

GK 10085,11

Dok.nr.
Dok.til

UB.01708-000

Rev:.....

Jernbaneverket Region Nord

GEVINGÅSEN TUNNEL

**MILJØKONSEKVENSER SOM FØLGE
AV VANNLEKKASJER**

**Rapport 2417.01
23.april 1999**



O. T. BLINDHEIM



NVK Vandbyggningskontoret
NVK Gruppen

Jernbaneanverket Region Nord

Gevingåsen tunnel

Miljøkonsekvenser som følge av vannlekkasjer

Rapport 2417.01 datert 23. april 1999

utarbeidet av

O.T. Blindheim AS,
NVK Vandbyggningskontoret AS og NINA

Dok.nr.: UB.101708-000 Rev:.....

1	SAMMENDRAG	3
2	INNLEDNING.....	4
2.1	Bakgrunn og hensikt	4
3	GRUNNLAGSMATERIALE OG INNSAMLEDE DATA.....	5
3.1	Geologi og grunnforhold	5
3.1.1	Utførte geologiske undersøkelser og undersøkelser av løsmasser	5
3.1.2	Foreliggende kartmateriale og tegninger vedrørende geologi / ingeniørgeologi / løsmasser.....	5
3.1.3	Bergarter	6
3.1.4	Oppsprekking	7
3.1.5	Svakhetssoner	7
3.1.6	Løsmassefordeling	8
3.2	Bebyggelse og setningsømfindtlighet.....	9
3.2.1	Husfundamentering.....	9
3.2.2	Setningsømfindtlighet	9
3.3	Hydrologi.....	9
3.3.1	Generelt.....	9
3.3.2	Nedbørfelt og avrenning	10
3.4	Hydrogeologi	11
3.4.1	Grunnvann i løsmasser.....	11
3.4.2	Grunnvann i fjell.....	11
3.4.3	Bronner	12



3.5	Naturmiljø	13
3.5.1	Generelt	13
3.5.2	Sårbarhetsanalyse	13
3.6	Naturverdier	15
3.6.1	Generelt	15
3.6.2	Sjeldne arter	15
4	MILJØKONSEKVENSER	16
4.1	Sannsynligheten for vannlekkasjer	16
4.2	Mulige virkninger av vannlekkasje	17
4.2.1	Setningsskader	17
4.2.2	Skade på naturmiljøet	18
4.3	Tettetiltak	19
4.4	Forurensningsfare fra Fina-anlegget	19
5	VIDERE UNDERSØKELSER (FASE 2)	20
6	KONKLUSJON	21
7	REFERANSER	23
7.1	Geofaglig grunnlagsmateriale	23
7.2	Hydrogeologi	23
7.3	Litteratur naturmiljø	24
7.4	Trua moser i Stjørdal og Malvik; ekstrakt fra Frisvoll og Blom (1997)	24

Tegninger:

- 0: Oversiktskart
- 1: Berggrunnsgeologi
- 2: Naturtyper
- 3: Sårbarhet overfor vannlekkasjer i tunnel

Vedlegg:

- 1: Notat fra Statens vegvesen, setninger



1 SAMMENDRAG

En utredningsgruppe bestående av O.T. Blindheim As, NINA og NVK Vandbygningkontoret AS har for Jernbaneverket Region Nord utført en utredning av miljøkonsekvenser som følge av vannlekkasjer i forbindelse med bygging av Gevingåsen tunnel.

Utredningen er gjort med tanke på konsekvenser for naturmiljøet og setningsproblemer som følge av grunnvannssenkninger fra vannlekkasjer inn i tunnelen. Som grunnlagsmateriale er benyttet foreliggende geologiske og geotekniske kart og rapporter som er utarbeidet i forbindelse med byggingen av E6-tunnelen. Det er også utført tilleggsundersøkelser av fundamentering av bebyggelse i Solbakken i Hommelvik, oppsprekking i bergmassen og vannlekkasjer i eksisterende fjellanlegg. For å vurdere setningsømfindtligheten i løsmassene i Hommelvik har Statens Vegvesen vært engasjert til å utføre en delutredning.

I utredningen inngår vurderinger av geologi og løsmasser, hydrologi og hydrogeologi, naturmiljø og naturverdier.

Ut fra disse vurderingene er det utført en vurdering av miljøkonsekvenser. I begrepet miljøkonsekvenser inngår her mulighetene for vannlekkasjer, mulige virkninger av vannlekkasjene med hensyn på setningsskader på bygninger, skade på naturmiljøet og forurensningsfare fra et lageranlegg i fjell.

Konklusjonene i undersøkelsen er at det forventes generelt små vannlekkasjer inn i tunnelen. Det kan imidlertid ikke utelukkes større punktlekkasjer som kan ha kontakt mot overflaten. I områdene med bebyggelse som ligger på løsmasser, er det stor sannsynlighet for setningsskader som følge av poretryksreduksjoner. I utmarksområdene på Gevingåsen ligger det en del myrer som kan være sårbare for skader på grunn av grunnvannsenkning. Når det gjelder fare for forurensninger fra oljelageret i fjell anses denne å være liten. I rødlistene over sopp og mose finnes noen utsatte arter i området.

Denne utredningen er planlagt utført i to faser. For de videre undersøkelsene og vurderingene i fase 2 er det foreslått å lage et komplett ingeniørgeologisk kart over området. Videre er det foreslått å utføre nærmere vurderinger av setningsømfindtligheten i løsmassene, inklusive grunnundersøkelser, verdisette sårbare naturmiljøer, beskrive og kostnadsberegne tiltak mot vannlekkasjer, samt lage et program for grunnvanns- og lekkasjeovervåkning i planleggings- og byggefasen.



2 INNLEDNING

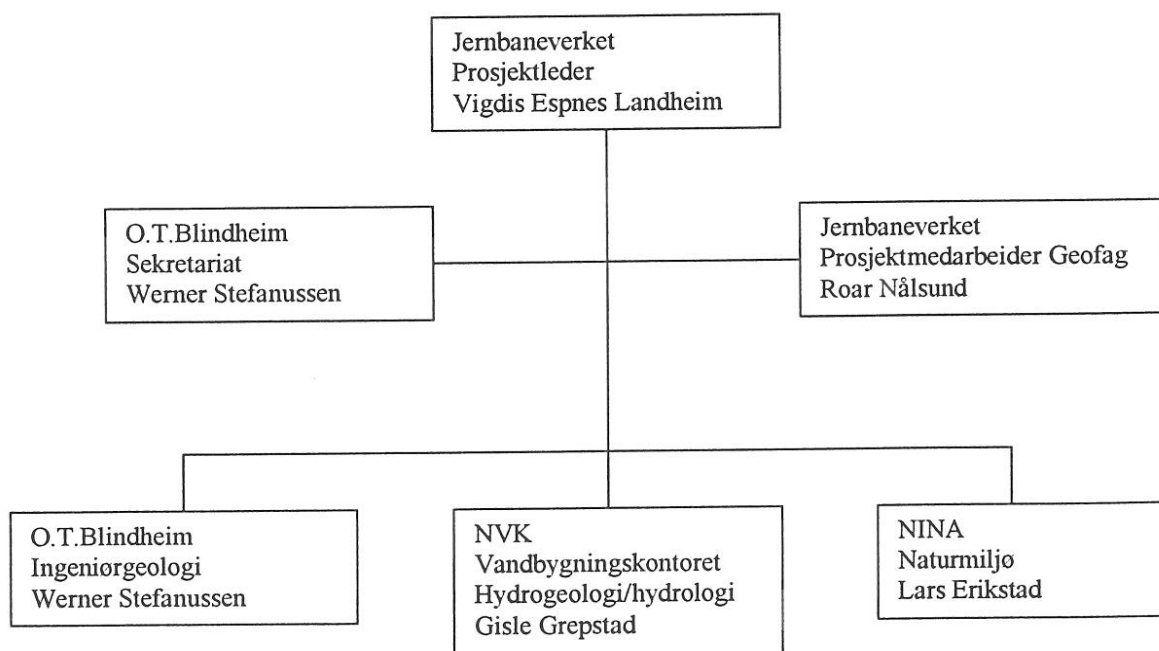
2.1 Bakgrunn og hensikt

Jernbaneverket utarbeidet i 1994 første utgave av Hovedplan for ny jernbanetunnel gjennom Gevingåsen. På bakgrunn av Hovedplan ble det i 1995 lagt fram en Konsekvensmelding for tiltaket etter Plan- og bygningslovens Kap. VII § 33. Denne ble vedtatt av Miljøverndepartementet i april 1996 uten krav om formell konsekvensutredning.

Videre er det, som et ledd i å redusere usikkerheten i kostnadsoverslag for prosjekter i regi av de statlige forvaltninger, i regelverket for Jernbaneverket stilt krav til at det skal utføres en risiko- og usikkerhetsanalyse av store prosjekter. For dette prosjektet med en ny jernbanetrase gjennom Gevingåsen, hvorav ca 4,7 km av traseen går i tunnel, vil usikkerheten i hovedsak knytte seg til tunneldrivingen. Dette betyr at prosjektet må avdekke hvilke områder som er mest sårbare, spesielt med tanke på grunnvannssenkning og utdrenering.

Jernbaneverket har, for å sikre en forsvarlig gjennomføring av prosjektet, nedsatt en utredningsgruppe for å utrede konsekvenser som følge av grunnvannsenkninger i forbindelse med eventuell bygging av tunnel Gevingåsen. Gruppen består av representanter fra Jernbaneverket Region Nord, O.T. Blindheim AS, Norsk Institutt for naturforskning (NINA) og NVK Vandbygningkontoret A/S.

Organiseringen av arbeidet:



Mandatet til gruppa har vært å utføre en sårbarhetsanalyse av området for spesielt å avdekke hvilke steder som antatt vil bli mest berørt som følge av eventuelle vannlekkasjer og senkning av grunnvannstand. Basert på hovedplansutredningen var det antatt at det er påhuggsområdet i Hommelvik og de første 2 km av tunnelen som er de mest kritiske.

Hensikten med analysen har vært å avdekke hvilke konsekvenser føringen av en tunnel gjennom Gevingåsen vil gi med tanke på setningskader og naturskader ut fra de foreliggende beskrivelsene av de ingeniørgeologiske og geotekniske forhold i området (fjell og løsmasser). Det skal spesielt legges vekt på bergartstyper, oppsprekking og svakhetssoner, samt løsmasseyper og løsmassemektigheter. Sammenstillingen skal danne grunnlag for å kunne vurdere mulighetene for vannlekkasjer inn i tunnelen ut fra bergartstyper, svakhetssoner, oppsprekking, fjelloverdekning, mektighet og type av løsmasseoverdekning. Dette kan igjen bidra til å avdekke såkalte "hotspots", det vil si områder som vil være mest sårbare ved en vannlekkasje. Videre skal vurderingene av den totale vannbalansen i området (nedbør – avrenning), være med på å gi indikasjoner på tålegrensen for utdrenering av området.

En vurdering av tålegrensen i området vil være med på å spesifisere hvilke tiltak det vil være behov for, og hvilke kostnader dette gir. Resultatene er ment å være et viktig bidrag til en risiko-/ usikkerhetsanalyse for å gjøre kostnadsinput enklere og samtidig redusere usikkerhetsnivået i analysen.

3 GRUNNLAGSMATERIALE OG INNSAMLEDE DATA

3.1 Geologi og grunnforhold

3.1.1 Utførte geologiske undersøkelser og undersøkelser av løsmasser

Som det framgår av grunnlagsreferansene, er det i området Hommelvik-Muruvik (som er det antatt kritiske området for miljøkonsekvenser) utført berggrunnskartlegging for E6 tunnelen, fjellkontrollboringer og prøvetakinger av løsmassene ved påhugget i Hommelvik og ved Muruvik, samt geofysiske målinger ved Muruvik for påvisning av fjelloverflaten i et kritisk parti. Det er i tillegg utført registrering av husfundamentering for husene ved påhugget i Hommelvik.

Området Muruvik-Hell dekkes av området som ble undersøkt og beskrevet i forbindelse med planlegging og bygging av E6-tunnelen.

3.1.2 Foreliggende kartmateriale og tegninger vedrørende geologi / ingeniørgeologi / løsmasser

I forbindelse med byggingen av E6-tunnelen og planlegging av jernbanetunnelen er det hittil laget en rekke løsmasse- og berggrunnsgeologiske kart og rapporter samt enkelte temakart. En oversikt er vist under referanser til slutt i rapporten.



3.1.3 Bergarter

Bergartene i området Hommelvik – Hell tilhører Trondheimsdekket, det vil si bergarter dannet i forbindelse med den kaledonske fjellkjedefoldning. Det er to bergartsgrupper som er representert i området; Undre Hovingruppe og Horggruppen. Grensen mellom disse gruppene følger en linje fra Hommelvik til Muruvik. I den vestlige delen (vest for aksen Hommelvik-Muruvik) er det bergarter tilhørende Undre Hovingruppe, mens det i den østlige delen er bergarter fra Horg-gruppen.

Det er foretatt en detaljert bergartsbeskrivelse i rapport 85.217 fra NGU. I det følgende gis en kort beskrivelse av bergartene.

Bergarter i østlige del

I den østlige delen er det i følge NGU's rapport sandstein, leirskifer og konglomerater som dominerer. Fra sluttrapporten etter sprengningen av E6-tunnelen er det angitt at det i den sørlige delen av E6 tunnelen er mye gråvakke og konglomerat, mens det lengre mot nord (mot Hell) er veksling mellom gråvakke/leirskifer og fyllitt. Enkelte partier med konglomerat er også funnet her. I enkelte tilfeller kan bergartene være forgneiset, det vil si at de har en typisk gneisaktig struktur. Leirskiferen med metagråvakke karakteriseres som mørk grå, ofte med tynne lag av sandstein. Enkelte steder kan sandsteinslagene ha en betydelig tykkelse. Metagråvakken med forgneisete strukturer opptrer i mindre omfang, men vil arte seg som sterkere lag innimellom de svakere leirskiferne. Bollene i konglomeratet, som er noen få cm i tverrmål, består for det meste av lys kvartsitt, fin til middelskornige granittiske bergarter, sandstein, leirskifer og grønnstein. Grunnmassen består hovedsakelig av gråvakke.

Bergarter i vestlige del.

I den vestlige delen er det to mørk leirskifer, sandstein og rhyolittisk tuff som er representert. Rhyolitt-tuffen er i følge NGU's geologiske kart, angitt som to ca 100-150 meter brede soner, som følger en NØ-SV-lig retning mellom Hommelvik og Muruvik. Mellom disse sonene av rhyolitt er det veksling mellom mørk leirskifer og sandstein.

I følge beskrivelsen i NGU's rapport, er rhyolitten en grønnlig til blågrønn, vulkansk bergart med lys forvittringshud. Bergarten består nesten utelukkende av kvarts og feltspat og er massiv og flintaktig. Bergarten danner tydelige rygger i terrenget på grunn av sin hardhet.

Fyllittene og gråvakkene vil fremtre som mørke, finkornige, svake bergarter med en utpreget skifrihet.

3.1.4 Oppsprekking

I forbindelse med vegtunnelen (både under planlegging og under bygging) er det utført sprekkekartlegging. Resultatene er vist som sprekkeroser på kartgrunnlaget, se tegning nr ??? Disse viser at det mest markerte sprekkesettet har strøk tilnærmet Ø-V og er tilnærmet steiltstående. Det finnes også sprekkesett som har strøketretning NØ-SV og NV-SØ. Disse er også nær vertikale.



I forbindelse med dannelsen av bergartene har det foregått overskyvninger av lagpakker fra øst mot vest. Dette har medført at Øvre Hovingruppen i øst ligger over Horggruppen i vest. Slike overskyvninger har medført at bergartene har strukturer som har strøkretning mot NØ og fall mot øst. I enkelte deler av E6-tunnelen der sandsteinslagene er dominerende, er oppsprekning parallelt lagdelingen i sandsteinen utpreget.

I forbindelse med denne rapporten er det utført sprekkeregistreringer i vegskjæringene i Solbakken, samt et lite område i Muruvika langs jernbanetraseen.

Det kan ut fra resultatene sies å være tre dominante sprekkesett i området.

1. Sprekker med retning N-S. Disse har to fallretninger, ett som sammenfaller med skifrihetsplanet i bergarten og faller mot øst, mens de øvrige har fall mot vest. Fallvinklene er 20 til 40°. Sprekkene er tynne, uten åpninger eller sprekketryllinger. Sprekkene parallelt skifriheten har stor utholdenhet og er gjennomsettende, mens de med fall mot vest ikke er gjennomsettende. Sprekkeavstanden er generelt 0,3 til 1 meter, men kan i enkelte soner være mye tettere.
2. Sprekker med retning Ø-V. Disse sprekke dominerer i området Solbakken og er steiltstående. De er plane, tynne, uten belegg eller tryllinger, og er lite utholdende. Sprekkeavstanden er generelt 0,5 til 1 meter.
3. Sprekker med retning N20-40° Ø, og fallvinkel 15 til 90° mot øst. En del av disse sprekke representerer skifrihetssprekker, og er dermed utholdende. Alle sprekke er ru, med en undulerende overflate. De er tynne, uten belegg eller sprekketryllinger. Sprekkeavstanden er generelt 0,3 til 1,5 meter.

Generell sprekkarakteristikk:

Bermassen i det undersøkte området er generelt middels til tett oppsprukket. Sprekkene er imidlertid tette, uten sprekketryllinger eller belegg. De er oftest plane, men har gjerne uregelmessig forløp. Ut fra observasjonene som er gjort, anses bergmassen å ha liten sprekkopermeabilitet for vann.

3.1.5 Svakhetssoner

Under drivingen av E6-tunnelen ble det gjennomført registrering av bergartsforhold, inklusive svakhetssoner og mindre sprekkesoner.

Totalt ble det påtruffet sprekk- og svakhetssoner som tilsammen utgjør ca 24 % av den totale tunnallengden. Av disse sonene var det kun én sone som kan karakteriseres som en vanskelig svakhetszone. Denne hadde strøkretning mot NØ og fall mot øst. De øvrige mindre svakhets- og sprekkesonene som ble passert, var stort sett tilnærmet steile.



I den vestlige delen av den planlagte jernbanetunnelen, er det registrert svakhetssoner ved de seismiske målingene som er utført ved Langbekken. De seismiske resultatene viser at det er registrert tre soner i profil 1 (parallelt tunneltraseen). Flyfototolkninger og berggrunnskart viser også at det må forventes til dels betydelige svakhetssoner i denne delen. Sonene registrert ved seismikken antas å ha retning NØ-SV og ha bredde på 5-10 meter. Ut fra registrert lydshastighet (2800 m/sek) i sonene, er det forventet sterkt oppsprukket fjell. Sidefjellet har lydshastighet på ca 5300 m/sek, noe som indikerer godt fjell. Av svakhetssonene som er registrert ved Langbekken, kan én av dem representere skyvesonen mellom de to bergartsgruppene Øvre Hovin og Horg. Skyvesonens kontakt er markert, og kan ses som en klar grense i en stor vegskjæring like vest for Hommelvik sentrum. Sonen har her strøkretning N 60° Ø, og fall 25° mot øst. Sonen har preg av oppknust, forskifret materiale i en bredde på ca 3-4 meter. Stikkene og sprekkene i sonen var plane, tette og uten leire. Ved lokaliteten i Hommelvik var det en markert overgang mot overliggende grønnstein.

En kraftig forkastningssone som har retning NNØ-SSV og kan ses i dalsøkket for elva Homla forventes å passere under fjellskrenten for selve Gevingåsen-massivet. I følge NGU's rapport nr 85.217 har det skjedd en kraftig vertikal forskyvning i denne sonen. Sonen er svært markert og kan ha en bredde på 10-20 meter. Karakteristikken er vanskelig å forutsi, men det må forventes en sentral del som består av svært oppknust berg med leire. På sidene av denne kjernesonen vil det kunne være mer oppsprukket fjell. Det finnes ingen sikre opplysninger om denne sonen, hverken fra seismiske undersøkelser eller tunneldrift.

De antatte sonene i den vestlige delen som er nevnt ovenfor, har alle strøkretning som er ugunstig for tunnelen, da de stryker tilnærmet parallelt med tunneltraseen. Skyvesonen antas å ha slakt fall mot øst, og kan dermed komme i kontakt med tunnelen over en lengre strekning.

3.1.6 Løsmassefordeling

Ut fra kvartærgeologisk kart og registreringer i felt er det laget et løsmassekart over området. I tillegg er det nå utført fjellkontrollboringer og seismiske undersøkelser i utvalgte områder.

Generelt kan sies at området oppe på selve Gevingåsen (den østlige del av området) finnes det et tynt morenedekke med oppstikkende fjellknauser. I et begrenset område ovenfor gamle E6 like ovenfor påhugget ved Hell, finnes det silt- og leirmasser, men med begrenset tykkelse.

I brattskrenten mot vest er det bart fjell eller urmasser.

Terrengoverflaten i den vestlige delen av området ligger under marine grense (som ligger på ca kote 180 i dette området). Løsmassene i disse områdene preges av sand, silt og leire med en del små rester av morenemasser. Enkelte knauser med bart fjell finnes også. Tykkelsen på løsmassene er stort sett liten, unntatt i områdene ved Langbekken og sørøst for påhugget i Hommelvik der det er påvist leire med stor mektighet. Ved Langbekken er det registrert maksimalt 28 meter med fast lagret leire. Ved Hommelvik er det i enkelte punkter boret ned til 20 meter uten å påtreffe fjell. I de lavestliggende partiene er det her påtruffet kvikkleire.

Oppe på Gevingåsen ligger Hommelviktjønnen. Det er også noen få mindre myrområder på fjellet.



I området under fjellskrenten ved Muruvik er det enkelte myrsøkk i terrenget. Under fjellskrenten er det også til dels store urmasser. Det er sannsynlig å forvente at urmassene ligger delvis oppå leire og siltmasser som tilhører strandavsatte materialer. Dette er typisk for urmassene under marine grense i Trondheimsfjordområdet.

3.2 Bebyggelse og setningsømfindtlighet

3.2.1 Husfundamentering

Området over den første kilometeren av tunnelen fra påhugget i Hommelvika er bebygd. Sommeren 1998 ble det gjort registrering av fundamenteringsforhold for bygningene innenfor en avstand av 300 meter til siden for planlagt tunnel i Hommelvikområdet.

Resultatene viser at av de 197 bygningene som ble undersøkt er 71 fundamentert på fjell, 99 er fundamentert på løsmasser, mens 27 er fundamentert delvis på fjell og delvis på løsmasser.

Type og mektighet av løsmasser er ikke klarlagt.

3.2.2 Setningsømfindtlighet

Vurdering av setningsømfindtlighet ved poretrykksreduksjon i løsmassene er utført av ved Statens Vegvesen Vegkontoret i Sør-Trøndelag v/ Svein Hove og presentert i eget notat, vedlegg nr 1.

Notatet konkluderer med at det kan være fare for setningsskader i området. For å gi en sikrere vurdering av setningspotensialet er det anbefalt at det utføres spesielle grunnundersøkelser i området.

3.3 Hydrologi

3.3.1 Generelt

Årsmiddelnedbøren på nedbørstasjon 69100 Værnes er 892 mm/år. Minst nedbør er det i april med 49 mm/år, og mest nedbør har en i september med 113 mm/år.

Årsmiddelavrenningen i området er 19 - 20 l/s/km². Avrenningen er størst i januar, mai og oktober (10 - 11 % av årsavrenningen foregår i hver av disse månedene), og minst i juni, juli august (med 4 - 6 % av årsavrenningen) (Tveit, 1988).

3.3.2 Nedbørfelt og avrenning

Nedbørfeltgrensene for området som tunnelen passerer under er vist på tegn. nr 2417-3 (sårbarhetskartet). Årsmiddelavrenningen fra hvert av feltene er vist i tabellen under.



Felt	Størrelse (km ²)	Årsmiddelavrenning i	
		(l/s)	(l/min)
A	0,18	3,6	216
B	0,38	7,6	456
C	1,01	20,4	1212
D	0,26	5,2	312
E	0,22	4,4	264
F	0,32	6,4	384
G	0,46	9,2	552
H	0,18	3,6	216

Tabell 1:

Viser størrelse og årsmiddelavrenning for de nedbørfeltene som er benyttet i området.

Felt A dekker de vestre delene av boligområdene nord for tunnelpåhugget ved Hommelvik, samt søndre del av innmarka til V. Hommelvik gård.

Felt B dekker resten av de nevnte boligområdene, området med dyrka mark sør for Solhaugveien og innmarka sør for Ø. Hommelvik gård.

Felt C er det største nedbørfeltet i området. Dette er nedbørfeltet til Langbekken oppstrøms gamle E6, og dekker Hommelviktjernet oppe på selve Gevingåsen. Området mellom Ø. Hommelvik gård og Langbekken ligger også innen dette nedbørfeltet.

Felt D strekker seg fra åsen vest for Hommelviktjernet til gamle E6. Østre del av feltet består primært av brattkanten til Gevingåsen. Vestre del dekker skogsområdene nord og nordøst for Langbekken.

Felt E ligger nordøst for felt D. Feltet ligger i den bratte skråningen fra Gevingåsen til gamle E6.

Feltene F og G ligger begge oppe på Gevingåsen. Terrenget består av små koller med enkelte myrer i dalgangene. Avrenningen skjer mot vest-nordvest.

Felt H dekker Fadåsen og området sør for tunnelpåhugget ved Hell.

Hvor stor andel av avrenningen innen hvert felt som er grunnvannsavrenning er ikke kjent. Dette vil variere avhenge av bla. a. helningen på terrenget, jordarten, oppsprekkingsgraden til fjellflaten og vegetasjonen. Videre har vi ikke anslått hva som kan forventes å være tørrværsavrenning. Som vist seinere, har dette imidlertid lite å si for sårbarhetsvurderingene knyttet til dette prosjektet fordi bergartene antas å ha liten hydraulisk ledningsevne.



3.4 Hydrogeologi

3.4.1 Grunnvann i løsmasser

Løsmassefordelingen i området kan grovt sett inndeles i marine strandavsetninger vest for brattskrenten til Gevingåsen, urmasser i bunnen av brattskrenten og tynt morendekke til bart fjell oppe på selve åsen.

Det foreligger ingen sikre opplysninger om grunnvannet i løsmassene i området. De marine avsetningene er forventet å være relativt tette, og i områdene hvor løsmassetykkelsen er størst, er det påvist leire. Overflateinfiltrasjonen anses derfor å være begrenset bortsett fra i ura i bunnen av brattskrenten mot Gevingåsen. Disse urmassene antas delvis å ligge på strandavsatt silt- og leirmateriale. Av vann som infiltrerer i ura, vil antakelig det meste komme ut igjen som kildeframsprang i overgangen til de marine avsetningene, noe som observeres langs Gamlevegen nordøst for Langbekken / Larsrommet og stien som går nordøstover fra Gamlevegen i dette området. Den bratte fjellskrenten vil føre til en grunnvannsgradient mot vest, slik at det er lite trolig at fjellmagasinet mates av vann infiltrert i ura under Gevingåsen.

Oppe på Gevingåsen er morenedekket relativt tynt, og de fleste av forsenkningene i terrenget her er kartlagt som myrområder. Det er ikke kommet noen rapporter om uttørking av myrene på toppen av Gevingåsen som følge av E6 tunnelen.

3.4.2 Grunnvann i fjell

Generelt

Det foreligger sparsomt med informasjon om grunnvann i fjell i området. Generelt er imidlertid disse bergartene kjent for å være relativt tette, og gi lite vann ved brønnboring.

GIN (Grunnvann i Norge) kommunerapport for Stjørdal kommune, angir at bergartene fyllitt, leirskifer og metasandstein normalt gir begrensede vannmengder. I NGU's brønnarkiv varierer kapasiteten i 9 registrerte fjellbrønner fra 0,02 - 0,67 l/sek (1,2 - 40 l/min). GIN kommunerapport for Malvik kommune indikerer at bergartene har "dårlig til middels god vanngiverevne, men heldige borer i gråvakke inn mot knusningsoner kan gi betydelige vannmengder".

Det er, i GIN kommunerapportene for Malvik og Stjørdal, ikke registrert noen grunnvannslokaliteter i det området tunnelen passerer under.



Vannlekkasjer i eksisterende tunneler og fjellrom

I sluttrapporten fra E6-tunnelen er det opplyst at det kun var små vannlekkasjer over mesteparten av tunnel-lengden. Det ble heller ikke påtruffet større vanninnslag i noen av svakhetssonene. Ca 90 % av tunnellengden er vann-og frostsikret.

Ut fra sluttrapporten kan leses at det var små vannlekkasjer både i forbindelse med sprekker og svakhetssoner.

Vannmengdene i drencsystemet i E6-tunnelen ble målt 4. mars 1999. Ved den nordre portalen ble vannmengden målt til å være ca. 20 l/min. Ved den søndre portalen var det ikke mulig å måle, men her ble vannmengden anslått til ca. 40 l/min. Hvert av målepunktene samler vann fra ca. 2 km med tunnel. Innlekkasjer til E6-tunnelen er derfor i størrelsesorden 1 og 2 l/min/100 m tunnel for hhv. nordre og søndre del av vegtunnelen.

Målingene ble utført etter en periode med lite nedbør, men uansett anses dette for å være meget små lekkasjer. Basert på lekkasjetallene gitt over, tunnelens dyp under terreng og tverrsnitt, kan en anslå fjellets gjennomsnittlige hydrauliske ledningsevne:

$$Q = \pi kh \frac{2}{\ln\left(2\frac{h}{r} - 1\right)} \quad (\text{Karlsruud, 1987})$$

hvor h = dyp under grunnvannsspeilet

r = tunnelens radius

k = fjellets gjennomsnittlige hydrauliske ledningsevne

Den hydrauliske ledningsevnen blir rundt $1 \cdot 10^{-9}$ m/s og $7 \cdot 10^{-10}$ m/s for hhv. den søndre og den nordre delen av vegtunnelen. Dette er meget lave verdier. (For de fleste praktiske formål kan formelen forenkles til $Q = \pi kh$.)

Til sammenlikning kan nevnes at 5 m med materiale med hydraulisk ledningsevne på $1 \cdot 10^{-7}$ m/s anses som god sikring mot forurensningsspredning fra avfallsdeponier.

De presenterte verdiene er gjennomsnittsverdier basert på enkeltmålinger og antakelser. Enkeltlekkasjer fra sprekkesoner kan selvfølgelig være betydelige. Det avgjørende er derfor hvor mange vannførende sprekkesoner tunnelen vil krysse. Erfaringene fra E6 tunnelen samt sprekkekartleggingen utført i Solbakken og Muruvika, tilsier imidlertid at sprekkesonene i dette området ikke er spesielt vannførende. Togtunnelen vil imidlertid krysse enkelte soner som E6 tunnelen ikke krysset.

3.4.3 Brønner

Vi kjenner til kun 1 brønn i området som fortsatt benyttes. Denne ligger rett over tunneltracéen ved pel 1680. Brønnen tilhører V. Hommelvik gård, og er beredskapsbrønn for brannvannsforsyningen til de to Hommelvikgårdene. Brønnen er antakelig en løsmassebrønn.



Kapasiteten er ikke kjent. Dersom det er en løsmassebrønn, antas kapasiteten å være begrenset da brønnen ligger på et vannskille. Brønnen vil være et egnet observasjonspunkt for vannstandsovervåking før og under anleggsperioden.

Hommelvikgårdene er ikke tilknyttet offentlig nett, men benytter Hommelviktjernet til drikkevann. Ledningen herfra har imidlertid for liten kapasitet ved brann.

Vi har fått opplysninger om at to brønner på toppen av Gevingåsen ble tørre i forbindelse med byggingen av FINA-anlegget (Gaasø,1999). Eksakt plassering av disse brønnene er ikke kjent, men de lå antakelig ved bebyggelsen langs gamle E6 nordøst for Fadåsen. Brønndyp og opprinnelig kapasitet er heller ikke kjent.

3.5 Naturmiljø

3.5.1 Generelt

Den foreliggende undersøkelsen har hatt til formål å identifisere naturområder som er sårbare for eventuell tunnellekkasje. Det er ikke gjennomført en systematisk innsamling av data og vurdering av områdets naturverdi. Det må understrekes at inngrepet det her er snakk om er en tunnel som tildels vil ligge dypt under dagens terreng. Det regnes ikke med at virkningen på naturmiljøet generelt vil bli merkbare som følge av eventuelle lekkasjeproblemer i tunnelen. Behovet for en nærmere analyse av spesielle områders naturverdi kan derfor begrenses til de områdene der det er fare for lekkasje.

3.5.2 Sårbarhetsanalyse

Naturtypekart

Se tegning nr 2417-2. Kartet er basert på de digitale markslagskartene (NIJOS). Det er egentlig ikke et fullt utviklet naturtypekart, men inneholder de i denne sammenheng vesentligste naturtypeelementer, trukket ut fra den digitale kartbasen. Naturtypeelementet "stup" er imidlertid avledet fra en digital høydemodell, som er konstruert ut fra kotene i digitale økonomiske kart (se under) og betegner alle områder brattere enn 30 %.

De viktigste landskapstypene i området er fjorden og åsene med bratte stup ut mot fjorden. Mellom fjorden og stupene har vi lavereliggende områder med roligere relieff og med stedvis dominerende løsmassedekke, hovedsakelig oppdyrket leire. Gjennom åspartiet går det flere sprekkedaler. Åsene har mindre toppområder utviklet som et småkupert platå, med vann og myrer.

Traseen starter i sør i det lavereliggende området mellom fjorden og åsene. Den ligger i store deler av sin strekning under områder med oppdyrket leire og tildels gjengroende skog på leire. Omtrent halvveis skjærer den inn under stupene og følger ytterkanten av åsen helt frem til Hell.



Lekkasje under leirområdene vil kunne føre til setninger og geotekniske problemer for bygninger og anlegg, men slike effekter vil neppe ha vesentlig betydning for naturmiljøet i de aktuelle naturtypene (kulturlandskapet), eventuelt med unntak av store enkelttrær som står utsatt til.

Der traseen skjærer inn under åsen, ligger den ganske nær et område med myrer og vann. Disse naturtypene vil være sårbare for lekkasje. I forbindelse med stupene i dette området finnes det også ur. Flere steder er det kildeutspring ved foten av ura. Det antas at disse kildene er knyttet til overflatevann som renner gjennom ura fra åsene over, og at en tunnel i relativt stor dybde under ura ikke vil representere noen større fare for lekkasje. Denne antagelsen baserer seg på at ura ligger over marin leire, noe som er vanlig for urer under marin grense i Trøndelag. Om denne forutsetningen ikke er riktig, kan det tenkes at tunnellekkasje kan påvirke kildefremspringene og fuktige naturtypeelementer langs urkanten vil i så fall være sårbare.

Resten av traseen går i kanten av åsen og krysser naturtypeelementer som stup og flatere partier med tildels høybonitets skog, hvor dreneringen av skogbunnen i hovedsak antas å være god (se under).

Sårbarhetskart

Se tegning nr 2417-3. Kartet er beregnet ut fra kotene i det økonomiske kartverket, og er i vestlige deler supplert med 1 meters koter tilknyttet ulik arealplanlegging. Materialet hadde manglende dekning i to områder i vest. Disse ble supplert med manuelt digitaliserte koter fra økonomisk kartverk. Ut fra kotenes digitaliseringspunkter er det beregnet en 10x10 meters digital høydemodell. Beregningene er gjort i programmet Surfer med en algoritme med lineær kriging.

Den digitale høydemodellen er brukt til to typer beregninger.

a)

Alle våte polygoner i det digitale markslagskartet er slått sammen til geografisk enhetlige polygoner. Nedbørfelt er beregnet for disse, og sårbarheten definert ut fra nedbørfeltens størrelse. Slik kartet fremstår, er grensekriteriene relativt tilfeldige. Polygoner med nedbørfelt mindre enn 1/2 km² er klassifisert som svært sårbare, mellom 1/2 og 2 km² middels sårbare og større enn 2 km² lite sårbare. Dette er den samme klassifiseringen som vi har brukt rundt Oslo. For bruk i områder med større avrenning (som for eksempel i Malvik/Stjørdal) kan beregningene derfor oppfattes som konservative.

b)

Forsenkninger i terrenget er markert. Beregningen er utført ved å beregne forholdet mellom et punkt og dets omgivelser, her definert som en sirkel med radius 250 m rundt punktet. Hvis punktet er mer enn 1 meter lavere enn middelhøyden i omgivelsene, markeres området ut. Det tilsier at markerte søkk i terrenget, samt knekkpunkter under stup m.v., velges ut. Det er i tillegg lagt inn et filter som ser bort fra svært bratte områder (brattere enn 30 %). Tilsammen angir dette områder der vi ut fra terrengforholdene venter forhøyet hyppighet av fuktige



vegetasjonstyper, som kan være avhengige av stabile grunnvannsforhold, og derfor sårbare for lekkasje.

3.6 Naturverdier

3.6.1 Generelt

Det er ikke gjort noen selvstendig inventering og vurdering av naturverdien til generelle naturtyper i området. Det vi kjenner til av spesifiserte naturverdier i dag, er lokale våtmarksverdier tilknyttet friluftsområdet i Muruvik, samt resultater fra en gjennomgang av rødlistearter for moser, lav og sopp. Det understrekes at det ikke er foretatt en systematisk gjennomgang av naturverdier, og at disse dataene bør ses på som indikasjoner på mulige verdier i området, som kan være sårbare.

3.6.2 Sjeldne arter

Vi har i denne sammenheng vurdert om det i de norske rødlistene for blomsterløse planter er dokumentert voksesteder for trua arter. Området er generelt dårlig kjent (A. Moen pers. medd.)

For lav er det ikke kjent forekomster av truede arter innen området. For moser foreligger funn av tre rødlista arter fra Gjevingåsen (se vedlegg): Grannlommemose, alvemose og nurkblygmose. Alle funn er fra forrige århundre, og det foreligger ikke kjennskap til om disse artene fremdeles eksisterer i dag. Spesielt de to første er knyttet til fuktige vegetasjonstyper, og de gir en sterk indikasjon på at det i forbindelse med myrene på Gjevingåsen kan forefinnes verdifulle utforminger, gitt at myrforekomstene ikke er grøftet. En foreløpig kontroll av flyfoto fra 1968 (Widerøe serie 3120) tyder på at i det minste et par av de aktuelle myrene enten er grøftet eller er skadet av kraftige kjørespor.

Dessverre gir ikke de gamle lokalitetsangivelsene mulighet for å avgjøre spesifikt hvilke myrdrag de sjeldne artene er knyttet til. Ingen av de tre mosene har sterk tilknytning til kildeframspring, men det kan ikke utelukkes at kilder kan være potensielle voksesteder i det minste for de to førstnevnte artene. Det bør dessuten bemerkes at mose-rødlista bare omfatter de mest trua artene på nasjonalt nivå, og at det i velutvikla kilder kan forekomme arter som er interessante på et regionalt nivå.

Rødlista for blomsterplanter kan ikke kontrolleres enkelt mot et gitt geografisk område med de data vi har tilgjengelig i dag. Også denne lista er meget eksklusiv, og vi antar i utgangspunktet at ingen av artene på DN's liste finnes i området (A. Moen pers. medd.)

I rødlista for sopp er to arter angitt i nærhet av influensområdet, disse er listet i vedlegget. Ingen av de to vil være særlig sårbare for tunnellekkasje.



4 MILJØKONSEKVENSER

4.1 Sannsynligheten for vannlekkasjer

Målingene av vannlekkasjer i E6-tunnelen viser at fjellet har gjennomsnittlig lav permeabilitet. Lekkasjemengden er målt til ca 1-2 l/min/100 meter, målt over ca 4 km tunnel.

Det er imidlertid kartlagt mange sprekke- og svakhetssoner i området som skal krysses med tunnelen, og det kan være lokale variasjoner eller enkeltsprekker som kan føre mye vann. Det kan ikke utelukkes at en stor andel av vannlekkasjene kan komme fra en begrenset lengde av tunnelen. Dersom vannet kommer gjennom åpne slepper som har direkte kommunikasjon opp til våtmark eller løsmasser på overflaten, kan dette føre til større negative konsekvenser for naturmiljøet. Dersom for eksempel alt vannet i E6 tunnelen hadde kommet fra en 100 meters strekning i tunnelen ville lekkasjemengden bli 40-80 l/min.

Områder hvor en bør være oppmerksom på muligheten for punktlekkasjer vil være ved Langbekken, der det er liten fjelloverdekning og registrerte svakhetssoner. Videre er området sør for Fina-anlegget utsatt. Den store svakhetssonen under Gevingåsen forventes å påtreffes her. Her er det også steiltstående sprekkesoner som kan ha kommunikasjon til myr og vannområdene oppe på Gevingåsen.

I det følgende er det angitt en inndeling av tunneltraseen i delstrekninger ut fra terrengforhold og hvilke naturtyper som er representert. Det er videre angitt et estimat av vannlekkasjer inn i tunnelen for hver delstrekning.

Påhugg ved Hommelvik til Geilberget (pr. 750-1600)

Tunnelen går her under boligområder og dyrka mark. Tunnelen krysser ingen påviste markerte sprekkesoner på denne strekningen. Den kan imidlertid bli liggende parallelt bergartsgrensen mellom leirskifer, tuff og sandstein. Bergartsgrensene kan være oppsprukket og vannførende. Det er et tynt løsmassedekke over fjell rett over tunnelen, mens det øst for tunnelpåhugget, ved Liavegen, er mer enn 20 m med leire over fjell.

Grovt anslått innlekkasjemengde, basert på gjennomsnittlig hydraulisk ledningsevne-verdi fra E6 tunnelen og et dyp på ca. 50 m under grunnvannsspeilet, er ca. 1 liter/min/100 m tunnel eller totalt 8 liter/min fram til pr. 1600. Dette utgjør litt over 1 % av årsmiddelavrenningen fra de to nedbørfeltene som tunnelen passerer i dette området.

Geilberget til Gammelveien (pr. 1600 - pr. 2600)

Tunnelen går her under dyrka mark og skogsområder. Det er tynt løsmassedekke over fjell ved pr. 1600 og ved pr. 2600. Der tunnelen krysser Langbekken er det imidlertid registrert inntil 28 m med fast lagret leire over fjell. Seismiske undersøkelser har påvist noen lavhastighetssoner i området ved Langbekken, og basert på kartlagte strukturer, vil tunnelen krysse slike soner.

Denne delen av tunnelen ligger innenfor feltet med den største avrenningen i området. Videre vil det naturlige magasinet, Hommeliviktjernet, føre til en jevnere avrenning over året i dette nedbørfeltet enn i de andre feltene i området. Det er ingen kartlagte områder med høy sårbarhet vest for Hommeliviktjernet.



Anslått innlekkasjemengde, basert på gjennomsnittlig hydraulisk ledningsevne-verdi fra E6-tunnelen og et gjennomsnittlig dyp på ca. 75 m under grunnvannsspeilet, er ca. 1,4 l/min/100 m tunnel eller totalt 14 l/min fram fra pr. 1600 til pr. 2600. Dette tilsvarer i størrelsesorden 1% av årsmiddelavrenningen.

Brattkanten mot Gevingåsen (pr. 2600 - pr. 3300)

Dette er området hvor tunnelen skjærer inn under selve Gevingåsen. Den vil på denne strekningen antakelig krysse den markerte svakhetssonen som følger bunnen av brattkanten.

Innlekkasjemengden vil være avhengig av hvor vannførende den markerte sprekkesonen er. Det er imidlertid ingen større lekkasjer i E6 tunnelen der denne passerer sonen.

Gevingåsen til påhugg Hell (pr. 3300 - 5800)

Tunnelen går her under det småkollete terrenget oppe på Gevingåsen, og ligger lavere og sørøst for E6-tunnelen. Overdekningen er stor (> 200 m) langs store deler av traséen i dette området. Videre ligger tunnelen lavere enn FINA-tunnelen og tankanlegget. Minste avstand til tankanlegget er 150 m.

Det er kartlagt noen sårbare myrer på toppen av Gevingåsen. Det er imidlertid ikke rapportert om skader som følge av E6 tunnelen. Lekkasjemålingen i vegtunnelen indikerer tett fjell (1-2 liter/min/100 m), til tross for at den passerer flere øst-vest-gående sprekkesoner.

Jernbanetunnelen vil løpe nær, og parallelt, en markert sone med retning nordøst-sørvest, og den vil også krysse de samme øst-vest- og nordvest-sørøstgående sonene som E6-tunnelen krysset.

Anslått innlekkasjemengde, basert på gjennomsnittlig hydraulisk ledningsevne-verdi fra E6 tunnelen og gjennomsnittlig dyp til grunnvannet på ca. 175 m, er ca. 2,3 l/min/100 m tunnel eller totalt rundt 50 l/min fram fra pr. 3300 til påhugget i nord. Dette tilsvarer i størrelsesorden 4,5 % av årsmiddelavrenning for nedbørfeltene over tunnelen i dette området.

4.2 Mulige virkninger av vannlekkasje

4.2.1 Setningsskader

Setninger kan forventes å oppstå i områdene med løsmasseoverdekning over fjell. Langs de første 1500 metrene av tunnelen etter påhugget i Hommelvik er det varierende tykkelse på løsmasser. Like øst for påhugget er det leire med stor mektighet, det samme gjelder i området ved Langbekken i Muruvik.

Som angitt i kapittel 3.2.1 er det registrert 197 bygninger innenfor en korridor på 600 meter ut fra tunnelen i området Hommelvik-Solbakken. Denne strekningen er ca 700 meter. Av disse bygningene er det ca 100 som er fundamentert på fjell, og resten på løsmasser eller delvis på fjell og delvis på løsmasser. Bygningene som er fundamentert på løsmasser og fjell/løsmasser



vil være sårbare med hensyn på setninger. På tegning nr 2417-3 er setningsømfindlige områder angitt. Dette vil bli nærmere undersøkt i utredningens fase 2.

I området ved Langbekken vil også være setningsutsatt. Her finnes det imidlertid ikke bebyggelse.

4.2.2 Skade på naturmiljøet

Ut fra tilgjengelig kartmateriale og beregning av nedbørfelt er området kategorisert med hensyn på sårbarhet overfor nedbør.

Tegning nr 2417-2 angir de forskjellige naturtypene som tunnelen passerer under, og områdene som er antatt å være sårbare overfor vannlekkasjer er angitt på tegning nr 2417-3. Sårbarheten er inndelt i høy, middels og lav ut fra nedbørfeltens størrelse. I tillegg til nedbørfeltens størrelse kommer også sammenfall med mulige svakhetssoner eller andre potensielle vannlekkasjesoner i fjellet.

På bakgrunn av geologi (bergarter, sprekke- og svakhetssoner) vil det være området ved Langbekken og området oppe på fjellet rett sør for Fina-anlegget som er mest utsatt. Dette på grunn av at det i begge disse områdene finnes svakhets- og sprekkesoner som kan ha kommunikasjon opp til overflaten og dermed føre til utdrenering av områdene eller reduksjon i vanntilgangen grunnet små nedbørfelt slik at naturskader kan oppstå.

Som det fremgår av sårbarhetskartet, tegning nr 2417-3, er den sørlige delen kategorisert som område med fare for setninger. Vannlekkasjene inn i tunnelen er vurdert å være i samme størrelsesorden som for den øvrige tunnelstrekningen. Det er registrert svakhetssoner i området ved Langbekken. Dekningen av løsmasser med lav permeabilitet medfører imidlertid at grunnvannsstanden i massene sannsynligvis ikke vil bli senket, slik at naturskader vil oppstå (skog, jordbruk etc). Det kan imidlertid allikevel oppstå setningskader på bygninger fordi det skal svært liten poretryksreduksjon i slike løsmasser til før slike skader oppstår.

Sårbarhetskartet viser også at det oppe på Gevingåsen er områder med høy sårbarhet. Dette er områder som er klassifisert ut fra nedbørfeltet til hvert område. Ut fra geologiske forhold (oppsprekking og svakhetssoner) er myrområdene like nord for Hommelviktjernet vurdert å være mest utsatt. E6-tunnelen som ligger parallelt med den planlagte jernbanetunnelen i dette området tilsier imidlertid at faren for naturskader er liten. Det kan imidlertid ikke utelukkes at det kan finnes sprekkesoner som kan ha direkte kommunikasjon opp til overflaten og dermed kan medføre uttørking av området.

Rett sør for påhugget på Hell er det angitt et område som er sårbart med hensyn på setninger. Området består av marine sedimenter, og det finnes spredt bebyggelse. Ut fra geologiske trekk i området (sprekkesoner og svakhetssoner) samt at området ligger mer enn 500 meter fra planlagt tunnel anses faren for utdrenering av området å være ubetydelig.

Når det gjelder de sårbare områdene på Gevingåsen vil sårbarheten også være avhengig av løsmasseforholdene i området. Det er ikke utført feltkartleging for å vurdere løsmassenes permeabilitet i hvert enkelt område. Dersom det for eksempel er tykke avsetninger med tett



morene i et område med lite nedbørfelt vil sannsynligheten for vannlekkasjer og redusert grunnvannstand i slike områder være redusert. Slike vurderinger må eventuelt utføres i fase 2.

Eventuelle tettingstiltak i tunnelen vil kunne redusere eventuelle punktlekkasjer slik at naturskader ikke oppstår.

Bekken ut fra Hommelviktjernet passerer ura og leirområdene og renner ut i Muruvik. Sterk lekkasje knyttet til tjernene og eventuelt lekkasje knyttet til vannstrømningen gjennom ura, kan påvirke vannføringen i bekken. Sannsynligheten for at det vil oppstå vesentlig påvirkning av bekkens vannføring anses som liten. Bekken renner før utløpet gjennom bebygde områder med ganske sterk påvirkning (Jarle Kristiansen - Malvik kommune - pers. medd). I den grad våtmark- og strandnaturtypene i Muruvik er spesielt avhengige av brakkvannsforhold i sommersesongen, vil disse kunne betraktes som sårbare. Vi har imidlertid ikke opplysninger som gir grunnlag for å vurdere dette nærmere nå, og regner faren for effekter på disse systemene for såvidt små at slike undersøkelser neppe bør prioriteres i fase 2.

4.3 Tettetiltak

Under drivingen av tunnelen vil det være muligheter for å tette fjellet med injeksjon foran eller bak stuff. Slike tettingstiltak vil være relevante der det er større vannlekkasjer, det vil si lekkasjer større enn 3-5 l/min/100 meter. I partier der lekkasjene er mindre enn dette nivået, er det lite sannsynlig at lekkasjene kan reduseres vesentlig med bruk av normale injeksjonsmidler og akseptable kostnader.

En annen tettemetode vil være membrantettet betongutstøpning. Denne metoden vil være aktuell å benytte i områdene som er mest utsatt for setningsskader. For at metoden skal lykkes, må det etableres et infiltrasjonsanlegg i byggeperioden. Membrantettet betongutstøpning vil kunne redusere lekkasjene ned til et minimum, anslagsvis 1-2 l/min/100 meter tunnel. Slike lekkasjemengder vil i gitte situasjoner allikevel kunne føre til setningsskader. Det vil derfor ikke kunne gi noen garanti for at setningsskader vil unngås med membrantetting, men det vil være en metode som reduserer faren og omfanget av setninger maksimalt.

4.4 Forurensningsfare fra Fina-anlegget

I Muruvik har FINA et tankanlegg i fjell, og det går en tunnel fra dette anlegget til Hell. Tunnelen og fjellanlegget ligger på ca kote 10 - 15. Hengen i den planlagte jernbanetunnelen vil ligge rundt 5 m under sålen til FINA-tunnelen (og tankanlegget). Avstanden til tankanlegget er ca. 150 m.

Jernbanetunnelen vil bli liggende lengst inn i fjellet, og lavest i forhold til E6-tunnelen og tankanlegget. E6-tunnelen ligger imidlertid høyere enn selve tankanlegget.

Det er i dag sannsynligvis en grunnvannsgradient mot tankanlegget. Dette hindrer spredning av ev. forurensninger. Under befaring av tankanlegget 9. mars 1999, var det svært små vannlekkasjer i anlegget. Dette ble bekreftet av en av de driftsansvarlige. Lekkasjemengdene



ut av anlegget er ubetydelige, og de er tilnærmet konstante over året. Vannlekkasjene ble redusert da E6 ble bygget (Gaasø, 1999). Lagringen av petroleumsproduktene skjer i ståltanker innstøpt i fjell. Videre er det oppsamlingssystem for lekkasjevann rundt tankene. Faren for lekkasje ut av tankanlegget er derfor liten uansett retningen på grunnvannsgradienten.

Jernbanetunnelen vil bli liggende lavere enn FINA-anlegget. Dersom jernbanetunnelen fører til drenering av fjellet rundt tankanlegget, kan dette endre grunnvannsgradient rundt anlegget, med fare for diffus spredning av petroleumsprodukter fra tankanlegget mot tunnelen. Dette forutsetter at det oppstår en lekkasje som unnslipper oppsamlingssystemet, og at grunnvannet får en strømningsretning mot tunnelen. FINA-anlegget er tilnærmet tørt i dag, det er både ståltanker og oppsamlingssystem i tilfelle lekkasjer og avstanden til jernbanetunnelen er 150 m. Faren for at forurensninger skal nå jernbanetunnelen anses for å være meget liten.

I forbindelse med byggingen av E6, satte Direktoratet for Brann- og Eksplosjonsvern (DBE) krav om at grunnvannstanden rundt FINA's tankanlegg skulle opprettholdes. DBE opplyser at det ikke finnes noe konkret regelverk ang. krav til nærliggende anlegg, men at de vurderer dette i hvert enkelt tilfelle, basert på fare for påvirkning - primært avstand, plassering og fare for rystelser (Ø. Nilsen, 1999). Dette er derfor et område hvor det vil bli nødvendig med restriksjoner til rystelser og eventuelt grunnvannstandsovervåking i anleggsperioden.

5 VIDERE UNDERSØKELSER (FASE 2)

Utredningens fase 1 har hatt til hensikt å skaffe tilveie grunnlagsmateriale og utføre en innledende studie av situasjonen. Det har videre vært hensikten å identifisere områder som kan være sårbare på grunn av vannlekkasjer inn i tunnelen. Til dette arbeidet har det blitt benyttet tilgjengelig materiale, samt innhentet tilleggsopplysninger om eksisterende fjellanlegg i området og bruk av tilgjengelige kartgrunnlag (økonomisk og topografisk kart).

For det videre arbeidet i fase 2, vil det være viktig å belyse eventuelle tiltak for å redusere vannlekkasjer, dokumentere naturverdien av de områdene som er kritiske, samt beskrive kontrollopplegg for grunnvannsovervåkning i planleggings- og driftsfasen. Det vil også være naturlig å kostnadsberegne tiltakene.

I fase 2 anbefaler vi at områder med mulig lekkasje og risiko for sårbarhet undersøkes videre, både med tanke på å undersøke deres status i forhold til inngrep, lekkasje til eksisterende tunnel og for naturmiljøets del å identifisere deres naturverdi (det bør i denne sammenheng legges vekt på områdenes vegetasjon).

Vi anbefaler at følgende undersøkelser og utredninger prioriteres:

- Utarbeidelse av et ingeniørgeologisk kart over området, med beskrivelse
- Gjennomføre grunnundersøkelser i Solbakken og øst for påhugget i Hommelvik. Resultatene av undersøkelsene benyttes til å vurdere setningsømfindlighet i løsmassene.
- Konkretisere omfanget av setningsskader ut fra setningsømfindlighet. Kostnadsberegne setningsskader.
- Beskrive tiltak for å redusere setninger, og kostnadsberegne disse (infiltrasjon, tetting av tunnel etc).



- Sårbare områder hvor vannlekkasje kan bli et problem må verdisettes ut fra naturmiljø. Dette gjelder myrer og vann på Gjevingåsen, områder med kildefremspring langs ura under Gjevingåsen og eventuelt også forsenkninger med høybonitetsskog nord på Gjevingåsen.
- Skissere program for biotop-, grunnvann-, poretrykk- og lekkasjeovervåking i planleggings og anleggsfasen.

6 KONKLUSJON

Utredningen har hatt til hensikt å vurdere faren for miljøkonsekvenser som følge av vannlekkasjer i forbindelse med bygging av jernbanetunnelen mellom Hommelvik og Hell. Med begrepet miljøkonsekvenser er det i denne utredningen inkludert skader på naturmiljøet, eventuelle bygningsskader som følge av setninger i grunnen, og mulige forurensninger fra et nærliggende lageranlegg for olje og drivstoff i fjell.

Den nordligste halvparten av tunnelen (som går delvis parallelt med E6-tunnelen) vil bli liggende under fjellplatået i Gevingåsen, med stor fjelloverdekning (ca 200 meter) og med tynt løsmassedekke over fjell. Det er en del myrer og vann oppe på fjellet.

Den sørligste delen vil bli liggende under områder med jordbruk og skog, med til dels liten fjelloverdekning og med til dels store løsmassemektigheter over fjell (opptil 25-30 meter).

Bergartene i området er de samme som E6-tunnelen ble bygget i. Det finnes en god del svakhets- og sprekkesoner som vil krysse tunnelen. Bergartene, som i hovedsak er myke sedimentære bergarter, antas å være tette med liten hydraulisk permeabilitet. Dette er også underbygget ved måling av vannlekkasjene fra E6-tunnelen. Vannlekkasjemengdene i tunnelen antas i hovedsak å bli små (1-2,3 l/min/100 meter). Større punktlekkasjer i forbindelse med svakhetssoner eller åpne slepper vil kunne forekomme.

Ved påhugget i Hommelvik, og over de første 700 metrene av tunnelen, er det bebyggelse som delvis er fundamentert på løsmasser. Disse bygningene vil kunne påføres setningsskader dersom anlegget fører til poretrykkreduksjon i løsmassene.

Traseen går i et landskap og i forbindelse med naturtyper der vi anser faren for vesentlige skader på naturmiljøet som liten. Sårbarhetskartet med hensyn på naturmiljø viser at myrområdene oppe på Gevingåsen har høy sårbarhet overfor vannlekkasjer. Sannsynligheten for at det vil oppstå store punktlekkasjer som vil drenerer ut disse områdene er imidlertid liten.

Lekkasje under leire vil i hovedsak utgjøre et geoteknisk problem og representerer ikke noe stort problem for naturmiljøet. Risikoen for lekkasje som vil ødelegge kildeutspring langs foten av ura under Gevingåsen er liten. Ved spesielle geologiske forutsetninger om uras oppbygging, kan kildeområdene langs foten av ura være sårbare. Der traseen passerer under fjellskrenten i Gevingåsen, ligger den nær myrer og vann med høy sårbarhet. For å se om eksisterende fjellanlegg har ført til skade på disse naturelementene, kan det være aktuelt å utføre undersøkelser i fase 2.

I den nordligste del av traseen vurderes faren for skade som liten. Traseen passerer et par områder med forsenkninger og høybonitetsskog som kan representere sårbare naturmiljø.




Områdene med store løsmassemekktigheter i den sørlige delen av tunnelen har lav sårbarhet overfor vannlekkasjer når det gjelder naturmiljøet

Faren for at det skal oppstå lekkasjer av oljeprodukter fra Fina-anlegget inn til jernbanetunnelen vurderes å være svært liten.

For fase 2 er det anbefalt at det lages et sammenstillet ingeniørgeologisk kart med beskrivelse for tunneltraseen. Videre er det anbefalt at det utføres nærmere kartlegging av de sårbare områdene oppe på Gevingåsen med hensyn på naturverdi, samt kartlegge biotoper og naturtypeelementer langs ura under Gevingåsen.. Det anbefales også at det utføres en nærmere vurdering av setningsømfindtligheten av løsmassene ved de bebygde områdene over den sørlige delen av tunnelen. Eventuelle tiltak for tetting av tunnelen for å redusere konsekvensene bør utredes nærmere, og det bør utarbeides kostnadsoverslag over tiltakene.

O.T. Blindheim AS


Werner Stefanussen
Senior Ingeniørgeolog

Kvalitetskontroll





7 REFERANSER

7.1 Geofaglig grunnlagsmateriale

Som grunnlag for denne sammenstillingen av geologi og geotekniske forhold foreligger:

- Berggrunnsgeologisk kart Trondheim, M 1: 250 000, med beskrivelse NGU 1977
- Rapport fra berggrunnskartlegging i Gjevingåsen, NGU rapport nr 85.217, 12.11.85
- Kwartærgeologisk kart Stjørdal M 1: 50 000, med beskrivelse, NGU 1986
- Flyfotos i målestokk 1: 15000
- Geologisk oversiktskart, hovedsprekkemønster. Ny E6 Hommelvik-Hell, Vegvesenet i Nord-Trøndelag, tegn nr Ø-2732.3, feb. 86.
- Fjellkontrollboringer Datarapport, Kummeneje AS. Hovedplan Hommelvik-Hell. Tunnelpåhugg i Hommelvik, rapport 10470 nr 1, 27.04.94
- Geologiske undersøkelser for detaljplan Gjevingåsen tunnel, Statens vegvesen Nord-Trøndelag, rapport VD 916 C nr 1, 20.08.1991
- Geologisk beskrivelse av grunnforholdene, E6 Gevingåsen tunnel, O.T. Blindheim AS rapport 2228.01, 27.08.1993
- Ingeniørgeologisk, geoteknisk og anleggsteknisk vurdering. NSB, Hovedplan Hell-Hommelvik Tunnel Gjevingåsen, , O.T. Blindheim AS, rapport 2306, 20.08.94.
- Geologiske forhold og fjellsikring, E6 Hommelvik-Stjørdal Bygging av Helltunnelen. Sluttrapport. Statens vegvesen Nord-Trøndelag Laboratoriet, 28.02.1996
- Registrering av oppsprekking innenfor samme området, presentert i rapport nr 85.217, og gjengitt på tegning nr 2370.02 "Oversikt over geologiske strukturer" fra O. T. Blindheim AS, 03.04.98.
- Fjellkontrollboringer ved Langbekken Datarapport, Kummeneje AS. Hovedplan Hommelvik-Hell Alternativ 4, , rapport 12270 nr 1, 12.02.98
- Seismiske målinger Jernbanetunnel Hommelvik-Hell, Sverre Myklebust AS, rapport 96-1, 12.02.1998
- Risikoanalyse vannlekkasjer, notat O.T. Blindheim AS, 31. mars 1998
- Ingeniørgeologisk og anleggsteknisk vurdering trasealternativ 4, Hovedplan Hell-Hommelvik, Gevingåsen Tunnel, O.T. Blindheim AS, rapport 2370.01, 3. april 1998
- Husfundamentering Hommelvik, Tunnel Gevingåsen, Tunnelalternativ 4, , O.T. Blindheim AS, notat 2370, 5.08.98
- Planbeskrivelse Hommelvik-Hell Hovedplan Alternativ 4, supplement til hovedplan av juni 1994. Jernbaneverket Region Nord, 30.09.98

7.2 Hydrogeologi

Det norske meteorologiske institutt (DNMI), nedbørdata for stasjon 69100 Værnes Karlsrud, K., 1987: Tetthetskriterier i forbindelse med fjellinjetunnelen gjennom Oslo, Intern NGI-rapport, 52652-4 (Kopi av artikkel/foredrag til Bergmekanikk / Geoteknikk-dagen1987)
NGU-rapport 91.099 Grunnvann i Stjørdal kommune (GIN kommunerapport)
NGU-rapport 91.128 Grunnvann i Malvik kommune (GIN kommunerapport)



Tveit, J, 1988: Brukar-rettleing for avlaupsdata-omrekningsprogrammet dagom.pas (UNIT, Inst. for vassbygg C3-1998-2)
Gerhardt Gaasø, Norske Fina AS (pers. meddelelse 9. mars 1999)
Øyvind Nilsen, Direktoratet for Brann- og Eksplosjonsvern (telefonsamtale 9. april 1999)

7.3 Litteratur naturmiljø

Bendiksen, E., Høiland, K., Brandrud, T. E. & Jordal, J. B. 1998. Truete og sårbare sopparter i Norge - en kommentert rødliste. - Fungiflora, Oslo.

Direktoratet for naturforvaltning (DN). 1992. Truete arter i Norge. - DN-rapport 1992-6: 1-96.

Erikstad, L., Stabbetorp, O.E. & Sloreid, S.E. 1998. Krokskogen: Sårbare naturtyper i forhold til eventuell tunnellekkasje. NINA Oppdragsmelding 513: 1-10.

Frisvoll, A. A. & Blom, H. H. 1997. Trua moser i Noreg med Svalbard. Førebelse faktaark. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet Vitenskapsmuseet Botanisk Notat 1997 3: 1-170.

Sivertsen, S., Jordal, J.B. & Gaarder, G. 1994. Noen soppfunn i ugjødsle beite- og slåttemark. - Agarica 13 (nr. 21): 1-38.

Tønsberg, T., Gauslaa, Y., Haugan, R., Holien, H. & Timdal, E. 1996. The threatened macrolichens of Norway - 1995. - Sommerfeltia 23: 1-258.

7.4 Trua moser i Stjørdal og Malvik; ekstrakt fra Frisvoll og Blom (1997).

Utheva arter: arter med en økologi som tilsier at de kan bli påvirket av en uttørring som følge av tunnellekkasje. Understrekte arter: Arter som er angitt fra Gjevingåsen. For hver art er angitt kategori på rødlista (DD = "data deficient", dvs. arter hvis utbredelse er for dårlig kjent til at man kan vurdere forvaltningsbehov på en rimelig måte, men at de inntil bedre data foreligger bør vurderes i det minste som hensynskrevende, CR = "critically endangered", dvs arter som på nasjonalt nivå er sterkt truet av utdøen). Ellers er angitt artens økologi, lokalitet i Stjørdal/Malvik, UTM-koordinater og eventuelt vår kommentar til utbredelsen av arten.

Bryum bornholmense - Storknollvrangmose s. 41-42

DD: jordbruksmark, humusrik sand- og leirjord, på brende stader og over jorddekt berg

Stjørdal: Stjørdal 1892 N. Bryhn (O)

NR 9 3 . Eneste funn i Trøndelag, ikke sett i Norge etter 1949.

Callicladium haldanianum - Morknemose s. 49

DD: Skog. Jord eller helst roten ved (stammar, stubbar, pinnar) på fuktige stader i rik skog i låglandet.

Stjørdal: Grøthammaren ved Hegra 21. og 22. juli 1892 N. Bryhn (BG, O, TRH)

PR 06-07 38. Eneste funn i Trøndelag



Discelium nudum - Flaggmose s. 57-59

DD: Jordbruksmark. Naken leire i veggrofter, ved bekkekantar o.l.

Stjørdal: Gråelva 3/8-1892 N. Bryhn (TRH)

fra NR 94 39 til NR 97 42. Også en lok. fra Trondheim 1890 og 1898 ikke gjenf. 1992

Encalypta spathulata - Hårklokkemose s. 61-62

DD: Berg. Over jord og berg på kalkrikt underlag

Stjørdal: Vikanfjellet. 100 m. 5/7-1892 N Bryhn (TRH)

NR 89-91 40-41. Kun ett funn fra Norge (Snåsa) etter 1950.

Fissidens exilis - Grøftelommemose s. 64-65

DD: Jordbruksmark. Naken jord, helst leire, i låglandet, og ofte ved bekker.

Malvik: Strinda-Skjenstad. 150 m. 1/10-1893 I. Hagen (TRH)

NR 84 32. Kun ett funn i Norge etter 1950 (Hurum 1959)

Fissidens pusillus - Grannlommemose s. 66-67

DD: Berg, våtmark. Kalkfattig berg i skog og ved bekker

Malvik/Stjørdal: Strinda, Gjevingåsen, på ler 7/7-1889 I. Hagen (TRH)

NR 91-92 34-35

Stjørdal: Koksås 28/6-1892 N. Bryhn (TRH)

NR/PR 98-00 38-40

Stjørdal Grobrek [Gråbrek] 50 m. 27/6-1892 N. Bryhn (TRH)

NR 94 41

(Totalt 26 funn i Norge, 17 fra før århundreskiftet)

Hamatocaulis vernicosus - Alvemose s. 71

DD: Våtmark. Ved næringsrike vasskantar og på tilsvarende myr

Malvik/Stjørdal: Gjevingåsen 30/6 og 14/7 1892 N. Bryhn (BG, TRH)

NR 91-93 33-35. Eneste funn i Trøndelag, 20 i Norge

Herzogiella turfacea - Sigdfauskmose s. 73

DD: Skog. Stubbar, læger og røter i skyggefull fuktig skog. [drenering nevnt som trusel]

Malvik: Vikhammarløkka, <50 m 6/4-1950 N. A. Sørensen (TRH)

NR 82 35

Plagiothecium latebricola - Orejammemose s. 86-87

DD: Skog. Morken, fuktig ved, helst svartor - men nordover også gråor, sjeldan på humus

Malvik: Under Storfossen i Homla, granskog 100 m -/10-1995 H.H. Blom (TRH)

NR 89 28

Schistidium atrofusum - Buttblomstermose s. 96

CR. Berg. Kalkrikt, overhangande sørberg i granskog

Malvik: Høybydalen, 100 m. 27/9-1985 H. H. Blom (TRH)

NR 91 31 eneste funn i Norge

Seligeria pusilla - Nurkblygmose s. 99

DD: Berg. Skyggefull kalkstein



Malvik/Stjørdal: Gjevingåsen 30/6-1892 N. Bryhn (TRH)
NR 91-93 33-35.

Calypogeia suecica - Røteflak s. 114-115

DD: kog. Roten ved i fuktskog, ofte produktiv (gran)skog
Stjørdal: Bjørdalen 60 m., på råteved, Alnus 5/5-1991 T. Prestø (TRH)
PR 00 39

Cephaloziella stellulifera - Stjernepistremose s. 118

CR: våtmark. Fultig leire og jord, særleg ved elvar og på strender
Stjørdal: Gråelva, <100 m 3/7-1892 N. Bryhn (BG)
fra NR 94 39 til 97 42. eneste funn i Norge

Lophozia adscendens - Røteflik s. 124-125

DD: Skog. Bork og ved av daude liggjande tre, helst gran, i gamal skyggefull skog. Viktig indikatorart for verdifull, gamal granskog.
Malvik: Lia S f Nævra, råteved, gran, 340 m. 24/8-1990 T. Prestø (TRH)
NR 95-96 26

Scapania degenii - Einkorntvibladmose s. 135

DD: Våtmark. Kalkrik myr og liknande overrisla plassar over berg.
Malvik: Ved Storfossen i Homla 1995 H. H. Blom (TRH)
NR 892 287. Ett av tre funn i Norge

Trua sopp i Stjørdal og Malvik

Hygrocybe ingrata: Sør-Tr.: Malvik: Gammelåsdalen kartblad 1621 I, NR 9133-9233, åpen gressmark 10/9-1979, leg. & det. S. Sivertsen (TRH). Lokaliteten er nå gjengrodd (Sivertsen et al. 1994). (sårbar art, knyttet til gammel beitemark. Ikke spesielt sårbar ift tunnelinngrepet)

Clavaria pullei: Nord-Tr.:

Stjørdal, Skatval i sterkt beita bakke, litt kalkholdig, k.bl. 1621 I, NR 9040, 13/10-1972, leg. & det. S. Sivertsen (TRH). (sårbar art, knyttet til gammel beitemark, ikke spesielt sårbar ift tunnelinngrepet)



TEGNINGER

- 0: OVERSIKTSKART**
- 1: BERGGRUNNSGEOLOGI**
- 2 NATURTYPER**
- 3 SÅRBARHET OVERFOR VANNLEKKASJER I
 TUNNEL**



O. T. BLINDHEIM

Jernbaneverket Region Nord

Rapport 2417.01

Gevingåsen tunnel

Dato: 23.04.99

OVERSIKTSKART

Tegning nr -0

M 1 : 50.000





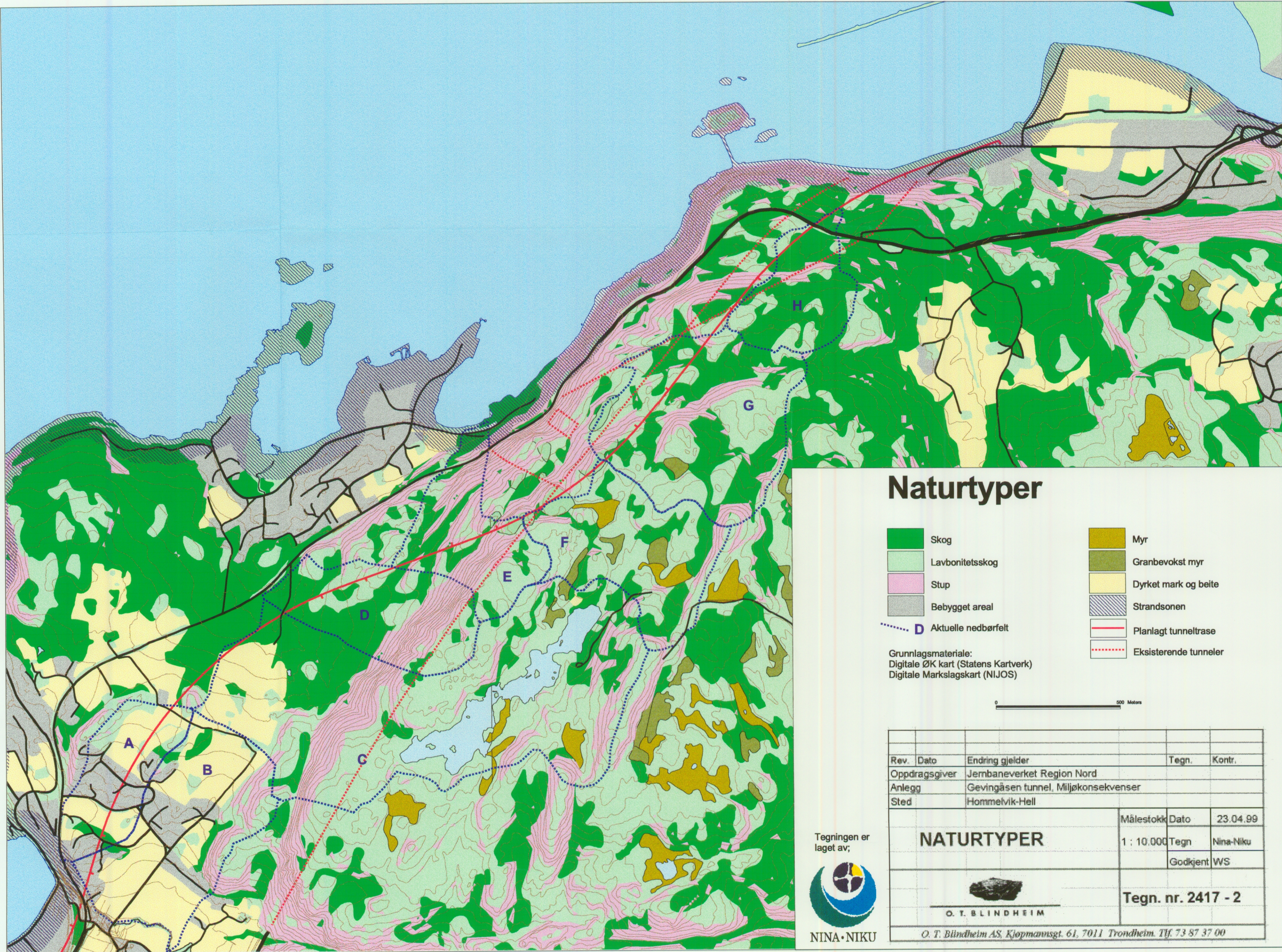
- TEGNFORKLARING
- 1 OVERDEKKET
 - 2 MØRK LEIRSKIFER MED < 30% SANDINNHOLD
 - 3 SANDSTEIN OG LEIRSKIFER I VEKSLING, OMLAG 50% SANDINNHOLD
 - 4 KALKHOLDIG SANDSTEIN MED NOE LEIRSKIFER. >70% SANDINNHOLD
 - 5 SANDSTEIN ELLER SKIFER MED SPREDT BOLLEMATERIALE
 - 6 POLYMIKT MATRIKSÅRET KONGLOMERAT MED VELRUNDEDE BOLLER AV KVARTSITT, GRANITT, SANDSTEIN, NOE JASPIS MM.
 - 7 RHYOLITTISK TUFF, MASSIV, MEN OGSÅ LAGDELT MED TYNNE LEIRSKIFERBÅND

- ↘₃₀ STRØK OG FALL FOR LAGNING. FALLET ER MARKERT VED VINKEL FRA HORIZONTALPLAN I GRADER
- ↗₄₅ RETNING OG STUP FOR FOLDEAKSE. STUPVINKEL MARKERT VED VINKEL FRA HORIZONTALPLAN I GRADER
- ⬆ STRATIGRAFISK OPPLAGREKKEN
- 275 LOKALITETSNUMMER
- SIKKER BLOTNING OBSERVERT I FELT
- BERGARTSGRENSE. TOLKET UT FRA BLOTNINGER OG FLYBILDE
- SVAKHETSSONE
- TUNNELTRASE JERNBANE
- TUNNELTRASE, E6-TUNNEL

- Kartgrunnlag:
- Geologisk kart etter NGU-rapport nr 85-217, M 1: 5000, O-3131, Statens vegvesen Nord-Trøndelag, mai 1991.
 - Berggrunnskart Muruvik, M 1: 5000, tegn nr 85.217-01, NGU 1985
 - Berggrunnskart Hommelvik, M 1: 5000, tegn nr 85.217-03, NGU 1985

Tegningsgrunnlag:	
Vedlegg til rapport: Vd - 916 C	
Geologisk kart, etter NGU-rapport nr. 85-217	Målestokk: 1:5000 Boret: Tegn.: MAJ -91 Saksbeh.: BET
GRUNNUNDERSØKELSE: E6 HOMMELVIK - HELL GJEVINGÅSEN TUNNEL	Tegning nr. 0 - 3131
VEGVESENET I NORD-TRØNDELAG, STEINKJER	

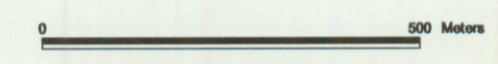
Rev.	Dato	Endring gjelder	Tegn.	Kontr.
		Jernbaneverket Region Nord		
Anlegg	Gjevingåsen tunnel, Miljøkonsekvenser			
Sted	Hommelvik-Hell			
BERGGRUNNSGEOLOGI		Målestokk: 1:5000	Dato: 23.04.99	
O. T. BLINDHEIM		Tegn: WS/	Godkjent: BAA/	
O. T. Blindheim AS, Kjøpmannsgt. 61, 7011 Trondheim. Tlf. 73 87 37 00		Tegn. nr. 2417 - 1		



Naturtyper

- Skog
- Lavbonitetsskog
- Stup
- Bebygget areal
- Myr
- Granbevokst myr
- Dyrket mark og beite
- Strandsonen
- Planlagt tunneltrase
- Eksisterende tunneler
- D Aktuelle nedbørfelt

Grunnlagsmateriale:
 Digitale ØK kart (Statens Kartverk)
 Digitale Markslagskart (NIJOS)

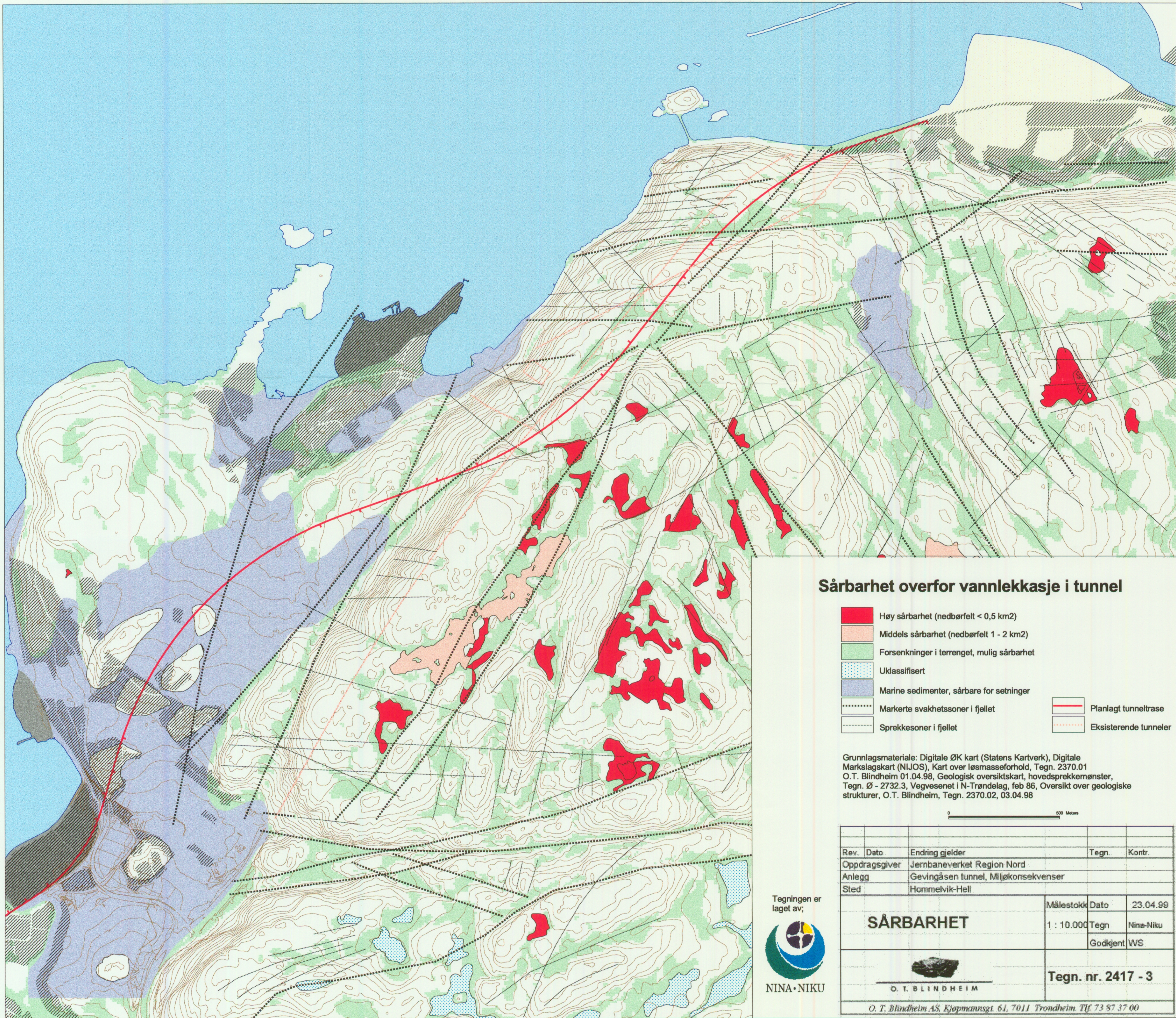


Rev.	Dato	Endring gjelder	Tegn.	Kontr.
		Jernbanelinje Region Nord		
		Gevingsåsen tunnel, Miljøkonsekvenser		
		Hommelvik-Hell		
		Målestokk	Dato	23.04.99
NATURTYPER		1 : 10.000	Tegn	Nina-Niku
			Godkjent	WS
 O. T. BLINDHEIM		Tegn. nr. 2417 - 2		
O. T. Blindheim AS, Kjøpmannsgt. 61, 7011 Trondheim. Tlf. 73 87 37 00				

Tegningen er laget av;



NINA-NIKU



Sårbarhet overfor vannlekkasje i tunnel

- Høy sårbarhet (nedbørfelt <math>< 0,5 \text{ km}^2</math>)
- Middels sårbarhet (nedbørfelt 1 - 2 km²)
- Forsenkninger i terrenget, mulig sårbarhet
- Uklassifisert
- Marine sedimenter, sårbare for setninger
- Markerte svakhetssoner i fjellet
- Sprekkesoner i fjellet
- Planlagt tunneltrase
- Eksisterende tunneler

Grunnlagsmateriale: Digitale ØK kart (Statens Kartverk), Digitale Markslagskart (NIJOS), Kart over løsmasseforhold, Tegn. 2370.01 O.T. Blindheim 01.04.98, Geologisk oversiktskart, hovedsprekkemønstre, Tegn. Ø - 2732.3, Vegvesenet i N-Trøndelag, feb 86, Oversikt over geologiske strukturer, O.T. Blindheim, Tegn. 2370.02, 03.04.98

0 500 Meters

Rev.	Dato	Endring gjelder	Tegn.	Kontr.
		Jernbaneverket Region Nord		
		Anlegg Gevingåsen tunnel, Miljøkonsekvenser		
		Sted Hommelvik-Hell		
		Målestokk	Dato	23.04.99
SÅRBARHET		1 : 10.000	Tegn	Nina-Niku
			Godkjent	WS
 O. T. BLINDHEIM		Tegn. nr. 2417 - 3		
O. T. Blindheim AS, Kjøpmannsgt. 61, 7011 Trondheim. Tlf. 73 87 37 00				

Tegningen er laget av;

NINA • NIKU

VEDLEGG

JERNBANETUNNEL GEVINGÅSEN

**VURDERING AV GRUNNFORHOLD OG SETNINGER
VED TUNNELBYGGING**

JERNBANEVERKET REGION NORD ARKIVET TRONDHEIM		
Dato:	26 FEB. 1999	
Saksnr.	96/00607	NOTAT
Arkivbet.	IT 715	65

NÅL
01.03.99 Nål

Land
2/3-99

Filnavn: 747AN01

Statens vegvesen Sør-Trøndelag Laboratorieseksjonen	Oppdragsnr: Ud 747 A	Notat nr: 1
	Oppdragsgiver: Jernbaneverket ved Nålsund	
Kommune: Trondheim	UTM-ref: NR 906 337	
Prosjektkontroll: Per Olav Berg	Kartblad: 1521 I	
Saksb.: Svein E. Hove	Dato : 1999-02-24	Arkivkode: 47
Oppdrag: JERNBANETUNNEL GEVINGÅSEN		
VURDERING AV GRUNNFORHOLD OG SETNINGER VED TUNNELBYGGING		

I INNLEDNING

Etter oppdrag fra Jernbaneverket har Laboratorieseksjonen fått i oppdrag å lage en vurdering av setningsfaren for bebyggelsen ved bygging av Gevingåsen tunnel. Det skal også lages en plan for supplerende undersøkelser. Til slutt skal det vurderes hvilke data det kan være nyttig å kartlegge før, under og etter anleggsperioden.

Vårt erfaringsgrunnlag er:

- Setnings- og poretrykksmåling ved bygging av Stavsjøtunnelen
- Setnings- og poretrykksmåling ved bygging av Grilstadtunnelen
- Vurdering av setning og kostnader ved injeksjon av tunnel Buran

Vi har fått følgende grunnlagsdata:

- Kart og lengdeprofil av tunnel, alt. 4E
- Notat fra O. T. Blindheim datert 1998-03-31
- Notat fra Jernbaneverket ved R. Nålsund datert 1998-07-01
- Geotekniske rapporter 10470 og 12270 fra SCC Kummeneje
- Kopi av geoteknisk rapport Gk4440.1 datert 1994-12-21
- Undersøkelse av fundamenteringsforhold

II BYGGHERRENS TETTESTRATEGI

Byggherren må velge en strategi for tettingen av tunnelen. Vi vil foreslå at det legges vekt på de følgende faktorer:

Alle forhold som påvirker det ytre miljø må være så godt utredet at det ikke oppstår store overraskelser. Det må gjennomføres konsekvensanalyser og risikoanalyser for alle aspekter av utbyggingen.

Det må tilstrebes å finne tekniske løsninger slik at tunnelen ikke fører til urimelige skader på annen manns eiendom. De tekniske løsningene må være innen rimelige økonomiske grenser.

III GRUNNFORHOLD

Det aktuelle området strekker seg fra Hommelvik og ca 1000 m mot nordøst. Det kvartærgeologiske kartet viser flere fjellknauser som stikker opp som øyer i et område med marine strandavsetninger. I grove trekk ligger boligene på fjell eller langs kanten av fjellet, mens løsmassene i mellom fjellknausene er dyrka jord.

Grunnboringene i området går fram av SCC Kummenejes rapport 10470 datert 1994-04-27 og Gk4440.1 datert 1994-12-21. Det er boret 30-40 fjellkontrollboringer/totalsonderinger, alle unntatt 9 stk er boret ned i fjell. Tykkelsen av løsmassene i borhullene er fra 2 til 32 m. Det foreligger bare en prøveserie (over tunnelen) 400 m øst for planlagt linje, denne viser bløt og kvikk leire til 15 m dybde. Sonderingene i samme området viser det samme. Husene i den nordlige del av Lundlivegen ligger antakelig på kvikkleire. I dette området er det ned mot fjell påvist et 5-10 m fast lag, antakelig grove masser.

Fjellkontrollboringer over planlagt tunnel er utført uten registrering av bormotstand. Løsmassetykkelsen er opptil 15 m. Det er antakelig faste masser i toppen, men bløtere i dybden.

IV VURDERING AV SETNINGSFARE

Ved bygging av tunnel under leirområder vil det bli reduksjon av poretrykket ned mot fjell. Grunnvannstanden blir ikke alltid påvirket, dette gjelder spesielt ved leirelag med noe tykkelse. Det kan altså opptre setningsskader uten at grunnvannstanden påvirkes nevneverdig. For at det skal bli setninger må det være bløte setningsgivende jordarter til stede.

Det er viktig å vite hvor stort område på begge sider av tunnelen som blir influert av dreneringen til tunnelen. For Stavsjøtunnelen var det minst 3-400 m. (Vi hadde ikke målinger lenger unna). Også målinger i dyprenner i Oslo viser tilsvarende avstander. Denne avstanden avhenger av topografi og grunnforhold. Vi kan heller ikke se bort fra at influensområdet kan bli større enn dette.

I dette prosjektet kan det bli poretrykksreduksjon i hele området mellom gammel E6 og fjellveggen i øst (Gevingåsen). Det kan også komme en mindre drenasje øverst i Muruvik. Drenasjen er størst i nærheten av tunnelen og avtar til sidene. I Gevingåsområdet kan det også bli drenasje, men her er det to tunneler fra før. Den nye tunnelen vil derfor antakelig ha lite å si for drenasjen i området.

Hvis det er drenerende lag i grunnen kan drenering på grunn av tunnel ha mindre betydning. Hvis grunnforholdene er faste i områdene med bebyggelse, vil en poretrykksreduksjon ha liten betydning. Jordbruksområder uten bebyggelse vil tåle en god del setninger uten problemer.

Da vi ikke kjenner setningsegenskapene til jordarten eller eksisterende poretrykksforhold, kan ikke størrelsene til setningene anslås. I notatet til O. T. Blindheim er antall hus fundamentert på løsmasser angitt til 30-40. Det er et nytt boligfelt syd for gården Hommelvik Vestre som ikke er med på kartet.

Selv om f eks halvparten av disse boligene står på faste løsmasser, må vi foreløpig regne med at det må gjøres tiltak i tunnelen for å redusere setningene. Hvis leira er bløt må vi også regne med betydelig langtidskryp. Vi kan i verste fall få deformasjoner i flere 10 år etter at tunnelen er ferdig. Setningene pågår ennå over Stavsjøfjelltunnelen, 10 år etter at den er ferdigbygd.

I området ved Langbekken er det liten fjelloverdekning. Løsmassene er stort sett faste. Her blir det litt setninger, men i jordbruksområdet vil ikke setningene ha betydning, hvis ikke området skal bebygges senere.

Erfaringene fra Stavsjøtunnelen er at husene tålte lite setningsdifferanser. Vi hadde en del hus med ett hjørne på fjell, og de andre hjørnene på bløt leire med opptil 12 m tykkelse. Disse husene er spesielt utsatt. De 3 husene med store skader hadde alle ett hjørne på fjell og de andre 3 på bløt leire. Vi hadde setningsbolter på 26 hus, vel halvparten av husene hadde målbare setninger.

I området var det mange selvbyggere og det ble derfor variabel kvalitet på grunnmurene. På grunn av de dårlige grunnforholdene har antakelig husene innebygde spenninger slik at de tåler lite setning. Noen få cm differansesetning har gitt omfattende skader på enkelte hus.

For Stavsjøtunnelen har vi til nå utbetalt ca 3 mill kr i erstatning. Normalpris i området i dag er 1,0-1,3 mill kr pr hus ved innløsning.

V SUPPLERENDE UNDERSØKELSER

Følgende forhold må kartlegges.

- Løsmasselagets tykkelse
- Setningsegenskaper i løsmassene
- Eksisterende poretrykksforhold

Hvis det er klart at det må injiseres i tunnelen trenger disse undersøkelsene ikke være for detaljerte. Det er viktig å bestemme noen karakteristiske profiler med grunn- og poretrykksforhold.

Undersøkelsen må bestå av dreietrykkssondering/totalsondering, trykksondering, poretrykksmåling og prøvetaking. Trykksondering vil vi sterkt anbefale hvis det ikke for mye stein i grunnen. Trykksondering er overlegen til å bestemme sand- og siltlag i leira.

Det vi først og fremst er ute etter er å lokalisere områder med bebyggelse og bløt grunn med poretrykk. Områder med lite poretrykk eller med faste løsmasser vil gi lite setninger.

Forslag til program:

- 20 dreietrykkssonderinger/totalsonderinger til fast grunn
- 10 trykksonderinger
- 5 stk 54 mm prøveserier a 10 prøver
- 10 poretrykksmålinger i 2 dybder, 20 målere
- 10 ødometer, setningsforsøk

Dette tilsvarer ca 3-4 ukers markarbeid og vil med laboratorieanalysene koste ca kr 2-300 000, rapportering og tegning kommer i tillegg. Hvis sonderingene viser faste grunnforhold, kan programmet reduseres.

Hvis det er ønskelig kan programmet reduseres med 1/3 i første omgang. Dette er et stort og vanskelig prosjekt så denne reduksjonen er det maksimale som er tilrådelig.

Det er behov for en runde til med supplerende grunnundersøkelser før anleggstart. Disse undersøkelsene blir da tilsvarende større.

Kostnadene til undersøkelsen er små i forhold til mulige konsekvenser. Byggherrens gode navn og rykte må også tillegges vekt.

VI KARTLEGGING I FORBINDELSE MED ANLEGGSPERIODEN

Det er viktig å vite poretrykksforholdene i området minst ett år før anleggsstart. Vi får da målt årsvariasjonene. Under anleggsperioden vil poretrykksmålingene gi oss forvarsel på setninger. De kan også brukes som dokumentasjon på skader i ettertid.

Det må like før anleggsstart utføres tilstandskontroll av alle hus som er truet av setninger. Det må registreres fundamentering, spesielt delt fundamentering, løsmasser/fjell.

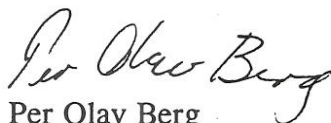
Under anleggsperioden må det være adskillig tettere med poretrykksmålere. Flere av målerne må settes helt ned mot fjell. Det kan også være nyttig å måle poretrykket i fjellet. I tillegg må det installeres setningsbolter i en alle hus som kan få setninger. Boltene nivelleres mot fastmerke i fjell. Både poretrykksmåling og setningsmåling må utføres under anlegget og en tid etterpå. Setningsmålingene bør følges opp flere år etter at anlegget er ferdig, f eks med en årlig måling.

Samtidig må de hus som ventes utsatt for rystelser tilstandskontrolleres. Måling av rystelser må utføres.

VII KONKLUSJON

- 1 Ved bygging av tunnelen må vi regne med setninger på mange av de 30-40 husene fundamentert på løsmasser.
- 2 Neste skritt i planleggingen bør derfor være grunnundersøkelser da usikkerheten er størst på dette feltet. Undersøkelsen vil danne grunnlaget for å beregne faren for setninger på bebyggelsen.
- 3 Etter at grunnundersøkelsen er ferdig, må omfanget av injeksjon i tunnelen vurderes og kostnadsberegnes.
- 4 Et måleprogram i anleggstiden (for setninger, poretrykk og rystelser) må utarbeides, og kostnader for dette må også vurderes.

**Statens vegvesen Sør-Trøndelag
Laboratorieseksjonen**


Per Olav Berg
Seksjonsleder


Svein E Hove