

NGU Rapport 98.025

Ringeriksbanen, hydrogeologi

|  |                                 |   |
|--|---------------------------------|---|
| Rapport nr.: 98.025                            | ISSN 0800-3416                  | Gradering: <u>ÅPEN</u>  |
| Tittel:<br><b>Ringeriksbanen, hydrogeologi</b> |                                 |   |
| Forfatter:<br><b>Erik Rohr-Torp</b>            |                                 | Oppdragsgiver:<br><b>Jernbaneverket Region Sør</b>  |
| Fylke:<br><b>Akershus, Buskerud</b>            |                                 | Kommune:<br><b>Bærum, Hole, Ringerike</b>   |
| Kartblad (M=1:250.000)<br><b>Oslo, Hamar</b>   |                                 | Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)<br><b>1814 I Asker, 1814 IV Lier, 1815 II Oppkuven,<br/>1815 III Hønefoss</b> |
| Forekomstens navn og koordinater:              |                                 | Sidetall: 48 Pris:<br>Kartbilag: 2  |
| Feltarbeid utført:                             | Rapportdato:<br><b>01.04.98</b> | Prosjektnr.:<br><b>2755.00</b> Ansvarlig:<br><b><u>Arve Nisund</u></b>  |

**Sammendrag:**

Rapporten beskriver de ulike bergartene mellom Ringerike og Sandvika, og deres hydrogeologiske egenskaper. Samtlige foreliggende forslag til traséer gjennomgås, og områder med vannproblemer og antatt behov for tetting beskrives for hver trasé. Kriterier for tetttingsbehov er beskrevet. Disse er utarbeidet av NGI i samråd med NGU og Jernbaneverket.

Til slutt prioriteres de tre antatt hydrogeologisk minst problematiske traséene henholdsvis på Ringerike, under Krokskogen og i Bærum, og den antatt hydrogeologiske gunstigste traséen for hele strekningen Hønefoss - Sandvika angis. Det tas forbehold om at før en trasé i neste omgang vedtas bygget, vil det bli nødvendig med omfattende geologiske, geofysiske og hydrogeologiske undersøkelser lang denne traséen før anleggsarbeidet igangsettes.

|                       |             |             |
|-----------------------|-------------|-------------|
| Emneord: Hydrogeologi | Grunnvann   | Fjell       |
| Sprekkesone           | Forkastning |             |
|                       |             | Fagrappport |

## INNHOLD

|   |    |
|---|----|
| 1. SAMMENDRAG.....  | 5  |
| 2. INNLEDNING .....   | 6  |
| 3. LITT OM GRUNNVANN .....  | 6  |
| 4. FORHOLDENE PÅ KROSKOGEN .....  | 7  |
| 5. GEOLOGISK OG HYDROGEOLOGISK BESKRIVELSE AV BERGARTER OG<br>STRUKTURER..... | 9  |
| 5.1 Kambro-silur bergarter.....   | 9  |
| 5.2 Ringeriksgruppen, sensilur .....  | 11 |
| 5.3 Vulkanske og sedimentære bergarter fra karbon- og permiden .....          | 11 |
| 5.4 Dyp- og gangbergarter fra karbon, perm og triastiden .....                | 13 |
| 5.5 Forkastninger og sprekkar .....   | 14 |
| 6. SKADER OG PROBLEMER I FORBINDELSE MED GRUNNVANNS-LEKKASJER.                | 15 |
| 7. KRITERIER FOR TETTING .....  | 15 |
| 8. ULIKE TRASÉALTERNATIVER.....   | 16 |
| 9. TRASÉER PÅ RINGERIKE.....  | 17 |
| 9.1 Hønefoss - Busund - Vik - Kroksund.....                                   | 17 |
| 9.2 Hønefoss - Norderhov - Vik - Kroksund.....                                | 18 |
| 9.3 Hønefoss - Åsa .....  | 19 |
| 10. TRASÉER UNDER KROSKOGEN.....  | 21 |
| 10.1 Generelt .....   | 21 |
| 10.2 Traséer fra Kroksund.....  | 22 |
| 10.2.1 Kroksund - Bjørum, Kroksund - Skui/Isi, Kroksund - Økri.....           | 22 |
| 10.2.2 Kroksund - Isi.....  | 24 |
| 10.2.3 Alternativ trasé til Skui.....   | 25 |
| 10.2.4 Alternativ trasé til Økri.....   | 25 |
| 10.3 Traséer fra Åsa .....  | 26 |
| 10.3.1 Åsa - Lårvika - Økri/Skui/Isi .....                                    | 26 |
| 10.3.2 Alternativ trasé mot Isi/Skui .....                                    | 28 |
| 10.3.3 Åsa - Utvika - Skaret - Sandvika .....                                 | 28 |
| 10.3.4 Variant Sundvollen-Skaret.....   | 31 |
| 10.3.5 Variant Skaret-Bjørum .....  | 31 |
| 11. TRASÉER I BÆRUM, SYD FOR KROSKOGEN.....                                   | 32 |
| 11.1 Børum - Sandvika .....   | 32 |
| 11.2 Isi - Sandvika .....   | 33 |
| 11.3 Skui - Sandvika .....  | 33 |
| 11.4 Økri - Sandvika .....  | 34 |
| 12. TRASÉER FORESLÅTT AV NGI OG PROSPEKTERING A/S .....                       | 35 |
| 12.1 Kroksund - Kjaglia - Rønningen - Sandvika .....                          | 35 |
| 12.2 Åsa - Bukkehøgda - Kjaglia - Rønningen - Sandvika.....                   | 36 |
| 12.3 Åsa - Gyrihaugen - Kjaglia - Rønningen - Sandvika.....                   | 37 |

|  |    |
|--|----|
| 12.4 Deltrasé Briskehaugen - Rognliåsen-Isi/Skui .....   | 39 |
| 12.5 Deltrasé Briskehaugen - Rognliåsen - Haugskollen - Økri .....   | 40 |
| 13. IKKE LENGER AKTUELL TRASÉ.....   | 40 |
| 13.1 Åsa - Brennåsen - Guriby - Økern - Sandvika.....  | 40 |
| 14. PRIORITERING AV TRASÉER BASERT PÅ HYDROGEOLOGISKE KRITERIER .  | 43 |
| 14.1 Traséer på Ringerike .....  | 43 |
| 14.2 Traséer under Krokskogen.....   | 43 |
| 14.3 Traséer i Bærum, syd for Krokskogen .....   | 44 |
| 15. HØNEFOSS-SANDVIKA, FORSLAG TIL TRASÉ BASERT PÅ HYDRO-<br>GEOLOGISKE KRITERIER.....                         | 45 |
| 16. VANNTUNNELEN KATTÅS-TOVERUDSETER, RELEVANS FOR VURDE-<br>RINGENE AV JERNBANETRASÉENE UNDER KROSKOGEN ..... | 45 |
| 17. REFERANSER.....  | 48 |

## **KARTBILAG**

To kart over vurderte traséer og lokalisering av borebrønner i NGUs database M 1:50 000.  
Kartene er vedlagt i mappe på siste omslagside.

## **1. SAMMENDRAG**

Rapporten gir en kort karakteristikk av grunnvann i norske bergarter og løsmasser.

Den beskriver bergartenes oppførsel, strukturer og hydrogeologiske egenskaper innenfor traséområdet.

Videre beskrives alle aktuelle tunneltraséer, og hvilke grunnvannsproblemer som kan vente langs de ulike traséene i form av lekkasjefarlige områder i tunnelene, og eventuelle skader som kan forventes på overflaten. Det gis separate beskrivelser av traséene på Ringerike, traséene under Krokskogen og traséene i Bærum syd for Krokskogen.

Basert på hydrogeologiske kriterier foretas en utvelgelse og prioritering fra 1-3 av de tre antatt minst problematiske traséene henholdsvis på Ringerike, under Krokskogen og i Bærum. Disse traséene er:

### **På Ringerike**

- Nr. 1 Hønefoss-Busund-Kroksund
- Nr. 2 Hønefoss-Norderhov-Kroksund
- Nr. 3 Hønefoss-Åsa

### **Under Krokskogen**

- Nr. 1 Kroksund-Bjørum
- Nr. 2 Åsa-Lårvika-Skui
- Nr. 3 Åsa-Bukkehøgda-Kjaglia-Rønningen og Åsa-Gyrihaugen-Kjaglia-Rønningen-Sandvika (begge foreslått av NGI og Prospektering A/S)

### **I Bærum, syd for Krokskogen**

- Nr. 1 Bjørum-Rønningen-Sandvika
- Nr. 2 Skui-Sandvika
- Nr. 3 Økri-Sandvika (vestlig alternativ)

Rapporten konkluderer med at antatt beste trasé på hele strekningen Hønefoss-Sandvika, basert på hydrogeologiske kriterier og dagens bakgrunnsmateriale er: Hønefoss-Busund-Kroksund-Bjørum-Rønningen-Sandvika.

Det understrekkes imidlertid at før endelig trasé anlegges, må det gjennomføres detaljerte geologiske, geofysiske og hydrogeologiske undersøkelser, fulgt opp med borer langs utvalgt trasé.

## **2. INNLEDNING**

Det foreligger pr. 01.04.98 en rekke alternative traséer for den planlagte Ringeriksbanen mellom Sandvika og Hønefoss. Norges geologiske undersøkelse (NGU) har etter avtale med Jernbaneverket påtatt seg å utarbeide en hydrogeologisk rapport med tanke på vannlekkasjer i forbindelse med tunneldriften, og deres mulige konsekvenser.

Rapportomfanget og tidsfrister er som angitt i Jernbaneverkets endringsordre av 07.11.97, utvidet i forhold til opprinnelig avtale datert 07.05.97. Dette skyldes i første rekke at det var enighet mellom Jernbaneverket og NGU om at for å gi et best mulig grunnlag for de hydrogeologiske vurderingene, skulle disse baseres på de endelige resultatene av berggrunnskartleggingen, de geofysiske undersøkelsene og kjerneboringene som er foretatt i forbindelse med den planlagte Ringeriksbanen. En ny endring i rapportomfanget ble foretatt 18.03.98. Dette skyldtes at Jernbaneverket hadde fått tilgang på en detaljert rapport fra Asker og Bærum vannverks tunnel fra Holsfjorden til Bærum. Denne var ønsket vurdert mot den foreliggende rapportens beskrivelse av de ulike jernbanetraséer. I tillegg var det ønsket beskrivelse av noen nye linjealternativer.

Geir Morland fra NGU har utarbeidet fargeillustrasjonene av de ulike traséene etter Jernbaneverkets kart i målestokk 1: 50 000.

## **3. LITT OM GRUNNVANN**

Grunnvannet dannes ved infiltrasjon av overflatevann, det vil si at vann direkte fra nedbør, eller med tilskudd fra vann og vassdrag trenger ned gjennom umettet sone til grunnvannssonen (mettet sone), der alle porer og hulrom er fylt med vann. Fritt grunnvann beveger seg fra høyere til lavereliggende nivå under påvirkning av tyngdekraften.

Grunnvann i fjell og løsmasser følger de samme hydrauliske lover, men i løsmasser beveger vannet seg via porerommene mellom de enkelte kornene, mens det i våre bergarter beveger seg langs sprekker, mens mellomliggende fjell er tett på grunn av manglende porevolum.

Dette medfører at vi i løsmasser har et sammenhengende grunnvannsspeil som skiller mellom umettet og mettet sone. I vanlige norske bergarter derimot, har vi ikke et sammenhengende grunnvannsspeil. Her vil dypet ned til grunnvannet variere fra ett sprekkesystem til et annet på grunn av manglende kommunikasjon gjennom mellomliggende fjell.

I en åpen fjellsprekk vil vannet kunne bevege seg like raskt som i et rør, i en grovkornet løsavsetning noen få meter pr. døgn, og i en finkornet jordart bare få millimeter pr. døgn. På

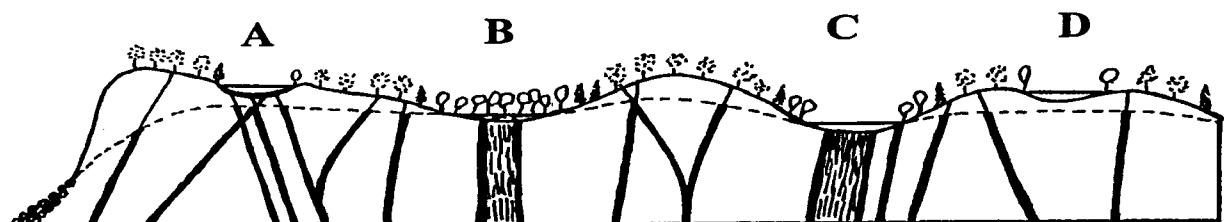
grunn av de store, sammenhengende porevolumene som opptrer i sorterte sand- og grusav-setninger i forhold til sprekkevolumene i fjell, vil imidlertid en rørbrønn i denne type løsmasser vanligvis ha en kapasitet som er 25-50 ganger så stor som kapasiteten i en middels borebrønn i fjell.

Dybden av åpne sprekker vil gjerne øke med lengden av sprekken. Erfaring fra brønnboring har vist at på dyp over ca. 150-200 m er sprekker ofte tette, enten som følge av sekundære sprekkemineraler, eller av sammenpressing på grunn av bergtrykket. Videre opptrer sprekker med lavere hyppighet mot dypet enn nærmere overflaten. Dette betyr imidlertid ikke at ikke sprekker i en del tilfelle kan holdes åpne til meget store dyp. I første rekke vil dette gjelde steile sprekker i harde (kompetente) bergarter som f. eks. granitt.

#### 4. FORHOLDENE PÅ KROKSKOGEN

Landskapsmessig er Krokskogplatået spesielt i norsk sammenheng. Stupene mot Steinsfjorden /Holsfjorden i vest, og mot lavlandet i Bærum i syd er erosjonsskrenter langs ytterkantene av platået som består av nesten flattliggende lavaer over underliggende sedimentære bergarter. Lavaene er mer motstandsdyktige mot erosjon enn de underliggende sedimentene. Dette er grunnen til de bratte skrentene. De store urene som overalt ligger ved foten av stupene, viser at gjentatte ras fører til en meget langsom, men stadig tilbaketrekkning av erosjonsskrentene.

Sammenliknet med de store, runde kollene i Nordmarka lenger mot nordøst, er lavaplatået relativt flatt; noe som fører til at de få og små vannene som finnes på Krokskogen har små nedbørfelt. Det betyr at det på grunn av liten tilrenning, teoretisk lett vil kunne oppstå vannstandssenkninger ved lekkasjer. På den annen side ligger flere av vannene meget langt ut mot lavaskrenten i vest, der grunnvannsnivået i fjellsprekkene under tjernene må antas å ligge dypt. Det at disse tjernene ligger i en slik posisjon, må skyldes at de er tette i bunnen. Grunnvannssenkning vil i såfall ikke påvirke disse vannene. Blant annet dette forholdet er illustrert under. Nedenstående skjematiske figur viser en del prinsipielle ting med hensyn til forholdet mellom grunnvann i fjell, og vegetasjon og hydrologi på overflaten.



Figuren viser diverse sprekker, forkastninger og gangbergarter, angitt som steile streker. For enkelthets skyld er disse i det følgende kalt sprekker. To markerte knusningssoner er også angitt. Grunnvannsnivået er på figuren vist ved at sprekkene under dette nivået er tegnet tykke. I tillegg finnes en rekke små riss i bergartene som ikke er vist på figuren. Grunnvannsnivået i fjellsprekker og knusningssoner vil i hovedsak følge overflatetopografien, og dette nivået er angitt med den prikkete linjen. I markerte forsenkninger står grunnvannsstanden i dagen, mens det vanligvis er langt ned til vannstanden under kollene. Områdene A, B, C og D illustrerer følgende:

A Tjernet på overflaten ligger i en liten forsenkning som er eterodert i en sone med diverse sprekker. Grunnvannsnivået i disse ligger langt under tjernets bunn. Årsaken til at tjernet ikke dreneres via sprekkene skyldes at bunnen er effektivt tettet av gjørme og slam som etter istiden er sedimentert i forsenkningen. Bortsett fra noe gran og løvtrevegetasjon som nyttiggjør seg vann omkring tjernet, består vegetasjonen i dette området hovedsakelig av furu. Det er langt ned til grunnvannet, og denne vegetasjonen lever av overflatevann og markvann på vei ned mot grunnvannsnivået. Om en tunnel under dette området senker vannstanden i sprekkene, vil hverken tjernet eller vegetasjonen skades. Nøysom vegetasjon i en posisjon som dette, vil imidlertid være ømfintlig for langvarig tørke.

B Forsenkningen er eterodert i en markert knusningssone. Myra er betinget av at grunnvannet i knusningssonen står i terrenghøyde. Her er frodig løvtrevegetasjon som har rik og lettint tilgang både på grunnvann og overflatevann som samles i forsenkningen. Hvis en tunnel i dette området senker grunnvannsstanden i knusningssonen, vil myra tørke ut og løvtrevegetasjonen vil dø. Resultatet blir å sammenlikne med effektiv overflatedrenering av myrer ved grøfting.

C Her er en annen markert forsenkning som er betinget av en eterodert knusningssone. Tjernet har direkte kontakt med grunnvannet i knusningssonen, og vannstanden i tjernet styres av grunnvannsnivået i knusningssonen. Løv- og grantrevegetasjonen omkring tjernet har som for område B, god tilgang på vann. Om lekkasjer mot en tunnel i dette området senker grunnvannsstanden i knusningssonen, vil vannstanden i tjernet synke, og i verste fall vil det tørke ut. I tillegg vil vegetasjonen omkring tjernet skades på grunn av at røttene ikke lenger når ned til grunnvannet.

Den nøysomme vegetasjonen, for en stor del furu, på kollen mellom B og C vil som for område A være uberørt av en grunnvannssenkning.

D Her ligger et tjern i en forsenkning i bergartene i et område uten sprekker eller knusningssoner. Tjernet mates fra nedbør, og eksisterer fordi fjellet som danner bunnen er uten større sprekker. Under tilsvarende forhold vil det også kunne være myrer på overflaten.

Hverken vann, myrer eller vegetasjon vil under slike forhold skades av grunnvannssenkning i området.

## 5. GEOLOGISK OG HYDROGEOLOGISK BESKRIVELSE AV BERGARTER OG STRUKTURER

Det som er angitt i dette avsnittet baserer seg i første rekke på følgende materiale:

- NGU Rapport 97.153 «Geologiske og geofysiske undersøkelser på Ringerike og Krokskogen» med berggrunnsgeologiske- og geofysiske kart.
- Rui, I. J., Prospektering A/S 1997: Ringeriksbanen Sandvika Tyrifjorden, berggrunnsgeologiske kart og profiler.
- Norges geotekniske institutt (NGI) 1997: Borelogg fra tre kjerneboringer i forbindelse med Ringeriksbanen.
- NGUs brønnboringsdatabase.

Bergartene innenfor traséområdet kan hydrogeologisk deles i fire hovedenheter. Nedenfor er det gitt en beskrivelse av enhetene i en geologisk og hydrogeologisk sammenheng. Beskrivelsen begynner med de eldste bergartene, som i hovedsak også ligger topografisk lavest langs traséområdet.

### 5.1 Kambro-silur bergarter

Dette er sedimentære bergarter som ble avsatt i havet for ca. 540 til ca. 400 millioner år siden. Bergartene er foldet, og består hovedsakelig av ulike skifere og kalksteiner. Total mektighet er ca. 1 700 m, hvorav den yngste enheten (Ringeriksgruppen) utgjør ca. 1 200 m.

Eldst er den svarte, såkalte alunskifer og andre mørke skifere som opptrer i hyppig veksling med tynne kalksteiner og leirsikfer med spredte kalkknoller. Disse bergartene opptrer lengst nord i området, gjennom Haugsbygd mot Hønefoss. Bergartene er sterkt overdekket av marine sedimenter i vest.

Som det fremgår av NGUs berggrunnsgeologiske kart og profil nordover gjennom Haugsbygd (NGU, 1997), er det en stadig veksling av sedimentbergartene i dette området. Dette skyldes at bergartene er meget tett foldet, og i tillegg forkastet langs en rekke tettliggende skyveplan med østlig strøkretning og steilt nordlig fall. På denne måten får vi en stadig repetisjon av lagene. Den tektoniske deformasjonen her er helt forskjellig og vesentlig

kraftigere enn i sedimentene videre sydover. Skillet går langs en større, steiltstående øst-nordøstorientert forkastning i området ved Klekken.

Hele området nord for denne forkastningen gjennomsettes meget hyppig av yngre gangbergarter. Dette er smeltebergarter av forskjellig sammensetning som har trengt inn i sprekker i de sedimentære bergartene. De er vanligvis få meter tykke, men kan ha utstrekning på flere kilometer langs sprekkeretningene. De fleste av gangbergartene faller steilt, og strøkretninger omkring nord er vanlig, men andre retninger forekommer også hyppig. En nærmere beskrivelse av gangbergarter er gitt under avsnittet «Dyp- og gangbergarter fra karbon, perm- og triastiden».

De mørke skifrene er gjennomgående lite permeable med tanke på vannlekkasjer. De tynne kalksteinslagene, leirkiferen med kalkknoller, og spesielt gangbergartene vil imidlertid sammen med de hyppig opptrædende forkastningsplanene, lokalt kunne føre til betydelige vannlekkasjer mot en tunnel i dette nordlige området.

Syd for den store forkastningen ved Klekken opptrer lite foldete, nærmest udeformerte yngre sedimentbergarter. Ned mot Steinsfjorden har de et midlere til slakt fall mot sydøst, slik at bergartene stadig blir yngre i retning mot fjorden. Vest for Steinsfjorden dreier strøket noe mer mot nord-syd, og fallet mot øst, før det igjen faller mot sydøst nærmere Sundvollen. De sedimentære bergartene i dette området, altså nord og vest for Steinsfjorden, består nesten utelukkende av kalksteiner, skifere og knollekalker.

Basert på informasjon fra NGUs brønnboringsdatabase kan skifrene forventes å gi mindre vannlekkasjer enn kalksteinene og knollekalkene. I kalksteinene vil en del større lekkasjer kunne oppstå i forbindelse med åpne sprekker. Det samme kan ventes i forbindelse med gangbergarter både i kalkstein, knollekalk og skifer. Gangbergarter synes imidlertid å opptre mer spredt her enn i det mer deformerte området nord for forkastningen ved Klekken.

Karstfenomener er ikke beskrevet eller observert i kalksteinene på Ringerike, slik at store lekkasjer forbundet med karst synes mindre sannsynlig. Generelt er det lite sannsynlig at det vil oppstå betydelige grunnvannsproblemer mot tunneler i dette relativt udeformerte området dersom man unngår å drive tunnelen langs større sprekkesoner eller gangbergarter. Kalksteiner og gangbergarter vil kunne holde sprekker åpne til større dyp enn skifrene. Dominerende sprekkeretning på Ringerike er NNV-SSØ sammen med en mindre fremtredende NV-SØ retning (NGU 1997).

I sydligste del av tunnelområdet, umiddelbart vest for Sandvika, opptrer tilsvarende kalksteiner, knollekalker og skifere samt gangbergarter, som beskrevet foran. Selv om sedimentbergartene her er foldet, er større vannlekkasjer lite sannsynlig dersom man unngår

de største gangbergartene og sprekkesonene. Brønnboringsresultater herfra viser vesentlig dårligere kapasiteter enn på Ringerike der sedimentbergartene i hovedsak er ufoldet.

## 5.2 Ringeriksgruppen, sensilur

Selv om denne enheten utgjør øverste del av kambro-silur sedimentene er det valgt å behandle den i et eget avsnitt. Dette fordi den skiller seg hydrogeologisk fra resten av sedimentpakken. Gruppen består av ca. 1 200 m rød og grå sandstein med underordnede siltsteiner og konglomerater. Sandsteinene opptrer nordøst og øst for Steinsfjorden der den danner nedre del av den steile åsen opp mot Krokskogplatået. Videre opptrer den syd for Krokskogen i Bærum mellom Kolsås og Skaugumsåsen.

Generelt kan det sies at der sandsteinen er udeformert, og ligger med jevne lagflater, er den lite permeabel. I NGUs bønnboringsdatabase kjenner vi til flere tørre borebrønner i sandsteinen i slike områder, både på Ringerike- og Bærumssiden av Krokskogen. I slike områder kan det ikke ventes store lekkasjer mot en tunnel.

I områder som er tektonisk påvirket og oppsprukket, vil imidlertid vanngjennomgangen i sandsteinen kunne være betydelig, og bergarten er kompetent, med evne til å holde sprekker åpne til store dyp til tross for bergtrykket. I Åsa-området, der sandsteinen er godt oppsprukket, er borebrønnskapasitetene meget gode.

## 5.3 Vulkanske og sedimentære bergarter fra karbon- og permiden

Med en vinkeldiskordans over de foldete kambro-silurbergartene, opptrer yngre, flattliggende sedimentbergarter (Askergruppen). Sedimentene består av skifer, sandstein og konglomerater. Tykkelsen av sedimentene er liten, omkring 40 m øst for Steinsfjorden og Tyrifjorden (Dons, J. A., 1996). Øverst ligger oftest en finkornet rød skifer som er meget tett for vanngjennomgang. Grunnvann som har trengt ned i de mer oppsprukne lavaene oppe på Krokskogplatået stoppes av skiferen, og i foten av stupet under Krokskogen slår dette vannet ut i kilder ved skiferens overgrense.

Over Askergruppen ligger en tykk pakke med lavabergarter (Krokskoggruppen). På Krokskogen starter sekvensen med en finkornet basaltisk lava. Derover følger flere lag med intermediær lava -rombeporfyr som har karakteristiske store fenokrystaller av feltspat i en finkornet rødlig grunnmasse. Lokalt er det tynnere strømmer med basaltisk lava mellom strømmer av rombeporfyr lava. På Krokskogen er den samlede lavapakken 700 - 800 m tykk. Lavastrømmene har stor lateral utbredelse, og det er en god del variasjon i tykkelse innen hver strøm. Noen strømmer finnes bare i deler av området.

Et stort antall forkastninger og sprekker, de fleste med retning omkring N-S gjennomsetter lavabergartene. I tillegg opptrer svært mange eruptivganger, de fleste med samme retning.

Bortsett fra en liten sandsteinsforekomst i Brumunddal, anses lavabergartene i Oslofeltet som Norges beste vanngiver når det gjelder ytelsjer fra borebrønner i fjell. Det er ikke uvanlig å oppnå kapasiteter på omkring 2 000 - 5 000 l/t i borebrønner på Krokskogen. Dette er vesentlig mer enn det som er vanlig ved boring i andre norske bergarter.

I Vestfold gir lavaene imidlertid betydelig mer vann (3 000 - 10 000 l/t). Forskjellene antas å skyldes at bebyggelsen og brønnene på Krokskogen for en stor del ligger ut mot kanten av lavaplatået, som på Sollihøgda, og brønnene er meget grunne (vanligvis mindre enn 40 m), mens brønner i Vestfold som for en stor del benyttes til vannverk, jordbruk og gartnerier ofte er vesentlig dypere. Det ville sannsynligvis blitt oppnådd kapasiteter som i Vestfold ved dypere borer lengre inn på Krokskogplatået.

I tillegg til hyppig opptreden av steile sprekker, forkastninger og gangbergarter, er lavabergartene spesielle i norsk sammenheng ettersom de nesten flattliggende grensesonene mellom de enkelte lavastrømmene vanligvis er sterkt vannførende. Dette skyldes at toppen av lavastrømmene gjerne er slaggaktige og nærmest porøse, og at det i tillegg kan opptre tynne grovkornede sedimentlag mellom strømmene.

Ettersom borebrønner i lavabergartene oftest gir mye vann på grunt dyp, og borer dermed blir avsluttet, har vi lite informasjon fra brønner på Krokskogen dypere enn ca. 80 m. Fire brønner som inngår i to fellesanlegg på Sollihøgda er imidlertid alle ca. 80 m dype, og med kapasiteter mellom 5 000 og 8 000 l/t. Bergartene er kompetente, og kan derfor holde steile sprekker åpne på stort dyp. Vanntapsmålinger i kjerneboringene som ble utført ved Sørsetra og Aurtjerns-bekken antyder imidlertid at bergtrykket kombinert med kalkspatmineralisering vil komprimere og til dels tette flattliggende grensesoner mellom strømmene på dyp større enn ca. 150 m (NGI, 1977).

Ofte er opprinnelig gassfylte blærerom ved toppen av lavastrømmer gjenfylt av kalkspat. Tilsvarende ble observert i kjerneboringen ved Sørsetra, der boringen skar en større forkastning på mer enn 200 m dyp. Knusningssoner og sprekker viste seg å være tettet av kalkspat (NGI, 1997), (Gvein, Ø., Rui, I. J. 1997).

Selv om lavabergartene i hovedsak er meget åpne for vanngjennomgang, er det altså observasjoner som tyder på at lekkasjer mot en tunnel på stort dyp vil kunne være moderate, både fordi sprekker og lavagrenser kan være fylt igjen av kalkspat, og fordi bergtrykket muligens tetter de flattliggende lavagrensene.

## **5.4 Dyp- og gangbergarter fra karbon, perm og triastiden**

Etter avsetningen av lavapakken fulgte en periode med intrusjon av dypbergarter, det vil si smeltebergarter som sterknet nede i jordskorpen. Disse opptrer i dag nordover fra Lommedalen mot Løvlia, i den sydøstlige delen av undersøkelsesområdet. Den sydlige delen av dette området består av mørk, finkornet felsittporfyr med 1-2 mm rødlige fenokrystaller av feltspat. Den nordlige delen består av en mer grovkornet syenittisk intrusiv. Intrusivkontakten mot lavaene i syd og vest synes å falle steilt.

Basert på informasjon fra NGUs brønnboringsdatabase, synes dypbergartene i Oslofeltet å ha en midlere vanngiverevn, ofte med dårlige ytelsjer i massive partier. Boringer mot klare sprekkesoner kan imidlertid gi svært gode kapasiteter. I tillegg er dypbergartene kompetente, med mulighet til å overvinne bergtrykket, og dermed holde steile sprekker åpne til store dyp. Jernbanetunnelen mellom Asker og Drammen som er anlagt i en av Oslofeltets dypbergarter (Drammensgranitt), hadde ekstremt store vannproblemer på en del større sprekkesoner.

Det er imidlertid grunn til å tro at det bare vil oppstå beskjedene lekkasjer mot en tunnel innenfor relativt massive partier av dypbergartene. Store sprekkesoner bør imidlertid unngås, ettersom en her i uheldig fall vil kunne få store lekkasjer. Det samme vil sannsynligvis gjelde for den steiltstående grensesonen mellom lavaene og dypbergartene.

Åpne sprekker fylt med sterknet bergartssmelte kalles gangbergarter. Som beskrevet tidligere i dette avsnittet, gjennomsettes samtlige bergarter i området som er undersøkt av gangbergarter. Dette gjelder også dypbergartene. Størsteparten er av permisk alder, men både eldre og yngre ganger forekommer. De fleste gangene er 0,5-2 m brede, men tykkelser på 50 m og mer forekommer. I lengderetningen kan de strekke seg flere kilometer, og i noen tilfelle flere mil.

Gangbergartene kan stå opp som rygger i terrenget, eller de kan være eroderte og derved opptre som kløfter. De kan stå steilt, skjære på skrå gjennom lagdelte bergarter, eller følge lagene. Gangbergartene har varierende sammensetning. Diabas-, syenitt-, mænait- og rombeporfyganger er alminnelige. Bare de aller største er gjengitt på geologiske kart. For å gi en antydning om hyppigheten, kan nevnes at 500 større gangbergarter er kartlagt i Østre Bærum, og 365 i Ullern- Husebyåsen (Dons, J.A. 1996).

I hydrogeologisk sammenheng er gangbergartenes sammensetning uvesentlig. Samtlige er kompetente bergarter, som evner å holde sprekker åpne mot store dyp. De er vanligvis sterkt oppsprukket, spesielt langs grensene mot bergarten de gjennomsetter. Sannsynligvis er dette

kontraksjonssprekker som ble dannet da den varme smelten sterknet mot den «kalde» sidebergarten.

Gangbergartene virker som lange drenskanaler i berggrunnen, og borebrønner ansatt mot dem gir vanligvis store vannmengder, omtrent som i Oslofeltets lavabergarter. Selv om ganggrensene vanligvis er sterkt oppsprukne, kan sentrale deler av litt tykke ganger være massive og tette. Dette gjør at gangene også kan virke som hydrogeologiske barrierer, ved at grunnvann i hellende terreng gjerne demmes opp på gangenes overside, og bare i liten grad passerer gjennom gangene. Som for større sprekkesoner, vil det i forbindelse med gangbergarter kunne oppstå store lekkasjer mot en tunnel. Spesielle vansker vil oppstå om tunnelen drives langs en gang.

## 5.5 Forkastninger og sprekker

Vannproblemer kan ventes å oppstå i en tunnel der den skjærer forkastninger og sprekker. Der slike strukturer skjæres under en vinkel nær  $90^\circ$ , er problemet vanligvis lett å takle, verre kan det være om skjæringen skjer under en meget spiss vinkel, ettersom skjæringen da vil strekke seg over et langt område.

Samtlige traséer har i hovedsak en retning omkring nord til nordvest. Dette er også en meget markert permisk sprekkeretning. Oslofeltet ble dannet ved tensjonskrefter i skorpen omkring øst-vest. Det ble da utviklet tensjonssprekker omkring nord-syd i dette systemet. Tensjonsprekker er mer åpne enn skjærsprekker, noe som også bekreftes av at mange gangbergarter har retninger omkring nord-syd.

Generelt kan det derfor synes uheldig med tanke på vannproblemer, at jernbanetroséene vil skjære de «åpne» nord-syd sprekken under spisse vinkler.

Viktigere enn hvorvidt en sprek i permiden ble dannet som en tensjonssprekk eller ikke, når det gjelder åpenhet for vannjennomgang, er imidlertid sprekvens orientering i dagens spenningsfelt. Om ikke data foreligger, anbefales at bergspenningsmålinger foretas i de tre kjerneborehullene som er boret, for å få en oversikt over hvilke retninger som må antas å være de mest vannførende.

NGU har sett flere eksempler på at de største og mest markerte forkastningssonene ofte er effektivt tettet av sekundærmineraler, mens det på sidene av hovedsonen kan være svært åpne sprekker. Slike forhold kan det være for eksempel omkring den store forkastningen i Kjaglidalen.

## **6. SKADER OG PROBLEMER I FORBINDELSE MED GRUNNVANNSLEKKASJER**

Anleggstekniske problemer ved tunneldriften som følge av større vannlekkasjer behandles ikke i denne rapporten. Derimot påpekes i det følgende områder der større vannlekkasjer kan ventes dersom det ikke foretas tetting. Videre bemerkes også områder der det uten tettungs tiltak vil kunne oppstå skader på overflaten. Slike skader vil kunne være drenering av vann og vassdrag, uttørking av skog og myrer, setningsskader på bygninger samt drenering av brønner og naturlige kilder.

I NGUs hydrogeologiske database har vi opplysninger om en del borebrønner i fjell, ca. 20 000 i alt. Frem til for vel ett år siden, da det kom en lov om oppgaveplikt ved brønnboring, har innrapportering skjedd på frivillig basis. Som en følge av dette antas at NGU bare har opplysninger om ca. 1/3 av de brønnboringer som er utført innenfor det aktuelle traséområdet. Når det gjelder opplysninger om gravde/sprengte brønner og naturlige kilder, har NGU svært lite. Det er derfor viktig å være klar over at det sikkert finnes langt flere brønner enn det som er angitt i denne rapporten.

## **7. KRITERIER FOR TETTING**

I samråd med Jernbaneverket er NGI og NGU enige om at nedenstående kriterier for tetting, utarbeidet av NGI, legges til grunn for det videre arbeid. Grensen på 150 m er basert på de tre utførte kjerneboringene som alle viste meget lave verdier for vanntap under ca. 150 m. Tilsvarende observasjoner er også gjort når det gjelder vanninnslag i borebrønner i fjell, der videreboring fra 120-130 m sjeldent gir mer vann.

| Kategori | Metode                   | Beskrivelse   |
|----------|--------------------------|---|
| 1        | Vanntett støp            | Sensitive strekninger med fare for setninger, overdekning <150 m.   |
| 2        | Systematisk forinjeksjon | Generelt strekninger med overdekning <150 m, og spesielt sensitive områder uansett overdekning.                           |
| 3        | 50 % forinjeksjon        | Strekninger med overdekning >150 m utenom spesielt sensitive områder, men med markerte svakhetssoner og oppsprukket berg. |
| 4        | Spredt forinjeksjon      | Strekninger med overdekning >150 m utenom spesielt sensitive områder, uten større svakhetssoner og oppsprukket berg.      |

Kommentar:

**1) Vanntett støp**

I spesielt sensitive områder med vanskelige grunnforhold med fare for setninger, eller i nærheten av drikkevannskilder (overflatereservoirer, store grunnvannsanlegg), kan ikke vanntett støp utelukkes selv på strekninger med overdekning over 150 m.

**2) Systematisk forinjeksjon**

Systematisk forinjeksjon kan bli aktuelt uansett overdekning i områder med fare for setninger, eller i nærheten av drikkevannskilder (overflatereservoirer, store grunnvannsanlegg), eventuelt også på grunn av naturmiljø.

**3) 50 % forinjeksjon**

Dette vil si injeksjon av spesielt utette strekninger som ligger et stykke unna sensitive områder, men der det ikke kan utelukkes at sensitive områder som drikkevannskilder (overflatereservoirer, store grunnvannsanlegg) og naturmiljø kan bli berørt. Behov for injeksjon må vurderes under driften, basert på sonderboringer.

**4) Spredt forinjeksjon**

Dette vil si injeksjon av spesielt utette soner, og må vurderes under driften basert på sonderboring.

I den følgende beskrivelse av de ulike traséene henvises det til kategoriene 1-4. Basert på tilgjengelig materiale for alle de alternative traséene, er tettingskategoriene i denne rapporten valgt å bli lagt på et strengt nivå. Når en trasé i fremtiden blir valgt, vil grundige undersøkelser og registreringer langs denne ende opp i en konsekvensanalyse som sannsynligvis vil vise at det kan lempes noe på tetningskriteriene.

## **8. ULIKE TRASÉALTERNATIVER**

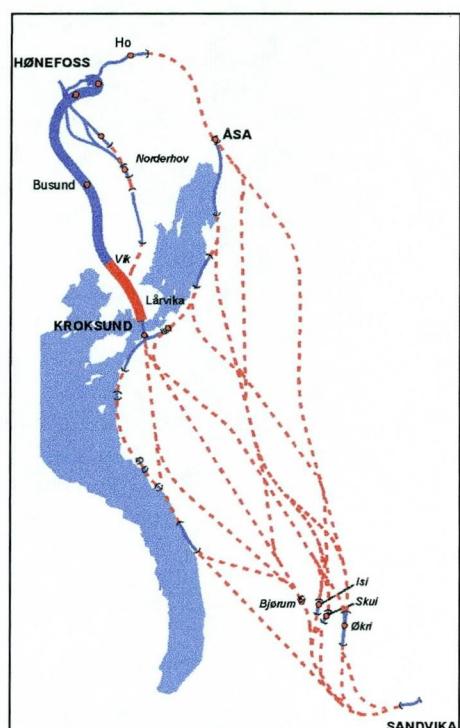
Det foreligger en rekke alternativer for trasévalg mellom Sandvika og Hønefoss. Traséene som det her refereres til, er angitt på kart (Jernbaneverket 20.11.97). Fra Hønefoss mot Krokskogen foreligger i hovedsak to mulige traséer (med visse modifikasjoner) frem til Kroksund. I tillegg foreligger en mulig trasé i mer østlig retning mot Åsa. Fra Kroksund og Åsa foreligger et stort spekter av mulige traséer under Krokskogen, fra foten av platået mot Tyrifjorden i vest, til ca. 3 km vest for Heggelivannene i øst. Samtlige traséer samles i nærheten av Stovivann på Bærumsiden.

I det følgende behandles først traséene gjennom sedimentbergartene, hovedsakelig skifere og kalksteiner, fra Hønefoss til Kroksund, og fra Hønefoss til Åsa. Dernest området under Krokskogen, der traséene hovedsakelig går gjennom Ringeriksandstein og lavabergarter, og til slutt området syd for Krokskogen, der traséene hovedsakelig går gjennom Ringerik-sandstein og skifere og kalksteiner. For området under Krokskogen, og det sydlige området i Bærum har manuskartet til Ingolf Rui, som viser bergartene i tunnelnivå vært til stor nytte (Rui, I.J., 1997. Berggrunn i tunnelnivå, manuskart). For øvrig er berggrunnskart og geofysiske tolkningskart benyttet.

## 9. TRASÉER PÅ RINGERIKE

I den følgende tekst for traséene på Ringerike, henvises til bergartsnummereringen som er angitt på tegnforklaringen til de geologiske kartene i NGU Rapport 97.153. For eksempel: (NGU nr. 16).

### 9.1 Hønefoss - Busund - Vik - Kroksund



Den vestligste av de aktuelle traséene i dette området er traséen Hønefoss-Busund-Vik-Kroksund. Linjen går 1 300 m i tunnel under Viksåsen, og 1 400 m i tunnel under Gjesvalåsen, for øvrig ligger linjen i dagen mellom Hønefoss og Kroksund.

Den nordlige delen av tunnelen under Viksåsen vil hovedsakelig gå i sandstein og skifer (NGU nr. 15). Noe over halvveis inn kommer en sannsynligvis inn i kalkstein og underordnet kalkholdig skifer (NGU nr. 16). Dette skyldes at sedimentene faller slakt mot syd-sydøst. Mot slutten av tunnelen vil den krysse en større forkastning.

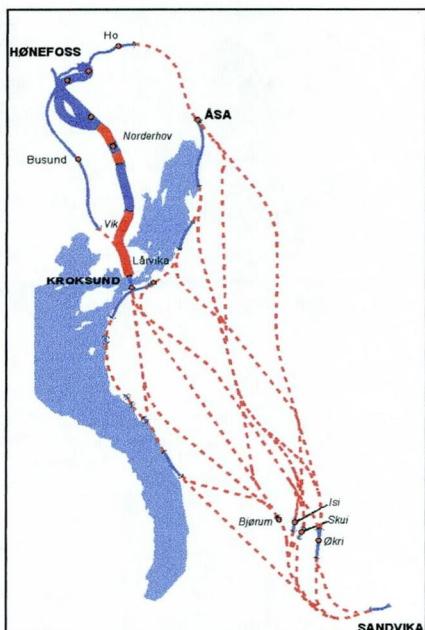
Ved påhugget nord for Gjesvalåsen er det rødbrun og grågrønn skifer og kalkstein i veksling (NGU nr. 17). Videre følger en veksling av sandstein, kalkstein og skifer (NGU nr. 18, 19 og 20), med midlere fall mot sydøst. Med tiltagende hyppighet mot syd opptrer flere forkastninger, den sydligste og største danner grensen mot Ringeriksandstein som er blottet ved tunnelens utgående på Rudstangen.

Uten tetningstiltak vil det kunne lekke en del fra lokale forkastninger og sprekker. Det ventes imidlertid ikke store vannproblemer i tunnelene. Dette som en følge av liten overhøyde, spesielt i Viksåsen, og gjennomgående lite tektoniserte bergarter. Størst lekkasjer vil det sannsynligvis bli i søndre del av tunnelen under Gjesvalåsen. Det finnes ikke vann på overflaten langs noen av tunnelene som vil kunne dreneres.

På Viksåsen er det imidlertid et større område med fredet kalkfuruskog som ligger utsatt til med tanke på drenering. I NGUs brønnboringsdatabase er det opplysninger om borebrønner i Viksåsen, men ikke i Gjesvalåsen. Der slike brønner finnes i nærheten av traséene, må det påregnes at de uten tettingstiltak i tunnelene kan bli drenert. Terrenget over begge tunnelene ligger under marin grense, og dominerende løsavsetning er leire (Østmo, S.R., Kjærnes, P., Olsen, K.S. 1978). Senkning av grunnvannsnivået langs tunnelene vil derfor kunne føre til setningsskader på bebyggelse.

Liten overhøyde, ca. 50 m, kombinert med det som er anført foran, tilsier at det antagelig generelt vil bli behov for **kategori 2** tetting for disse tunnelene.

## 9.2 Hønefoss - Norderhov - Vik - Kroksund



Traséen er tenkt lagt i tunnel under Norderhov kirke og under høydedraget ved Gile. Begge tunnelene er 500 m lange. Videre vil det bli en 1 700 m lang tunnel under Steinsåsen sydover til Vik, og en 1 400 m lang tunnel under Gjesvalåsen. For øvrig ligger linjen i dagen mellom Hønefoss og Kroksund.

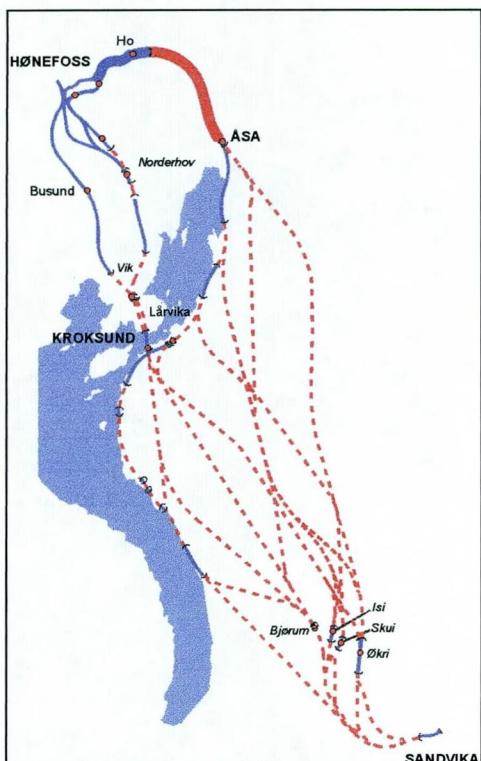
Ved Norderhov antas tunnelen å gå i leirskifer med kalkknoller eller kalklag (NGU nr. 7). Fast fjell er imidlertid ikke observert i området. Fallet antas å være meget slakt mot sydøst. Den neste tunnelen ved Gile vil gå hovedsakelig i kalkstein, knollekalk og underordnet skifer (NGU 12 og 13). Her kan ventes et noe mindre slakt fall mot sydøst. Også her mangler fjellblotninger langs traséen. Større forkastninger er ikke registrert ved noen av disse tunnelene.

For begge tunnelene som går svært grunt under overflaten, kan det uten tetningstiltak, ventes relativt små lekkasjer. NGU har imidlertid opplysninger om borebrønner som vil kunne bli ødelagt ved begge tunnelene, og ettersom løsavsetningene består av marin leire, vil setnings-

skader kunne oppstå på bebyggelse. Det bør antagelig derfor i begge disse tunnelene benyttes **kategori 2** tetting.

Når det gjelder tunnelene under Steinsåsen og Gjesvalåsen er forholdene beskrevet i forrige avsnitt, Hønefoss-Busund-Vik-Kroksund.

### 9.3 Hønefoss - Åsa



Banen er tenkt lagt i tunnel fra rett øst for Randselva mellom Hov og Toen, svinger mot syd under Haugsbygd, og går mot syd-sydøst til dagåpning i Åsa nær Fleskerud. Tunnelen har en total lengde på 5,7 km.

Fjellgrunnen er overdekket fra området ved Randselva til Haugsbygd, men det er all grunn til å anta at bergartene og strukturene er de samme her som ved Klekken. De er beskrevet tidligere i denne rapporten under avsnittet om kambro-silurbergartene nord for den store forkastningen ved Klekken. Det vil si at det opptrer en tett foldet lagpakke, hovedsakelig bestående av skifer, til dels i form av svart alunskifer og litt kalkstein (NGU 1-5). Bergartene er forkastet langs en rekke tettliggende, steile skyveplan med østlig retning, og steilt nordlig fall. Videre opptrer det svært mange gangbergarter, ofte med steilt fall og

nordlig strøkretning i dette området. Bare de mest markerte skyveplan og gangbergarter er angitt på NGUs berggrunnkart.

I tunneltraséen vil disse bergartene opptre til Klekken-forkasningen passeres mellom Berg og Båntjern. Bergarter og strukturer i dette området nord for Klekken-forkastningen går frem av bergartsprofil Toen-Jonsrud (NGU Rapport 97.153). Uten tetningstiltak vil det kunne oppstå store lekkasjer mot en tunnel i dette sterkt sprukne og deformerte området, spesielt der tunnelen skjærer litt større gangbergarter i forbindelse med forkastninger, herunder også Klekkenforkastningen.

Marine løsavsetninger, hovedsakelig leire, gjør at der terrenget ligger under ca. 200 m.o.h., vil det kunne oppstå setninger på overflaten som følge av lekkasjer mot tunnelen. NGU har opplysninger om en del borebrønner i fjell i dette nordlige området, og en utett tunnel vil kunne ødelegge noen av disse.

Det lille overflatevannet Berjtjern har et lite nedslagsfelt, og det ligger snaut 150 m rett over tunneltraséen. Tjernet grenser i syd mot en av de øst-vestrettete forkastningene som er angitt på NGUs berggrunnskart. Hvis det i tillegg opptrer gangbergarter i området, vil tjernet i uheldig fall kunne bli drenert mot en utett tunnel.

Tunnelen har liten overhøyde, minst i vest, økende til ca. 150 m ved Berjtjern. For å unngå skader, og for å få minst mulig vann i tunnelen, bør det generelt benyttes **kategori 2** tetting, mens **kategori 1** tetting muligens vil kunne bli aktuelt på enkelte korte strekninger.

Drensvann fra tunnelen vil kunne være påvirket av alunskiferen. Dette innebærer at høyt sulfat- og radoninnhold kan forekomme. Sannsynligvis vil det være uten betydning med tanke på den meget store fortynningen som vil skje i Randselva, samtidig som grunnvannet fra alunskiferområdene ved Haugsbygd også naturlig drenerer mot elva. Det vil likevel kunne være fornuftig å følge opp vannkvaliteten under driften, og ha planer for et eventuelt renseopplegg klart.

Det kan også ventes kompliserte anleggstekniske forhold i forbindelse med alunskiferen, forkastningene og gangbergartene i området nord for Klekkenforkastningen. Spesielt vanskelig vil det sannsynligvis være fra tunnelmunningen ved Toen og frem til der tunnelen bøyer av mot syd ved Haugsbygd. I dette området antas alunskifer å være den dominerende bergart, samtidig som man her vil måtte drive parallelt med forkastninger og bergartenes strøkretning.

Sydøstover fra Klekkenforkastningen opptrer yngre, lite deformerte kalksteiner og skifere. Bortsett fra en antiklinal umiddelbart etter forkastningen, ligger sedimentene hele veien frem til tunnelutløpet i Åsa med et slakt sydøstlig fall (NGU Rapport 17.153). Det er registrert en markert nord-nordvestrettet forkastning, nesten parallel med tunnelen, og på det nærmeste ca. 150-200 m vest for denne i området nær Klekkenforkastningen. Ellers er det ikke registrert større sprekker eller forkastninger langs denne delen av tunnelen.

Den nord-nordvestrettete forkastningen antas ikke å medføre lekkasjeproblemer mot tunnelen hverken nord eller syd for Klekkenforkastningen. Gangbergarter og sprekker/forkastninger i kalksteiner vil uten tetting kunne gi noe innlekkning lokalt. I uheldige tilfelle, hvis tunnelen drives langs ganger, sprekker eller forkastninger vil problemene kunne bli større. Generelt er det imidlertid ventet få lekkasjeproblemer mot tunnelen på denne strekningen.

Overdekningen på denne strekningen er i overkant av 150 m i nordvest, og den avtar hele veien mot dagåpningen i sydøst. Det første stykket, forbi Klekkenforkastningen og til Holsledningen passerer syd for Båntjern, bør det antagelig generelt benyttes **kategori 2**

tetting, mens **kategori 1** tetting muligens kan bli aktuelt på mindre strekninger. For resten av strekningen synes det tilstrekkelig med **kategori 2**, muligens stedvis også **kategori 3**.

Det kan da ikke ventes uttørring av hverken skog, vann eller vassdrag, og marine sedimenter opptrer først syd for den sydlige utgangen av tunnelen, slik at det ikke skulle være fare for setninger. NGU har registrert en borebrønn nær Klekkenforkastningen som vil kunne bli berørt, mens området videre mot sydøst er svært lite bebygd.

## 10. TRASÉER UNDER KROKSKOGEN

### 10.1 Generelt

Sydøstover etter å ha passert Ringeriksandsteinen under Krokskogen, går de mulige tunneltraséene inn i de vulkanske og sedimentære bergartene fra karbon og permiden. Traséene vil først gå gjennom sedimentene som ventes å ha liten mektighet, og som antas å ligge med fall mellom 5° og 10° mot sydøst. På grunn av vann som trenger ned gjennom de vanligvis godt oppsprukne overliggende lavaene, kan det ventes alvorlige vannproblemer når tunnelene når frem til området over den tettende skiferen som ligger under B1 basalten. De geologiske forholdene kommer frem på profiler både fra Prospektering A/S og NGU.

Den tettende skiferen mangler lokalt, blant annet på Bærumsiden av traséområdet. Likevel representerer grensesonen mellom lavaene, som etter norske forhold er meget åpne for vanngjennomgang, og den underliggende gjennomgående tette Ringeriksandsteinen, og de foldete skifere og kalksteiner, en markert hydrogeologisk barriere. Grensesonen danner en trauform fra nordvest mot sydøst (Rui, I. J., 1997. Geologisk oversiktskart) og i østlig retning vil intrusivbergartene virke demmende. Disse geologiske forhold antas å måtte medføre en oppdemming av grunnvann over denne grensesonen, under områder noen kilometer innover Krokskogplatået.

Ettersom grensen mellom lava og underliggende sediment har et meget slakt fall, og tunneltraséene nærmest er horisontale, vil området med fare for større vannlekkasjer få en betydelig utstrekning langs flere av tunnelene. Der traséer skjærer denne grensen nær ytterkantene av lavaplatået, slik tilfellet bl.a. er i syd mot Bærum, vil det ikke oppstå spesielle vannproblemer på grunn av manglende nedslagsfelt oppstrøms i planet fallretning. Med andre ord, vi befinner oss da ved yttergrensen for «dammen».

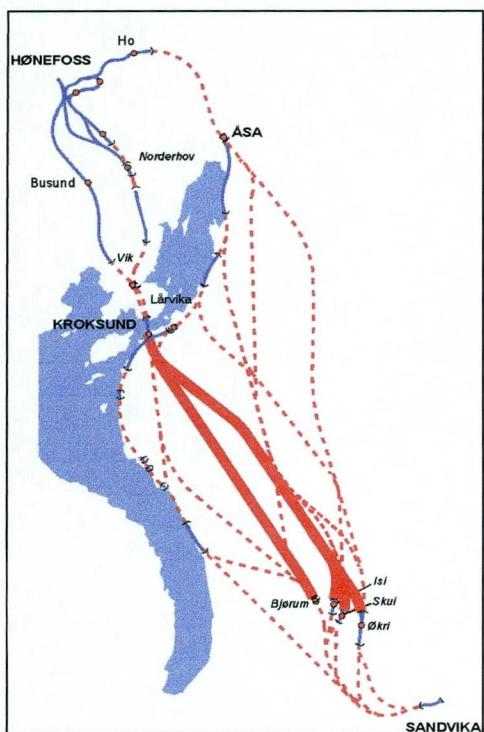
Uten nærmere undersøkelser kan intet sies sikkert om dette problemet, hverken med hensyn til behov for tetting, mengde eller varighet av innlekkning i tunneler, eller om det vil kunne

resultere i drenering av vann/myrer på terrengoverflaten. Slike undersøkelser, bl.a. i form av borer, bør gjennomføres før det tas en endelig beslutning om trasévalg.

Liknende problemer, men antagelig av vesentlig mindre omfang vil kunne oppstå der tunneltraséer skjærer gjennom flattliggende grensesoner mellom lavastrømmer. Det er viktig å være oppmerksom på at dette forholdet kan skape betydelige grunnvannsproblemer, selv om de utførte kjerneboringene antyder at grensesonene kan være relativt tette under ca. 150 m dyp. I denne rapporten, med en rekke traséalternativer, er forholdet ikke behandlet i detalj.

## 10.2 Traséer fra Kroksund

### 10.2.1 Kroksund - Bjørum, Kroksund - Skui/Isi, Kroksund - Økri



Traséen forbi Skui/Isi, og den forbi Økri er sammenfallende under Krokskogen. De tre traséene er altså representert ved to linjer i dette området, heretter betegnet som mot Bjørum og mot Isi.

Etter Kroksund er begge linjene sammenfallende det første stykket av tunnelen før de skiller lag etter drøyt halvannen kilometer. Grovt anslått vil begge linjene gå i Ringeriksandstein de første ca. 4 km etter påhugget ved Kroksund. Det kan bare ventes enkelte små lekkasjer i forbindelse med kryssing av forkastninger og gangbergarter på denne strekningen. Bortsett fra **kategori 2** tetting ved påhugget, antas **kategori 4** tetting tilstrekkelig på størstedelen av disse første 4 km.

Abbottjern ligger i en nord-sydgående forkastning som skjæres av begge tunnelene omkring 2,3 km

etter påhugget ved Kroksund. Linjen mot Isi passerer bare ca. 100 m fra tjernet, mens den mot Bjørum vil være ca. 300 m unna. Spesielt for linjen mot Isi bør man være oppmerksom på at det kan være en teoretisk mulighet for å drenere vannet, selv om tunnelen i dette området ligger omkring 400 m under terrenget. Det antas derfor at **kategori 3** tetting kan bli nødvendig i dette området.

Videre sydøstover går begge tunneltraséene inn i de vulkanske og sedimentære bergartene fra karbon og permiden(Rui, I.J., 1997. Berggrunn i tunnelnivå, manuskart). Problemene som er beskrevet foran under avsnittet «Generelt», kan ventes å gi lekkasjer mot tunnelene i området omkring 4 km etter påhugget ved Kroksund. Det anbefales å gjennomføre kjerneboring i dette området forut for evt. tunneldrift for å bestemme tetningsbehovet. Sannsynligvis vil det måtte benyttes **kategori 2** tetting for å unngå problemer.

For tunnelen mot Isi er det registrert enkelte steile forkastninger med nordlig til nordvestlig retning innen avstander på ca. 150 m fra traséen i dette området. Selv om tunnelen ligger mer enn 300 m under terrenget vil det kunne oppstå lekkasjer direkte fra overflaten langs disse forkastningene dersom de er åpne, og det ikke foretas tilstrekkelig tetting der tunnelen når B1 basalten. Det er ingen vann på overflaten som vil kunne påvirkes, men enkelte myrer vil kunne få tørkeskader. NGU har bare opplysninger om en borebrønn i området.

Videre sydøstover går traséen mot Bjørum i et svært lite tektonisert område. Den krysser enkelte få registrerte forkastninger og gangbergarter, de fleste forkastningene i nærheten av Sørsetra, på strekningen frem til omkring 4 km før tunnelåpningen ved Bjørum. Hvis tunnelen unngår grenser mellom lavastrømmer kan det bare ventes moderate lekkasjer i tunnelen på denne strekningen, der den i middel ligger omkring 300 m under terrenget. Spredt forinjeksjon (**kategori 4**) antas å være tilstrekkelig.

En skal imidlertid være oppmerksom på at traséen ved Toresplassen, omkring profil 17 250, skjærer både en forkastning og en mektig syenittisk gangbergart som begge stryker ut i Plassevannet. Uten tettetiltak vil lekkasjer langs gang/forkastning mot tunnelen kunne påvirke tjernet som er et godt privat fiskevann. Antagelig bør **kategori 2** tetting benyttes.

Ved slutten av strekningen passerer tunnelen ca. 700 m øst for Niskinnvann. Det er ikke registrert hverken sprekker eller gangbergarter mellom vannet og tunnelen, men det er likevel grunn til å være oppmerksom på mulig skade på vannet ved større lekkasjer i tunnelen. NGU har ikke opplysninger om borebrønner på strekningen.

De siste 4 km mot Bjørum er mer tektoniserte, og det er registrert mange små forkastninger og gangbergarter. På denne strekningen avtar også terrengets overhøyde fra omkring 250 - 0 m. På størstedelen av strekningen vil den være omkring 150 m. Uten tetting må en være innstilt på betydelige lekkasjer der ganger og forkastninger skjæres. De fleste stryker imidlertid noenlunde tvers på tunnelen, og faller steilt, slik at de enkelte problemområdene antas å bli korte.

Tunnelen løper langs en stor forkastning i Kjaglidalen, avstanden mellom de to er ca. 500 m, men avtar mot Bjørum til omkring 250 m. Erfaringsmessig kan det opptre parallelle sprekker langs store forkastninger. I uheldigste fall vil en kunne risikere å drive langs slike, med de

problemer det medfører på siste del av strekningen mot tunnelåpningen. Det antas å bli behov for **kategori 2** tetting på disse siste ca. 4 km mot Bjørum.

#### 10.2.2 Kroksund - Isi

Etter å ha passert den flattliggende og problematiske grensen inn i lavabergartene ca. 4 km etter påhugget ved Kroksund, vil en i linjen mot Isi sannsynligvis fortsatt stadig få betydelige vannproblemer uten tetting i tunnelen. Over den første strekningen på 2,5 - 3 km krysser traséen flere store forkastninger. Alvorlige problemer kan ventes i det den store forkastningen fra Kjaglidalen her har delt seg opp i flere grener med nordvestlig retning, og disse skal krysses under en meget slak vinkel.

Det må forventes store vannproblemer i tunnelen over hele strekningen fra der traséen går inn i lavaene omkring 4 km etter påhugget ved Kroksund, og frem til forkastningene fra Kjaglidalen er krysset, ca. 7 km etter påhugget. Ved kryssing av hovedforkastningen er det en terengoverhøyde på ca. 300 m. Bortsett fra mulig uttørking av skog, og små myrer langs dalbunnene i forkastningene, kan det ikke ventes skader på overflaten. Det finnes hverken vann, brønner eller bebyggelse i områdene som vil kunne bli berørt. Det antas derfor at **kategori 3** vil gi nødvendig tetting.

Videre sydøstover går traséen nå inn i et meget lite deformert parti. Bortsett fra en stor syenittisk eruptivgang som krysses nær Gamle Ringeriksvei vest for Briskehøgda, er det ikke registrert hverken forkastninger eller sprekker langs traséen før omkring  $\frac{1}{2}$  km syd for grensen til Akershus.

Syenittgangen ved Briskehøgda vil kunne gi betydelig innlekkning. Det vil imidlertid bli over en kort lengde av tunnelen, og det kan ikke ventes observerbare skader på overflaten, ettersom det hverken er vann, myrer eller bebyggelse i området som evt. vil kunne bli berørt. Generelt må denne delen av traséen anses som uproblematisk med hensyn til vannlekkasjer så lenge det ikke drives i nivå med grenser mellom lavastrømmer. Av bebyggelse finnes bare enkelte få hytter. Det antas behov for **kategori 4** tetting.

Videre sydover herfra, over en strekning på ca. 5 km er det registrert mange forkastninger langs traséen. Spesielt den første kilometeren og de siste ca. to kilometerne har svært mange forkastninger, langt flere enn for linjen mot Bjørum. Uten tetting kan det ventes omfattende lekkasjer som vil vanskelig gjøre driften på disse strekningene.

Det er hverken vann eller myrer som kan bli skadet, men en nesten horizontal borebrønn inn i lavaskrenten ved Isi gård vil kunne bli ødelagt. Terrenget ligger fra ca. 150 - 200 m over tunnelen nord på trekningen, og avtar mot syd til ca. 50 m mot utgangen av tunnelen ved Isi.

For den nordligste kilometeren antas behov for **kategori 2** tetting. For midtre del er antagelig **kategori 3** tilstrekkelig, mens det for sydligste del mot Isi igjen antas behov for **kategori 2**.

De siste få hundre meterne før dagåpningen ved Isi ventes tunnelen å passere inn i Ringeriks-sandstein under lavaene (Rui, I. J., 1997. Berggrunn i tunnelnivå, manuskart). Som beskrevet i avsnittet «Generelt», ventes ikke spesielle vannproblemer i dette nivået her, syd for Krokskogen.

#### 10.2.3 Alternativ trasé til Skui

Trasévalget mot Skui tar av fra det til Isi ca. 2 km før dagåpningen i syd. Avstanden mellom de to traséene er ca. 300 m der tunnellene slutter. En kan forvente å få de samme problemene i dette sydlige området som beskrevet for linjen mot Isi, men borebrønnen på Isi gård blir neppe skadet. Heller ikke her ventes grensen mot underliggende sandstein å representere et problem med hensyn til lekkasjer se avsnittet «Generelt».

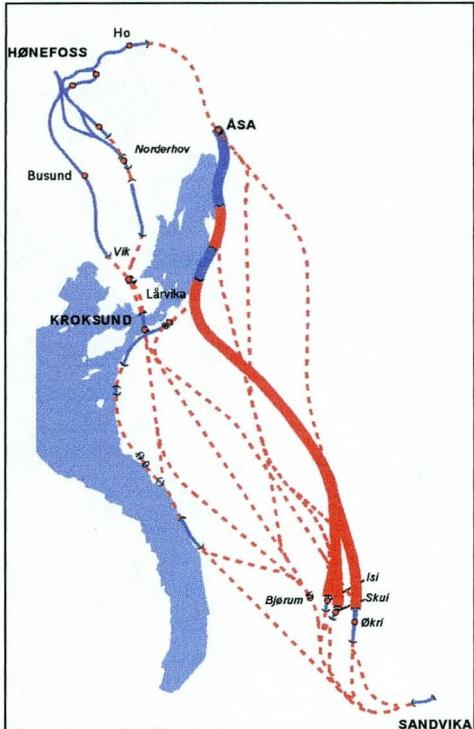
#### 10.2.4 Alternativ trasé til Økri

Denne traséen er tenkt å ta av i mer sydøstlig retning samme sted som traséene til Isi og Skui skiller lag, og føres i tunnel lenger mot sydøst, til dagåpning nær Økriveien ved Rykkin. Også her kan ventes problemer som beskrevet for linjen mot Isi.

Tunnelen videre mot Økriveien vil gå i Ringeriks-sandstein. Passering av grensen mellom lava og underliggende sandstein vil neppe skape store vannproblemer i dette området. Se avsnittet «Generelt». Videre frem mot Økri kan det ventes få lekkasjer, men overhøyden er meget liten, og løsavsetningene består av marine sedimenter, med fare for setningsskader på bebyggelse. For denne strekningen antas behov for **kategori 2** tetting, og partier med **kategori 1**, der traséen er i nærheten av bebyggelse.

## 10.3 Traséer fra Åsa

### 10.3.1 Åsa - Lårvika - Økri/Skui/Isi



Traséen starter ved Fleskerud i Åsa, og går i sydlig retning i Ringeriksandstein langs Steinsfjorden. Fra påhugget ved Fleskerud går den i en 900 m lang tunnel i et bebygget område frem til Tyrihjellen. Her inne i Åsa har brønnboringer gitt gode kapasiteter, slik at sandsteinen antas å være gjennomgående godt oppsprukket. Dette kan ha sammenheng med en stor forkastning (kalderagrense) som ligger  $\frac{1}{2}$  -  $1\frac{1}{2}$  km nordøst for traséen. Det er videre registrert flere forkastninger med nord-nordvestlig retning i området. På grunn av større deformasjon og oppsprekking må sandsteinen forventes å gi større lekkasjer for denne traséen enn for traséene sydøstover fra Kroksund.

Terrenget er relativt flatt, og med liten overhøyde over tunnelen, og her er en god del bebyggelse nær traséen. NGU har ikke opplysninger om borebrønner, men en del av bebyggelsen ligger på marine leirer

(Nordahl-Olsen, T. 1994). Større lekkasjer vil derfor kunne medføre setninger i grunnen, og skader på bygninger. Liten overhøyde og fare for setningsskader gjør at det for tunnelen antas behov for **kategori 2** tetting. Utover dette ventes ikke skader på overflaten langs denne del av traséen.

Videre går linjen i dagen frem til litt nord for Elviktangen, der den går inn i en 2,1 km lang tunnel forbi tangen, frem til Steinseter. Også her består fjellgrunnen av relativt godt oppsprukket Ringeriksandstein, og en del moderate lekkasjer kan forventes. I skråningen opp for Steinseter området ligger mange hytter, men NGU har ikke opplysninger om borebrønner i hytteområdet. NGU har derimot opplysninger om borebrønner på Elviktangen, og en tunnel uten tetting øst for disse vil kunne avskjære nedbørfeltet, og lede vannet vekk fra brønnene. Dette sammen med liten overhøyde gjør at **kategori 2** tetting antas nødvendig i tunnelen.

Linjen går i dagen videre sydover til Lårvika, der den går inn i tunnel under Krokskogen mot Guribysaga. De første ca. 3 km vil tunnelen gå i Ringeriksandstein (Rui, I.J., 1997. Berggrunn i tunnelnivå, manuskart). Sandsteinen er i dette området mindre oppsprukket enn

lenger nord, og bare beskjedne lekkasjer er å vente. Bortsett fra **kategori 2** tetting ved påhugget, er det sannsynligvis tilstrekkelig med **kategori 4** på denne strekningen.

Etter sandsteinen vil traséen passere gjennom de sedimentære bergartene under B1 basalten, og vannproblemer som beskrevet i avsnittet «Generelt» kan ventes. Det er imidlertid ikke sannsynlig at dette vil medføre større skader på overflaten som ligger ca. 300 m over tunnelen, der hverken vann eller bebyggelse antas å ligge innenfor et eventuelt utsatt område. Det anbefales likevel å gjennomføre kjerneboring i dette området forut for evt. tunneldrift for å bestemme tetningsbehovet. Sannsynligvis vil det måtte kreves **kategori 2** tetting for å unngå problemer.

Videre sydøstover mot kontakten til dypbergartene går traséen i et lite deformert område, der hverken forkastninger eller gangbergarter er registrert. Bortsett fra de forventet store problemene i området der traséen går inn i lavaene, og de første kilometerne etter dette, er det ikke ventet større vannlekkasjer videre mot dypbergartene, så lenge traséen ikke følger grensen mellom to lavastrømmer. Langs denne strekningen på 2 - 3 km er det sannsynligvis tilstrekkelig med **kategori 4** tetting.

Snaut to kilometer syd for Plassedammen skjærer traséen en markert forkastningssone langs Salmakerdalen. Sonen danner grensen mot dypbergartene. Over en strekning her på drøyt 500 m kan det ventes betydelige lekkasjer. Det er ikke sannsynlig at det her vil oppstå skader på overflaten. Terrenget ligger imidlertid bare omkring 150 m over tunnelen, slik at **kategori 2** antas nødvendig.

Gjennom dypbergartene ventes få lekkasjer ettersom forkastninger og ganger ikke er registrert langs linjen. Avstanden til Småvann som inngår i Bærum vannforsyning, er på det nærmeste ca. 750 m, og det er ikke registrert forkastninger fra vannet mot tunnelen. Det er derfor usannsynlig at vannet vil dreneres. Vannet ligger omkring 200 m over traséen, og det antas behov for **kategori 3** tetting der traséen er nærmest vannet. For øvrig antas **kategori 4** å være tilstrekkelig i dypbergartene.

Omkring 1,5 km sydvest for Aurevann, nær Guribysaga, går traséen inn i lavabergartene. Både ved kontakten, og på strekningen videre sydover mot Haugskollen, der tunnelen vil passere en god del forkastninger og gangbergarter, kan relativt mange vannproblemer, til dels over forholdsvis lange strekninger ventes å oppstå, ettersom traséen går nesten parallelt med noen av forkastningene. NGU har registrert to borebrønner i området.

Det er imidlertid ikke vann, og utenom området ved Guribysaga, praktisk talt ikke bebyggelse på denne strekningen. Ved Guribysaga er terrengets overhøyde bare omkring 50 m, mens det på resten av strekningen er i overkant av 150 m. Omkring lavagrensen ved Guribysaga antas

behov for **kategori 2** tetting, mens det for resten av strekningen antagelig vil klare seg med **kategori 3**, og **kategori 2** der større knusnings- og sprekkesoner gjør det nødvendig.

Fra området omkring Haugskollen antas traséen å gå inn i Ringeriksandstein (Rui, I. J., 1997. Berggrunn i tunnelnivå, manuskart), og tunnelen videre mot Økriiveien er beskrevet i avsnitt 10.2.4, alternativ trasé til Økri.

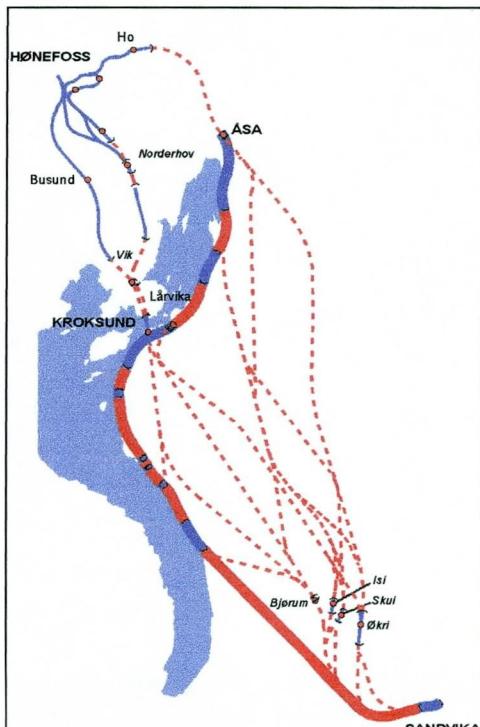
#### 10.3.2 Alternativ trasé mot Isi/Skui

Fra området sydvest for Aurtjern, ved Guribysaga, der grensen fra dypbergart mot lava krysses kan det ventes lekkasjer. Rett syd for der traséen krysser Lomma er det registrert en rekke små forkastninger som også forventes å kunne gi lekkasjer. NGU har registrert to borebrønner i området. Terrenget ligger bare omkring 50 m over traséen ved Guribysaga.

Videre sydover til omkring en kilometer nord for der de to traséene deler seg mot Isi og Skui, er et rolig parti, uten registrerte sprekker eller forkastninger. Overhøyden er imidlertid i underkant av 150 m. Sydover herfra kan det ventes større lekkasjer. Traséene er beskrevet under siste del av trasé Kroksund-Isi.

Det antas nødvendig/tilstrekkelig for hele den beskrevne strekningen fra Lavagrensen ved Guribysaga, og sydover til Isi, med **kategori 2** tetting.

#### 10.3.3 Åsa - Utvika - Skaret - Sandvika



Frem til Lårvika er traséen den samme som for Åsa-Lårvika-Økri/Skui/Isi. Fra Lårvika går traséen i tunnel til Kroksund. Bergarten langs den 2,2 km lange tunnelen er lite deformert Ringeriksandstein, og bare moderate lekkasjer kan forventes.

Det er imidlertid adskillig bebyggelse omkring traséen på hele strekningen, og NGU har registrert to borebrønner som vil kunne påvirkes. Mulige setningsskader på bygninger anlagt på løsavsetninger under marin grense (ca. 200 moh.) vil kunne forekomme. Terrengets overhøyde er mindre enn 150 m, og for tunnelen i sin helhet antas det å være behov for **kategori 2** tetting.

Etter Sundvollen er en ny dagstrekning frem til området ved Høgkastet. Herfra og frem til Nes går

linjen i tunnel med unntak av en liten dagsone ved Utvika. Også her er det lite deformert Ringeriksandstein, men sydøstover fra omkring gården Øvre Nes, består berggrunnen hovedsakelig av skifere og kalksteiner som er foldet om akser som stryker nord-nordøst.

Det er atskillig bebyggelse, og problemer som beskrevet ved Lårvika-Kroksund kan ventes. Det er svært mange hytter på strekningen, og NGU har registrert flere borebrønner som vil kunne ødelegges, enten som en følge av avskjæring av nedbørsfelt, eller ved drenering mot tunnelen. Setningsskader som følge av avskjæring av nedbørfelt for de bebyggede områdene nedstrøms for tunnelen kan heller ikke utelukkes. Overhøyden er hele veien mindre enn 150 m, og det antas behov for **kategori 2** tetting i hele tunnelen.

Fra Nes til området ved Skaret er det hovedsakelig tunnel, bortsett fra tre meget korte dagstrekninger. Sydover fra Sørsterud vil traséen gå i nedforkastede lavabergarter, og videre sannsynligvis i området omkring B1 basalten. Der tunnelen lenger syd antas å gå i B1 basalten er det ikke ventet vannproblemer som beskrevet i avsnittet «Generelt», ettersom den tettende grensen mot underliggende sediment her ligger helt ut mot stupet i vest. På grunn av manglende nedslagsfelt vestover, vil det ikke bli noen «grunnvannsopphopning» over sedimentene som faller slakt mot sydøst.

NGU har registrert en borebrønn som ligger utsatt til ved Skaret, ellers er det ikke ventet skader på overflaten langs denne tunnelen. Minimal overhøyde tilsier imidlertid at det bør benyttes **kategori 2** tetting.

Etter en dagsone fra Skaret til omkring der traséen skjærer riksvei 285 mot Sylling, går den inn i sammenhengende tunnel til ca. 1 km før Jong i Bærum, en strekning på 13,5 km.

Tunnelen går gjennom lavabergarter hele veien frem til østsiden av Ramsåsen vest for Stovivann, der den går ut av lavaene og inn i Ringeriksandstein som her synes å grense direkte mot overliggende B1 basalt.

På denne strekningen er det registrert mange forkastninger og gangbergarter som skjæres av tunnelen. De fleste står imidlertid nokså på tvers av linjens retning, slik at de enkelte lekkasjeområdene blir av begrenset lengde. NGU har registrert noen borebrønner langt vest på Sollihøgda som vil kunne påvirkes. For øvrig finnes det ikke bebyggelse på strekningen utenom området ved gården Bråten.

Huldretjern som ligger i et sprekkekryss rett over traséen er utsatt med tanke på drenering. Også Tjernslitjern gjennomsettes av en av disse sprekkene ca. 500 m nord for tunnelen. Uten tetting vil også dette kunne bli påvirket, tunnelen er bare ca. 120 m under terrenget i dette området. Omkring 4 km lenger sydøst ligger Puttmyrene med sine små tjern kritisk til i en sprekkesone med traséen ca. 200 m rett under. I det samme området går også en forkastning

fra Svartvannet mot traséen som ligger ca. 500 m unna. Det er en teoretisk mulighet for at vannet kan bli påvirket.

Det antas behov for **kategori 2** tetting fra tunnelpåhugget og ca. 2,5 km videre til noe forbi gården Bråten. Deretter antas det i hovedsak å være tilstrekkelig med **kategori 3** de neste ca. 2 kilometerne frem til dalen ved Godland, hvorfra **kategori 2** igjen antas nødvendig frem til Urselva er passert.

Der traséen går inn i Ringeriksandstein øst for Ramsåsen ventes ikke grunnvannsproblemer av betydning. Dette skyldes at grunnvannet her, på grunn av lagenes østlige fall, renner av i kilder under B1 basalten, og ikke hoper seg opp som det antas å gjøre under det sentrale Krokskogområdet. Se avsnittet «Generelt».

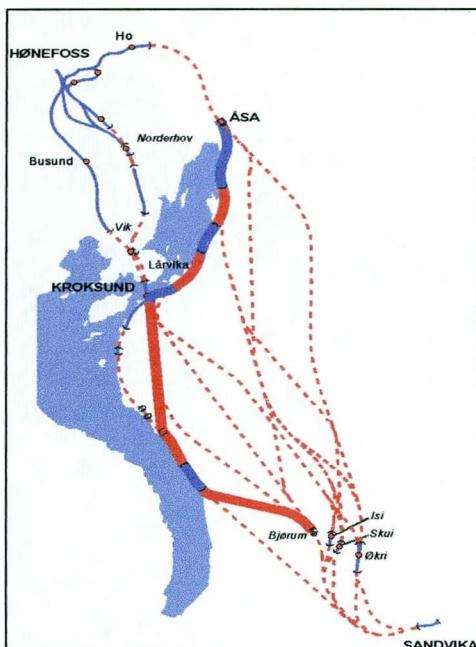
Gjennom sandsteinen mellom Ramsåsen Ringiåsen ventes ingen spesielle problemer. Under Ringiåsen som er begrenset av forkastninger både i vest og øst, vil tunnelen passere i underliggende Ringeriksandstein (Rui, I.J., 1997. Berggrunn i tunnelnivå, manuskart). Det kan ventes lekkasjer i forbindelse med disse, selv om vanntapsmålinger i en diamantboring til 179,81 m, som er skrådd mot øst fra Ringåsens vestside, viste moderate vanntap mot dypet (NGIs borelogg for kjernehull 3, 1997).

Den østlige av disse forkastningene går nordover til Stovivann, ca. 1 km fra der traséen skjærer tunnelen. Det er viktig å være oppmerksom på forholdet ettersom tunnelen i dette området går svært grunt under terrengoverflaten.

Etter forkastningen øst for Ringiåsen går traséen inn i foldete kalksteiner og skifere under lavaen i Tanumplatået. Selv om ganger og forkastninger ikke er registrert i dette området, er det fare for å drenere borebrønner oppe på platået, der NGU har opplysninger om mange slike. Øst for dette platået kommer tunnelen ut på overflaten, og går i dagen videre til Sandvika.

Fra Urselva og frem mot naturreservatet øst på Ramsåsen, der overhøyden er mellom 200 og 300 m, vil **kategori 4** tetting antagelig være tilstrekkelig. Videre under naturreservatet, og frem til tunnelutløpet øst for Tanumplatået, kan det på grunn av gjennomgående liten overhøyde og sensitive områder, i hovedsak bli nødvendig med **kategori 1**.

#### 10.3.4 Variant Sundvollen-Skaret



I stedet for å følge Holsfjorden, går denne varianten direkte fra Sundvollen til Skaret. De første ca. 5 km går tunnelen i temmelig udeformert Ringerik-sandstein, men den følger en sprekkesone som er registrert på overflaten. Det kan derfor ventes lekkasjer langs denne delen av traséen. Kroktjernet og myrer i Finneflakområdet ligger i den samme sprekkesonen. Selv om terrenget oppe på platået ligger omkring 300 m over traséen, kan det likevel i uheldig fall tjernet og myrene bli utsatt for drenering mot tunnelen om denne ikke tettes. Ut over dette er det praktisk talt ikke bebyggelse og dermed brønner på overflaten som vil kunne skades.

Heretter vil tunnelen gå omkring 2 km i foldet skifer og kalkstein under Skarpsnoåsen (Rui, I.J., 1997).

Berggrunn i tunnelnivå, manuskart). I dette området er det heller ikke ventet problemer av betydning. De siste ca. 750 m, der traséen går i skaret mellom Skarpsno- og Nordlandsåsen som representerer en større sprekke-/forkastningssone, kan det uten tetting ventes betydelige lekkasjer videre frem til der linjen løper sammen med den langs Holsfjorden via Utvika. Det ventes imidlertid ikke skader på overflaten.

Det antas behov for **kategori 2** tetting ved påhugget nær Sundvollen og for den siste kilometeren mellom Skarpsno- og Nordlandsåsen. Under Kroktjernet og myrområdene omkring antas også behov for **kategori 2**, mens det for resten av tunnelen antas tilstrekkelig med **kategori 4**.

#### 10.3.5 Variant Skaret-Bjørum

Etter dagsonen ved Skaret er linjen tenkt lagt i tunnel direkte til dagsonen ved Bjørum. Tunnelen vil i sin helhet gå i lavabergartene (Rui, I.J., 1997. Berggrunn i tunnelnivå, manuskart). Linjen krysser to registrerte forkastninger på den første kilometeren. Begge møtes i et kryss under Tjernslitjern. Den østligste skjæres ved tjernets sydkant. Tjernet ligger bare

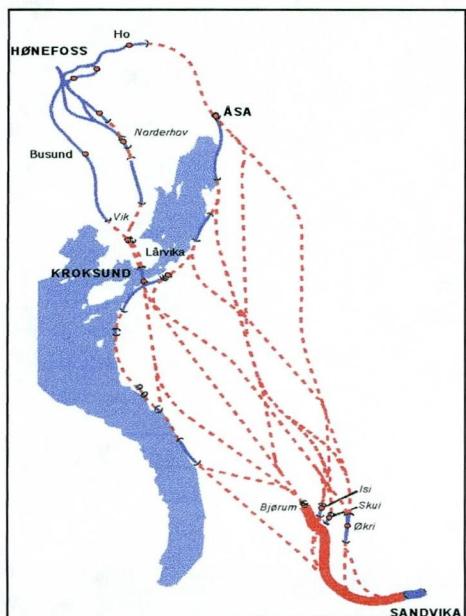
ca. 120 m over tunnelen, og fare for drenering av tjernet er tilstede. Det samme gjelder to borebrønner som NGU har registrert langt sydvest på Sollihøgda. Det antas å bli behov for **kategori 2** tetting de første 1,5 km av tunnelen.

Videre følger et rolig parti de neste ca. 2 km frem til Skoglund. På strekningen er det registrert en gangbergart som skjæres med ca. 70° vinkel mellom Solbakken og Bråten. Den vil neppe skape store problemer. Generelt virker denne strekningen ukomplisert med hensyn til vannlekkasjer så sant tunnelen ikke følger en grense mellom to lavastrømmer. NGU har registrert flere borebrønner i området Sollihøgda-Avtjerna, men det er lite trolig at disse vil påvirkes. Overhøyden er imidlertid godt under 150 m på denne strekningen, så **kategori 2** tetting antas nødvendig.

Sydøstover fra Skoglund, frem til dagåpningen ved Bjørum er det registrert relativt mange forkastninger og gangbergarter. De aller fleste skjæres nesten på tvers, slik at de eventuelle enkeltlekkasjer bare vil opptre over små avstander. Terrenget på strekningen ligger flere steder godt under 100 m over tunnelen, og det finnes atskillig bebyggelse, med fire borebrønner registrert av NGU langs traséen. Uten tetting må en gå ut fra at brønner i dette området vil bli ødelagt av en tunnel. Det finnes imidlertid ingen vann eller myrer som vil kunne dreneres. Det antas behov for **kategori 2** tetting fra Skoglund til Bjørum.

## 11. TRASÉER I BÆRUM, SYD FOR KROKSKOGEN

### 11.1 Børum - Sandvika



Etter en kort dagåpning ved Bjørum, går traséen i tunnel videre mot syd-sydøst. Påhugget etter Bjørum vil skje i meget deformerte lavabergarter, og etter bare ca. 200 m vil den passere inn i underliggende Ringeriksandstein, og fortsette i denne videre mot syd, også under lavakollene Svartoråsen og Ringåsen (Rui, I.J., 1997. Berggrunn i tunnelnivå, manuskart). Som beskrevet i avsnittet «Generelt», er passeringen av grensen under lavaene og inn i sandsteinen sannsynligvis ikke forbundet med store lekkasjer som følge av «vannoppophopninger» over sandsteinen i dette området. Fra påhugget ved Bjørum og frem til under Svartoråsen, vil traséen passere en rekke forkastninger og sprekker, og det kan forventes atskillige lekkasjer.

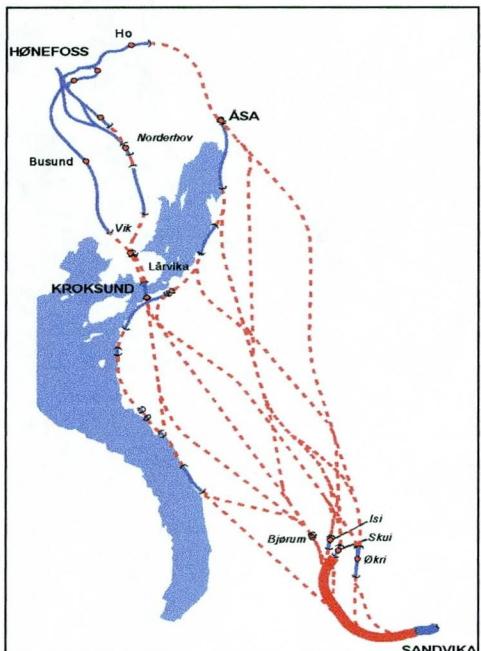
Det ligger en del hytter nær traséen, men NGU har ikke registrert noen borebrønner. Videre sydover går traséen svært nær Stovivannet, og selv om den går i et lite deformert område, skilt fra vannet ved en steil forkastning med nordlig retning, vil lekkasjer fra vannet mot tunnelen kunne forekomme ettersom traséen ligger grunt i dette området.

Traséen ligger i sin helhet grunnere enn 150 m, til dels vesentlig grunnere, slik at det kan forventes behov for **kategori 1** og **2** tetting for hele strekningen. Videre mot Sandvika er traséen beskrevet i siste del av avsnittet Åsa-Utvika-Skaret-Sandvika.

## 11.2 Isi - Sandvika

Traséen går i dagen frem til Østre Kleiva, nord for Svartorberget, hvorfra den fortsetter i tunnel videre etter samme trasé som linje Bjørum-Sandvika, se denne.

## 11.3 Skui - Sandvika



Etter dagsonen fra traktene øst for Isi, går traséen inn i tunnel igjen nær Smedstad. Tunnelen går i Ringerik-sandstein hele veien. Fra påhugget til der traséen har krysset Svartorberget ved Linbråtan kan det ventes en god del vannproblemer i forbindelse med forkastninger. Forkastningene skjæres på tvers, slik at de enkelte lekkasjepunktene blir av liten utstrekning, og det er lite bebyggelse langs tunnelen frem til Linbråtan, der NGU har registrert en borebrønn.

Sydover fra Linbråtan til skytebanen vest for Ringåsen er det ikke registrert forkastninger, og det kan ventes ubetydelige lekkasjer i tunnelen. Det er en del bebyggelse ved den første delen av denne strekningen, og setninger i marine avsetninger som følge av lekkasjer vil kunne gi skader på bebyggelse.

Traséen går på det nærmeste ca. 700 m vest for Stovivann, og drenering av vannet anses usannsynlig ettersom fjellgrunnen består av lite tektonisert Ringeriksandstein, og hverken forkastninger eller ganger er registrert mellom vannet og traséen.

Overhøyden er imidlertid i hele tunnelområdet mindre enn 150 m, og mye av traséen går i sensitive områder, slik at det generelt antas behov for **kategori 2** tetting, med **kategori 1** ved de mest sensitive områdene.

Syd for skytebanen passerer traséen forkastningen vest for Ringåsen, og herfra er den sammenfallende med traséen fra Åsa-Utvika-Skaret-Sandvika. Se beskrivelsen for siste del av denne traséen.

#### 11.4 Økri - Sandvika

Traséen går inn i tunnel etter kryssing av Isielva. Den første kilometeren går den rett sydover i udeformert Ringeriksandstein. Det er ikke ventet lekkasjer av betydning, men setnings-skader vil kunne forekomme, og brønner som er registrert av NGU i Stoviområdet vil kunne ødelegges om en tunnel ikke tettes.

Herfra er det to alternative traséer mot Sandvika. Den vestlige fortsetter i Ringeriksandstein rett mot syd, meget nær østsiden av Stovivannet og videre til den går inn i skifer ved Ringi nord for Tanumåsen. Det er ikke ventet store lekkasjer på denne strekningen, men en må likevel være oppmerksom på faren for lekkasjer fra Stovivannet. Langs tunneltraséen frem hit vil det kunne oppstå bygningsskader som følge av setninger i de marine sedimentene på grunn av lekkasjer mot tunnelen.

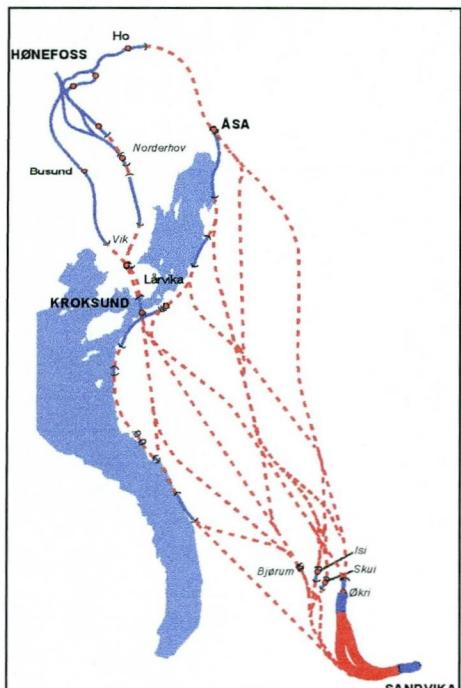
Traséen fortsetter nå i foldete skifere og kalksteiner sydøstover under lavaene i Tanumåsen, der den faller sammen med traséen fra Åsa-Utvika-Skaret-Sandvika. Se beskrivelsen for siste del av denne traséen.

Den østlige tunneltraséen svinger sydøstover fra Stovi, mot Tanum kirke, og videre til dagåpningen ved Jong. Også denne traséen går i Ringeriksandstein meget nær Stovivannet og videre sydøstover til de foldete skifrene og kalksteinene påtreffes ca. 500 m vest for Tanum kirke. Problemene på denne strekningen, og frem til Tanumåsen er passert, er som beskrevet for det vestlige alternativet.

Fra Tanumåsen og frem til Jong er det registrert både forkastninger og gangbergarter. Lekkasjer vil kunne gi setninger og bygningsskader på denne strekningen der løsavsetningene er marine sedimenter. Fellesvannverk gjør at det neppe vil oppstå brønnskader, og det finnes ikke vann som kan bli drenert.

Liten overhøyde og sensitive områder gjør at det både for den vestlige, og den østlige traséen i sin helhet, kan

bli nødvendig med **kategori 1** tetting.



## 12. TRASÉER FORESLÅTT AV NGI OG PROSPEKTERING A/S

### 12.1 Kroksund - Kjaglia - Rønningen - Sandvika

Fra Kroksund til Kjaglia er traséen som beskrevet for Kroksund-Bjørum. Fra Kjaglia, der NGU har registrert en borebrønn som vil kunne skades, tar traséen av i mer sydlig retning, mot Rønningen, vest for Stovivannet. De første ca. 3 km fra Kjaglia går traséen i lavabergartene frem til ca. 500 m etter kryssing av Ringeriksveien. På denne strekningen krysses en rekke registrerte forkastninger og gangbergarter, flere enn for traséen rett frem mot Bjørum. Nord for Ringeriksveien følger dessuten traséen en forkastning over en strekning på ca. 1 km, som hvis den faller steilt, vil kunne skape atskillige problemer.

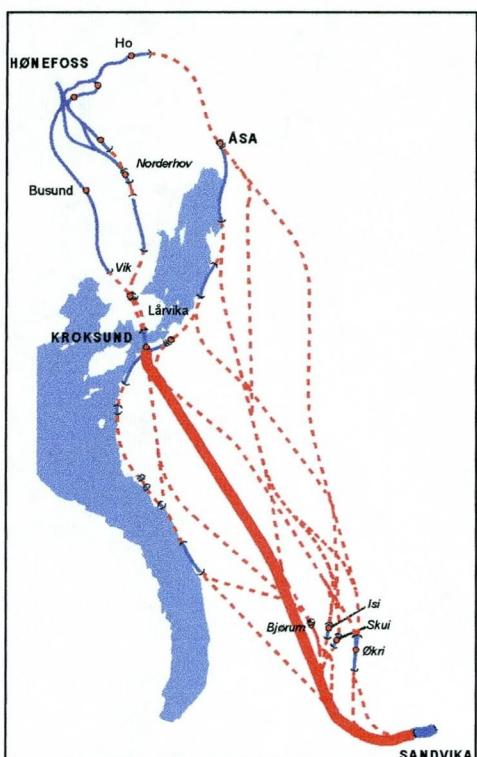
Uten tetting i tunnelen kan det ventes hyppige vannproblemer på disse tre kilometerne, til dels med lang utstrekning langs tunnelen. Ålevann ligger ved skjæringspunktet mellom to av forkastningene, som begge skjæres av traséen 200-300 m fra vannet. Vannet vil kunne bli drenert mot tunnelen som ligger mindre enn 150 m under vannet. Liten overhøyde fra Kjaglia området frem til stigningen mot Risfjellet ca. 500 m syd for Ringeriksveien gjør at det antas behov for **kategori 2** tetting.

Etter disse første 3 km fortsetter tunnelen i Ringeriksandstein (Rui, I.J., 1997. Berggrunn i tunnelnivå, manuskart) frem til Rønningen øst for Ramsåsen. Det er ikke registrert forkastninger eller

gangbergarter i området, og det kan ventes lite vannproblemer i tunnelen. Sydover fra et stykke nord for kryssing av Urselva blir det imidlertid svært liten overhøyde over tunnelen, og uten tetting kan det oppstå skader i form av setninger, og eventuell påvirkning av en NGU registrert borebrønn nær Rønningen. Rett vest for traséen er det i tillegg et naturreservat i østskrenten av Ramsåsen.

Frem til litt nord for kryssingen av Urselva, med mer enn 200 m overhøyde, og hverken bebyggelse eller vann på overflaten, antas det å være tilstrekkelig med **kategori 4** tetting. Videre sydover, der overhøyden går ned til omkring 70 m, antas behov for **kategori 2**.

Ved Linbråtan møter traséen den fra Skui mot

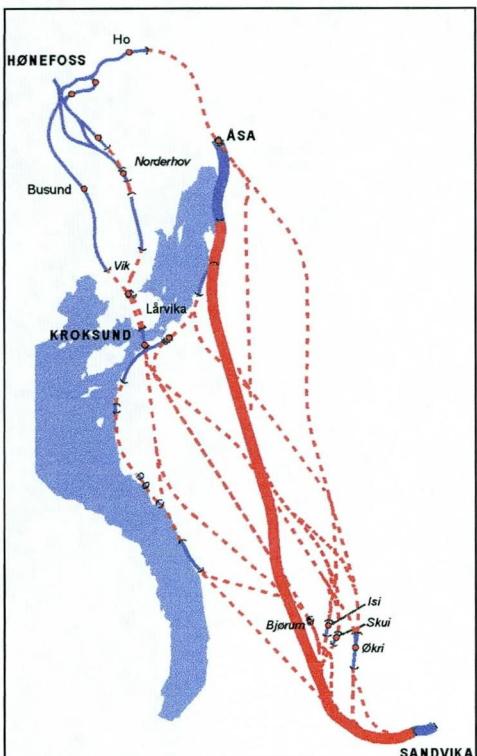


Sandvika, se beskrivelsen av denne, og for traséen videre sydover fra skytebanen, se siste del av traséen Åsa-Utvika-Skaret-Sandvika.

## 12.2 Åsa - Bukkehøgda - Kjaglia - Rønningen - Sandvika

Linjen starter ved Fleskerud i Åsa, og følger samme trasé som Åsa-Lårvika-Økri/Skui/Isi

frem til Nordenga ved Elnestangen i Steinsfjorden, der de skiller lag. De første ca. 5 km etter påhugget ved Nordenga vil gå i Ringeriksandstein (Rui, I.J., 1997. Berggrunn i tunnelnivå, manuskart).



Det er registrert en del forkastninger i området, og umiddelbart etter påhugget krysses en av disse under en spiss vinkel.

NGU har ikke opplysninger om borebrønner i et hyttefelt opp for tunnelen, men en tunnel uten tetting vil kunne avskjære nedbørsfeltet til to registrerte borebrønner ned for tunnelen. En slik avskjæring vil også kunne medføre setningsskader på bebyggelse omkring Bjørnsvika, der det er marine løsavsetninger.

Det ligger noen småvann nær traséen oppe på platået. Tjernenes beliggenhet ut mot stupet under Krokskogplatået, og med minimale nedbørfelt, tyder på at de i

bunnen er tettet av finkornete sedimenter, som hindrer at vannet trenger ned i de underliggende lavabergartene. Dette sammen med en overhøyde på ca. 300 m, gjør det lite sannsynlig at vannene vil bli påvirket. Myrormstjernet er det som eventuelt kan være noe utsatt, ettersom det skjæres av en forkastning.

På denne strekningen i Ringeriksandstein antas behov for **kategori 2** tetting den første kilometeren etter påhugget, og deretter **kategori 4** videre, med unntak av ca. 500 m under tjernene der det for sikkerhets skyld bør benyttes **kategori 3**.

Etter strekningen med Ringeriksandstein går traséen gjennom grensen mot de sedimentære og vulkanske bergartene fra karbon- og permiden. Problemer som kan oppstå her er beskrevet under avsnittet «Generelt». Selv om det vil kunne bli store lekkasjer inn i en tunnel uten tetting, er det ikke ventet skader på overflaten. Omkring denne grensen bør det tettes med **kategori 2**.

Etter at denne grensen er passert, går traséen i lavaene, og den følger et høydedrag uten registrerte forkastninger, og kun en registrert gangbergart skjæres mot slutten av denne 8 km lange strekningen frem til fylkesgrensen syd for Gaupehaugen. Det er ikke ventet større vannproblemer eller skader på overflaten på denne strekningen der overflaten ligger omkring 200 - 300 m over tunnelen, dersom traséen unngår grensesoner mellom lavastrømmer. Det antas at **kategori 4** tetting er tilstrekkelig på denne strekningen som er uten spesielt sensitive områder på overflaten.

De neste ca. 5 km sydover til nordkanten av Risfjellet ved Skuibakken, fortsetter traséen i lavabergartene. På denne strekningen skjæres en rekke forkastninger og gangbergarter som antas å ville gi vannlekkasjer mot en tunnel uten tetting. Størst problemer blir det sannsynligvis ved begynnelsen av strekningen, der Kjaglidalen med Isielva krysses med ca. 20° vinkel. Grovt regnet ligger tunnelen omkring 30 m under bunnen av dalen, og det må påregnes store lekkasjer, matet fra blant annet Isielva.

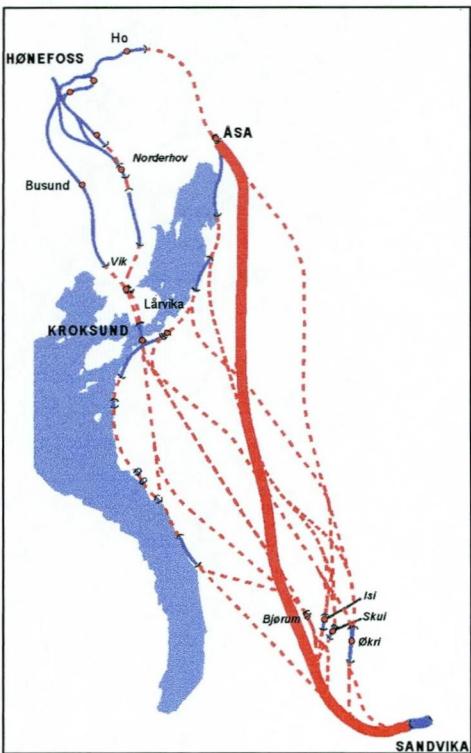
Frem til der traséen passerer omkring 300 m koten ned mot Kjaglidalen anses det tilstrekkelig med **kategori 3** tetting ettersom overhøyden er over 150 m, og det ikke er registrert spesielt sensitive områder på overflaten. Herfra til Kjaglia antas det å bli behov for **kategori 2**.

Sydover fra Kjaglia er traséen sammenfallende med Kroksund-Kjaglia-Rønningen-Sandvika, se denne.

### **12.3 Åsa - Gyrihaugen - Kjaglia - Rønningen - Sandvika**

Traséen er et nytt alternativ for å unngå trafikkstøy på strekningen Åsa-Lårvika. Tunnelen starter i Åsa ved samme påhugg som trasé Åsa-Brennåsen-Guriby-Økern-Sandvika, men svinger av i mer sydlig retning etter ca. 1 km. De første 8 km vil tunnelen gå i Ringeriks-sandstein. Her kan ventes samme problemstilling som beskrevet for Åsa-Brennåsen-Guriby-Økern-Sandvika, blant annet med hensyn til bebyggelsen på de første 2 km. Fra ca. 2-3 km er det en del hytter, og under Gyrihaugen passerer linjen mellom Migartjern og Gyrihaugtjern. Det siste skjæres av to registrerte sprekkesoner. Traséen går her i Ringeriks-sandstein omkring 400 m under tjernene, og ventes ikke å skape problemer på overflaten.

Det antas behov for **kategori 2** tetting de første 2,5 km etter påhugget. For resten av denne strekningen, bortsett fra området ved Migartjern og Gyrihaugtjern, anses **kategori 4** å være tilstrekkelig, mens det i området under tjernene for sikkerhets skyld bør foretas **kategori 3** tetting.



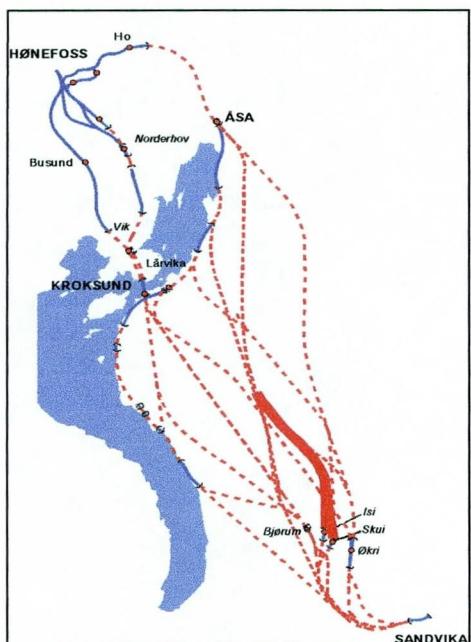
Omkring 8 km etter påhugget vil traséen nå inn i de sedimentære og vulkanske bergartene fra karbon- og permiden (Rui, I.J., 1997. Berggrunn i tunnelnivå, manuskart). Her kan ventes problemer som beskrevet under avsnittet «Generelt», altså vesentlig mer alvorlige enn for trasé Åsa-Brennåsen-Guriby-Økern-Sandvika.

Terrenghøyden varierer, men ligger her omkring 150-200 m over tunnelen, og består av koller uten vann, men med en del hyttebebyggelse, NGU har ikke registrert borebrønner i området, og skader på overflaten anses lite sannsynlig selv om det løper en nord-nordvestrettet forkastning ved hytteområdene. For å hindre problemer antas imidlertid systematisk forinjeksjon (**kategori 2**) i området omkring grensen mot lavaene.

De neste drøyt 3 km vil tunnelen gå i lavabergartene frem til rett øst for Runtomtjern. På denne strekningen er det bare registrert en forkastning i et ellers lite deformerte område. En må anta at eventuelle vannproblemer vil bli små, med mindre det drives langs en grense mellom to lavastrømmer. Overhøyden er fra ca. 150-250 m på strekningen, og **kategori 4** tetting antas å være tilstrekkelig.

Videre sydover fra trakten øst for Runtomtjern, er traséen sammenfallende med trasé Åsa-Bukkehøgda-Kjaglia-Rønningen-Sandvika, se denne.

## 12.4 Deltrasé Briskehaugen - Rognliåsen-Isi/Skui



Fra nord på Briskehaugen svinger denne traséen av mot sydøst fra trasé Bukkehøgda-Kjaglia-Rønningen-Sandvika. De første ca. 1,5 km frem til der Salmakerdalen krysses ved Langebru er det ikke registrert forkastninger eller gangbergarter, og terrenget er mer enn 150 m over tunnelen. **Kategori 4** tetting antas tilstrekkelig.

Salmakerdalen representerer imidlertid en markert forkastning, og terrengets overhøyde avtar det siste stykket frem til dalen, og er bare vel 100 m der dalen krysses. Det er flere hytter og to gårdsbruk på overflaten, og en borebrønn er registrert. I tillegg finnes myrer og to tjern i nærheten av traséen. Omkring 1 km, fra noe før Salmakerdalen, og frem til overhøyden igjen blir mer enn ca. 150 m, nordvest på

Rognliåsen antas det å bli behov for **kategori 3**, og stedvis **kategori 2** tetting.

Oppå Rognliåsen er registrert to forkastninger og gangbergarter som krysses av traséen. Overhøyden er mer enn 150 m, og det er ikke følsomme områder på overflaten, slik at **kategori 4-3** tetting antas tilstrekkelig.

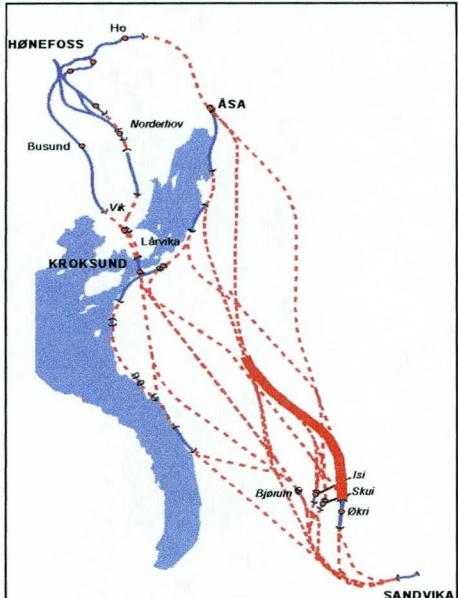
Bortsett fra to forkastninger ved Jonsrudtjernet, går traséen nå i et rolig parti de neste ca. 2 km frem til Dromåsen. Overhøyden er omkring 150 m, og bortsett fra området omkring Jonsrud-tjernet er det ikke registrert sensitive områder på overflaten. **Kategori 4** tetting antas å være tilstrekkelig på denne strekningen bortsett fra området ved Jonsrudtjernet, der det antas å bli behov for **kategori 3** tetting.

Videre sydover skjærer traséen flere registrerte forkastninger. Noen av disse stryker også i nordlig retning, slik at de vil kunne skape problemer over relativt store strekninger. Ved Gaupeberget deles traséen opp i et vestlig alternativ mot Isi, og et østlig mot Skui. Avstanden mellom de to er liten, og når det gjelder vannproblemer antas de noenlunde likeverdige.

Overhøyden er i overkant av 150 m frem til sydkant av Gaupeberget, og det er ikke registrert følsomme områder på overflaten. Frem hit antas derfor **kategori 3** tetting å være tilstrekkelig, mens det sydover fra Gaupeberget, ettersom terrenget faller, antas å bli behov for **kategori 2**.

Syd for lavaskrenten nord for Isi - Grinda, er de to traséene sammenfallende med siste del av trasé Kroksund-Isi (avsnitt 10.2.2) og alternativ trasé til Skui (avsnitt 10.2.3).

## 12.5 Deltrasé Briskehaugen - Rognliåsen - Haugskollen - Økri



De første ca. 1,5 km fra nord på Briskehaugen, og frem til der Salmakerdalen krysses, er traséen sammenfallende med deltrasé Briskehaugen-Rognlia-Isi/Skui (avsnitt 12.4). Fra Salmakerdalen tar den av i svakt mer østlig retning. Frem mot Jonsrudtjernet er de to traséene så nær hverandre, at det som er sagt i avsnitt 12.4, også gjelder for traséen som her beskrives.

Sydøstover fra Jonsrudtjernet og frem til Haugskollen er det mindre forkastninger enn for traséen mot Isi/Skui. Bortsett fra tre registrerte forkastninger som skjæres på tvers over en strekning på ca. 800 m øst for Dromskollen, er det ikke registrert problemer på denne ca. 3 km lange strekningen. Terrenget ligger vel 150 m over tunnelen, og det er ikke registrert sensitive områder på overflaten. **Kategori 4** tetting antas tilstrekkelig, utenom korte partier med **kategori 3** øst for Dromskollen.

To gangbergarter skjæres på tvers nord på Haugskollen, og videre sydover løper traséen parallelt med en nord-sydrettet forkastning, samtidig med at terrenget synker. Det antas behov for **kategori 3** tetting, og mot slutten **kategori 2** på denne siste kilometeren frem mot gården Nordby, syd for lavaskrenten. Traséen er videre beskrevet under avsnitt 10.2.4, alternativ trasé til Økri.

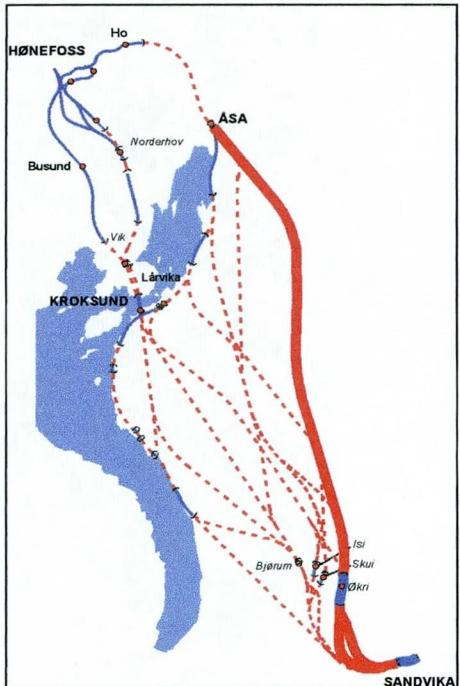
## 13. IKKE LENGER AKTUELL TRASÉ

### 13.1 Åsa - Brennåsen - Guriby - Økern - Sandvika

Traséen er tenkt lagt i tunnel fra rett øst for Fleskerud i Åsa, under Lølvia og Kampenseter og videre sydover til Økri. Den ligger i grensesonen mellom Krokskogen i vest og Nordmarka i øst.

Tunnelen starter i Ringeriksandstein, og fortsetter i dette de første ca. 5 km. Her inne i Åsa har brønnboringer gitt gode kapasiteter, slik at sandsteinen antas å være gjennomgående godt

oppssprukket. Dette kan ha sammenheng med en stor forkastning (kalderagrense) som ligger  $\frac{1}{2}$  -  $1\frac{1}{2}$  km nordøst for traséen. Det er videre registrert et stort antall forkastninger med nord-nordvestlig retning i området.



På grunn av større deformasjon og oppsprekking må sandsteinen forventes å gi større lekkasjer for denne traséen enn for traséene sydøstover fra Kroksund. Det er imidlertid stor stigning på terrenget over tunnelen, og i løpet av disse første 5 kilometerne stiger terrenget til en overhøyde på 400 m og mer. Vannproblemer kan derfor ventes å avta mot sydøst ettersom terrenget stiger.

Terrenget er relativt flatt de første ca. 2 km fra påhugget, og her er en god del bebyggelse nær traséen. NGU har ikke registrert borebrønner, men det må antas at en del av bebyggelsen ligger på marine leirer (Nordahl-Olsen, T. 1994). Større lekkasjer mot en tunnel uten tetting vil kunne medføre setninger i grunnen, og skader på bygninger langs traséen. Det samme kan forårsakes av en utett tunnel som avskjærer nedbørsfeltet til bebyggelse ned for tunnelen, og da kan også to registrerte borebrønner påvirkes.

Dette kombinert med liten overhøyde, gjør at det antas behov for **kategori 2** tetting fra påhugget og frem til etter at traséen har passert veien til Damtjern, en strekning på ca. 3 km. For de neste ca. 2 km anses **kategori 4** å være tilstrekkelig.

Etter ca. 5 km forventes tunnelen å gå inn i de samme sedimentene, hovedsakelig skifere og kalksteiner, som i siste del av tunnelen syøstover fra Haugsbygd. Traséen ventes å fortsette i disse sedimentene de neste ca. 3 km. Informasjon om disse sedimentene i denne posisjon er tatt fra (Rui, I.J., 1997. Berggrunn i tunnelnivå, manuskart).

På denne del av traséen kan det ventes minimalt med lekkasjer. Traséen ligger på stort dyp, ca. 400 m under overflaten, og med nærliggende kalksteiner, er det sannsynlig at opprinnelig åpne sprekker for en stor del er tettet av sekundær kalkspat. Dette må anses som positivt, ettersom store myrområder, turisthytta Lølvlia og flere andre hytter finnes over tunnelen.

På grunn av de forholdsvis sensitive områdene på overflaten, antas behov for **kategori 3** tetting på denne strekningen.

Etter å ha passert gjennom sedimentene vil traséen sannsynligvis såvidt berøre de sedimentære, og muligens også vulkanske bergartene fra karbon- og permiden (Manuskart, Rui, I.J., 1997). Problemene som beskrevet under avsnittet «Generelt» antas å ville bli nokså ubetydelig langs denne traséen, ettersom de tettende sedimentene under B1 lavaen i dette området bare har en meget liten utstrekning langs tunnelen før traséen går inn i Oslofeltets dypbergarter ved Stormyra syd for Løvlia.

Manuskartet som viser bergartene i tunnelnivået er naturlig nok forbundet med usikkerheter, slik at i heldig fall vil en overhodet ikke støte på de unge sedimentene med tilhørende vannproblemer under B1 basalten. Enten de påtreffes eller ikke, vil imidlertid grensesonen mot dypbergartene representere en sone som normalt vil kunne gi store lekkasjer mot en tunnel uten tetting. I tillegg er det registrert en del forkastninger, hovedsakelig med nordlig retning.

For dette området under Stormyra bør det derfor foretas **kategori 2** tetting over en strekning på ca. 1 km.

Fra Stormyra går traséen videre i Oslofeltets dypbergarter frem til nordkant av Solkollen nord for Guribysaga, samme punkt som traséen Åsa-Lårvika-Isi/Skui/Økri. Dette er en strekning på drøyt 10 km.

Traséen følger et høydedrag sydover på vestsiden av Trehørningen, Byvann og Småvann. Som beskrevet foran i denne rapporten, har alle dypbergartene i Oslofeltet noenlunde like hydrogeologiske egenskaper. De er generelt relativt tette, men der det er sprekkesoner og forkastninger, kan disse være sterkt vannførende og åpne til store dyp.

Traséen går meget nær vestkanten av vannene Trehørningen og Byvann, og den går langs vestkanten av Småvann. Nettopp i dette området er det en del markerte sprekkesoner som stryker ut i vannene, og som skjæres av traséen som her ligger mindre enn 150 m under vannene som derfor vil kunne bli drenert mot en tunnel uten tetting.

Det er grunn til å minne om at det oppsto store lekkasjer i jernbanetunnelen mellom Asker og Drammen, som gikk gjennom en av Oslofeltets dypbergarter (Drammensgranitt).

Trehørningen, Byvann og Småvann inngår i Bærum vannforsyning, slik at eventuell drenering vil være svært alvorlig.

Strekningen etter Stormyra, og frem mot dalen mellom Monsebråtan og Trehørningen synes ukomplisert, og **kategori 4** tetting antas tilstrekkelig. Fra litt nord for denne dalen, og sydover til kontakten mot lavaene er passert mellom Aurevann og Guribysaga, antas i hovedsak behov for **kategori 2** tetting utenom en strekning på ca. 1 km under Brennåsen, der det antas tilstrekkelig med **kategori 4**.

Linjen videre sydover er beskrevet under siste del av avsnittet Åsa-Lårvika-Økri/Skui/Isi. Etter Økern følger traséen samme linje som det vestlige alternativet for traséen Økri-Sandvika, se disse.

## **14. PRIORITERING AV TRASÉER BASERT PÅ HYDROGEOLOGISKE KRITERIER**

### **14.1 Traséer på Ringerike**

- Som nr. 1 foreslås Hønefoss-Busund-Kroksund. Denne har de korteste tunnelstrekningene, og det ventes ikke problemer av betydning.
- Som nr. 2 foreslås Hønefoss-Norderhov-Kroksund. Traséen har noe mer tunneler, men heller ikke her ventes problemer av betydning.
- Som nr. 3 foreslås Hønefoss-Åsa. Dette anses som et vesentlig dårligere alternativ enn 1 og 2 ettersom det kan ventes store problemer på strekningen Hov-Klekken. Fra Klekkenområdet og videre til tunnelåpningen ved Fleskerud ventes imidlertid ikke problemer av betydning.

### **14.2 Traséer under Krokskogen**

Generelt kan sies at ingen av traséene på denne strekningen er uproblematiske. Nedenfor er de tre antatt minst problematiske rangert. Dette betyr imidlertid ikke at alle de øvrige traséene nødvendigvis er vesentlig mer problematiske. De er alle beskrevet foran. Dersom en trasé følger grensen mellom to lavastrømmer vil det kunne oppstå betydelige problemer. Med dagens bakgrunnsmateriale kan dette vanskelig avgjøres. Når en endelig trasé velges må derfor borer avklare dette forholdet.

Den nå uaktuelle traséen Åsa-Brennåsen-Guriby (avsnitt 16) er for en stor del gunstig. Grunnen til at denne ikke er blant de hydrogeologisk prioriterte, skyldes traséens nærhet til det oppsprukne partiet der Trehørningen, Byvann, Småvann og Aurevann ligger. Dette er vann som inngår i Bærums vannforsyning.

- Som nr. 1 er valgt Kroksund-Bjørum. Det antas å kunne oppstå store problemer der tunnelen går inn i de vulkanske og sedimentære bergartene fra karbon- og permiden ca. 4 km fra påhugget ved Kroksund. De siste 4 km før tunnelåpningen ved Bjørum

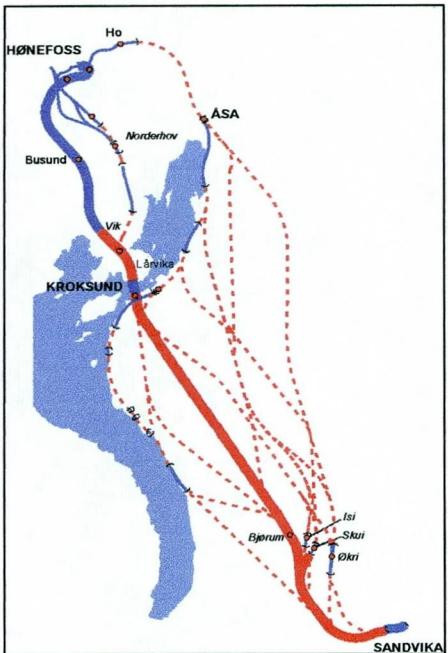
antas også kunne bli relativt problematiske. Utover dette ventes ikke problemer av betydning.

- Som nr. 2 er valgt Åsa-Lårvika-Økri/Skui/Isi. Omkring 3 km etter påhugget ved Lårvika vil det som for Kroksund-Bjørum kunne ventes store problemer der tunnelen går inn i de vulkanske og sedimentære bergartene. Derpå ventes uproblematiske forhold bortsett fra lekkasjer ved kryssing av Salmakerdalen, frem til Solkollen. Sydover herfra antas traséene å bli relativt problematiske.
- På delt tredjepllass er valgt Åsa-Bukkehøgda-Kjaglia-Rønningen-Sandvika (foreslått av NGI og Prospektering A/S), og det nye alternativet Åsa-Gyrihaugen-Kjaglia-Rønningen-Sandvika. Etter henholdsvis ca. 5 og 8 km etter påhuggene kan det ventes de samme problemer som for de to foregående ved grensen mot de vulkanske og sedimentære bergartene. Videre ventes uproblematiske forhold frem til der traséene krysser Kjaglidalen. Her vil store problemer kunne oppstå, og traséen antas å være problematisk videre sydover til der traséen krysser Ringeriksveien.

#### **14.3 Traséer i Bærum, syd for Krokskogen**

- Som nr. 1 foreslås Rønningen-Sandvika (siste del av traséen Kroksund-Kjaglia-Rønningen-Sandvika, foreslått av NGI og Prospektering A/S). Her ventes relativt få problemer frem til Dagsonen øst for Tanumplatået.
- Som nr. 2 foreslås Skui-Sandvika. Bortsett fra fare for moderate lekkasjer ved kryssing av nordenden av Svartoråsen ventes tilsvarende få problemer som for Rønningen-Sandvika. Begge disse traséene ligger i betryggende avstand fra Stovivannet.
- Som nr. 3 foreslås den vestlige traséen Økri-Sandvika. Traséen anses som vesentlig dårligere enn 1 og 2, ettersom den på samme måte som de øvrige alternativene i Bærum, går farlig nær, og på lite dyp forbi Stovivannet. Mer bebyggelse vil også kunne utsettes for setningsskader her, enn for de to andre traséene.

## **15. HØNEFOSS-SANDVIKA, FORSLAG TIL TRASÉ BASERT PÅ HYDROGEOLOGISKE KRITERIER**



Det understrekkes at før en endelig trasé beslutes anlagt, må geologien langs denne undersøkes meget grundig, blant annet ved borer. Brønner må registreres, og det samme gjelder bygninger med fare for setningsskader. Basert på dagens bakgrunnsmateriale foreslås imidlertid følgende trasé som den antatt gunstigste med hensyn til vannlekkasjer og mulige skader på overflaten:

### Hønefoss-Busund-Kroksund-Bjørum-Rønningen-Sandvika.

Den korte strekningen Bjørum-Rønningen er ikke foreslått for noen av de beskrevne traséene, men den avviker lite fra Kjaglia-Rønningen-Sandvika, og antas å være et likeverdig alternativ. Fra nord antas imidlertid traséen sydover mot Bjørum å by på færre problemer

enn den mot Kjaglia.

## **16. VANNTUNNELEN KATTÅS-TOVERUDSETER, RELEVANS FOR VURDERINGENE AV JERNBANETRASÉENE UNDER KROKSKOGEN**

Etter at den foreliggende rapporten var ferdig skrevet, men enda ikke mangfoldiggjort og distribuert, fikk Jernbaneverket tilgang på en utførlig rapport som beskriver overførings-tunnelen for drikkevann fra Holsfjorden til Asker og Bærum. Denne rapporten «Asker og Bærum vannverk, Holsfjordtunnelen. Geologisk og driftsteknisk sluttrapport», er utarbeidet av Berdal Strømme 1987. Rapporten sammen med et referat fra en vedlikeholdsinspeksjon av tunnelen 18.03.92, ble stilt til min disposisjon, slik at jeg kunne vurdere mine hydrogeologiske beskrivelser av Ringeriksbanen i lys av denne (for meg) nye informasjonen.

Vanntunnelen Kattås-Toverudseter går, som store deler av de mulige jernbanetraséene, i de vulkanske og sedimentære bergartene fra karbon- og permiden. Tunnelen har en lengde på ca. 5 200 m, og et tverrsnitt på minimum 8,6 m<sup>2</sup>. Samlet lekkasje inn i den ferdige tunnelen etter injeksjon og tetting er mellom 18 og 20 l/s. Dette er målt både i V-overløp ved nedtappet tunnel, og under normal drift, ved hjelp av vannmålere før og etter tunnelen.

På Bærumsiden starter tunnelen i B<sub>1</sub>, basalten, går etter et kort stykke i sandstein, inn i RP<sub>1</sub>, etter 780 m, og fortsetter i denne uten store vannproblemer frem til omkring 3 200 m, hvorfra fjellet ble mer vannførende, og problemene økte på, og det måtte etableres en stasjon for utpumping av vann, før man ved 4 400 m kom over i RP<sub>2</sub>. I denne var det også en del oppsprekking og noen vannlekkasjer, men inndriften var høy. Fra ca. 4 760 m kom man igjen inn i RP<sub>1</sub>, med noe vann ved grensen. Like etter ble en stor forkastning krysset. Den var utviklet som en 12 m bred, stabil leirsone, med totalt travær av vann. Tunnelen gikk videre i RP<sub>1</sub> til dagåpningen ved Toverudseter.

Berdal Strømmes rapport fra Holsfjordtunnelen bekrefter det som er sagt i avsnitt 7 i den foreliggende rapporten, at det sannsynligvis etter grundige forundersøkelser vil kunne lempes på tetningskriteriene som er angitt. Jeg anser det imidlertid fortsatt fornuftig å legge seg på en streng tolkning av disse kriteriene før detaljundersøkelser er gjennomført.

I det følgende har jeg tillatt meg å foreta en tolkning av geologien i den vestlige delen av Holsfjordtunnelen:

Tunneldriften forløp uten særlige problemer eller lekkasjer frem til omkring 3 200 m, hvorfra problemer og lekkasjer oppsto, og vanskelighetene tiltok ved den videre driften frem til der tunnelen gikk inn i RP<sub>2</sub> ved 4 400 m. I A. B. Berdals rapport antas lekkasjene å ha sammenheng med at RP<sub>2</sub> ligger umiddelbart over tunnelen, og at de lokalt drev gjennom RP<sub>2</sub> lignende fjell.

Ved å sammenligne tunnelprofielen med berggrunnsgeologisk kart Asker, (Naterstad et. al. 1990), viser det seg å være god overensstemmelse mellom slepper registrert i tunnelen og forkastninger som er angitt på kartet, selv om kartet viser noen forkastninger som ikke er registrert i tunnelen. Fra ca. 2 125 m og frem til ca. 3 200 m viser berggrunnkartet i alt fire forkastninger, alle med en relativ senkning i vest. To av disse er registrert i tunnelen, og ved en tredje fikk man et stort blokkfall. Disse gjentatte senkningene mot vest har medført at tunnelen med sitt meget slake østlige fall, stadig har beveget seg høyere opp i lavastratigrafien. Sleppene som ble passert ved ca. 3 200 m, representerer også i følge kartet en forkastning med relativ senkning i vest.

Det virker sannsynlig at tunnelen vest for denne forkastningen har nådd opp i grensesonen mellom RP<sub>1</sub> og RP<sub>2</sub>. Med tunnelens slake østlige fall, omtrent tilsvarende fallet av grensen mellom lavastrømmene, synes det som om tunnelen har blitt drevet i dette nivået omkring grensesonen mellom de to strømmene frem til der den etter en ny forkastning med relativ senkning i vest, går inn i RP<sub>2</sub> ved ca. 4 400 m. Tunnelen går igjen inn i RP<sub>1</sub> i forbindelse med en ny forkastning, denne gang med en relativ hevning i vest ved ca. 4 800 m.

Det synes altså som om det problematiske partiet mellom 3 200 m og 4 400 m skyldes at tunnelen i dette området følger grensesonen mellom to lavastrømmer slik disse er beskrevet i avsnitt 5.3. Mulige problemer ved tunneldrift langs slike grensesoner er angitt sist i avsnitt 10.1. At tunnelen følger en slik grense sannsynliggjøres også ved at det ble observert mange relativt flattliggende strukturer på denne strekningen.

Problemene man hadde på denne strekningen, der overhøyden for en stor del er omkring 150 m, varierende fra ca. 100 til 200 m, må kunne antas å være representative for hva man kan vente seg der tunneler drives langs grensesonene mellom de enkelte lavastrømmene under Krokskogen.

## 17. REFERANSER

- Asker og Bærum vannverk 1992: Vedlikeholdsinspeksjon av tunnel Toverudseter-Kattås, *Notat*.
- Beard, L. P., Lutro, O., Nordgulen, Ø., Rønning, J. S., Siedlecka, A. 1998: Geologiske og geofysiske undersøkelser for Jernbaneverket på Ringerike og Krokskogen. *Norges geologiske undersøkelse*.
- Berdal Strømme 1978: Asker og Bærum vannverk. Holsfjordtunnelen. Geologisk og driftsteknisk rapport.
- Dons, J. A. 1996 (hovedforfatter): Oslotraktenes geologi med 25 turbeskrivelser. *Vett & viden AS, 207 s.*
- Gvein, Ø., Rui, I. J., Prospektering A/S 1997: Kjernelogging av borehull 1 og 2 i forbindelse med Ringeriksbanen.
- Jernbaneverket, Region Sør 1997: Hovedplan og konsekvensutredning, Ringeriksbanen. Traséalternativer som vurderes utredet. *Silingsnotat 16.10.97, 32 s.*
- Jernbaneverket, Region Sør 1997: Traséoversikt Ringeriksbanen. Konsekvensutredning og Hovedplan 20.11.97. Kart i målestokk 1:50 000.
- Jernbaneverket, Region Sør 1997: Bergensbanens forkortelse, Ringeriksbanen. Melding med forslag til utredningsprogram, fase 2. November 1997, 26 s.
- Naterstad, J., Bockelie, J. F., Bockelie, T., Graversen, O., Hjelmeland, H., Larsen, B. T., Nilsen, O. 1990: Asker 1814 I, berggrunnskart M 1:50 000. *Norges geologiske undersøkelse*
- Nordahl-Olsen, T. 1987: Asker, kvartærgeologisk kart 1814 I, M 1:50 000. *Norges geologiske undersøkelse*
- Nordahl-Olsen, T. 1994: Oppkuven, kvartærgeologisk kart 1815 II, M. 1:50 000. *Norges geologiske undersøkelse*.
- Norges geotekniske institutt 1997: Borelogger for kjerneborehull 1, 2 og 3 i forbindelse med Ringeriksbanen.
- Rui, I. J., Prospektering A/S 1997: Berggrunnsgeologisk kart M 1:50 000 i tunnelnivå under Krokskogen. *Manuskart*.
- Rui, I. J., Prospektering A/S 1997: Geologisk oversiktskart. Krokskogen og Vestmarka lavaplatå med tilgrensende områder,. Målestokk 1:50 000.
- Østmo, S. R., Kjærnes, P., Olsen, K. S. 1978: Hønefoss, kvartærgeologisk kart 1815 III, M 1:50 000. *Norges geologiske undersøkelse*.

## **RETTELSE TIL AVSNITT 10.3.4, VARIANT SUNDVOLLEN SKARET, S. 31**

Etter at rapporten var ferdigstilt, har traseen fra Sundvollen til Skaret, linje 26 F, blitt forskjøvet ca. 500 m mot øst (Jernbaneverkets kart over korridor 6, datert 28.04.98), i forhold til samme linje på Jernbaneverkets kart datert 20.11.97, og som er beskrevet i rapporten. Nedenfor følger en beskrivelse av den nye, østlige traséen:

I stedet for å følge Holsfjorden, går denne varianten direkte fra Sundvollen til Skaret. De første ca. 5 km går tunnelen i Ringeriksandstein (Rui, I. J., 1997. Berggrunn i tunnelnivå, manuskart). Traseen vil skjære en registrert forkastning ca. 1 500 m etter påhugget, og ca. 3 000 m etter påhugget vil den passere under et skjæringspunkt mellom to forkastninger, og følge den ene av disse omkring 1 km. Terrengoverhøyden er imidlertid ca. 400 m, og bortsett fra Oksemyra er det ikke sårbarer områder på overflaten. Det antas behov for **kategori 2** tetting ved påhugget, der overhøyden er liten. Forøvrig vil sannsynligvis **kategori 4** være tilstrekkelig, med unntak av der forkastningene skjæres hvor det kan bli behov for **kategori 3**.

Ca. 5 km etter påhugget vil tunnelen i følge Ruis manuskart, gå inn i foldet skifer og kalkstein, og fortsette i dette ca. 500 m til under Ullernåsen. Også på denne strekningen er det ventet få problemer, og sannsynligvis vil det være tilstrekkelig med **kategori 4** tetting.

Etter skiferene og kalksteinene vil tunnelen passere gjennom sedimentene under B 1 basalten, og det kan ventes en del vannproblemer. Ettersom vi her er relativt nær ytterkanten av den tettende «sedimentskålen», ventes imidlertid mindre problemer enn det som er beskrevet under avsnittet «Generelt».

Der traseen passerer vest for nordenden av Ormetjern, ca. 6 km etter påhugget ved Sundvollen, passerer to forkastninger, og traséen følger langs en av disse over de neste ca. 2 km. Overhøyden fra der tunnelen når sedimentene under B 1 basalten, og gjennom området med forkastningene, er mer enn 300 m. Vannene Rokketjern og Ormetjern ligger imidlertid 200 - 300 m øst for traséen, og det er registrert to borebrønner, slik at det antas i hovedsak å bli behov for **kategori 3** tetting, og stedvis **kategori 2**.

De siste ca. 1,5 km under Nordlandsåsen, frem til der traséen løper sammen med den langs Holsfjorden via Utvika, er det hverken registrert større forkastninger eller gangbergarter. Ettersom overhøyden avtar, nærmer traséen seg stupet ned mot fjorden, og den naturlige grunnvannsgradienten mot fjorden må antas å være steil. Det er ikke sårbarer områder på overflaten, og erfaringer fra tunnelene på E-16 i dette området tilsier at **kategori 4** tetting sannsynligvis er tilstrekkelig, borsett fra området nærmest dagsonen ved Skaret.

## **RETTELSE TIL AVSNITT 9.2, HØNEFOSS-NORDERHOV-VIK-KROKSUND, S 18**

Første linje: «Trasén er tenkt lagt i tunnel under Norderhov kirke.....», skal være: «Traséen er tenkt lagt i tunnel under åsen ved Norderhov, 150 - 200 m øst for kirken,.....».

**RINGERIKSBANEN**JERNBANEVERKET  
REGION SØR

Korridor 2

HOVEDPLAN  
Oversikts tegning

Korridor 2

HOVEDPLAN  
Oversikts tegningMålestokk  
Data fra  
Kart  
Gjeldt  
Ertid for  
KonsentTegn nr.  
21/72-B01  
Atr.nr.  
Atmosfera  
Tegn nr.  
21/72-B01

★ BOREBRØNN REGISTRERT I NGUS  
HYDROGEOLOGISKE DATABASE

