er liten. Grunnavannsmagasinet i fjell finner en derfor primært som sprekkeakviferer. Det foreligger ingen eksakte opplysninger om magasinkapasiteten eller informasjon om sprekkeene. Erfaringer fra tidligere anlegg samt brønnboring indikerer imidlertid at fjellet generelt er tett uten åpne sprekkesoner.

De fleste av de fastboende i områdene langs Tverrelvi og Muggåselvi har brønn. De fleste er i løsmasser, men det finnes også noen få brønner i fjell. Kapasiteten til brønnene varierer. Enkelte opplyser at den er tilstrekkelig, andre har begrenset med vann i tørre perioder. Fritidsbebyggelsen langs Tverrelvi og Muggåselvi henter vannet sitt fra elver/bekker, primært de nevnte hovedelvene.

Samlet anses derfor verdien av grunnvann som en utnyttbar ressurs å være liten til middels. Betydningen for gårder/enkelthus trekker opp verdien noe.



Mulige konsekvenser

Redusert brønnkapasitet

Brønnen ved Skorve er den eneste eksisterende brønnen som vil kunne påvirkes av tiltaket (alle alternativer). Eventuelle framtidige brønner langs Tverrelvi vil kunne få redusert kapasitet der elva mater grunnavannsmagasinet på elveslettene i dalbunnen. Dette er kun en aktuell problemstilling ved Edal/Steine, Fjelasstølen og Fljote, samt kan hende i de lavereliggende delene av Lauvdalen, og gjelder ved alternativ A og B.

Det er viktig å presisere at BKK har forpliktet seg til å sikre lokalbefolkningen (fastboende og hytteiere) vann av minst samme kvantitet og kvalitet som per i dag, og dette tiltaket ligger inne som en del av utbyggingsplanene. De praktiske konsekvensene av en viss senkning av grunnvannstanden og redusert brønnkapasitet i enkelte områder vil da være ubetydelige med tanke på drikkevannsforsyning. Dette er nærmere omtalt i fagrapporten *Naturressurser*.

Skade på grunnvannsavhengig vegetasjon

Redusert vannføring nedstrøms bekkeinntakene i Tverrelvi og Muggåselvi vil kunne påvirke grunnvannsavhengig vegetasjon der elva i dag mater grunnavannsmagasinet. Denne problemstillingen er imidlertid i liten grad aktuell, og da kun på elveslettene langs Tverrelvi (alt. A og B). Deler av dette området er oppdyrket og vegetasjonen for øvrig er relativt artsfattig, så en eventuell drenering vil uansett ikke medføre vesentlige negative konsekvenser for viktige vegetasjonstyper i området.

Drenering av myrer og vann

Det forekommer ingen myrer over overføringstunnelene som vil kunne bli berørt ved en evt. drenering/innlekkasje til tunnelene eller inntakssjaktene i anleggsfasen. Overføringstunnelen passerer under Vetlatvatnet, noen småvatn vest for dette samt nær Raudbergstjørni. Dersom tunnelen passerer permeable soner som også går gjennom disse vannene, vil de kunne bli drenert. Ved passering under disse vannene bør det derfor gjennomføres sonderboring på stoff og injeksjon dersom det observeres store lekkasjer.

Oppsummering

Det er kun marginale forskjeller mellom de ulike utbyggingsalternativene. Konsekvensene er knyttet til en eventuell redusert grunnvannstand rundt brønnen på Skorve (alle alternativer) og evt. langs deler av Tverrelvi der det kan være aktuelt å etablere grunnvannsbrønner i forbindelse med vannforsyning til fritidsboliger/støler (alt. A og B), samt en mulig drenering i anleggsfasen som følge av bygging av tunneler.

Alt.	Beskrivelse	Anleggsfasen	Driftsfasen
0	Ingen utbygging	Ubetydelig/ingen konsekvens (0)	Ubetydelig/ingen konsekvens (0)
A	Overføring av Muggåselvi og Tverrelvi, samt bygging av Skorve kraftverk.	Liten negativ konsekvens (-)	Liten negativ konsekvens (-)
B	Overføring av Muggåselvi og Tverrelvi, samt bygging av Tverrelvi og Muggåselvi kraftverk.	Liten negativ konsekvens (-)	Liten negativ konsekvens (-)
C	Ingen overføring av Muggåselvi og Tverrelvi. Kun bygging av Skorve kraftverk.	Ubetydelig til liten neg. konsekvens (0/-)	Ubetydelig til liten neg. konsekvens (0/-)
D	Ingen overføring av Muggåselvi og Tverrelvi. Kun bygging av Tverrelvi og Muggåselvi	Ubetydelig til liten neg. konsekvens (0/-)	Ubetydelig til liten neg. konsekvens (0/-)

Mulige avbøtende tiltak

Ved passering under Vetlavatnet, småvatna vest for dette samt Raudberg tjørni, bør det gjennomføres sonderboring på stuff og injeksjon dersom det påtreffes lekkasjer. Oppstår det store enkeltlekkasjer under tunneldrivingen vil injeksjon før videre inndrift være et aktuelt avbøtende tiltak.

Oppfølgende undersøkelser

Det forventes at det gjennomføres ingeniørgeologiske undersøkelser / oppfølging under tunneldriften for å vurdere behovet for stabilitetssikring, sonderboring på stuff samt behov for forinjeksjon (ved store vannmengder). Videre bør samlet innlekkasje i form av vannmengdemålinger registreres under drivingen.

INNHold

1	INNLEDNING	8
2	BESKRIVELSE AV TILTAK OG PLANER FOR GJENNOM-FØRING, MED BESKRIVELSE AV ALTERNATIVER	8
2.1	Teknisk plan for hovedalternativet (A).....	9
2.2	Vannføring før og etter utbygging	12
3	METODE	14
3.1	Utredningsprogram.....	14
3.2	Datagrunnlag	14
3.3	Vurdering av verdier og konsekvenser.....	14
4	AVGRENSNING AV INFLUENSOMRÅDET	16
5	OMRÅDEBESKRIVELSE	18
5.1	Generelt.....	18
5.2	Beskrivelse av dagens situasjon/området.....	18
5.2.1	Berggrunnsgeologi	18
5.2.2	Kvartærgeologi.....	19
5.2.3	Klima og nedbør.....	23
5.2.4	Avrenning	23
5.2.5	Grunnforhold, avrenning, vann, bekker og elver innenfor de enkelte nedbørfeltene	25
5.2.6	Grunnvann i fjell og løsmasser	27
5.2.7	Grunnvannsbrønner	28
5.3	Evaluering av verdi	30
5.3.1	Grunnvann som utnyttbar ressurs.....	30
5.3.2	Grunnvannets betydning for vegetasjon	30
6	MULIGE KONSEKVENSER OG DERES OMFANG	31
6.1	Redusert kapasitet i brønner som følge av overføring av vann	31
6.2	Skade på vegetasjon som følge av overføring / fraføring av vann.....	31
6.3	Drenering av brønner, myrer og vatn, samt skade på vegetasjon som følge av innlekkasjer i overføringstunnelene.....	32
6.4	Mulige endringer i grunnvannstanden rundt Harkavatnet.....	33
6.5	Oppsummering	33
6.6	Samlet belastning	33
7	MULIGE AVBØTENDE TILTAK OG DERES EFFEKT	33
8	MULIGE KONSEKVENSER ETTER AVBØTENDE TILTAK	35
9	PROGRAM FOR VIDERE UNDERSØKELSER OG OVERVÅKING	35
	REFERANSER	36

FIGURER/BILDER

Figur 1. Oversikt over utbyggingsplanene. Vi viser til tabell 1 for en nærmere oversikt over de ulike alternativene.	10
Figur 2. Oversikt over utbyggingsplanene i nedre del av vassdragene. Vi viser til tabell 1 for en nærmere oversikt over de ulike alternativene.....	11
Figur 3. Vannføring i Muggåselvi ved Muggåsstølen i et middels år, før og etter utbygging. Tall i m ³ /s.	12
Figur 4. Vannføring i Tverrelvi ved Kvittastølen i et middels år, før og etter utbygging. Tall i m ³ /s.	13
Figur 5. Vannføring i Tverrelvi ved Lauvdalen i et middels år, før og etter utbygging. Tall i m ³ /s.	13
Figur 6. Konsekvensvifte (Statens vegvesen Håndbok 140, 2006).....	15
Figur 7. Avgrensning av influensområdet for temaet grunnvann.....	17
Figur 8. Berggrunnsgeologisk kart for influensområdet.....	20
Figur 9. Kvartærgeologisk kart for influensområdet.....	21
Figur 10. Elveavsatt materiale i dalbunnen ved Fjelastølen. Foto: Gisle Grepstad.	22
Figur 11. Utløpet av Raudberg tjørni (sett mot nord). Foto: Gisle Grepstad.	22
Figur 12. Referansepunkt for hydrologiske beregninger, som beskrevet i tabell 4.	24
Figur 13. Høydeforskjellen mellom Tverrelvi (ved lav vannføring) og tilgrensende jordbruksarealer er på ca. 2 m. Foto: Kjetil Mork.....	25
Figur 14. Mokedalen, omtrentlig plassering av inntaksområdene er indikert med pil. Foto: Kjell Arne Valvik.....	26
Figur 15. Tverrelvi sett østover fra Skansen. Lauvdalen midt på bildet, og Fangdalen i bakgrunnen (inntaksområdet er indikert med pil). Foto: Kjell Arne Valvik.....	27
Figur 16. Grunnvannsressurser og grunnvannsbrønner i området. Brønnen ved Skorve er feilplassert i databasen, og ligger like ovenfor gården på Skorve, ca. 50-60 m fra Muggåselvi. Kilde: NGU.....	29
Figur 17. Bilder av Harkavatnet. Foto: Ingvill Stenseth.	34

TABELLER

Tabell 1. Utbyggingsalternativer.	8
Tabell 2. Alminnelig lavvannføring og 5-persentiler.....	12
Tabell 3. Kriterier for verdivurderingen av grunnvannsressursene.....	15
Tabell 4. Nøkkeltall for tilsig og vannføring i et middels år på utvalgte referansepunkter i vassdragene. De enkelte referansepunktene er vist i figur 11.	23
Tabell 5. Fjellbrønner i tiltaksområdet registrert i NGU's brønndatabase.....	28
Tabell 6. Vanngiverevne til ulike bergarter i Voss (Dagestad 1999, Henriksen og Jæger 1992).....	28
Tabell 7. Gårder, støler og hytter med fjell- eller løsmassebrønner.	29

1 INNLEDNING

Kraftutbygging kan påvirke grunnvannet i et område. Redusert vannføring som en følge av fraføring av vann fra bekker og elver, vil kunne føre til endringer i grunnvannsregimet nedstrøms i vassdragene. Videre vil overføringstunneler kunne føre til endringer i grunnvannsnivået over tunneltraséene som følge av innlekkasjer. Omfanget avhenger imidlertid av de hydrologiske, topografiske og geologiske forholdene.

I denne rapporten vurderes de geologiske og hydrogeologiske forholdene nedstrøms bekkeinntakene og langs tunneltraséene. Disse vurderingene sammenstilles med hydrologiske data og informasjon om bl.a. vannforsyning og vegetasjon til en helhetlig vurdering av hvilke konsekvenser utbyggingen vil få for grunnvannsstanden og grunnvannsressursene langs elvestrekningen som blir berørt. Videre vurderes faren for skade som følge av en eventuell utilsiktet drenering av grunnvann og/eller overflatevann til overføringstunnelene.

Mulige avbøtende tiltak er også kort omtalt. Disse er basert på diskusjoner med fagansvarlige for andre tema som har vurdert verdien av områdene som eventuelt blir påvirket. Vurderingene er basert på foreliggende tekniske planer fra BKK. Vurderingene i denne deltemautredningen er en del av grunnlaget for å vurdere konsekvenser for flora, fauna, brukerinteresser m.m. knyttet til de berørte vassdragene.

2 BESKRIVELSE AV TILTAK OG PLANER FOR GJENNOMFØRING, MED BESKRIVELSE AV ALTERNATIVER

BKK Produksjon planlegger en tilleggsoverføring av de øvre delene av nedbørfeltene til Tverrelvi og Muggåselvi til Evanger kraftverk, samt at fallet i de nedre delene av vassdragene også vil bli utnyttet gjennom bygging av ett eller to nye kraftverk. Det er vurdert flere ulike alternativer, og tabellen under og figur 1 og 2 oppsummerer disse.

Tabell 1. Utbyggingsalternativer.

Alt.	Beskrivelse	Produksjon og utbyggingspris
A	Tilleggsoverføring til Evanger kraftverk og utbygging av Skorve kraftverk Tilsiget fra øvre deler av Tverrelvi og Muggåselvi fra kote 805 skal overføres til driftstunnelen til Evanger kraftverk. Restfeltene i Tverrelvi og Muggåselvi nedenfor kote 805 skal utnyttes fra ca. kote 355 til ca. kote 25 i Vosso. Det blir etablert inntak i begge elvene, med en felles kraftstasjon. Kraftverket blir uregulert og vannveiene legges i fjell. Kraftstasjonen blir plassert i dagen.	121,5 GWh 3,52 kr/KWh
B	Tilleggsoverføring til Evanger kraftverk og utbygging av Tverrelvi kraftverk og Muggåselvi kraftverk Tilsiget fra øvre deler av Tverrelvi og Muggåselvi fra kote 805 skal overføres til driftstunnelen til Evanger kraftverk. Restfeltene i Tverrelvi og Muggåselvi nedenfor kote 805 utnyttes i sine respektive fall fra henholdsvis ca. kote 355 til ca. kote 40 (Tverrelvi) og fra ca. kote 380 til ca. kote 25 (Muggåselvi). Det blir således to separate kraftverk, Tverrelvi og Muggåselvi kraftverk, med nedgravde trykkrør og en kort sjakt (kun Muggåselvi). Begge kraftstasjonene blir plassert i dagen.	119,8 GWh 3,59 kr/KWh
C	Utbygging av Skorve kraftverk Overføringen av øvre deler av Tverrelvi og Muggåselvi til Evanger kraftverk utgår. Hele nedbørfeltene til Tverrelvi og Muggåselvi utnyttes fra ca. kote 355 til ca. kote 25 i Vosso. Det blir etablert inntak i begge elvene og en felles kraftstasjon. Kraftverket blir uregulert og vannveiene blir lagt i fjell. Kraftstasjonen plasseres i dagen.	72,8 GWh 3,29 kr/KWh

Alt.	Beskrivelse	Produksjon og utbyggingspris
D	Utbygging av Tverrelvi kraftverk og Muggåselvi kraftverk Overføringen av øvre deler av Tverrelvi og Muggåselvi til Evanger kraftverk utgår. Hele nedbørfeltet til Tverrelvi og Muggåselvi utnyttes i sine respektive fall fra henholdsvis ca. kote 355 til ca. kote 40 (Tverrelvi) og fra ca. kote 380 til ca. kote 25 (Muggåselvi). Det blir således to separate kraftverk, Tverrelvi og Muggåselvi kraftverk, med driftsvannvei i nedgravde trykkrør og en kort sjakt (kun Muggåselvi). Begge kraftstasjonene blir plassert i dagen.	67,2 GWh 2,55 kr/KWh

Prosjektene er konsesjonssøkt i den rekkefølgen de står, noe som innebærer at alt. A er hovedalternativet og BKK Produksjon sitt primære ønske. Under har vi gitt et kortfattet resyme av den tekniske planene for dette alternativet. Vi viser til konsesjonssøknaden for en mer detaljert informasjon om utbyggingsplanene.

2.1 Teknisk plan for hovedalternativet (A)

Tverrelvi og Muggåselvi er to sideelver som tilhører Vossovassdraget og som renner ut i Vosso mellom Bulken og Evanger. Vossovassdraget har et nedbørfelt på 1483 km², mens tilsvarende tall for Tverrelvi og Muggåselvi er på henholdsvis 35,1 km² og 6,6 km². Tverrelvi er regulert ved at et felt (Harkavatnet) på 2,1 km² er overført til ett av de eksisterende bekkeinntakene (Grasdalen) til Evanger kraftverk. Muggåselvi er uregulert.

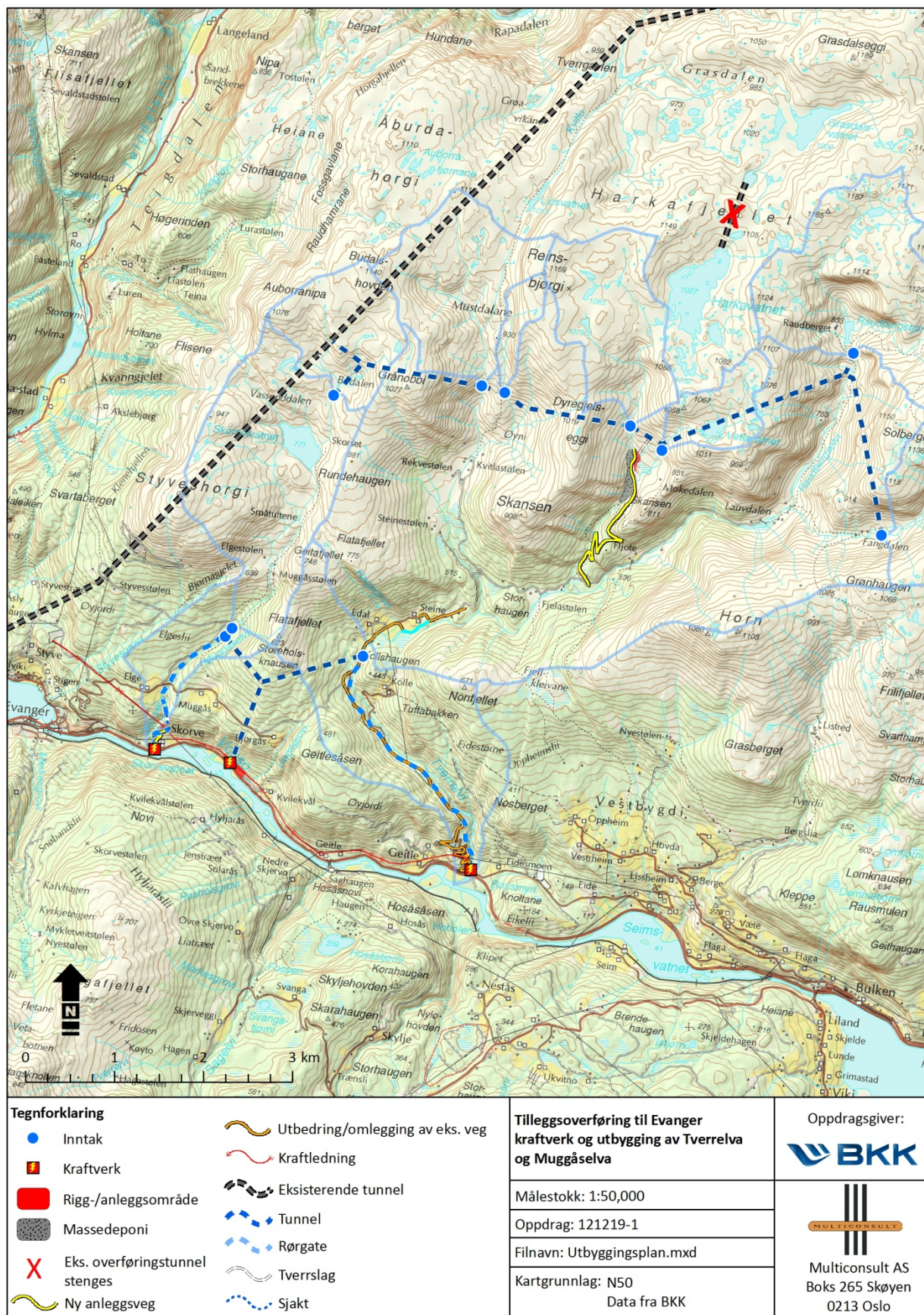
Tverrelvi og Muggåselvi vil bli overført til driftstunnelen til Evanger kraftverk ved hjelp av en 8,5 km lang tunnel og sju bekkeinntak (kote 805) med sjakter. Tunnelen vil bli drevet fra et tunneltverrslag i Mokedalen, og den vil få et minimumstverrsnitt, dvs. rundt 20 m². Tunnelmassene som tas ut, anslått til ca. 260 000 m³, vil bli deponert i Mokedalen.

Kraftverket som skal utnytte fallet mellom kote 355 i Tverrelvi og Muggåselvi og kote 25 i Vosso, får vannvei i fjell. Det vil gå en 2150 m lang tunnel på stigning fra kraftstasjonen opp til inntaket i Tverrelvi. Fra kraftstasjonen blir det lagt rør i tunnelen fram til en propp med overgang til råsprengt tunnel. Fra denne tunnelen vil det gå en egen tunnel på 550 m med en 140 m lang sjakt i enden opp til inntaket i Muggåselvi. Fra kraftstasjonen føres vannet ut i Vosso gjennom en kulvert. Kraftstasjonen, som blir bygget i dagen ved E 16 øst for Skorve, får en installert effekt på 14 MW.

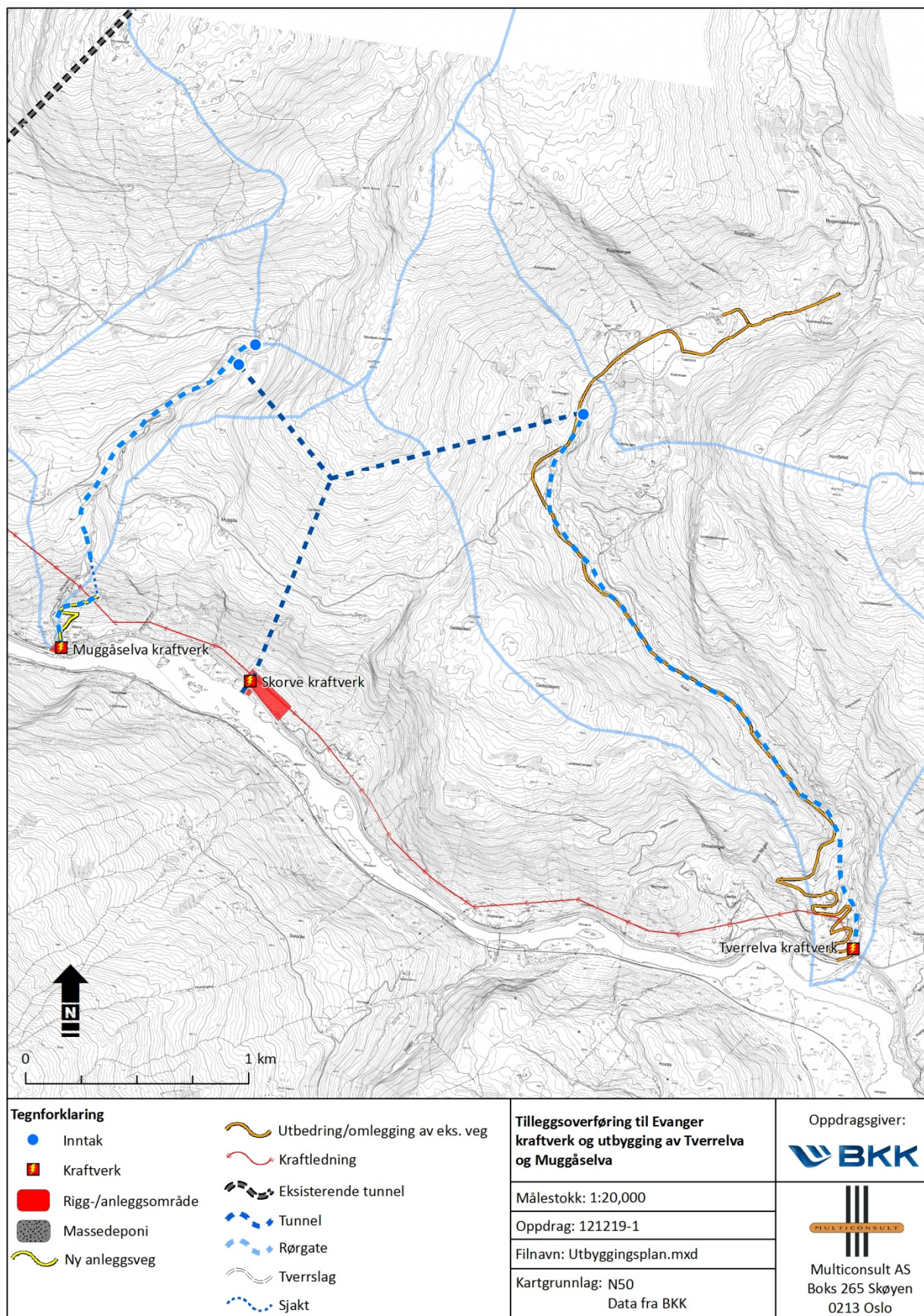
Den kommunale vegen fra E16 og opp til Steine må delvis legges om og delvis utbedres, samt at stølsvegen fra Steine og videre oppover dalføret vil bli utbedret. Fra Fljote og opp til tunneltverrslaget i Mokedalen vil det bli bygget en ca. 3 km lang anleggsveg. Det er planlagt at tunnelen vil gå ut i dagen ved to av bekkeinntakene – Fangdalen og Raudberget. Til de andre anleggsstedene vil det bli benyttet helikoptertransport.

I forbindelse med anleggsarbeidet vil det bli bygget provisoriske luftlinjer eller kabler fra eksisterende nett og frem til anleggsstedene. Kraften fra kraftverket vil bli ført ut ved hjelp av en ny 2,2 km lang 22 kV linje til koblings- og transformatorstasjonen på Evanger.

Byggetiden for anlegget er beregnet til mellom 2,5 og 3 år.



Figur 1. Oversikt over utbyggingsplanene. Vi viser til tabell 1 for en nærmere oversikt over de ulike alternativene.



Figur 2. Oversikt over utbyggingsplanene i nedre del av vassdragene. Vi viser til tabell 1 for en nærmere oversikt over de ulike alternativene.

2.2 Vannføring før og etter utbygging

BKK Produksjon har beregnet følgende verdier for alminnelig lavvannføring (Q_{alm}) og 5-persentiler sommer og vinter ved de planlagte inntakene i nedre del av Tverrelvi og Muggåselvi:

Tabell 2. Alminnelig lavvannføring og 5-persentiler.

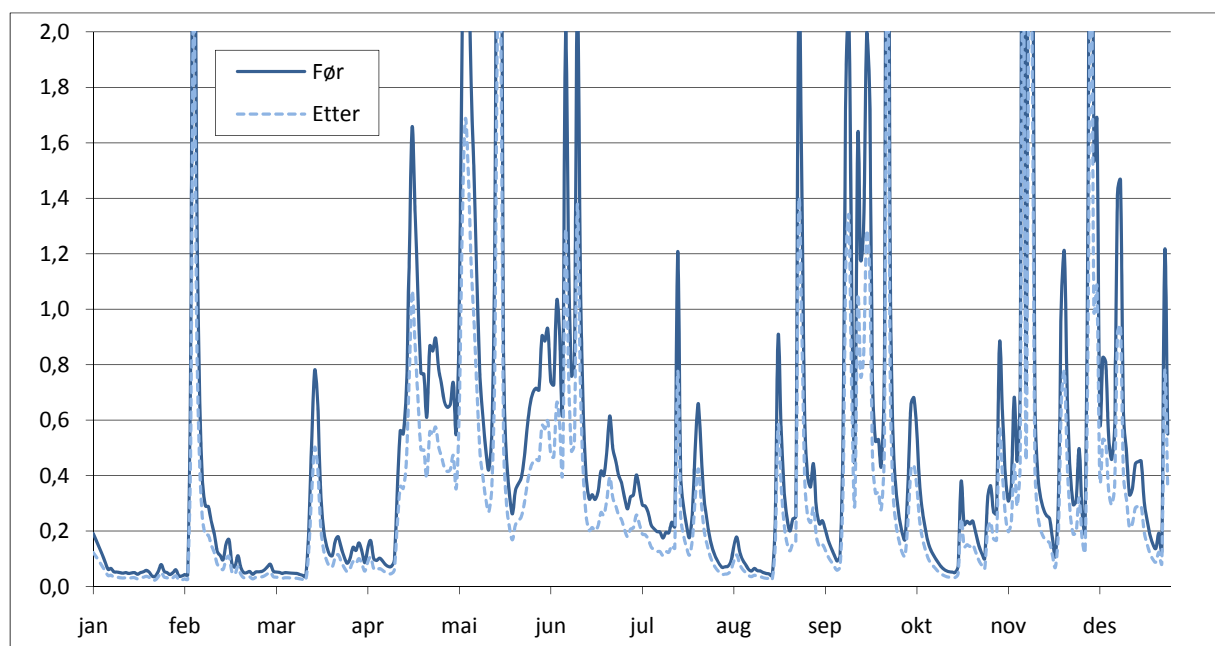
Alternativ	Kraftverk	Q alm (l/s)	5-persentil sommer (l/s)	5-persentil vinter (l/s)
A og C	Skorve kraftverk	140	304	109
B og D	Muggåselvi kraftverk	35	54	32
B og D	Tverrelvi kraftverk	121	262	94

I nedre del av Tverrelvi, dvs. fra planlagt inntak til Tverrelvi eller Skorve kraftverk, har BKK Produksjon foreslått en minstevannføring lik 5-persentilen for sommer (ca. 260 l/s) og vinterhalvåret (ca. 90 l/s).

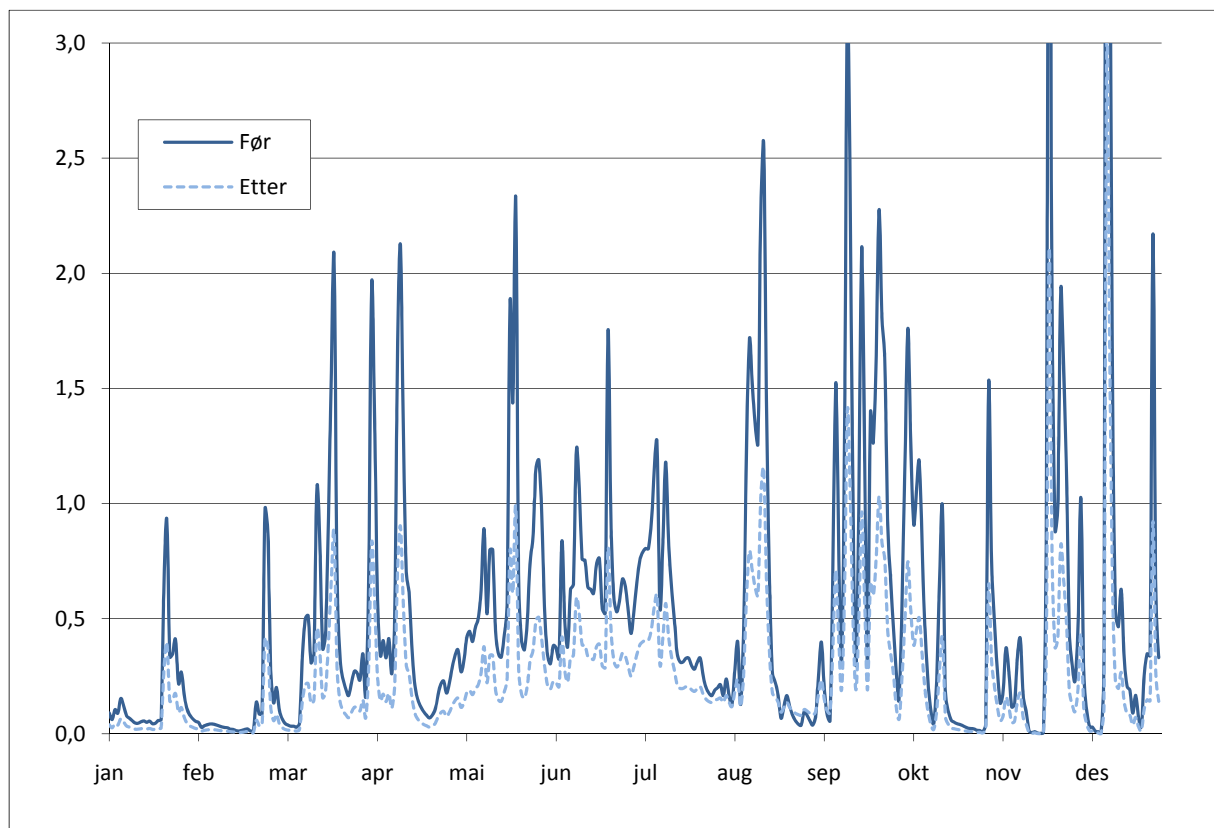
I Muggåselvi, dvs. fra planlagt inntak til Muggåselvi eller Skorve kraftverk, har utbygger foreslått en minstevannføring lik alminnelig lavvannføring (35 l/s).

Når det gjelder tilleggsoverføringen til Evanger kraftverk, så har BKK Produksjon foreslått at det slippes 65 l/s fra ett av inntakene ovenfor Kvitastølen og samme mengde fra ett av inntakene ovenfor Lauvdalen (enten Raudbergdalen eller Fangdalen) i perioden 1. juni til 31. september (de legger ikke opp til minstevannføring i perioden oktober-mai). Det er ikke foreslått minstevannføring fra inntaket øverst i Muggåselvi eller i Mokedalen.

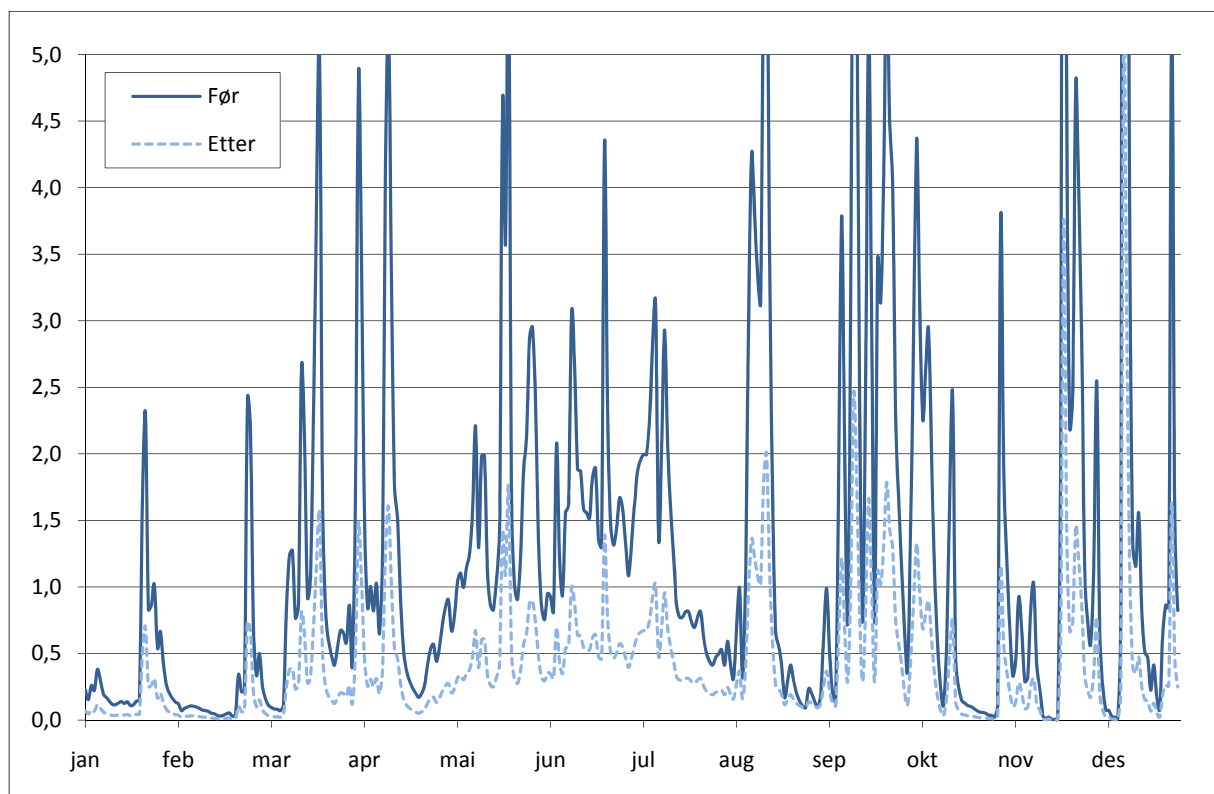
I tillegg til minstevannføringen fra inntakene vil restfeltene nedstrøms bidra til å øke vannføringen nedover i vassdragene. Figur 3-5 viser vannføring før og etter utbygging på utvalgte steder i vassdragene.



Figur 3. Vannføring i Muggåselvi ved Muggåsstølen i et middels år, før og etter utbygging. Tall i m^3/s .



Figur 4. Vannføring i Tverrelvi ved Kvitlastølen i et middels år, før og etter utbygging. Tall i m³/s.



Figur 5. Vannføring i Tverrelvi ved Lauvdalen i et middels år, før og etter utbygging. Tall i m³/s.

3 METODE

3.1 Utredningsprogram

I utredningsprogrammet fra NVE, datert 12. juli 2011, er følgende angitt for fagområdet grunnvann:

Grunnvann

Dagens forhold i de berørte områdene skal beskrives kort. Det skal redegjøres kort 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 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.

3.2 Datagrunnlag

Utredningen er basert på eksisterende informasjon om de geologiske forholdene i området og karaktertrekk ved berørte nedbørfelt og elver. Tolkning av topografiske-, berggrunnsgeologiske- og kvartærgeologiske kart, rapporter fra tidligere tunnelanlegg, samtaler med personer som har deltatt i tidligere utbyggingsprosjekter for veg og jernbane samt registreringer av brønner har vært viktig grunnlagsmateriale.

Opplysningene som er innhentet har til en viss grad blitt verifisert i felt. Til sammen tre dager, hovedsakelig i august, er tilbrakt i felt for å innhente supplerende informasjon om geologi, grunnvann, fare for drenering m.m.

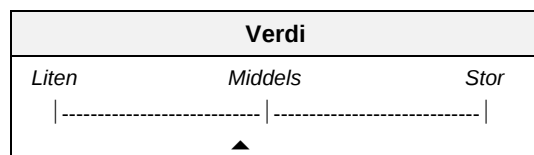
Datagrunnlaget vurderes som middels godt.

3.3 Vurdering av verdier og konsekvenser

Denne konsekvensutredningen er basert på en "standardisert" og systematisk tre-steps prosedyre for å gjøre analyser, konklusjoner og anbefalinger mer objektive, lettere å forstå og lettere å etterprøve.

Trinn 1 – Verdi

Det første steget i konsekvensvurderingene er å objektivt beskrive og vurdere området sine karaktertrekk og verdier innenfor hvert enkelt fagområde. Verdien blir fastsatt langs en skala som spenner fra *liten verdi* til *stor verdi* (se eksempel under).



Grunnlaget for verdivurderingen er *ressursens utbredelse* innenfor registreringsområdet, dens *bruksegenskaper* til aktuelle formål i henhold til foreliggende kvalitetskrav, og hvilken *tilgang* det er på ressursen ellers i området.

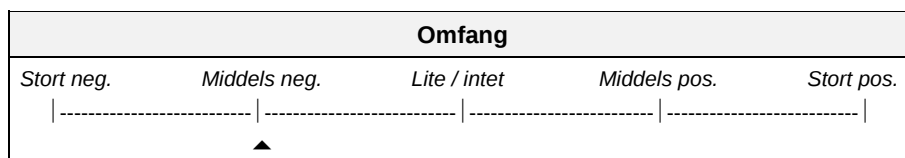
Verdivurderingene av grunnvannsressursene er omtalt i kapittel 6.2, og kriterier som er benyttet, er presentert i Tabell 3.

Tabell 3. Kriterier for verdivurderingen av grunnvannsressursene

Liten verdi	<ul style="list-style-type: none"> - Grunnvannet er av slik kvalitet og mengde at det er uegnet til vannforsyning - Grunnvannet har ingen eller liten betydning for vegetasjonen.
Middels verdi	<ul style="list-style-type: none"> - Grunnvannet forekommer i slike mengder og kvaliteter at det er egnet som vannforsyning enten etter rensing (drikkevann og industri) eller som det er (landbruk). - Grunnvannet har betydning for vegetasjon i området
Stor verdi	<ul style="list-style-type: none"> - Grunnvannet forekommer i slike mengder og kvaliteter at det er meget godt egnet som vannforsyning (drikkevann, industri, landbruk) - Grunnvannsressursen utnyttes allerede eller planlegges å utnyttes. - Grunnvannet har stor betydning for vegetasjonen i området

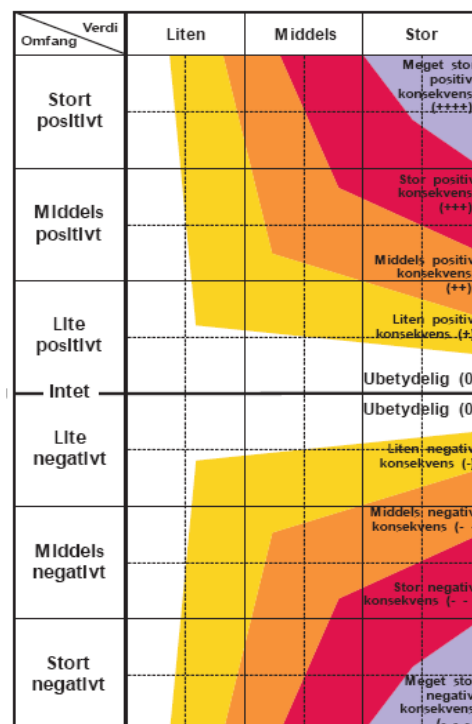
Trinn 2 – Omfang

Trinn 2 består i å beskrive og vurdere type og omfang av mulige konsekvenser. Konsekvensene blir bl.a. vurdert utfra omfang i tid og rom og sannsynligheten for at de skal oppstå. Konsekvensene blir vurdert både for den kortsiktige anleggsfasen og den langsiktige driftsfasen. Omfanget blir vurdert langs en skala fra *stort negativt omfang* til *stort positivt omfang* (se eksempel under).



Trinn 3 – Samlet vurdering

Det tredje og siste trinnet i konsekvens-vurderingene består i å kombinere verdien av området og omfanget av konsekvensene for å få den samlede konsekvensvurderingen. Denne samstillingen gir et resultat langs en skala fra *svært stor negativ konsekvens* til *svært stor positiv konsekvens* (se under). De ulike konsekvenskategoriene er illustrert ved å benytte symbolene "+" og "-".



Figur 6. Konsekvensvifte (Statens vegvesen Håndbok 140, 2006)

Rangering

Hovedpoenget med å strukturere vurderingen av konsekvenser på denne måten, er få fram en mer nyansert og presis presentasjon av konsekvensene av et tiltak. Dette vil også gi en rangering av konsekvensene etter deres viktighet. En slik rangering kan på samme tid fungere som en prioriteringsliste for hvor man bør fokusere ressursene i forhold til avbøtende tiltak og overvåkning.

4 AVGRENSNING AV INFLUENSOMRÅDET

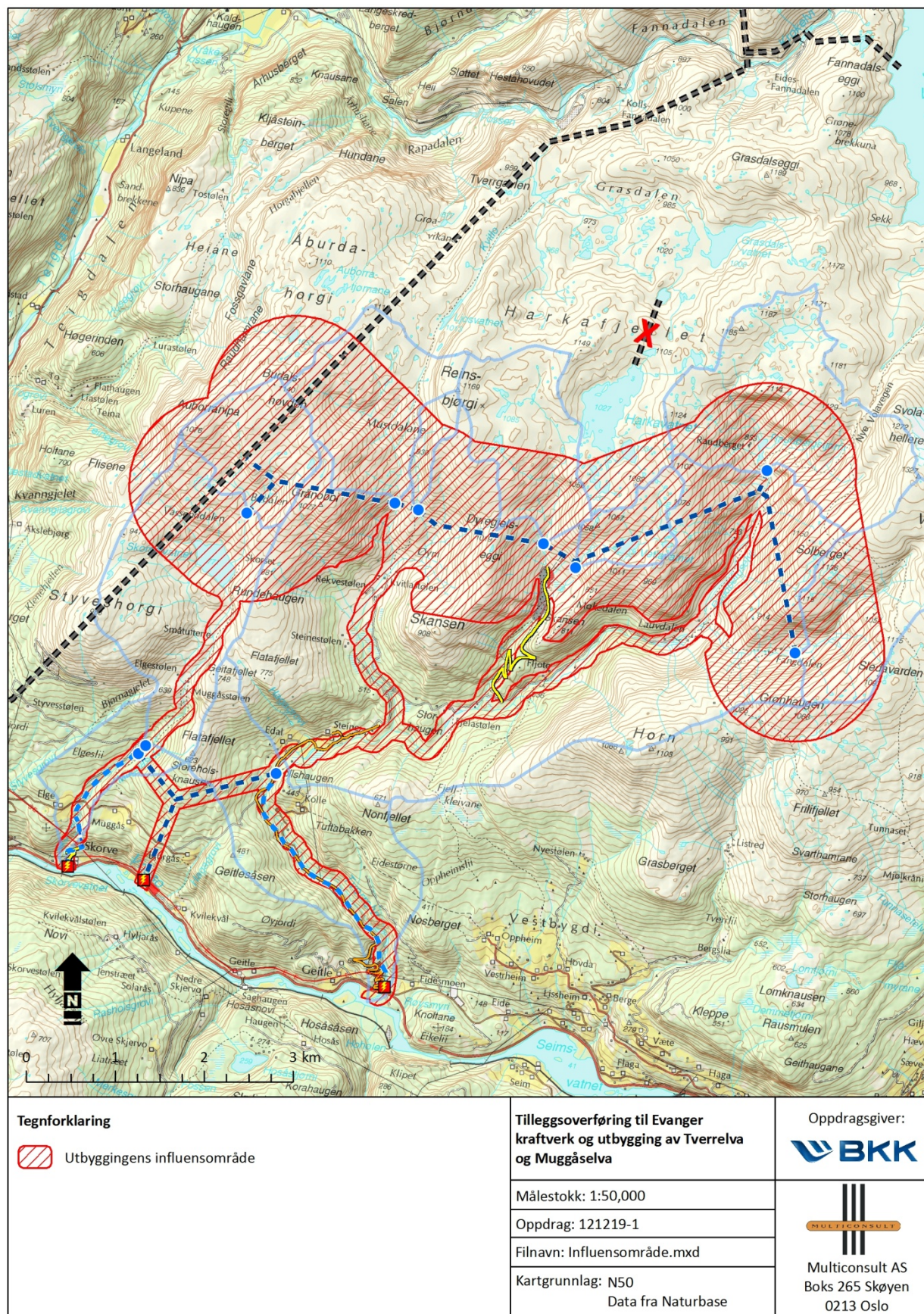
Tiltaksområdet består av alle områder som blir direkte påvirket av den planlagte utbyggingen og tilhørende virksomhet, for eksempel områder som permanent eller midlertidig blir benyttet til lagring av tunnelmasse, anleggsveger, riggområder m.m.

Influensområdet omfatter tiltaksområdet og en sone rundt dette området hvor man kan forvente indirekte påvirkning ved en eventuell utbygging.

I arbeidet med å utrede konsekvensene for grunnvann, er influensområdet avgrenset til følgende:

- ✓ Strekningen langs Tverrelvi, inkl. elveslettene i dalbunnen, mellom de enkelte bekkeinntakene og utløpet i Vosso.
- ✓ Strekningen langs Muggåselvi mellom planlagt bekkeinntak og utløpet i Vosso.
- ✓ En korridor med bredde maksimalt 1 km langs de aktuelle tunneltraséene, men kun områder over 750 m.o.h.

Tunnelene fra bekkeinntakene vil bli knyttet til overføringstunnelen fra Askjelldalsvatnet. Laveste (LRV) og høyeste regulerte vannstand (HRV) i dette vannet er på henholdsvis 750 og 805 m.o.h. Laveste teoretiske vannstand, eller trykkehøyde, i tunnelene fra bekkeinntakene vil derfor være 750 moh. Det er derfor ingen fare for drenering av grunnvann, myrer, bekker eller overflatevann under dette nivået i driftsfasen, men grunnvanns- og overvannsavrenningen kan jo bli redusert som følge av fraføringen. Endelig nivå og utforming på tunnelene er ennå ikke fastlagt. På foreliggende planer vil overføringstunnelen for inntakene i Tverrelvi ligge på kote 720 – 740, og tverrslaget i Mokedalen vil være på ca. kote 710. I anleggsfasen kan det derfor (teoretisk) forekomme midlertidig drenering av grunnvann til dette nivået.



Figur 7. Avgrensning av influensområdet for temæet grunnvann.

5 OMRÅDEBESKRIVELSE

5.1 Generelt

Prosjektområdet omfatter nedbørfeltene til Tverrelvi og Muggåselvi i Voss kommune. Området ligger omlag 60 km nordøst for Bergen.

Dalen som Tverrelvi renner gjennom er en hengende dal på nordsiden av hoveddalføret mellom Bolstadfjorden og Voss. Terrenget stiger bratt fra bunnen av hoveddalføret og opp til ca 250 m.o.h., deretter flater det noe ut innover i dalen. Tverrelvi har et nedbørfelt på 37,3 km² og er en sideelv til Vossovassdraget. Det finnes en veg og noe bebyggelse, men ingen andre tyngre, tekniske inngrep nede i dalen. Harkavatnet som ligger i øvre del av Tverrelvis nedbørfelt, ble overført til Evanger kraftverk i 1971. Etter overføringen har Tverrelvi nå et restfelt på 35,3 km². Det ble ikke pålagt minstevannføring i forbindelse med overføringen av Harkavatnet.

Muggåselvi drenerer et område på 6,6 km², og har sin opprinnelse i fjellområdet mellom Kvitlastølen og Teigdalen. Muggåselvi renner ut i Vosso omlag 1300 m ovenfor Evanger. Størstedelen av nedbørfeltet ligger over skoggrensa, og kun langs nedre deler finnes det noe bebyggelse og jordbruksareal.

Nedbørfeltene til de tre elvene ligger i et område som tilhører den naturgeografiske regionen *Vestlandets løv- og furuskogsregion* (37C). Elvene ligger i et område hvor man finner en spennvidde i vegetasjonssoner fra sørboreal sone (sørlig barskogssone) nede i dalførene, via mellomboreal (midtre barskogssone) og nordboreal (nordlig bar- og bjørkeskogssone) sone i liene ovenfor, til de alpine sonene over den klimatiske tregrensen.

5.2 Beskrivelse av dagens situasjon/området

5.2.1 Berggrunnsgeologi

Berggrunnen i området består av omdannede proterozoiske (prekambriske) bergarter (2500 – 544 millioner år gamle) som under den kaledonske fjellkjededannelsen (den siste fasen var for ca. 425 mill år siden) ble skjøvet inn fra nordvest over stedegne eller nær stedegne, antatt proterozoiske eller kambrosiluriske (545 – 417 millioner år gamle) bergarter (Kvale og Ingdahl 1985, Ragnhildstveit & Helliksen 1997, Sigmond 1998).

Av de overskjøvnede dekkepakken finner vi følgende skyvedekker eller tektoniske enheter i tiltaksområdet:

- ✓ Bergsdalen tektoniske enhet
- ✓ Grasbergdekket
- ✓ Slettafjelldekket

Under de nevnte dekkene finner vi stedegne eller nær stedegne bergarter. I tiltaksområdet består disse bergartene av fyllitt eller glimmerskifre. Vi finner disse bergartene i et vindu eller stripe/kile fra Bulken ved Vosso og mot nordvest – nord. Utbredelsen er vist på det berggrunnsgeologiske kartet (figur 8). Strøkretningen¹ til bergarten er stort sett nord-nordøst med et fall² på rundt 45° mot øst.

¹ Strøket er retningen av skjæringslinjen mellom et strukturplan (foliasjon) og horisontalplanet målt i forhold til nord (Norsk Bergmekanikkgruppe, 1985)

² Fall (-vinkel) er vinkelbetegnelse brukt av geologer på den spisse vinkelen som lag eller plan danner med horisontalplanet (Norsk Bergmekanikkgruppe, 1985)

Vest for det over nevnte vinduet finner en bergarter som tilhører Bergsdalen tektoniske enhet. Av bergarter som tilhører Bergsdalen tektoniske enhet, finner vi granitt, foliert granitt og tonalitt³, foliert tonalitt. Disse bergartene har en stort sett samme strøk- og fallretning som nevnt over, dvs. foliasjon og benkning med strøkretning NØ og med 30–60° fall mot sørøst.

Grasbergdekket finner vi i tiltaksområdet øst for vinduet med de stedegne eller nær stedegne bergartene, frem til en linje som strekker seg fra ca. 500 m vest inntaket i Fangdalen til 500 m sør-øst for inntaket i Raudbergdalen. Bergartene i Grasbergdekket som en finner i det nevnte området er primært kvartsdioritt (tonalittisk gneis), samt mindre områder med metadacitt.

Bergarter som tilhører Slettafjelldekket finner vi helt øst i tiltaksområdet, rundt inntaket i Fangdalen. Bergartene her består av granittisk gneis og amfibolitt. Disse bergartene har en foliasjon/skifrihet med strøk nordvest og fall på rundt 55° mot SV.

Bergartene ble sterkt deformert og omdannet under den kaledonske fjellkjededannelsen. Tunnelene vil krysse grensene mellom skyvedekke omtalt over. Tunnelen fra Fangdalen mot Raudberget vil krysse grensen mellom Slettafjell- og Grasbergdekket når den passerer under vestre fjellside av Solberget. Overføringstunnelen krysser grensa mellom Grasbergdekket og de stedegne eller nær stedegne, fyllittene / glimmerskiferne i vestre side av Dyregjelseggi (dvs. mellom Skansen og Reinsbjørgi). Det er videre mulig at tunnelen krysser grensa mellom fyllittene / glimmerskiferne og Bergsdalen tektoniske enhet ved det vestre inntaket i dalen nord for Kvitlastølen, alternativt går tunnelen i fyllitt / glimmerskifer fram til koplingspunktet. Grensene mellom Slettafjelldekket og Grasbergdekket og Grasbergdekket og fyllittene / glimmerskiferne opptrer som karakteristiske, bratte skråninger i vestsida av hhv. Solberget og Dyregjelseggi.

Eksisterende overføringstunneler til Evanger kraftverk krysser de samme skyvegrensene bl.a. mellom Beinhelleren og Grøndalsvatnet samt ved Oksebotn kraftverk. Det imidlertid ikke kjent hvorvidt det oppsto spesielle problemer ved disse tunnelanleggene.

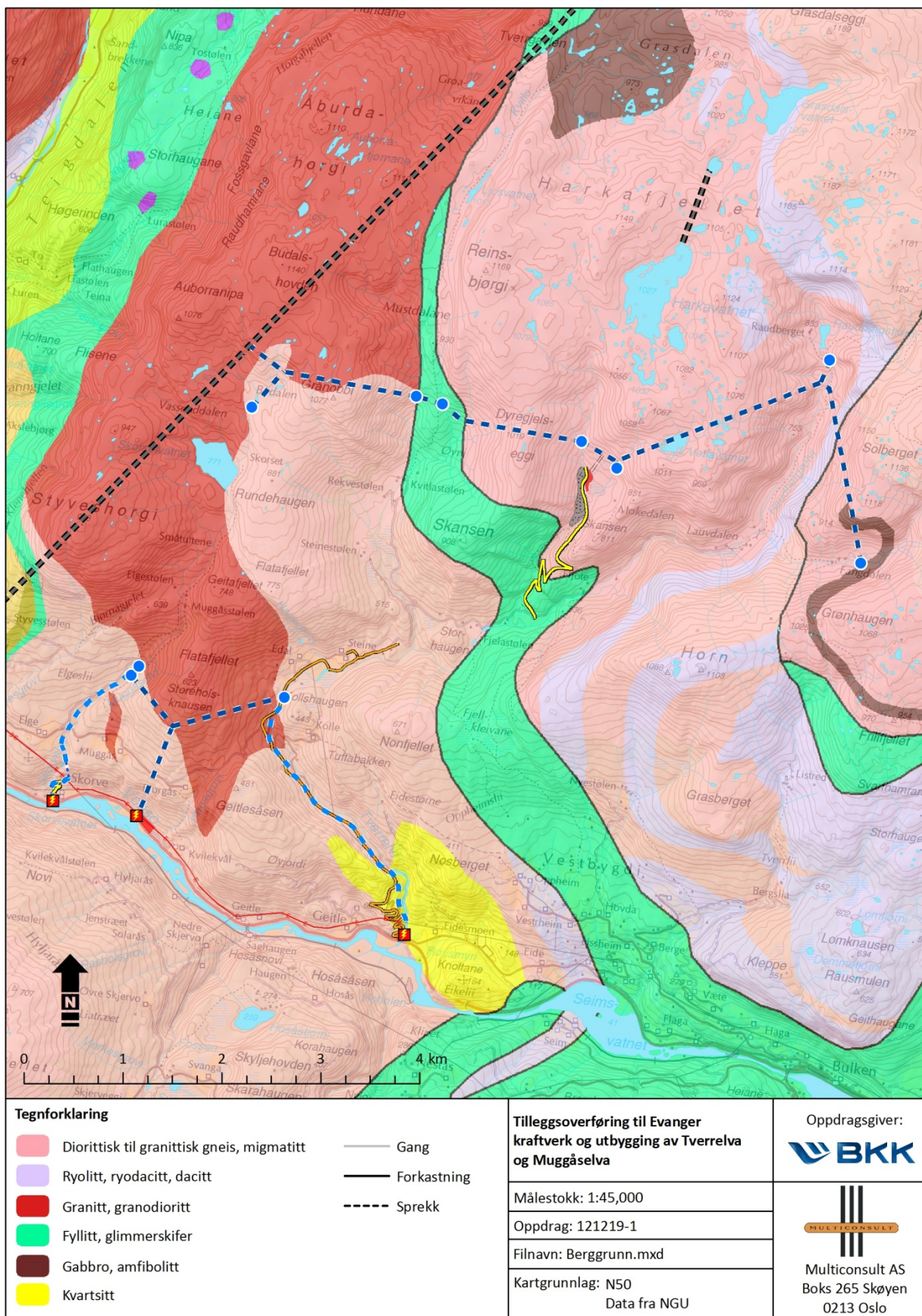
5.2.2 *Kvartærgeologi*

For 20 000 år siden dekket innlandsisen hele Hordaland fylke. Kystsonen i Hordaland ble isfri for ca. 12 000 år siden, og for ca. 9 000 år før nåtid var det meste av fylket isfritt (Thoresen, Lien, Sønstegaard og Aa, 1995). Der isen gjorde et opphold under tilbaketrekingen finner en israndavsetninger.

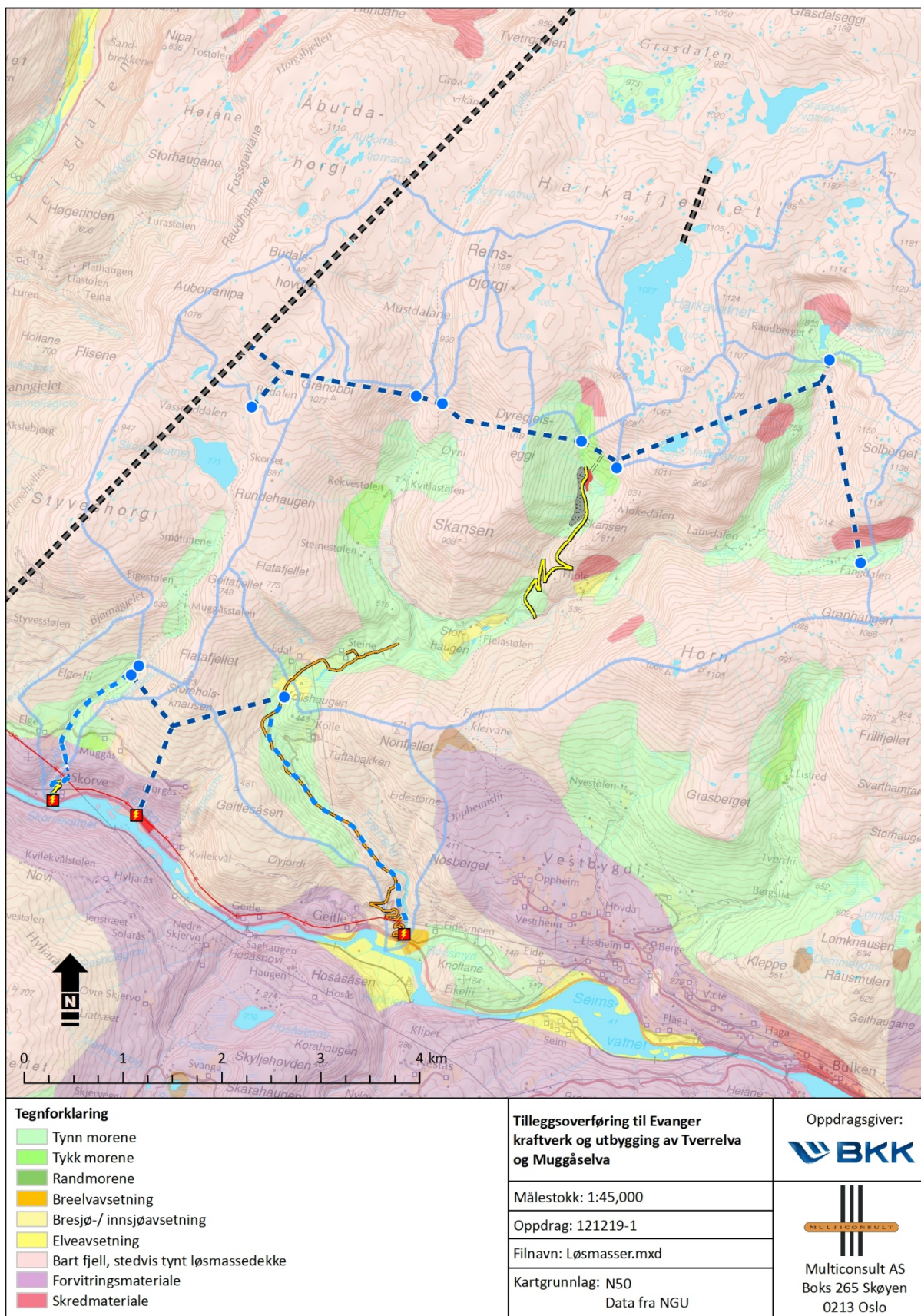
Generelt er det sparsomt med løsmasser i selve prosjektområdet (se Figur 9). De nærmeste store løsmasseavsetningene finner vi ved Bolstadøyri og Voss, her finner en breelv- og elveavsatt materiale. Her tas det også ut sand og grus til anleggs- og bygningsformål. Videre er det en (mindre) elve- og breelvavsetning på Fadnes i Evanger, der Teigdalselva renner ut i Evangervatnet hvor det også er sporadiske uttak av sand/grus. Ved utløpet av Tverrelvi i Vosso ligger det også en elve- og breelvavsetning, men her er det ikke registrert noe kommersielt uttak av masse. Langs Tverrelvi finner vi i tillegg enkelte partier med elveavsatt materiale ved Steine, Fjelastølen (se figur 10) samt et begrenset område ved Fljote. Det er ikke kommersiell drift på noen av elveavsetningene langs Tverrelvi, men materialet benyttes lokalt i dalen.

Breelv- og elveavsetninger er ofte også egnede områder for uttak av grunnvann.

³ Tonalitt er en dioritt, dvs. dyppergart med ca. 5-20 % kvarts, 0-10 %alkalifeltspat, 30-50 % hornblende, biotitt, augit, 30-60 % plagioklas (Norsk Bergmekanikkgruppe, 1985)



Figur 8. Berggrunnsgeologisk kart for influensområdet.



Figur 9. Kvartærgeologisk kart for influensområdet.



Figur 10. Elveavsatt materiale i dalbunnen ved Fjelaslølen. Foto: Gisle Grepstad.

Området for øvrig er karakterisert av tilnærmet bart fjell (inkl. tynt løsmassedekke) med usammenhengende tynt morenedekke i dalbunnen langs Tverrelvi og stedvis langs Muggåselvi. Sammenhengende noe tykkere, moreneavsetninger er påvist fra Steinestølen til Kvitlastølen, nordvest for stølen i Mokedalen. Videre har vi de karakteristiske morenehaugene ved Raudbergstjørni. Av løsmasser finner en også skredmateriale (rasmateriale) flere steder. De største lokalitetene finner en sør for Skansen, vest og nord for Raudbergselva samt i Fangdalen.



Figur 11. Utløpet av Raudbergstjørni (sett mot nord). Foto: Gisle Grepstad.

Morene har varierende partikkelstørrelse. Egnetheten til morene som materiale til bygnings- og anleggsformål og til uttak av grunnvann, avhenger av finstoffinnholdet. Jo mindre finstoffinnhold, dess bedre egnet for vannuttak men samtidig blir den mer tørkesvak. Det motsatte er tilfellet ved høyt finstoffinnhold.

5.2.3 Klima og nedbør

Prosjektområdet ligger i et område med maritimt klima. Tilførselen av nedbør er jevn og høy. Normal årsnedbør er i området 2000 – 3000 mm, og over 200 dager i året mottar området mer enn 0,1 mm nedbør (Moen, 1998). De største nedbørmengdene har en på høsten fra september til desember.

5.2.4 Avrenning

Tabellen under viser middelvanntilføringen på ulike steder i vassdragene, før og etter utbygging.

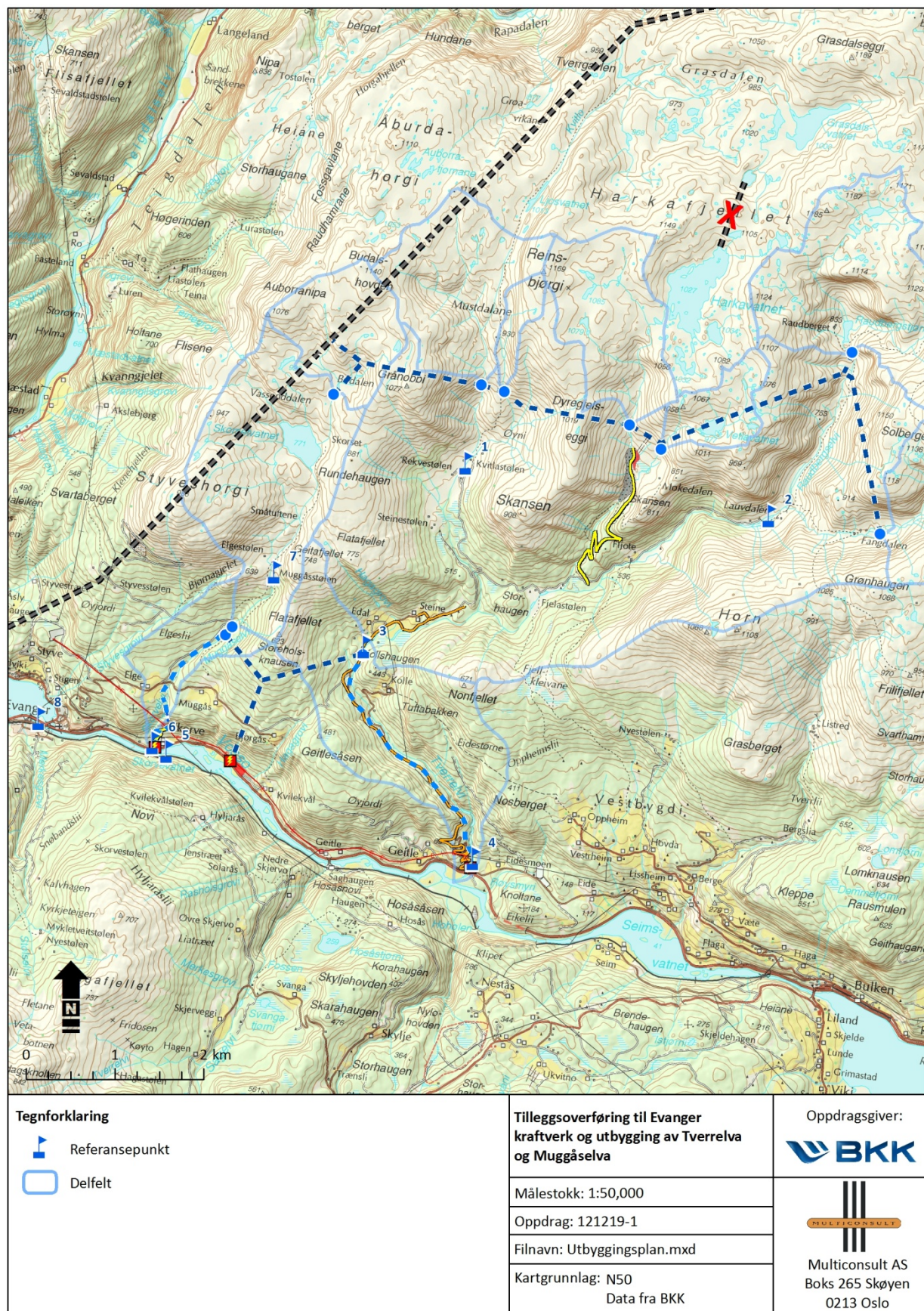
Tabell 4. Nøkkeltall for tilsig og vannføring i et middels år på utvalgte referansepunkter i vassdragene. De enkelte referansepunktene er vist i figur 12.

Referansepunkt		Gjennomsnittsverdier (m ³ /s) ¹		
		Året	Sommar	Vinter
1) Tverrelvi ved Kvitlastølen	Før	0,55	0,68	0,45
	Etter	0,27	0,34	0,21
2) Tverrelvi ved Lauvdalen	Før	1,35	1,69	1,11
	Etter	0,47	0,55	0,39
3) Tverrelvi rett nedstrøms inntaket til Tverrelvi kraftverk	Før	3,23	4,03	2,65
	Etter ²	1,74	2,01	1,32
	Etter ³	0,41	0,46	0,37
4) Tverrelvi rett oppstrøms utløpet fra Tverrelvi kraftverk	Før	3,41	4,25	2,80
	Etter ²	1,79	2,23	1,47
	Etter ³	0,59	0,69	0,52
7) Muggåselvi – ved Muggåsstølen	Før	0,49	0,71	0,33
	Etter	0,31	0,45	0,21
-) Muggåselvi rett nedstrøms inntak til Muggåselvi kraftverk	Før	0,52	0,75	0,35
	Etter ²	0,34	0,49	0,23
	Etter ³	0,08	0,10	0,07
6) Muggåselvi rett oppstrøms utløp fra Muggåselvi kraftverk	Før	0,56	0,82	0,38
	Etter ²	0,39	0,56	0,26
	Etter ³	0,13	0,17	0,10

¹ BKKs forslag til minstevannføring ligger til grunn for beregningene.

² Etter overføring til Evanger kraftverk.

³ Etter overføring til Evanger kraftverk og utbygging av Skorve kraftverk (alternativt Muggåselvi kraftverk og Tverrelvi kraftverk).



Figur 12. Referansepunkt for hydrologiske beregninger, som beskrevet i tabell 4.

5.2.5 Grunnforhold, avrenning, vann, bekker og elver innenfor de enkelte nedbørfeltene

Det er stort sett i dalbunnen langs Tverrelvi at man finner løsmasser innen prosjektområdet (se Figur 9). Det er relativt bratt terreng i store deler av feltene samt få og små, myrer og vann. Dette fører til rask avrenning, lite infiltrasjon og liten magasinkapasitet i nedbørfeltene både for grunnvann og overflatevann. Avrenningen er for øvrig omtalt i fagrapportene *Hydrologi og Naturressurser*.

Tverrelvi renner ut i Vosso ved Geitle, ca. 5 km øst for Evanger. Fra samløpet med Vosso stiger Tverrelvi bratt nordover før dalen svinger nordvestover. Elva ligger her i bunnen av en trang V-dal. Vest for gården Kolle svinger dalen og elva rundt Kollehaugen og dalen vider seg ut ved gårdene Edal og Steine. Her finner vi noe elveavsatt materiale nede på flatene samt et, etter forholdene, større myrområde på sørsida av elva. Flatene nord for elva benyttes til grasproduksjon. Ved normal og høy vannstand i elva er det sannsynlig at det forekommer grunnvannstrømning / grunnvannsmating fra elva til denne sletta. Ved lav vannstand i elva har grunnvannstrømningen sannsynligvis retning fra dalsidene mot elva og elvesletta. Denne elvesletta ligger såpass høyt over elva (anslagsvis 2 m ved lav vannføring, se Figur 13) og gras har såpass grunt rotsystem at det er lite sannsynlig at grasproduksjonen er direkte avhengig av vannstanden i elva.



Figur 13. Høydeforskjellen mellom Tverrelvi (ved lav vannføring) og tilgrensende jordbruksarealer er på ca. 2 m. Foto: Kjetil Mork.

Elva fra Kvitlastølen stiger bratt opp fra hovedelva før den flater ut 500 – 600 m oppstrøms samløpet. Steinestølen, Rekvestølen og Kvitlastølen ligger oppe i en relativt bred dal hvor en finner enkelte mindre myrer både i dalbunnen og i sidene. Fra Steinestølen innover til Kvitlastølen er det videre tykkere morenedekke enn lenger ned i dalen (mulig en mindre israndavsetning). Fra ca. 500 m nord for Kvitlastølen stiger terrenget bratt opp mot de foreslåtte inntakene på kote 805. Nedbørfeltene til de to bekkeinntakene i Kvitladalen strekker seg opp til i overkant 1100 moh. Feltene består utelukkende av bart fjell og enkelte partier med grovt rasmateriale. Det er ingen myrer og kun noen få, meget små vann i området. Avrenningen er derfor rask uten overflate- eller grunnvannsmagasinerings i nedbørfeltet. Det er ingen bebyggelse oppstrøms Kvitlastølen som ligger på ca. 600 moh.

Fra samløpet med elva fra Kvitlastølen fortsetter selve Tverrelvi østover før den endrer retning mot nord-nordøst når den nærmer seg Fjelastølen. Det er noen meget små myrer

langs elva, men det er først ved Fjelasstølen dalbunnen vider seg ut. Her finner vi noe elveavsatt materiale i dalbunnen som strekker seg østover mot samløpet med elva fra Mokedalen. Denne elvesletta ble sannsynligvis slått tidligere. Nå benyttes den til beite.

Mokedalen stiger bratt nordøstover opp til ca. 720 moh før den vider seg ut i en botn hvor vi finner et mindre myrområde og noen karakteristiske morenerygger. Inntakene ligger innerst i denne botnen der terrenget stiger på igjen. Stølen i Mokedalen ligger på rundt kote 770. Det er ingen bebyggelse ovenfor stølen. Nedbørfeltet til det østre inntaket i Mokedalen strekker seg opp til vannskillet mot Harkavatnet (som allerede er regulert). Vetlavatnet er det største vannet i dette feltet. For øvrig finner vi noen meget små vann. Oppstrøms inntaket finner vi ingen myrer og feltet er tilnærmet fritt for løsmasser. Avrenningen er derfor rask og det er relativt liten magasinkapasitet i Vetlavatnet. Overføringstunnelen fra Fangdalen og Raudbergdalen vil gå ca. 200 m under Vetlavatnet. Nedbørfeltet til det vestre inntaket strekker seg nordover til østre del av Reinsbjørgi på 1169 moh, og inkluderer bekken fra dammen i Harkavatnet. Det er kun noen meget små vann i dette feltet.



Figur 14. Mokedalen, omtrentlig plassering av inntaksområdene er indikert med pil. Foto: Kjell Arne Valvik.

Fra samløpet med elva fra Mokedalen fortsetter hoveddalen i store trekk nordøstover til et stykke forbi Fljote. Rett før Fljote er dalbunnen smal, men ved Fljote og et stykke nordøstover vider den seg ut igjen. Her finner vi et tynt morenelag samt litt elveavsatt materiale i dalbunnen. Lenger øst dreier dalen østover mot stølen i Lauvdalen. Før stølen er dalbunnen relativt trang uten nevneverdig med løsmasser. Ved Lauvdalen møtes elvene fra Fangdalen og Raudberget. Dalen innover mot Raudberget er relativt slak. Her er det tynt usammenhengende morenedekke. Terrenget stiger jevnt på helt opp til inntaket. Oppstrøms inntaket finner vi selve Raudbergstjørni. Stølen Raudberget, som ligger vest for vatnet, ligger på kote 833. Rundt Raudbergstjørni er det flere karakteristiske morenehauger, og mellom utløpet og inntaket ligger det en liten, men markert, morenerygg på tvers av dalen. Inntaket blir rett sør for denne ryggen. Oppstrøms vatnet stiger terrenget meget bratt opp til ca. kote 1100. Her oppe ved vannskillet mot nedbørfeltene til Volavatnet og Harkavatnet (begge regulert) er det bart fjell. Det er flere små vann oppe på fjellet nord for Raudbergstjørni, men kun selve Raudbergstjørni har en viss magasinkapasitet.

Fangdalen strekker seg østover fra Lauvdalen. Fra Lauvdalen er terrenget (og elva) bratt til en kommer opp i Fangdalen, som er en hengende dal. Inntaket vil ligge midtveis inne i dalen, litt øst for stølen som ligger på rundt kote 800. I dalbunnen finner vi usammenhengende morenedekke, og i dalsidene, spesielt mot nord, rasmateriale. Et stykke oppstrøms inntaket smalner dalen og terrenget stiger opp til vannskillet på Volafjellet på litt over 1300 moh. Det er ingen vann eller myrer i nedbørfeltet oppstrøms inntaket, men det ligger noen snøfonner

oppe på Volafjellet, slik at en kan få noe avrenning fra disse i varme perioder når det er dårlig tilsig fra de andre delene av feltet.

Nedbørfeltet til Muggåselvi strekker seg nord-nordøstover fra Vosso nede ved Skorve og opp til Budalshovden på 1140 moh. Terrenget og elva stiger bratt opp fra Skorve. Oppe på kanten over Skorve stiger terrenget jevnt før det slaker noe av rundt flaten der gårdene Muggås og Elge ligger. Herfra stiger elva, og terrenget, jevnt men relativt bratt, opp til neste flate, på ca. 600 moh., hvor vi finner Muggåstølen og Elgestølen. Fra stølene stiger igjen terrenget opp til Skorsetvatnet, på 771 moh. Inntaket ligger i Budalen i en av tilførselsbekkene til Skorsetvatnet. En finner litt morenemateriale på flatene ved Elge og Muggås, og ved stølene til de samme gårdene. Det er ingen bebyggelse høyere oppe. For øvrig består nedbørfeltet av bart eller tilnærmet bart fjell. Oppstrøms inntaket er det hverken myrer, vann eller løsmasser. Avrenningen her vil være rask da feltet har liten magasinkapasitet.



Figur 15. Tverrelvi sett østover fra Skansen. Lauvdalen midt på bildet, og Fangdalen i bakgrunnen (inntaksområdet er indikert med pil). Foto: Kjell Arne Valvik.

5.2.6 Grunnvann i fjell og løsmasser

Den primære porøsiteten til bergartene i området er meget liten. Grunnvannsmagasiner finner en derfor kun som sprekkeakviferer. Det foreligger ingen eksakte opplysninger om magasinkapasiteten eller den hydrauliske ledningsevnen (permeabiliteten) til sprekkesonene i området eller annen eksakt informasjon om sprekkeene av betydning for vurderinger av faren for grunnvandsrenering.

I de gamle rapportene fra byggingen av tilløpstunnelen til Fosse kraftverk, som ligger i forskjellige bergarter i Bergsdalen tektoniske enhet, er det ikke rapportert om store lekkasjer (Kvale, 1949 – 1954). Der disse tunnelene passerte mindre soner med liten overdekking, hvor det samtidig var en bekk, ble det rapportert om lekkasjer. For øvrig indikerer de nevnte rapportene at fjellet er relativt tett. Det samme erfaringen har man fra vegtunneler i de samme bergartene nærmere Voss (T. E. Linneberg, pers. med.).

I mangel på eksakt informasjon, må vurderingene derfor baseres på de over nevnte observasjoner og erfaringer fra anleggsdrift generelt i området. Disse erfaringene indikerer at

det generelt ikke er spesielle åpne sprekkesoner i området, men at en har observert lekkasjer ved passering av enkelte dagnære soner.

5.2.7 Grunnvannsbrønner

Løsmassene i området består primært av morene, og da stort sett et tynt og dels usammenhengende dekke, uten grunnvannsmagasiner av betydning. Vi finner små avsetninger av elveavsatt materiale i dalbunnen langs Tverrelvi ved Edal/Steine, Fjelasstølen og Fljote. Disse avsetningene har et visst grunnvannspotensiale selv om avsetningene er små. Området langs de foreslåtte tunneltraséene består av bart fjell, bortsett fra ved passeringen under Raudbergsdalen og Mokedalen hvor vi finner morene i dalbunnen.

I NGUs database over brønner i fjell er det registrert en brønn ved gården Steine og en ved Skorve. I tillegg finner vi en brønn i fjell nede ved Evangervatnet og flere brønner nærmere Voss. NGUs database indikerer at fjellbrønnene i dette området gir generelt lite vann. Brønnedata for de to brønnene innenfor influensområdet er vist i Tabell 5.

Tabell 5. Fjellbrønner i tiltaksområdet registrert i NGU's brønnedatabase

NGU nr	Sted	Dyp [m]	Kapasitet [l/t]	Kommentar
37357	Steine	120	0	Kapasitet etter trykking ikke nok til vannforsyning for gården
35983	Skorve	60	600	Feil plassering i NGUs database. Ligger nede på Skorve, ca. 50-60 m fra elva.

Selv om begge de viste brønnene er boret i foliert granitt, ser vi at forskjellen i kapasitet er stor. Borloggen viser at i brønnen på Skorve traff en på en vannførende sone på 41 – 42 m dyp (NGU 2002). Det er derfor vanskelig å si noe generelt om hvilke kapasitet en brønn vil få basert på hvilke bergart en borer i. Når det gjelder bergartene i Voss kommune gir imidlertid NGUs undersøkelser en viss indikasjon på vanngiverevne innen de forskjellige bergartene (Dagestad 1999, Henriksen og Jæger 1992). Vanngiverevnen til de ulike bergartene er sammenstilt i Tabell 6. Boringer mot bruddsoner eller oppknuste partier kan imidlertid gi større vannmengder.

Tabell 6. Vanngiverevne til ulike bergarter i Voss (Dagestad 1999, Henriksen og Jæger 1992)

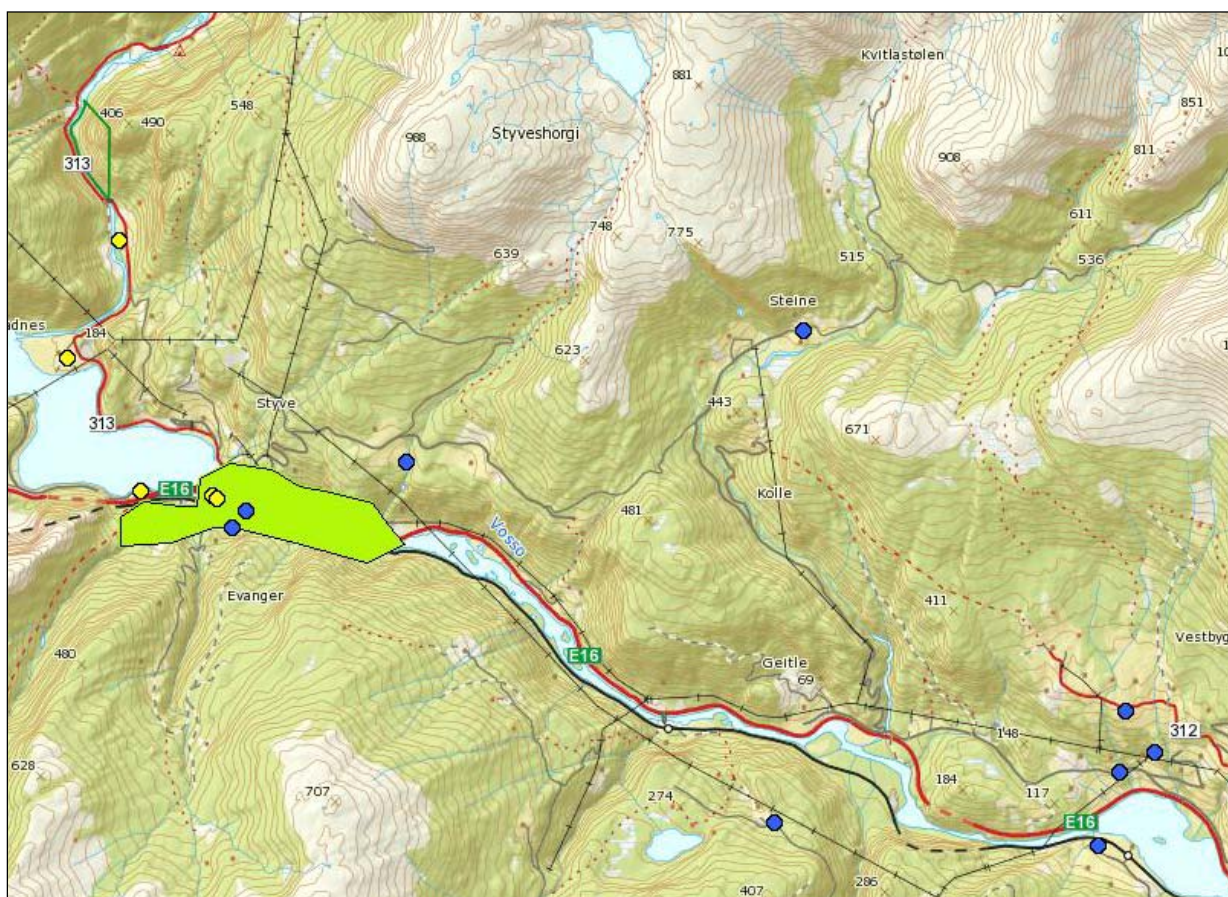
Bergart	Normale vannmengder [l/s]
Fyllitt, glimmerskifer	≤ 0,2
amfibolitt, amfibolittisk gneis	≤ 0,2
kvartsrike bergarter; kvartsitt, kvartsskifer, kvartsdioritt, granitt, granittisk gneis	0,15 – 0,5
Feltpatisk og mangerittisk gneis	≥ 0,4

Det er ikke registrert noen drikkevannsbrønner i løsmasser i NGUs database innen for influensområdet. NGU opplyser i sin rapport *Grunnvann i Voss kommune*, at det er etablert grunnvannsverk blant annet på Bolstad og Evanger (Henriksen og Jæger 1992). Basert på samtaler med grunneiere er det kommet fram informasjon om benyttede løsmassebrønner i tiltaksområdet (Helge Edvartsen, pers. med.). Disse er listet opp i Tabell 7.

Tabell 7. Gårder, støler og hytter med fjell- eller løsmassebrønner.

Sted	Kommentar
Edal	Årssikker løsmassebrønn antatt grunnvannskilde nord for gården under Edalsberget. I tillegg har hvert av bolighusene egen grunnbrønn, som ikke benyttes.
Steine	Har tørr fjellbrønn, se tabell 5. I tillegg løsmassebrønner. Har hatt problemer med vannkvaliteten, bakterier, samt mengde.
Skorve	1 fjellbrønn nær elva, se tabell 5. Påvirkes trolig ikke av endret vannføring.
Muggås	2 brukere. Brønn som ikke påvirkes (ant. Løsmassebrønn). Tilfredstilte vannforsyning
Elge	1 bruker. Brønn som ikke påvirkes av Muggåselvi. Antatt løsmassebrønn. Utilfredsstillende vannforsyning.
Bjørgås	1 bruker. Brønn som ikke påvirkes av Muggåselvi. Antatt løsmassebrønn.
Kolle	Antatt grunnvannskilde

Fritidsbebyggelsen langs Tverrelvi og Muggåselvi henter vannet sitt fra elver/bekker, og da primært de nevnte hovedelvene. For detaljer angående vannforsyningen henvises det til fagrapporten *Naturressurser*.



Figur 16. Grunnvannsressurser og grunnvannsbrønner i området. Brønnen ved Skorve er feilplassert i databasen, og ligger like ovenfor gården på Skorve, ca. 50-60 m fra Muggåselvi. Kilde: NGU.

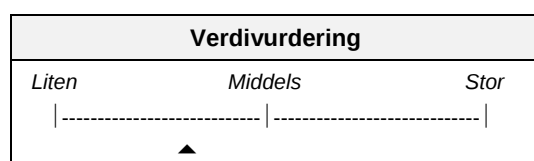
5.3 Evaluering av verdi

5.3.1 Grunnvann som utnyttbar ressurs

Grunnvann i fjell som utnyttbar ressurs til drikkevann eller irrigasjon, er av liten verdi for området. Dette fordi magasinkapasiteten til sprekkesonene er liten. Brønner i fjell har også vist seg å gi lite vann. Lokalt for gårder og enkelthus kan verdien av fjellbrønner imidlertid være middels til stor.

Grunnvann i løsmasser som utnyttbar ressurs til drikkevann eller irrigasjon har generelt liten verdi pga. størrelsen og tykkelsen til magasinene. Magasinene har liten lagringskapasitet, og i lengre tørkeperioder har derfor løsmassebrønnene begrenset kapasitet. Lokalt for gårder, enkelthus og –hytter kan verdien av brønner i løsmasser imidlertid være middels til stor.

Samlet anses derfor verdien av grunnvann som en utnyttbar ressurs å være liten til middels. Betydningen for gårder/enkelthus trekker opp verdien.



5.3.2 Grunnvannets betydning for vegetasjon

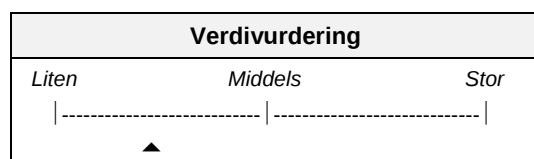
Det er ikke rapportert om skader på vegetasjonen som indikerer noen dreneringseffekt fra eksisterende tunnelsystem. Tunnelene vil være vannfylte til minst kote 750. Skader vil derfor ikke kunne forekomme under dette nivået i driftsfasen. I anleggsfasen vil lavest mulige drenerte nivå være kote 710.

Langs store deler av tunneltraséen er det hovedsakelig bart fjell og lite vegetasjon som kan bli påvirket av en eventuell drenering i anleggs- og driftsperioden. Det er ikke observert vesentlige kilder eller viktige kildeavhengige vegetasjonstyper eller naturtyper som vil kunne bli drenert av tunnelene.

De stedene hvor grunnvannet kan ha verdi for vegetasjonen er i dalbunnen langs Tverrelvi. Fraføring av vann vil kunne føre til redusert vanntilførsel til vegetasjonen der elvene/bekkene nedstrøms inntakene mater grunnvannsmagasin i dalbunnen. Dette er sannsynligvis tilfellet ved Edal/Steine, Fjelasløen og Fijote, samt kan hende i de lavereliggende delene av Lauvdalen. Langs resten av Tverrelvi, samt langs Muggåselvi, er elva så nedskåret i terrenget at grunnvannstrømningen er mot elva selv ved høy vannføring.

Når det gjelder vegetasjonens verdi, med tanke på biologisk mangfold eller landbruk, vises det for øvrig til fagrapportene *Flora og fauna* og *Naturressurser*.

Generelt er verdien av grunnvannet med tanke på vegetasjonen i området vurdert å være liten til middels.



6 MULIGE KONSEKVENSER OG DERES OMFANG

De mulige konsekvensene nevnt under er alle relevante for driftsfasen. For anleggsfasen er det kun drenering av myrer og vann, samt skade på vegetasjon som følge av innlekkasjer i overføringstunnelene, som er relevant. Det er viktig å påpeke at vi her omtaler *mulige konsekvenser*, og at dette ikke er en liste over hvilke konsekvenser man forventer *vil* skje.

6.1 Redusert kapasitet i brønner som følge av overføring av vann

Eventuelle eksisterende og framtidige brønner i dalbunnen langs Tverrelvi vil kunne få noe redusert kapasitet i forbindelse med overføring av vann fra Tverrelvi og sidebekkene. Dette gjelder der elva i dalbunnen eventuelt mater grunnvannsmagasiner på elveslettene. Dette er per i dag kun en aktuell problemstilling ved Edal/Steine, Fjelastølen og Fljote, samt kan hende i de lavereliggende delene av Lauvdalen. Resten av Tverrelvi og Muggåselvi er så nedskåret at grunnvannstrømningen hele tida er mot elva. Langs Muggåselvi er det kun fjellbrønnen ved Skorve som vil kunne berøres ved en senkning av grunnvannstanden.

Omfang				
Stort neg.	Middels neg.	Lite / intet	Middels pos.	Stort pos.
----- ----- ----- -----				
▲ Alt A og B				
▲ Alt C og D				

Utbyggingens omfang i forhold til grunnvannsføremster vurderes totalt sett som lite negativt. Kombinerer man omfanget med ressursenes verdi (liten til middels), kan det konkluderes med at en utbygging iht. alternativ A eller B vil ha **liten negativ konsekvens (-)**, mens en utbygging iht. alternativ C og D vil ha **ubetydelig til liten negativ konsekvens (0/-)** for grunnvannsressursene.

BKK har forpliktet seg til å sikre lokalbefolkningen (fastboende og hytteieere) vann av minst samme kvantitet og kvalitet som per i dag, og dette tiltaket ligger inne som en del av utbyggingsplanene. De praktiske konsekvensene for utnyttelsen av grunnvannsressursene til drikkevannsmål ved en viss senkning av grunnvannstanden i enkelte områder vil da være ubetydelige. Dette er nærmere omtalt i fagrapporten *Naturressurser*.

6.2 Skade på vegetasjon som følge av overføring / fraføring av vann

Redusert vannføring nedstrøms inntakene i Tverrelvi og Muggåselvi vil som tidligere nevnt kunne påvirke grunnvannsavhengig vegetasjon der elva i dag mater grunnvannsmagasin. Denne problemstillingen er antakeligvis lite sannsynlig og eventuelt kun aktuell på elveslettene langs Tverrelvi (nevnt i forrige kapittel). Omfanget vurderes derfor som lite negativt.

Omfang				
Stort neg.	Middels neg.	Lite / intet	Middels pos.	Stort pos.
----- ----- ----- -----				
▲ Alt A og B				
▲ Alt C og D				

Vegetasjonen i dette området er relativt artsfattig, og det er ikke registrert viktige natur-/vegetasjonstyper eller rødlistearter i området. Verdien vurderes derfor som liten. En eventuell senkning av grunnvannstanden vil derfor ikke medføre vesentlige negative konsekvenser for viktige vegetasjons-/naturtyper langs denne delen av vassdraget. Utbyggingen vurderes å ha

ubetydelig til liten negativ konsekvens (0/-) på dette området, uansett utbyggingsalternativ.

6.3 Drenering av brønner, myrer og vatn, samt skade på vegetasjon som følge av innlekkasjer i overføringstunnelene

Overføringstunnelene vil ikke kunne påvirke eksisterende grunnvannsbrønner, som alle ligger under kote 710. Stølene i Mokedalen og Raudberget er de eneste stølene eller hyttene som ligger så høyt at de teoretisk ville kunne bli påvirket av tunnelene dersom de hadde hatt fjellbrønner, noe de ikke har per i dag.

Det forekommer ingen større myrer over overføringstunnelene som vil kunne bli berørt ved en evt. innlekkasje til tunnelene eller inntakssjaktene, hverken i drifts- eller anleggsfasen. Overføringstunnelen passerer under Vetlavatnet, noen småvatn vest for dette samt nær Raudbergjtjørni. Dersom tunnelen passerer permeable soner som også går gjennom vatna, vil disse kunne bli drenert da nedbørfeltene er små. Ved passering under disse vannene bør det derfor gjennomføres sonderboring på stuff og injeksjon dersom det påtreffes lekkasjer.

Tunnelene vil krysse grensene mellom skyvedekkkene omtalt i kap. 5.2.1, og vist på kartet i Figur 8. I disse grensene vil en kanskje påtreffe oppknuste bergarter som kan føre til vann og stabilitetsproblemer. Tunnelen fra Fangdalen mot Raudberget vil krysse grensen mellom Slettafjelldekket og Grasbergdekket når den passerer under vestre fjellside av Solberget. Videre krysser overføringstunnelen grensa mellom Grasbergdekket og de stedegne eller nær stedegne fyllittene/glimmerskifrene i vestre side av Dyregjelseggi (dvs. mellom Skansen og Reinsbjørgi), og kanskje grensa mellom fyllittene/glimmerskifrene og Bergsdalen tektoniske enhet ved det vestre inntaket i dalen nord for Kvitlastølen. På alle de nevnte stedene er det relativt bratt, tilnærmet bart fjell og ingen myrer eller vann.

Tunnelene vil som nevnt være vannfylte, i alle fall til minst kote 750. Drenering av sprekkesoner som følge av tunnelene vil derfor ikke forekomme under denne kotehøyden i driftsfasen. I anleggsfasen vil drenering av sprekkesoner teoretisk kunne finne sted til ca. kote 710, som er høyden til det planlagte tverrslaget i Kvitlabotn. Kun stølene i Mokedalen og Raudberget ligger over dette nivået. Ingen av stølene har grunnvannsbrønner, og det er derfor ingen fare for at vannforsyningen til disse stølene vil påvirkes i vesentlig grad.

Grunnvannsavhengig vegetasjon kan tørke ut dersom underliggende tunnel fører til drenering. Det er imidlertid ikke påvist områder over tunnelene hvor dette er en sannsynlig problemstilling.

Utbyggingens omfang med tanke på innlekkasje til overføringstunnelen og mulig skade på grunnvannsbrønner og vegetasjon vurderes som lite.

Omfang				
Stort neg.	Middels neg.	Lite / intet	Middels pos.	Stort pos.
----- ----- ----- -----				
▲ Alt A og B				
▲ Alt C og D				

Utbyggingens konsekvenser på dette området er uansett vurdert som **ubetydelige (0)** forutsatt at en utfører sonderboring og injeksjon ved behov ved passering under de nevnte vannene.

6.4 Mulige endringer i grunnvannstanden rundt Harkavatnet

Dersom det gis konsesjon til en overføring av Tverrelvi og Muggåselvi til Evanger kraftverk vil eksisterende overføring av Harkavatnet mot nord stenges. Vannstanden i Harkavatnet vil da tilbakeføres til tidligere normalvannstand, dvs. ca. 1 m over dagens nivå, og vannet vil dreneres mot Mokedalen (eksisterende elveløp). Tiltaket innebærer med andre ord en tilbakeføring av området til tilnærmet opprinnelig tilstand.

En heving av vannstanden med ca. 1 m vil ikke medføre forsumping av tilgrensende arealer, siden "reguleringssonen" (dvs. sonen mellom tidligere normalvannstand og dagens nivå) stort sett består av bart fjell og grove steiner (se bildene på neste side).

6.5 Oppsummering

Konsekvensene av de ulike utbyggingsalternativene for grunnvannressursene i området oppsummeres i tabellen under.

Alt.	Beskrivelse	Anleggsfasen	Driftsfasen
0	Ingen utbygging	Ubetydelig/ingen konsekvens (0)	Ubetydelig/ingen konsekvens (0)
A	Overføring av Muggåselvi og Tverrelvi, samt bygging av Skorve kraftverk.	Liten negativ konsekvens (-)	Liten negativ konsekvens (-)
B	Overføring av Muggåselvi og Tverrelvi, samt bygging av Tverrelvi og Muggåselvi kraftverk.	Liten negativ konsekvens (-)	Liten negativ konsekvens (-)
C	Ingen overføring av Muggåselvi og Tverrelvi. Kun bygging av Skorve kraftverk.	Ubetydelig til liten neg. konsekvens (0/-)	Ubetydelig til liten neg. konsekvens (0/-)
D	Ingen overføring av Muggåselvi og Tverrelvi. Kun bygging av Tverrelvi og Muggåselvi	Ubetydelig til liten neg. konsekvens (0/-)	Ubetydelig til liten neg. konsekvens (0/-)

Det er viktig å presisere at BKK har forpliktet seg til å sikre lokalbefolkningen (fastboende og hytteeiere) vann av minst samme kvantitet og kvalitet som per i dag, og dette tiltaket ligger inne som en del av utbyggingsplanene. De praktiske konsekvensene av en viss senkning av grunnvannstanden i enkelte områder vil derfor bli ubetydelige med tanke på drikkevannsforsyning. Dette er nærmere omtalt i fagrapporten *Naturressurser*.

6.6 Samlet belastning

Dette med samlet belastning er ikke særlig relevant for temaet grunnvannsressurser, og er derfor ikke videre omtalt og vurdert.

7 MULIGE AVBØTENDE TILTAK OG DERES EFFEKT

Oppstår det store enkeltlekkasjer under tunneldrivingen vil injeksjon før videre inndrift være et aktuelt avbøtende tiltak.

Det er imidlertid få sårbare områder over tunnelen, og i driftsfasen med vannfylte tunneler, vil omfanget være lite ved evt. innlekkasjer til tunnelen. Basert på erfaringene fra tidligere tunneldrift i nærheten og størrelsen på de sårbare områdene, er behovet for avbøtende tiltak i form av injeksjon sannsynligvis lite. Unntaket er som før nevnt der overføringstunnelen passerer under Vetlavatnet, noen småvatn vest for dette samt nær Raudberg tjørni, siden det her er snakk om små nedbørfelt.



Figur 17. Bilder av Harkavatnet. Foto: Ingvill Stenseth.

8 MULIGE KONSEKVENSER ETTER AVBØTENDE TILTAK

Ny vannforsyning som avbøtende tiltak vil ikke ha noen effekt på grunnvannsressursene i seg selv, men vil redusere eventuelle konsekvenser for de som benytter grunnvann til vannforsyning. Vi viser til fagrapporten *Naturressurser* for en nærmere omtale av dette.

Sjansen for at drenering i tunnelsonene skal medføre vesentlige negative konsekvenser for vegetasjonen i området, er som nevnt liten. Skulle problemer oppstå vil tetting være et effektivt avbøtende tiltak, og konsekvensene for eventuelle grunnvannsforekomster over tunnelen vil etter avbøtende tiltak bli ubetydelige.

9 PROGRAM FOR VIDERE UNDERSØKELSER OG OVERVÅKING

Det forventes at det gjennomføres ingeniørgeologiske undersøkelser / oppfølging under tunneldriften for å vurdere behovet for stabilitetssikring, sonderboring på stoff samt behov for forinjeksjon (ved store vannmengder). Videre bør samlet innlekkasje i form av vannmengdemålinger registreres under drivingen.

REFERANSER

- Dagestad, A., 1999. *Grunnvannsundersøkelser ved seks lokaliteter i Voss kommune*. Rapport nr. 99.125. Rapport utarbeidet for Voss kommune. Norges geologiske undersøkelser 1999
- Henriksen, H. og Jæger, Ø., 1992. *Grunnvann i Voss kommune*. Rapport nr. 92.129. Rapport utarbeidet for Miljøverndepartementet og NGU i forbindelse med prosjektet Grunnvann i Norge (GiN) Norges geologiske undersøkelser 1992.
- Kvale, A., 1949 – 1954. Diverse geologiske rapporter. Geologisk Institutt, Universitetet i Bergen. Diverse interne rapporter og brev fra geologiske befaringer, i forbindelse med plasseringen av Fosse kraftstasjon og drivingen av tunneler. BKKs arkiv.
- Kvale, A. og Ingdahl, S., E., 1985. *Voss – 1316 III, berggrunnsgeologisk kart – 1:50 000*. Norges geologiske undersøkelser (NGU), Trondheim
- Moen, A., 1998. *Nasjonalatlas for Norge: Vegetasjon*. Statens kartverk, Hønefoss. ISBN 82-90408-26-9, 2. opplag 1999
- Norsk Bergmekanikkgruppe 1985. *Ingeniørgeologi Berg. Håndbok*. Tapir Forlag 1985. ISBN 82-519-0701-2.
- NGU, 2002. Mineralressursdatabasen, brønndatabasen, grus- og pukkdatabasen. www.ngu.no
- Ragnhildstveit, J. & Helliksen, D. 1997. *Geologisk kart over Norge, berggrunnskart Bergen – 1:250.000*. Norges geologiske undersøkelser (NGU), Trondheim
- Sigmond, E., M., O. 1998. *Geologisk kart over Norge. Berggrunnsgeologisk kart Odda, M 1:250.000*. Norges geologiske undersøkelser (NGU), Trondheim
- Thoresen, M.K., Lien, R., Sønstegaard, E. & Aa, A.R.1995. *Hordaland fylke, kvartærgeologisk kart M 1:250.000*. Norges geologiske undersøkelser (NGU), Trondheim

FAGRAPPORTER – KU for tilleggsoverføringer til Evanger kraftverk og utbygging av Tverrelvi og Muggåselvi

- AsplanViak. 2011. Konsekvensutredning vedrørende tilleggsoverføringer til Evanger kraftverk – Kulturminner og kulturlandskap. Rapport utarbeidet for BKK Produksjon AS, Bergen.
- BKK Produksjon AS. 2011. Tilleggsoverføringer til Evanger kraftverk – Konsekvensutredninger hydrologi.
- Miljøfaglig Utredning AS. 2011. Konsekvensutredning for tilleggsoverføringer til Evanger kraftverk og utbygging av Tverrelvi og Muggåselvi. Tema: Landskap. Rapport utarbeidet for BKK Produksjon AS, Bergen.
- Miljøfaglig Utredning AS, Rådgivende Biologer AS og Multiconsult AS. 2011. Konsekvensutredning for tilleggsoverføringer til Evanger kraftverk og utbygging av Tverrelvi og Muggåselvi. Tema: Flora og fauna. Rapport utarbeidet for BKK Produksjon AS, Bergen.
- Multiconsult AS. 2011. Konsekvensutredning for tilleggsoverføringer til Evanger kraftverk og utbygging av Tverrelvi og Muggåselvi. Tema: Grunnvann. Rapport utarbeidet for BKK Produksjon AS, Bergen.
- Multiconsult AS. 2011. Konsekvensutredning for tilleggsoverføringer til Evanger kraftverk og utbygging av Tverrelvi og Muggåselvi. Tema: Is og vanntemperatur. Rapport utarbeidet for BKK Produksjon AS, Bergen.
- Multiconsult AS. 2011. Konsekvensutredning for tilleggsoverføringer til Evanger kraftverk og utbygging av Tverrelvi og Muggåselvi. Tema: Naturressurser. Rapport utarbeidet for BKK Produksjon AS, Bergen.
- Multiconsult AS. 2011. Konsekvensutredning for tilleggsoverføringer til Evanger kraftverk og utbygging av Tverrelvi og Muggåselvi. Tema: Samfunnsmessige virkninger. Rapport utarbeidet for BKK Produksjon AS, Bergen.
- Multiconsult AS. 2011. Konsekvensutredning for tilleggsoverføringer til Evanger kraftverk og utbygging av Tverrelvi og Muggåselvi. Tema: Friluftsliv, jakt og fiske. Rapport utarbeidet for BKK Produksjon AS, Bergen.
- Multiconsult AS. 2011. Konsekvensutredning for tilleggsoverføringer til Evanger kraftverk og utbygging av Tverrelvi og Muggåselvi. Tema: Støy, luftforurensning, lokalklima, reindrift m.m. Rapport utarbeidet for BKK Produksjon AS, Bergen.
- Rådgivende Biologer AS. 2011. Tilleggsoverføringer til Evanger kraftverk og utbygging av Tverrelvi og Muggåselvi. Konsekvensutredning for ferskvannøkologi. Rapport utarbeidet for BKK Produksjon AS, Bergen.

Multiconsult AS
Postboks 265 Skøyen
0213 Oslo