

Oppdragsgiver: **Nye Veier**

Oppdragsnr.: **5205670** Dokumentnr.: **NV50E6GK-GEO-NOT-0005**

**Til:** Nye Veier  
**Fra:** Norconsult  
**Dato** 2023-11-24

## ► Vurdering av tunnelen og påvirkning på Benna

### Innledning

Det er planer om oppgradering av E6 gjennom Gyllan og Kvål. Deler av den nye veien er planlagt ført i en 5,5 km lang tunnel gjennom Homyrkammen i Melhus kommune (mellom Evjengrenda og Losen). Norconsult har som del av reguleringsplanarbeidet utarbeidet en ingeniørgeologisk og hydrogeologisk fagrapport som bl.a. beskriver berggrunnsgeologien, sprekemønster og sårbare grunnvannsavhengige elementer langs tunneltraseen, og foreslått tettekraft for tunnelen [1].

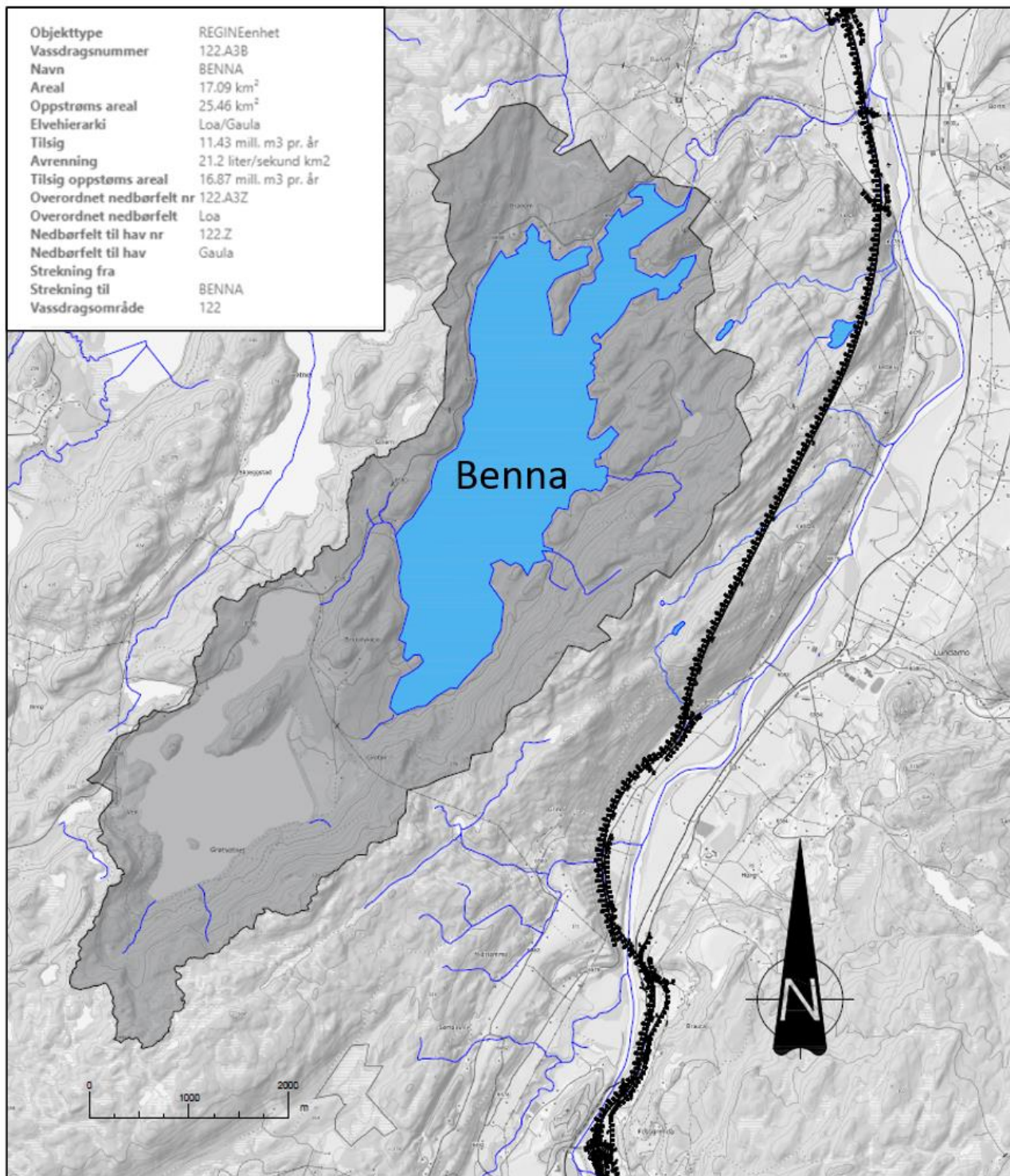
Reguleringsplanen har vært på høring, og i den forbindelse har Melhus kommune etterspurt følgende tilleggsvurderinger [2]:

- Vurdering av risiko for at innlekkasje av grunnvann til tunnelen vil påvirke nedbørsfeltet til vannforekomsten Benna.
- Vurdering av om den planlagte tettingen av tunnelen er god nok for å være helt sikker på at hverken Benna eller nedbørsfeltet til Benna blir påvirket.
- For å eventuelt dokumentere at nedbørsfeltet til Benna ikke blir påvirket av influenssonen til tunnelen bør det etableres 1-2 overvåkingsbrønner i relevant sprekkesone(r) som skal inngå i overvåkingsprogrammet som ble foreslått i den ingeniørgeologiske og hydrogeologiske fagrapporten

Foreliggende notat er ment som et utsvar av disse punktene i høringsuttalelsen fra Melhus kommune.

### Beskrivelse av Benna

Benna er drikkevannskilde for Melhus og deler av Trondheim, og reservedrikkevannskilde for hele Trondheim. Vannforekomsten ligger på det nærmeste omtrent 1600 meter i luftlinje fra traseen til Valdtunnelen og har en oval utstrekning som strekker seg parallelt med tunnelen. Benna ligger ved 184 moh, mens tunnelen ligger fra 35-40 moh. Nedbørsfeltet til Benna er på 25,4 km<sup>2</sup>, og nedbørsfeltgrensen er på det nærmeste 450 meter fra tunneltraseen i luftlinje. Kartutsnitt som viser Benna med nedbørsfelt, og den planlagte tunneltraseen, er vist i figur 1 [3].



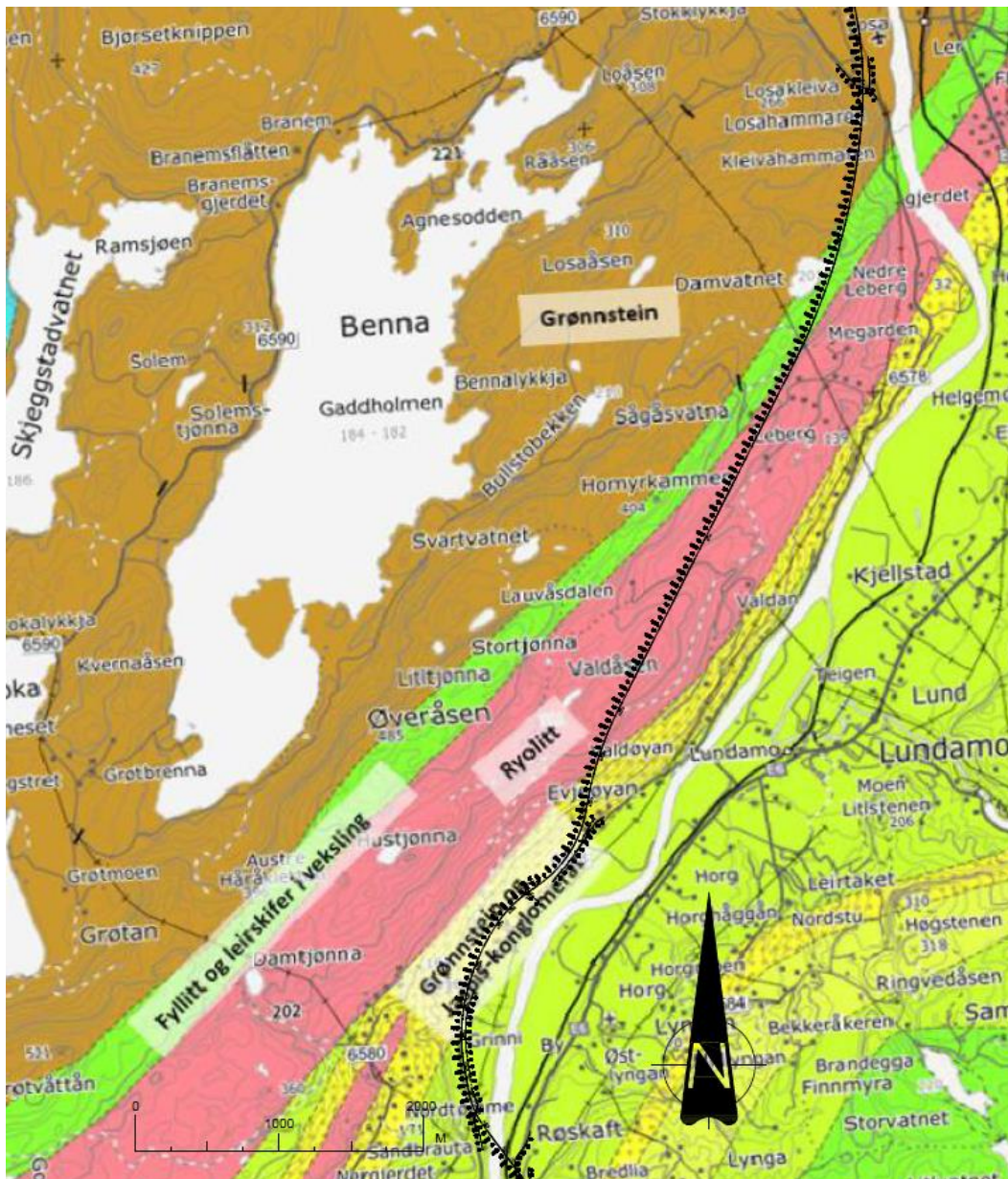
Figur 1: Benna med nedbørfelt (grå skravur). Tunneltrase og ny veilinjje er vist som sort tykk strek i kartet. Informasjon om Benna er hentet fra NVE atlas [3].



## Beskrivelse av berggrunnsgeologi og sprekksett langs tunnel og Benna

Det er ikke gjort egen feltkartlegging for å kartlegge sprekkssystem innenfor nedbørsfeltet til Benna. Vurderingene i dette notatet er gjort på bakgrunn av NGUs berggrunnskart, og kartlegging langs tunneltrase beskrevet i Fagrapport ingeniør- og hydrogeologi Homyrkamtunnelen [1].

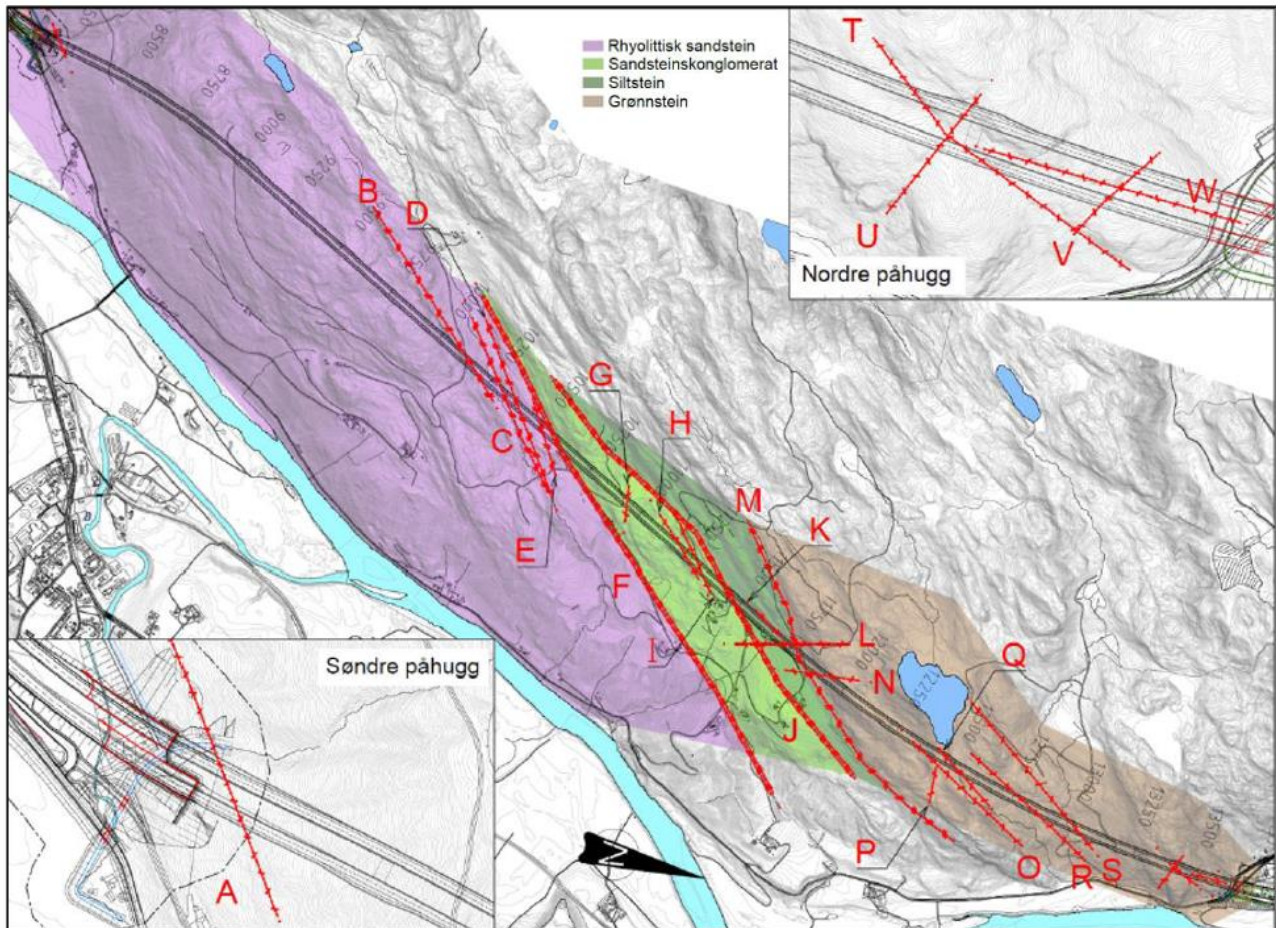
NGUs berggrunnskart på regionalt nivå i 1:250 000 (figur 2) viser fire ulike bergarter som opptrer langs med tunneltraseen, med grønnstein i store deler av nedbørsfeltet til Benna [4]. Noe av nedbørsfeltet er antagelig dekket av siltstein, sandsteinkonglomerat og rhyolittisk sandstein.



Figur 2: Utklipp fra NGUs berggrunnskart (1:250 000), modifisert av Norconsult [4]. Ny veilinje og tunneltrase vises som sort strek i kartet



NGUs berggrunnskart for kartblad 1621-3 1:50 000 Støren (ikke publisert offentlig på tidspunkt for utarbeidelse av dette notatet, justert fra Norconsults feltkartlegging, er vist i figur 3 (merk at figuren er snudd ca. 90° mot høyre). Figuren viser også tunneltraseen og kartlagte lineamenter langs denne.



Figur 3: Berggrunnskart 1621-3 1:50 000 Støren, med påtegnete lineamenter fra Norconsults befarings langs med tunneltraseen [1].

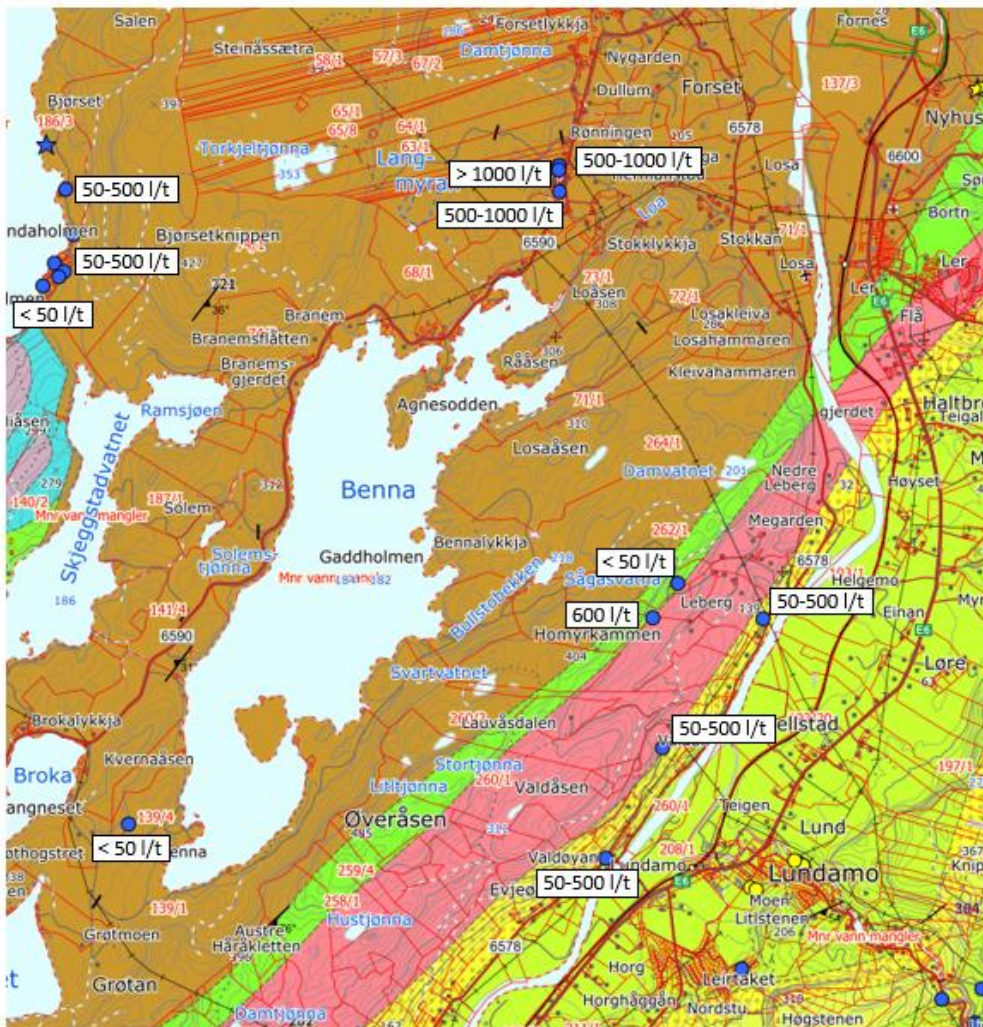
Det er identifisert 23 lineamenter som krysser eller kan komme i kontakt med tunnelen (vist i Figur 3). De tydeligste lineamentene opptrer i forbindelse med Lauvåsdalen (lineament B-M) og bergartsgrensene (lineament F, J, M) ved midtre deler av traséen som er tolket som regionale forkastninger av NGU. Disse har strøketretning NØ–SV. Antatt fall ligger på 70°–90° NV.

For tunnelen i sin helhet er hovedtrendene i sprekemønsteret NØ–SV-orienterte sprekkeplan som følger bergartenes foliasjon eller lagdeling. Sprekkene er i hovedsak observert å være bølgete til plane på stor skala, og har en ru tekstur. Det er i liten grad observert sprekefyllingsmateriale. I grønnsteinen langs nordre del av tunnelen fremstår sprekemønsteret mer komplekst. Det er kartlagt sprekesett med strøk N070°–100° og fall 50°–90° S og sprekesett med strøk N320°–360°, og fall 50°–90°Ø. Det vises til ingeniørgeologisk og hydrogeologisk fagrapport for detaljer [1].

## Grunnvann i fjell

Grunnvannstrøm i fjell i Norge foregår hovedsakelig i sammenhengende sprekkesystemer i bergmassen. Permeabilitet og oppsprekingsmønster varierer mellom ulike bergarter, men også innad i en bergartstype. Grad av oppsprekking avhenger av den geologiske historien til området, og oppsprekingsmønster og sprekkeintensitet i bergmassen. Forkastninger, folder og bergartsgrenser har en mye større sprekkeintensitet enn resten av bergarten, i slike soner kan det forventes større grad av vannførende sprekkeklag.

Det er ikke gjort separate hydrogeologiske undersøkelser i bergmassen mellom Benna og Vald tunnelen for å kartlegge permeabiliteten i fjellet. I henhold til kartlegging av statistisk vanngiverevne i hovedbergarter, er grønnstein blant hovedbergartene i Norge med lavest vanngiverevne (median = 300 liter/time), vist i Figur 4-1 i fagrapporten [1]. Ifølge oversikt over brønner i nasjonal grunnvannsdatabase, Granada, er brønner i området registrert med varierende vanngiverevne fra 50 l/t til over 1000 l/t (figur 4). Funnene tyder på at det er høy permeabilitet i enkelte soner i berget, trolig i områder mellom bergartsgrenser og i svakhetssoner og forkastninger i berget.



Figur 4: Oversikt over registrert vanngiverevne i fjellbrønner omkring Benna og langs tunneltraseen. Kartkilde Granada, modifisert av Norconsult [5]



## Vannbalanseberegninger for nedbørsfeltet til Benna

Tabell 4-4 og figur 4-6 i den ingeniørgeologiske og hydrogeologiske fagrapporten beskriver foreslåtte tettekrav til hele tunnelstrekket. Kravene er hovedsakelig basert på hensyn til naturmiljø og kartlagte vannkilder i området. Total innlekkasje til tunnelen, dersom tettekravene representerer maksimal innlekkasje, blir ca. 2000 l/min, eller  $1,05 \times 10^9$  liter pr år.

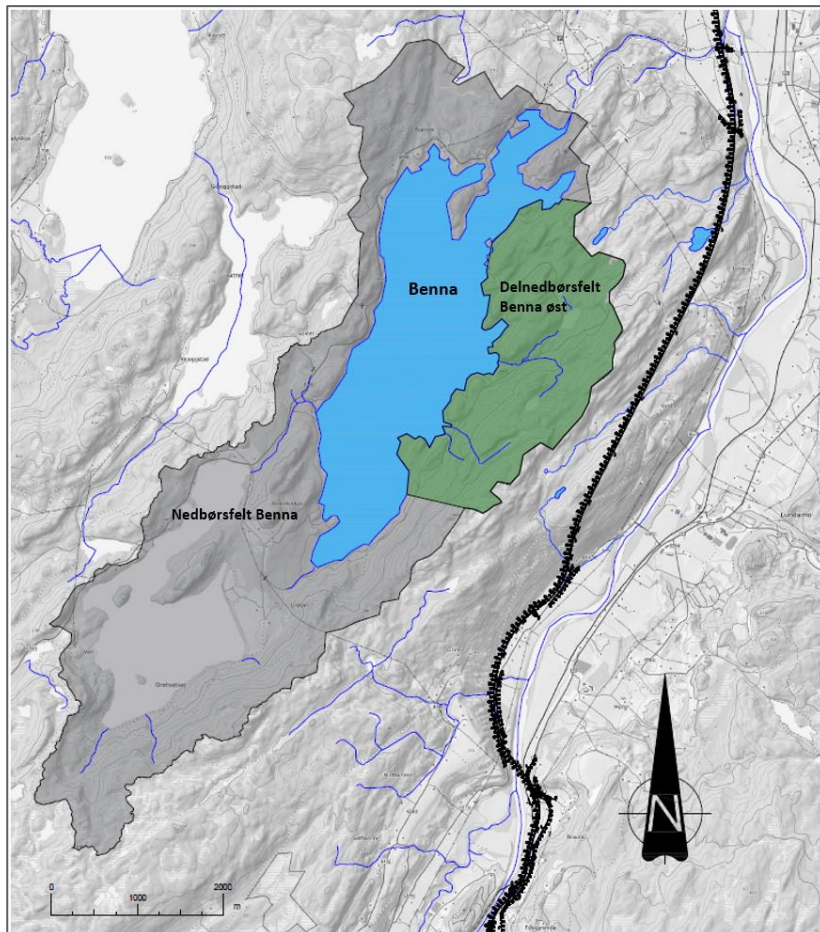
Innlekkasje av grunnvann til fjell vil påvirke grunnvannstanden i nærheten av tunneltraseen. Erfaringsmessig blir størrelse på influensområdet satt til 300 meter på hver side av tunneltraseen, men der tunnelen ligger dypt kan influensområdet strekke seg over større avstander. I den ingeniørgeologiske og hydrogeologiske fagrapporten ble det anslått et influensområde ca. 500 m til hver side av tunnelen (i rapporten er skillet i vest satt ved det topografiske nedslagsfeltskillet mellom Benna og Gaula).

Basert på orientering og fall av kartlagte sprekker langs med tunneltraseen, samt avstand fra trase til vannforekomsten, vurderes det i utgangspunktet å være liten sannsynlighet for at innlekkasje til Valdtunnelen vil komme fra nedslagsfeltet til Benna. Det er imidlertid ikke gjort separate undersøkelser av sprekkesystemer utover over selve tunneltraseen. Det er heller ikke gjort kartlegging av bergets permeabilitet eller av kontakt mellom vannførende bergsprekker i området. Det kan dermed ikke utelukkes at noe av vannet som lekker inn til tunnelen vil komme fra nedslagsfeltet til Benna.

Det er derfor gjort vannbalanseberegninger for å vurdere hvorvidt eventuell grunnvannslekkasje til tunnel fra nedslagsfeltet til Benna vil ha innvirkning på vannforekomsten med tilhørende nedslagsfelt. Det er også gjort vannbalanseberegninger for den østligste delen av Bennas nedslagsfelt, som er den delen som mest sannsynlig vil bli påvirket av eventuell innlekkasje av grunnvann til tunnel (se figur 5). Beregningene er gjort for ulike andeler av total innlekkasje til tunnelen fra nedslagsfeltene. Resultatene er gitt i tabell 1.

Beregningene forutsetter følgende:

- Innlekkasje av grunnvann til tunnel styres av tettekravene, maksimal innlekkasje pr år er  $1,05 \times 10^9$  liter.
- Total arealstørrelse av nedslagsfeltet til Benna er 25 km<sup>2</sup>.
- Arealstørrelse av delnedslagsfeltet nærmest tunnel er 4,7 km<sup>2</sup>.
- Gjennomsnittlig avrenningstall for nedslagsfeltene er 660 mm/år (snitt av avrenningstall fra NVE-atlas, 1961-1990) [3].



Figur 5: Oversikt over totalt nedbørsfelt og delnedbørsfelt øst til Benna.

Tabell 1: Vannbalanseberegning av innlekkasje til tunnel fra Bennas nedbørsfelt som andel av total avrenning i nedslagsfeltet.

% lekkasje fra Bennas nedbørsfelt til tunnel		1 %	5 %	10 %	20 %	30 %	50 %	100 %
	l/år	1.05E+07	5.25E+07	1.05E+08	2.10E+08	3.15E+08	5.25E+08	1.051E+09
Hele nedslagsfeltet (25 km <sup>2</sup> )	mm/år	0.4	2.1	4.2	8.4	12.6	21.0	42.0
	Andel lekkasje av avrenning	0.1 %	0.3 %	0.6 %	1.3 %	1.9 %	3.2 %	6.4 %
Delnedslagsfelt øst (4,7 km <sup>2</sup> )	mm/år	2.2	11.2	22.4	44.7	67.1	111.8	223.5
	Andel lekkasje av avrenning	0.3 %	1.7 %	3.4 %	6.8 %	10.2 %	16.9 %	33.9 %

### **Vurdering av konsekvenser for naturmiljø**

Konsekvenser av innlekkasje til tunnel for naturmiljø vurderes av forholdet mellom størrelse av grunnvannslekkasje og normalavrenning til forekomsten som vurderes. I forbindelse med prosjektering av vannføringstunnel mellom Holsfjorden og Oslo ble følgende lagt til grunn for vurdering av effekt [6]:

- Lekkasje < 10 % av normalavrenning – ingen eller liten effekt
- Lekkasje 10-20 % av normalavrenning – middels effekt
- Lekkasje > 20 % av normalavrenning – stor effekt.

Vannbalansevurderingene i tabell 1 viser at innlekkasje til tunnel fra nedslagsfeltet til Benna vil ha begrenset påvirkning for vannforekomsten totalt sett. Dersom 100 % av innlekkasjen til tunnel skulle komme fra nedslagsfeltet til Benna utgjør dette 6,4 % av total avrenning til vannforekomsten. For den delen av nedslagsfeltet som ligger nærmest tunneltraseen, viser beregningene at ved opp mot 30 % andel av totallekkasjen til tunnel fra del-nedslagsfeltet, forventes det liten til ingen effekt på naturmiljø.

På grunn av topografiske forhold, avstand til tunnel og orientering av strøk og fall til sprekker i området vurderes det som rimelig å estimere at maksimalt 10 % av total innlekkasje til tunnelen kan komme fra nedslagsfeltet til Benna. Vannbalansevurderingene viser at dette vil ha liten til ingen effekt på vannforekomsten, både for delnedbørsfeltet nærmest tunnelen og for vannforekomsten som helhet.

### **Konklusjon**

I forhold til høringsuttalelsen fra Melhus kommune kan det via vurderinger gjort i dette notatet trekkes følgende slutninger:

- Det kan ikke utelukkes at nedbørsfeltet til Benna påvirkes som følge av innlekkasje av grunnvann til tunnel. Risikoen for dette vurderes å være liten, da strøk og fall på kartlagte sprekker ikke tilsier at det er hydraulisk kontakt mellom Benna og tunnel, men det kan ikke utelukkes at det er tversgående sprekker som setter nedslagsfeltet i kontakt med tunnelen.
- Med de tettekravene som er satt, forventes det at eventuell innlekkasje til tunnel fra nedslagsfeltet til Benna, vil ha liten til ingen effekt på vannbalansen til vannforekomsten.

Eventuell påvirkning av nedslagsfeltet til Benna kan dokumenteres ved fjellbrønner, som beskrevet i neste kapittel.

### **Overvåking**

For å overvåke eventuell effekt på grunnvannstanden i nedslagsfeltet til Benna som følge av tunnelen anbefales det å supplere foreslått overvåkingsprogram i den ingeniørgeologiske og hydrogeologiske fagrapporten for Valdunnelen/Homyrkamtunnelen med to grunnvannsbrønner i fjell for å dokumentere grunnvannstand i bergmassen før, under og etter anleggsfasen.

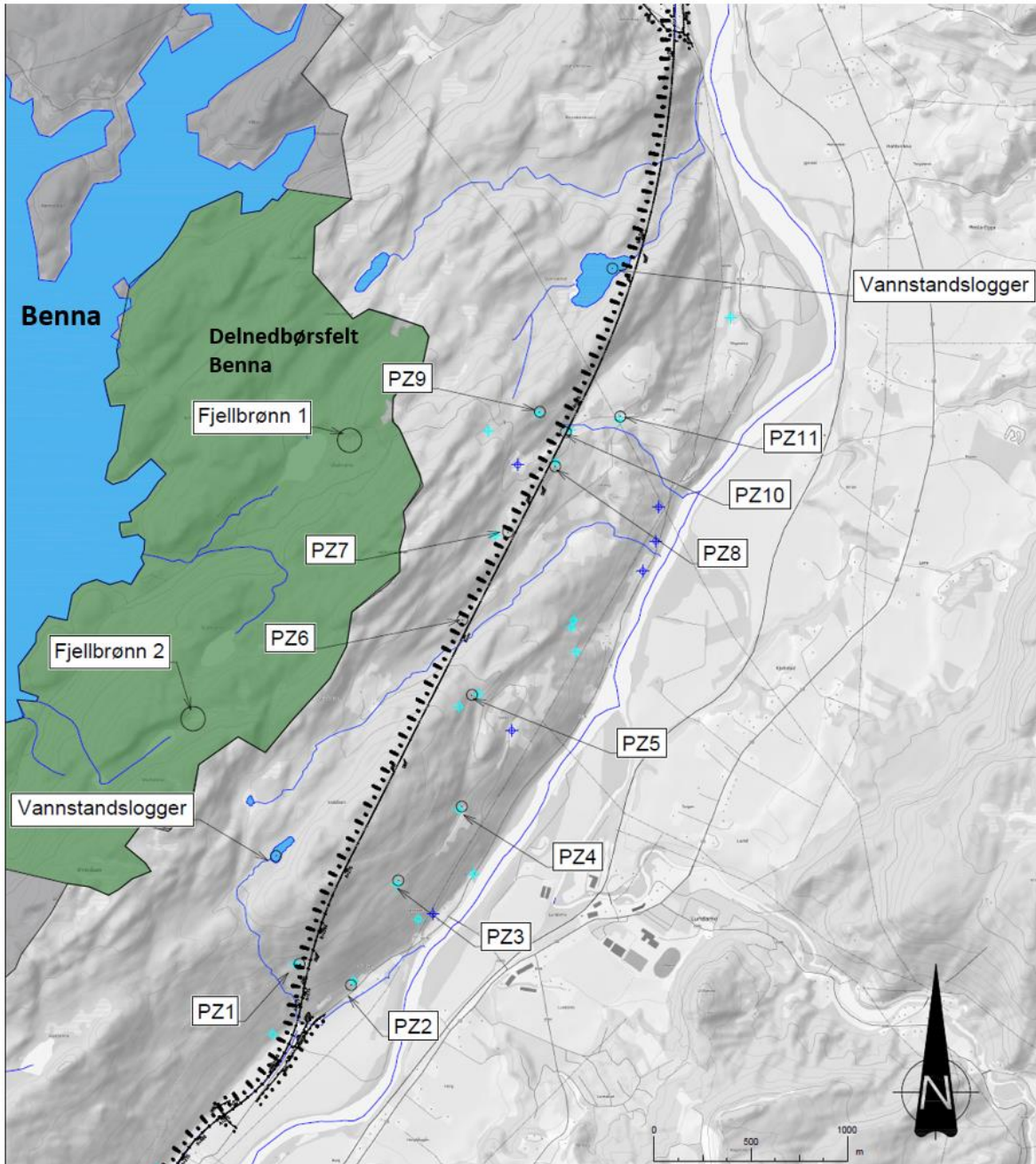
Forslag til lokalisering brønnene framgår av Figur 6. Brønnene er foreslått etablert i tilknytning søkk i terrenget som tolkes som svakhetssoner som kan være i kontakt med svakhetssoner over tunnel.

- Fjellbrønn 1 anbefales etablert ved Sagåsvatnet.
- Fjellbrønn 2 anbefales etablert ved Storøveråsvatnet.

Nøyaktig lokalisering må vurderes ut ifra tilkomst til stedet av utførende boreentreprenør. Grunnvannstand i berg bør logges minst et år i forkant av tunneldrivingen for å kartlegge naturlige årstidsvariasjoner. Videre



bør vannstand overvåkes gjennom anleggsfasen og minst 5 år i etterkant for å dokumentere hvorvidt tunnelen har innvirkning på grunnvannsnivå innenfor nedslagsfeltet til Benna.



Figur 6: Oppdatert hydrogeologisk overvåkingsprogram for Valdtunnelen. Overvåkingsprogram som beskrevet i den ingeniørgesologiske og hydrogeologiske fagrapporten er supplert med to fjellbrønner innenfor nedslagsfeltet til Benna.

## Referanser

- [1] Nye Veier, *Fagrapport ingeniørgeologi Homyrkamtunnelen*, NV50E6GK-GEO-RAP-001, 2023.
- [2] Melhus kommune, «Svar vannmiljø/flom/grunnvann/drikkevannshensyn/privat avløp: Intern høring Detaljregulering for E6 Gyllan - Kvål. PlanID 2020013,» 2023.
- [3] NVE, «NVE Atlas,» 2023. [Internett]. Available: <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>.
- [4] NGU, «Nasjonal berggrunnsdatabase,» [Internett]. Available: [https://geo.ngu.no/kart/berggrunn\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/). [Funnet 2023].
- [5] NGU, «Granada - nasjonal grunnvannsdatabase,» Norges geologiske undersøkelse, [Internett]. Available: [https://geo.ngu.no/kart/granada\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/granada_mobil/). [Funnet 2023].
- [6] NINA, «Analyse av naturens sårbarhet i forhold til planlagt ny vannoverføringstunnel Holsfjorden-Oslo,» 2000.
- [7] NVE, «NEVINA, Nedbørfelt-Vannføring,INdeks-Analyse,» [Internett]. Available: <https://nevina.nve.no/>. [Funnet 2023].

D01	2023-11-24	Til oppdragsgiver for godkjenning	GREGG/ VEGGUL	LAVAE	JHSVE
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

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