



finnes notatet
i sakmappe?
15.9.97

Notat

Til: Vigdis Landheim

Fra: Roar Nåsund

Roar Nåsund

Ansvarlig:

Geir Melting

Dato: 01.07.1998

Saksref: 96/00607 IT 552

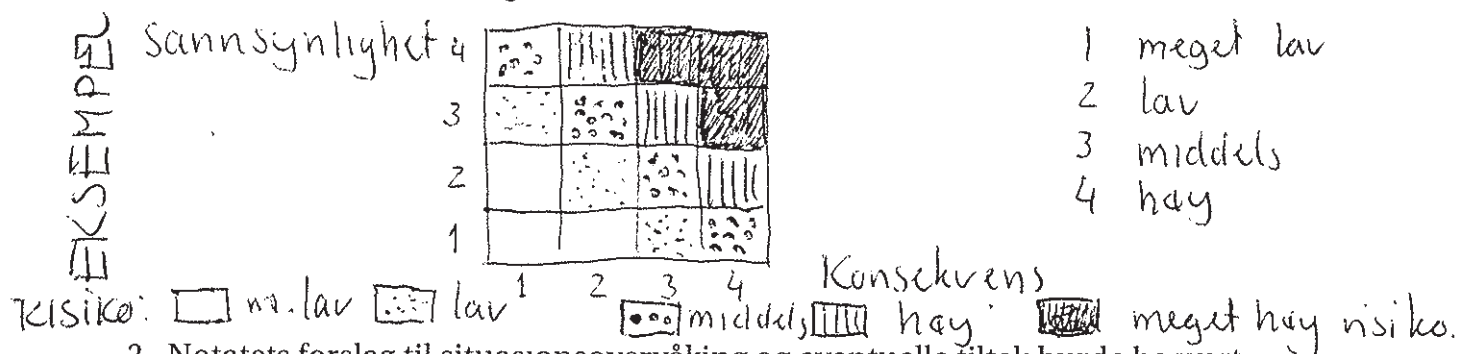
Kopi til: GMe, JNTA

VURDERING AV FORELØPIG NOTAT FRA BLINDHEIM AS OM RISIKOANALYSE VANNLEKKASJER GJEVINGÅSEN TUNNEL.

Jeg har lest gjennom notatet fra Werner Stefanussen / Blindheim as om deres vurderinger av sannsynligheter og konsekvenser av en eventuell grunnvannsenkning som følge av vannlekkasje i tunnelen.

Mine kommentarer til notatet er listet opp nedenfor i vilkårlig rekkefølge. Jeg har ikke hatt kjennskap til hvilke rammer/begrensninger Blindheim fikk å forholde seg til vedrørende innhold og detaljeringsgrad.

1. Det bør komme tydeligere fram hvordan de graderer både sannsynlighet og konsekvens (kostnader) ved f.eks. å sette det opp i en matrise. Teksten viser for dårlig grunnlaget for beregningen av risiko. En er nødt til å lage noen regler for hvordan risikoen skal graderes. Dette er ikke vist i notatet.



2. Notatets forslag til situasjonsovervåking og eventuelle tiltak burde ha vært listet opp i en tabell slik at det blir lettere å få oversikt over konklusjonen.

3. Notatet omtaler kontroll av tilstand, men det kommer ikke klart fram hva som bør gjøres før, under og eventuelt etter anleggsperioden for å ha full oversikt over forhold knyttet til grunnvannsendringer. Jeg mener registreringene (vesentlig grunnvannsnivå, muligens også poretrykket i leira i bebygd område) bør starte minst et år i forveien for å få kunnskap om årsvariasjoner. Det vil være bekvemt for byggherren å kunne vise til slike data hvis noe skulle gå galt, fordi de gir bakgrunn for sikrere konklusjoner.

4. Jeg anbefaler at vi tar uforpliktene kontakt med NGU og NLH for å høre hva de kan bidra med innen fagfeltene grunnvann i fjell og vegetasjon. Blant annet har NGU en landsdekkende oversikt over brønner i fjell.

5. Statens vegvesen fikk erfare store problemer med setninger i et boligområde sør for Hommelvik (Fv.963) da Stavsjøfjelltunnelen ble bygd. Problemet var egentlig uforståelig fordi det var registrert minimale lekkasjer i tunnelen. Geoteknikker Svein Hove har resultatene fra poretrykkskontrollen som ble utført. Han kan også fortelle om hvilke økonomiske konsekvenser dette fikk for byggherren.

6. Notatet omtaler forekomster av silt- og sandlag i leiren ved Langbekken som mulige kilder til lekkasjer i tunnelen (punktering av leirlaget som tettende kappe over fjellet slik at overflatevann trenger ned i grunnen). Ta kontakt med NGUs kvartærgeologer (f.eks. Reite eller Sveian (bor i området)) for å få deres syn på disse påstandene. De kan absolutt ha noe å bidra med. Her kan jeg være med og ta initiativ overfor NGU.

7. Hovedkonklusjonen i notatet er grei: det aller mest sårbare området langs tunnelen er boligfeltet i sør. Her kan bare en liten drenering av leiren (poretrykksenkning) gi store setninger.

Men,

Stefanussen nevner to interessante forhold. Leira er godt konsolidert og den har uvanlig lavt vanninnhold til å være en trøndersk marin leire. Begge opplysningene kan være symptom på at leire ikke vil reagere dramatisk på en poretrykksenkning.

La derfor Svein Hove foreslå mulige boringer for å få en bedre dokumentasjon av grunnforholdene i boligfeltet. I tillegg bør det utføres ødometerforsøk som vil påvise om leire har vært belastet av is for 10800 år siden. For alt vi vet kan leirmassene være utdrenert på grunn av sandlagene, og da kan den påståtte setningsfaren være sterkt overdrevet! Kontroll av poretrykket vil gi svar på dreneringsforhold i dybden og bør inngå i forundersøkelsene.



Notat

Til: Roar Nålsund

Fra: Vigdis Espnes Landheim

Dato: 05.06.1998

Saksref: 96/00607 IT 552

Kopi til: Nem

Vannlekkasjer Gevingåsen tunnel

Som avtalt i går oversendes en kopi av foreløpig rapport "Risikoanalyse vannlekkasjer Gevingåsen tunnel". Jeg ønsker at du gjennomgår rapporten og kommenterer forslaget som foreligger.

Etterpå ønsker jeg at vi kan ta et møte bla. med deg og Prosjektavd. for å diskutere selve rapporten og evt. videre arbeid med problemet.

Mvh

FORELØPIG

NOTAT

Til:	Fjellanger Widerøe	v/Torger Indergård
Kopi:	Jernbaneverket	v/ Vigdis Landheim
Fra:	O. T. Blindheim AS	v/ Werner Stefanussen Bent Aagaard Eivind Grøv

TUNNEL GJEVINGÅSEN, TRASÉALTERNATIV 4. VURDERING AV LEKKASJEPROBLEMATIKK

Bakgrunn og hensikt

Jernbanetunnelen etter traséalternativ 4 mellom Hommelvik og Hell er planlagt å bli ca 4.48 km lang og passere under områder med bebyggelse, jordbruksområder og skog i sørlige del, og under bergmassivet Gjevingåsen i nordlige del. Overdekningsmassene, som består av løsmasser og fjell, vil variere fra 10 til 240 meter (unntatt de første 10-20 meterne etter hvert påhugg).

Byggherren for prosjektet (Jernbaneverket) ønsker å utføre en risikovurdering av mulig grunnvannssenkning i forbindelsene med vannlekkasjer i tunneler.

Hensikten med dette notatet er å presentere de vurderingene som firma O.T. Blindheim AS har utført med hensyn på sannsynligheten for og konsekvensene av en eventuell grunnvannssenkning som følge av vannlekkasjer i tunnelen mellom Hommelvik og Hell. Det er også angitt prinsipper for kontrollopplegg for å overvåke grunnvannssituasjonen og påvirkningen av terrenget over tunnelen under og etter byggingen. Anbefalinger for videre tiltak i form av utredninger og undersøkelser er gitt.

Notatet tar utgangspunkt i traséalternativ 4, men mye av notatets innhold er relevant for alle traséalternativene.

Sammendrag

Notatet presenterer de vurderingene som er blitt utført med hensyn på sannsynligheten for og konsekvensene av en eventuell grunnvannssenkning som følge av vannlekkasjer i tunnelen mellom Hommelvik og Hell. Det er blitt gjort en grov risikovurdering av påvirkningen på det omkringliggende miljøet til tunnelen. Notatet angir prinsipper for kontrollopplegg for å overvåke grunnvannssituasjonen og påvirkningen av terrenget over tunnelen under og etter byggingen.

Det er tildels stor mektighet med leire i området over den sørlige halvdelen av tunnelen. Arealet benyttes til jordbruk og skogbruk, og det er en god del bebyggelse i form av bolighus. Disse områdene må anses å være ømfintlige for setninger som følge av grunnvannssenkning og poretrykksreduksjon i leirmassene. Selv små vannlekkasjer kan gi betydelige setninger over tid.

Selv om utmark og jord-og skogbruksområder også må underlegges en kritisk vurdering, er det de bebygde områdene øst for påhugget i Hommelvik som kan volde størst problemer. Dersom mye av bebyggelsen er fundamentert på leire/silt, kan omfattende tiltak bli nødvendig for å hindre eller redusere skadene på grunn av setninger. Kostnadsvurderingen som er vedlagt notatet, angir at kostnadene med tiltak for å hindre eller redusere skader pga setninger er ca 12 mill. kr. Det er da antatt 50 m med vanntett utstøpning, maksimalt 300 m. Det er stor usikkerhet i beregningene.

Etter vår vurdering kan traseen deles inn i 4 strekninger basert på grunnvannssituasjon og mulige konsekvenser.

Område	Risiko
Påhuggsområdet i Hommelvik med bebyggelse	Høy
Jord- og skogbruksområdet i Hommelvik (sørlige del av tunnelen)	Lav
Fjell og utmark på Gjevingåsen	Svært lav
Spesielle områder, som for eksempel Fina-anlegget	Lav

Tabell 1 *Risikovurdering i forskjellige områder pga vannlekkasjer inn i tunnelen, traséalternativ 4*

Forskjellige tiltak som kan iverksettes mot vannlekkasjer og kontroll av grunnvannstand er beskrevet generelt. Slike tiltak kan typisk være; injeksjon foran stuff, installasjon av infiltrasjonbrønner og vanntett betongutstøpning. For kontroll av grunnvannstanden kan det være aktuelt å installere poretrykksmålere i løsmasser så vel som i bergmasser.

Det er nødvendig å gjøre en kartlegging av fundamenteringen av spesielt utsatt bebyggelse i en korridor fra påhugget ved Hommelvik og omlag 1 km fra påhugg. Det anbefales videre at det utføres en vannbalansevurdering for utmark og jord-og skogbruksområder.

Grunnlagsmateriale

Som grunnlagsmateriale for våre vurderinger er benyttet:

- Hovedplan jernbanetunnel Hell - Hommelvik 1994
- Sluttrapport for byggingen av E6-tunnelen
- Resultater fra geotekniske undersøkelser i Hommelvik og Muruvik
- Resultater fra geofysiske undersøkelser ved Langbekken
- Topografisk kart i målestokk 1:5000
- Plantegning for linjeføringen av jernbanetunnelen
- Geologisk kart
- Kvartærgeologisk kart

Situasjon

Trasé og terreng

På tegning utarbeidet av Fjellanger Widerøe er vist traseen for jernbanetunnelen, traseen for E6-tunnelen, Finas oljelager og traseen for oljerørtunnel. På snitt A-A vises plasseringen av de fire prosjektene i forhold til hverandre.

Over de første 600 meterne etter påhugget i Hommelvik er det bebygget område med eneboliger. Videre framover i linjen er det ca 500 meter jordbruksområde før det blir et utmarksområde med tett småskog i ca 500 meters lengde. Maksimal høyde for dette terrenget er kote 100.

Langs den øvrige delen av traseen er det skogs- og fjellterreng med Gjevingåsen som den dominerende landskapsformasjonen. Terrenget over tunnelen stiger bratt opp til maksimal høyde ca 280 m.o.h. Tunnelen følger nordøstover under fjellmassivet som har høyde 175 til 200 m.o.h. De siste 500-600 meterne før påhugget ved Hellstranda stuper terrenget ned mot fjorden.

Svakhetssoner og oppsprekking

Bergmassen i Gjevingåsen er gjennomført av markerte sprekke- og svakhetssoner med hovedretning øst-vest. Oppsprekkingen er også dominert av et system i samme retning.

Løsmasser og grunnvannstand

Gjevingåsenmassivet

Gjevingåsenmassivet er dekket av et tynt morenelag. Oppe på Gjevingåsen ligger Hommelviktjernet, med vannivå på kote 232.2 og ca 100 daa i flatemål. I skogsområdet forøvrig er det noen myrdrag, men ingen skogstjern. Små bekkesig/flombekker følger enkelte dalsøkk. Grunnvann opptrer normalt diskontinuerlig på sprekkeplan i fjell. Det ble registrert

generelt små, men vedvarende lekkasjer over hele tunnelstrekningen ved driving av E6-tunnelen.

Kiellandhaugen

I dette området er det utført fjellkontrollboringer. Boringene indikerer svært bløte masser (kvikkleire) i det lavereliggende partiet øst for Kiellandhaugen. Høyere opp, og lengre mot vest (der tunneltraseen er planlagt), er det registrert fastere masser, muligens morenemasser. På oversiden (nordsiden) av Kiellandhaugen, er det derimot bløte masser under det fastere tørrskorpelaget i toppen.

Løsmassetykkelsen er mer enn 20 meter i det lavtliggende området sørøst for tunnelpåhugget. Like ved traseen for tunnelen ovenfor Kiellandhaugen er det registrert maksimal løsmassemekthet på 14,5 meter.

Langbekken

Undersøkelsene viser at det er opptil 33 meter løsmasser i området ved Langbekken. Resultatene fra prøveopptak viser 0-2 meter tørrskorpeleire, 2-12 meter leire med silt og sandlag, og videre ned til fjell er det silt og sandmasser.

Leira er godt konsolidert med avtakende vanninnhold (mindre enn 15-20 %) fra 5-6 meters dybde. Det er ikke gjort registreringer av grunnvannstand i løsmassene. Det er imidlertid antydning høyt grunnvannsnivå, og at det må forventes mating av grunnvannet fra fjellmassivet i øst. De mellomliggende silt og sandlag (grus) gjør at permeabiliteten økes betraktelig, og det kan være gode vanntransportveger i slike lag.

I området fra Kiellandhaugen til Langbekken er det ikke utført undersøkelser av løsmassene. Det forventes å være løsmasser bestående av leire/silt/sand, med høy grunnvannstand.

Bebyggelse

I området ved påhugg Hommelvik er det en god del bebyggelse, spesielt ved Kiellandhaugen, langs Øvre Solbakken og Solhaugveien. Totalt er det ca 70 eneboliger innenfor en korridor på 300 m til hver side for traséalternativ 4 i dette området. Fra teknisk etat ved Malvik kommune har vi fått opplyst at det finnes boliger som er fundamentert på løsmasser, spesielt langs Øvre Solbakken.

Det kan antas (ikke sjekket) at det er anslagsvis 30-40 boliger som er fundamentert på løsmasser. For de andre traséalternativene vil antall hus i nærheten av tunnelen være mindre.

Bebyggelsen i Muruvik og oppe på Gjevingåsen anses ikke å være innenfor influensområdet for grunnvannspåvirkning fra tunneldriften, og er derfor ikke tatt med i vurderingene i dette notatet.

Sannsynlighet for vannlekkasjer og konsekvenser

Risiko er definert som sannsynlighet x konsekvens.

For å kunne vurdere risikoen, som også kan uttrykkes i kroner, er først sannsynligheten for vannlekkasjer inn i tunnelen, og dermed drenasje av massene over, vurdert. Derneft er konsekvensen av denne drenasjen vurdert for de forskjellige områdene langs traseen. Risikoen er deretter omtalt i eget kapittel.

Generelt gjelder disse betraktningene samtlige traséalternativ. Imidlertid vil kostnadene relatert til konsekvenser for alternativ 4 være høyere fordi en større strekning langs tunnelen blir berørt.

Sannsynlighet for vannlekkasjer

Mengde vann som kan lekke inn i tunnelen vil være avhengig av oppsprekking i bergmassene, permeabilitet på sprekker og slepper, mektighet og permeabilitet av løsmasser over bergmassene samt vannreservoar som vannet kan komme fra. I sprekkesoner og svakhetssoner må det forventes sprekkesystem som kan være åpne og vannførende.

Erfaringene fra E6 tunnelen viser at det må forventes vannlekkasjer langs nesten hele tunnelstrekningen under Gjevingåsen. Det ble ikke påtruffet store vedvarende lekkasjer, selv ikke ved krysning av en svakhetssone som antas å ha kontakt med Hommelvikjtjernet.

Omtrent 1500 m fra påhugget i Hommelvik vil jernbanetunnelen gå med liten fjelloverdekning ved Langbekken/Muruvik. De geotekniske undersøkelserne i dette området viser at det er løsmasser med mektighet opp til 33 meter over fjellet rett over tunnelen. Undersøkelsene indikerer at det kan være permeable lag (sand og grus) i leira som medfører at permeabiliteten øker, og mulige drenasjeveger gjennom leirmassene er tilstede. Refraksjonsseismiske undersøkelser har vist at det er enkelte svakhetssoner på denne strekningen. Fjelloverdekningen over tunnelen vil være liten (ned til ca 10 meter) og det vil derfor være stor sannsynlighet for vannlekkasjer inn i tunnelen

Terrenget er formet slik at det gir tilrenning av nedbør og smeltevann til området, og fjellsiden mot Gjevingåsen vil også bidra til vanntilrenning. Vannreservoiret som kan gi vannlekkasjer er derfor stort i dette området.

I området lengre mot sør, det vil si fra Geitberget og mot påhugg Hommelvik, er det varierende tykkelse av leire, sand og grus, med maksimal mektighet ca 15 meter like nord for Kiellandhaugen. Det må forventes spredte, små lekkasjer også i denne delen av tunnelen. Det vil også her være muligheter for drenasjeveger i leira gjennom permeable sand og gruslag.

Topografien i området tilsier stor avrenning av nedbør og smeltevann, og det er ikke noe tilsig fra høyere liggende områder.

Konsekvenser

Bebygde områder

Som nevnt er det tildels store mektigheter med leire i området over den sørlige halvdel av tunnelen. Arealet benyttes til jordbruk og skogbruk, og det er bebyggelse i form av bolighus. Disse områdene må anses å være ømfintlige for setninger som følge av grunnvannssenkning og poretrykksreduksjon i leirmassene. Selv små vannlekkasjer kan gi betydelige setninger over tid. Vannlekkasjer inn i tunnelen vil føre til at poretrykket i løsmassene blir redusert. Dersom bygningene er fundamentert på løsmasser, kan det være fare for setningsskader i bygningene.

Skogsområder

Dette avsnittet gjelder kun for skogområdet ved Langbekken som består hovedsakelig av lauvskog. I områdene med store løsmassemektheter (10-30 meter) over fjelloverflaten vil det ~~være lite sannsynlig~~ at skogen vil få permanente skader som følge av lekkasjene fra tunnelen. Dette på grunn av at permeabiliteten og kapillærvirkningen i massene vil gjøre at det ikke skjer en uttørring av vekstlaget i den øverste delen av leirmassene, selv om det foregår lekkasjer av vann inn i tunnelen. Området har stor vanntilstrømning fra terrenget rundt som vil kompensere for eventuelle lekkasjer og redusere grunnvannssenkningen.

Nedsatt vanntilgang for skogen som følge av permanent senkning av grunnvannstanden, kan imidlertid føre til redusert vanntilgang for skogen der leirtykkelsen er liten. I slike områder (eksempelvis i områder med tynt løsmassedekke og liten fjelloverdekning) kan det derfor oppstå kvalitetsforringelse av skogen som følge av soppangrep, eller i verste fall skogsdød.

Dyrket mark

Den dyrkede marka benyttes til gras og kornproduksjon. Denne typen utnyttelse av jorda betinger at de øverste 20-30 cm av jordlaget er fuktige. Med leirmasser og tykkelser som her, vil fuktigheten være avhengig av nedbør og værforhold, og helt uavhengig av grunnvannssituasjonen i bergmassene nær tunnelen. I normale tørre år skjer det også en uttørring og senkning av grunnvannstanden.

Utmærket og fjellområder

For skog- og fjellområdet på Gjevingåsen vil vannlekkasjene ikke få større konsekvenser enn ved drivingen av E6-tunnelen. Hommelvik-tjernet og myrområdene på Gjevingåsen ligger lengre fra jernbanetunnelen enn fra E6-tunnelen, og det er derfor usannsynlig at byggingen av jernbanetunnelen skulle gi negative innvirkninger på disse områdene forutsatt at vannlekkasjene inn i tunnelen ikke overstiger et definert kriterium.

Finas lageranlegg

Lageranlegget til Fina må imidlertid vies spesiell oppmerksomhet. Ved driving av E6-tunnelen ble det fra Direktoratet for Brann og Eksplosjonsvern (DBE) satt krav om at grunnvannstanden rundt tankanlegget i fjellet måtte holdes på et nivå likt det øverste væsknivået i tankene. For å overholde dette kravet ble det utført injeksjon av et parti forbi tankanlegget.

Brønner

Det er ikke registrert drikkevannsbrønner i området. Dersom slike finnes i nærheten av tunneltraseer, kan det oppstå både temporære og permanente endringer i brønncapasiteten.

Kostnader

Både for utredning, undersøkelser, tiltak og kontroll vil det påløpe kostnader som kommer i tillegg til det som tidligere har vært inkludert i kostnadsoverslagene i hovedplan. Kostnader i denne forbindelse kan også ses som en konsekvens(-kostnad) i en risikovurdering. I vedlegg 1 er det laget en enkel kostnadsoppstilling på disse elementene. Tallene er sammenfattet i tabell 1.

De høye kostnadene for påhuggsområdet ved Hommelvik med bebyggelse skyldes at tunnelen vil gå under bebygd område i mer enn 500 m. Boliger som er fundamentert på løsmasser, i særdeleshet leire, vil være svært utsatt for setningsskader selv ved små lekkasjer inn i tunnelen. All erfaring med lignende tunnelarbeider tilsier at bare en liten grunnvannssenkning vil gi setningsskader. Av midlertidige tiltak mot grunnvannssenkning er vanninfiltrasjon angitt. Det må antas at forinjeksjon kan benyttes for å redusere lekkasjen, men siden det her kan være snakk om at kravet til tetthet vil være svært strengt, er det antatt at også full utstøpning med vanntett støp kan bli aktuelt. Maksimalt kan det bli snakk om ca 300 m med slik utstøpning.

Siden det ikke er gjort undersøkelser med hensyn på fundamenteringsmåter og fordeling av løsmasser i området, er det store standardavviket i kostnadsvurderingen også et sterkt signal om at undersøkelser og utredninger må gjøres for å få klarlagt både omfang og typer av nødvendige tiltak.

Område	Utredning/ undersøkelser	Tiltak	Kontroll
Påhuggsområdet i Hommelvik med bebyggelse	226	11540	191
Jord- og skogbruksområdet i Hommelvik (sørlige del av tunnelen)	48	160	40
Fjell og utmark på Gjevingåsen	48	40	21
Spesielle områder, som for eksempel Fina-anlegget	116	220	44
Sum	438	11960	296

Tabell 1 *Kostnader forbundet med lekkasjer til tunnelen, beløp i 1000 kr*

I tillegg til denne kostnadsbetraktningen vil det være mulige avvik på grunn av ikke avklarte forhold. Siden det ikke er gjort spesielle undersøkelser med tanke på fundamenteringsforholdene, kan undersøkelsene vise både gunstigere og verre forhold enn antatt. Dessuten kan myndighetene sette strengere krav enn forutsatt for at eksisterende bebyggelse og øvrig miljø ikke skal ta skade av tunnelbyggingen. Disse forholdene er beregnet å gi en tilleggskostnad på 3,5 mill. kr. Dessuten er det pr i dag en stor usikkerhet (høyt standardavvik) knyttet til nevnte forhold.

Risiko

Etter vår vurdering kan traseen deles inn i 4 strekninger basert på sannsynligheten for vannlekkasjer og konsekvenser på omkringliggende miljø. Risikoen er vurdert ut fra en betraktning av sannsynlighet og konsekvens (kostnad) i kapitlene over.

Område	Risiko
Påhuggsområdet i Hommelvik med bebyggelse	Høy
Jord- og skogbruksområdet i Hommelvik (sørlige del av tunnelen)	Lav
Fjell og utmark på Gjevingåsen	Svært lav
Spesielle områder, som for eksempel Fina-anlegget	Lav

Tabell 2 Risiko p.g.a vannlekkasjer inn i tunnelen

Tiltak mot vannlekkasjer og kontroll av grunnvannstand/poretrykk

Påhuggsområdet i Hommelvik med bebyggelse

Ut fra nåværende kjennskap til dette området, er risikoen for skader på grunn av grunnvannssenkning "høy". Det kan være 30-40 hus som er fundamentert på løsmasser i dette området.

Setningsskadene avhenger av setningenes forløp. Forinjeksjon av fjellet før tunneldrivingen utføres kan i enkelte tilfeller være tilstrekkelig, men det vil fortsatt være fare for setninger som følge av lekkasjer. Dersom det er fare for store skader på flere boliger, må det vurderes om det skal installeres infiltrasjonsbrønner i løsmassene for å redusere setningsskadene. For den permanente situasjonen kan det bli aktuelt å tette tunnelen med vanntett betongutstøpning. Uavhengig av løsning bør det under tunneldriften installeres poretrykksmålere i løsmassene for å kontrollere utviklingen av grunnvannsnivået.

Jord- og skogbruksområdet i Hommelvik

Som nevnt ovenfor (tabell 2) anses risikoen forbundet med skader på dyrket mark og skogsområdet ved Langbekken å være «lav».

Eventuelle tiltak for å hindre skader vil være forinjeksjon under tunnelarbeidene slik at vannlekkasjene reduseres til et nivå som gjør at naturen kan tåle dette.

Basert på risikoen forbundet med at jordbruks- og skogbruksområder kan bli ødelagt, må eventuelt tetningsprogram for tunnelen spesifiseres.

Grunnvannstanden bør kontrolleres under tunneldriften gjennom grunnvannspeilebrønner som monteres i løsmassene.

Fjell- og utmark på Gjevingåsen

Det anses å være «svært lav» risiko knyttet til fjell- og utmarksområdene i Gjevingåsen, dvs. det antas ikke å bli noe problem på grunn av vannlekkasjer. Risikoen er trolig «svært lav» også uten at det foretas forinjeksjon under tunneldriften.

Som kontrollopplegg anbefaler vi at det etableres en rutine med kontroll av vannstanden i Hommelviktjernet.

Finas tankanlegg

Det ble ved utbyggingen av E6-tunnelen satt krav til å opprettholde grunnvannstanden rundt Finas tankanlegg i fjell.

Eksisterende grunnvannstand rundt fjellageret må verifiseres før tunnelarbeidene startes opp. Et kontrollopplegg må etableres slik at eventuelle tettearbeider i tunnelen kan iverksettes på samme måte som ved bygging av E6-tunnelen.

Videre utredninger og undersøkelser

I senere planfaser anbefales det at eventuelle konsekvenser for skog og mark av vannlekkasjer inn i tunnelen utredes av sakkyndige innenfor dette området. Det samme gjelder for landbruksområder. Ideelt sett bør en slik utredning kunne ut i retningslinjer for hvor mye lekkasje som kan tillates for hver strekning av tunnelen uten at miljøet tar skade. Registrering av eventuelle grunnvannsbrønner må også foretas.

Fundamenteringen av husene i en bred korridor fra påhugg Hommelvik og ca 1000 m langs traseen må kartlegges for å klarlegge hvor mange hus som kan bli utsatt for store setningsskader. Ut fra dette må tiltak og kontrollopplegg planlegges.

Forventet lekkasje for forskjellige deler av tunnelen må beregnes blant annet ut fra kjennskap til lekkasjeforholdene i eksisterende tunneler. Ut fra lekkasjevurderingene og de krav som miljøet over tunnelen setter, må tiltak før, under og etter tunneldrivingen vurderes.

Trondheim, 31. mars 1998,

For O. T. Blindheim AS

Werner Stefanussen
Ingeniørgeolog
(forfatter)

Kvalitetskontroll og revisjon:
Eivind Grøv og Bent Aagaard

Vedlegg 1 : Kostnadsvurdering

Oppdrag 2370

Jernbaneverket, Region Nord

GJEVINGÅSEN TUNNEL, ALT. 4

KOSTNADER RELATERT TIL VANNLEKKASJER

Enkeltspors tunnel

Tekst/ressurs	Enhet	Mengde			Pris			Sum NOK 1000		
		Min	Antatt	Max	Min	Antatt	Max	Midd.v.	St.avv.	Var
Bebygget område Hommelvik										
Utredning/undersøkelser										
Fundamentering av bebyggelse	stk,Kkr/stk	1	1	1	30	100	250	116	44	1,94E+03
Metodevurdering for tetting	stk,Kkr/stk	1	1	1	50	100	200	110	30	9,00E+02
Tiltak										
Vanninfiltrasjon	stk,Kkr/stk	0	1	1	100	300	1000	320	190	3,60E+04
Forinjeksjon (antall runder)	stk,Kkr/stk	0	5	40	50	100	250	1320	825	6,80E+05
Vann tett utstøpning	m,Kkr/m	0	50	300	50	100	200	9900	6185	3,83E+07
Kontroll										
Poretrykksmåling	stk,Kkr/stk	2	5	20	5	10	20	81	39	1,52E+03
Bygningsbesiktigelse	stk,Kkr/stk	1	1	1	50	100	200	110	30	9,00E+02
Jord- og skogbruksområde (sør)										
Utredning/undersøkelser										
Vannbalansevurdering	stk,Kkr/stk	1	1	1	20	40	100	48	16	2,56E+02
Tiltak										
Forinjeksjon (antall runder)	stk,Kkr/stk	0	1	5	50	100	150	160	102	1,04E+04
Kontroll										
Poretrykksmåling	stk,Kkr/stk	1	3	8	5	10	20	40	17	2,77E+02
Fjell og utmark										
Utredning/undersøkelser										
Vannbalansevurdering	stk,Kkr/stk	1	1	1	20	40	100	48	16	2,56E+02
Tiltak										
Forinjeksjon (antall runder)	stk,Kkr/stk	0	0	2	50	100	150	40	40	1,60E+03
Kontroll										
Observasjon Hommelvik tjernet	stk,Kkr/stk	1	1	1	5	20	40	21	7	4,90E+01
Finans tankanlegg										
Utredning/undersøkelser										
Grunnvannskontroll	stk,Kkr/stk	1	1	1	30	100	250	116	44	1,94E+03
Tiltak										
Forinjeksjon (antall runder)	stk,Kkr/stk	0	2	5	50	100	150	220	108	1,16E+04
Kontroll										
Måling GV-stand	stk,Kkr/stk	1	1	1	20	40	80	44	12	1,44E+02
SUM								12694	6245	3,90E+07
Avvik										
Myndighetskrav	%	-10	10	100				3047	2793	7,80E+06
Ekstra tiltak mot konsekvenser	%	0	3	10				482	254	6,45E+04
Grunnforhold, uforutsett	%	-50	0	50				0	2539	6,45E+06
Sum avvik	Kkr							3529	3783	1,43E+07
Sum kostnader								16223	7301	5,33E+07
FORVENTEDE ANLEGGSKOSTNADER								16223	7301	5,33E+07

Standardavvik i %:

45,01

Standardavvik i %:

45,01