

624.19:
625.42
(481.13)
NSB *osl*



OSLO-TUNNELEN

Geologisk sluttrapport

Jernbaneverket
bibliotek

[1980]

NSB Hovedadministrasjonen
Geoteknisk kontor

U-2

OSLO-TUNNELEN: GEOLOGISK SLUTTRAPPORT

1. Oslos undergrunn: Geologi.
2. Oslo-tunnelens trasé.
3. Forundersøkelser.
Geologiske prognosekart og profiler.
Fjellkontrollboringer.
Kjernehullsboringer.
Seismiske målinger.
4. Tunneltraséens geologi.
Kartleggingsarbeidet.
Lagrekkefølgen - bergartene.
Østre tunneldel: Basarhallene - Stortinget.
Vestre tunneldel: Abelhaugen - Olav Kyrres plass.
5. Grunnvann.
Peilebrønner i fjell.
Nedbørvann.
Fjellets vannmagasinerende evne.
Grunnvannets kjemiske sammensetning.
Grunnvannssenkninger.
6. Konklusjon.
7. Geologiske sjekkpunkter.
8. Tegninger
Gk. 3578,2: Geologisk kart i målestokk 1:2000
" " ,3: Geologisk profil i " 1:2000
" " ,4: Skisser av diabasganger.
" " ,5: Fjellets oppsprekningsgrad. Prinsippskisse.



1. Oslos undergrunn: Geologi.

Berggrunnen i Oslos bykjerne med omliggende lavland består vesentlig av leirskifer, alunskifer, sandsteiner og kalksteiner. Opprinnelsesmaterialet er sand, leire og kalk. Det ble bunnfelt i et stort grunnhav med utbredelse over nåværende Skandinavia i første del av Jordens oldtid for ca. 600-400 mill. år siden. Gjennom lengre geologiske tidsavsnitt er løsmassene blitt herdet til faste sedimentbergarter.

Den kambro-siluriske lagrekke er fellesbetegnelsen på disse bergartene. I midtre del av Jordens oldtid ble lagene skjøvet og foldet sammen ved fjellkjedebevegelser. Derfor står de på skrå og danner folder.

I slutten av Jordens oldtid for 280 mill. år siden sank Oslo-feltet ned i forhold til de omliggende landmasser. Lagrekken ble derfor beskyttet mot hel vekktøring. Store bruddlinjer oppstod i flere retninger, og spalter åpnet seg mot dypet. Flytende lava trengte opp gjennom dem og størknet til vulkanske ganger: diabas, mænaitt, syenittporfyr og rombe-porfyr.

Da landet rundt Oslo ble isfritt for ca. 10 000 år siden, stod havet der 221 m høyere enn nå - ved den øvre marine grense. Fra den tiden stammer leiren som dekker Oslos fjelloverflate. Den utgjør størstedelen av byggegrunnen.

2. Oslo-tunnelens trasé.

Tunnelen går vekselvis gjennom fjell og leire:

Jernbanetorget- Basarhallene	350 m leire
Basarhallene-Stortinget	550 m fjell
Stortinget-Abelhaugen	350 m leire
Abelhaugen-Olav Kyrres plass	2350 m fjell
Olav Kyrres Plass-Vestre Portal	200 m leire

Samlet lengde

3800 m

21 dyprenner ligger i kryss med traséen. Det er leirfylte forsenkninger i fjelloverflaten. Gjennom 3 av dem er tunnelen ført i skjæring med støpte vegger, gulv og tak:

Begynnelsen ved Jernbanetorget, Studentertunden og avslutningen ved Olav Kyrres plass.

3. Forundersøkelser.

Ledelse: Plankontoret for Oslo Sentralstasjon i samråd med NSB's Geotekniske kontor og Ingeniørene Bonde & Co.

Ved fjellanlegg er faren for drenering av overliggende leire med setningsskader på byggverk alltid til stede. Dette var man på forhånd spesielt redd for ved tunneldrift under dyprennene. Man fryktet også utrasninger og større lekkasjer i eventuelle knusingssoner. Forundersøkelsene gikk derfor ut på å skaffe flest mulig opplysninger om fjellets art. Det ble gjort gjennom utstrakte sonder- og kjernehullsboringer, seismiske målinger og studium av tilgjengelig geologisk materiale.

Etter grundig analyse av innsamlede data ble den endelige Frognertraséen vedtatt i 1967.

Geologiske prognosekart og profiler.

Utførelse: Norges geotekniske institutt.

Detaljerte og pålitelige berggrunnskart over Oslos bykjerne lar seg ikke utarbeide. Årsaken er løsmasser og bebyggelse som dekker til fjelloverflaten. Bare få og spredte opplysninger er mulige fra enkelte blotninger og tilfeldige byggegropser.

Fjellet langs traséen er i hovedtrekkene vurdert ut fra eldre kildemateriale:

1. K. O. Bjørlykke: Kristiania by. Geologisk kart med beskrivelse. Målestokk 1:15 000.
Norges Geologiske Undersøkelse No 25, 1898.

2. J. Bråstad, H. Rosendahl og J. Schetelig: Geologisk profil langs Holmenkollbanens tunnel Nationaltheatret - Majorstuen. Målestokk 1:500.

Supplert med kjernehullsboringer og andre opplysninger, er geologiske karter og profiler utarbeidet. De viser de antatte geologiske forhold langs traséen:

NGI-rapporter.

3. 62/62-19. Jernbanens forbindelsestunnel øst-vest gjennom Oslo. Geologisk kart over strekningen Abelhaugen - Olav Kyrres plass. Målestokk 1:2000. 23. juni 1970.
4. 62062-33. Jernbanens forbindelsestunnel øst-vest gjennom Oslo. Geologisk oversikt over strekningen Jernbanetorget - Stortinget. Målestokk 1:1000. 14. februar 1973.

Fjellkontrollboringer.

Utførelse: A/S Grunnboring, A/S Noteby.

For fastlegging av fjelloverflaten langs traséen, ble ca. 500 boringer gjort til antatt fjell. Detaljerte profiler over dyprennene ble tatt opp, og kløfter i fjellet lokalisert.

Fjellldybdekart er utarbeidet på grunnlag av boringene:

5. Oversikt over fjellldybder og bygningsfundamentering. NSB - Plak, Tegning 9455. 13. mai 1969.

Kjernehullsboringer.

Utførelse: A/S Grunnboring. Tilleggsboringer under anleggsdrift: A/S Noteby.

26 hull med samlet lengde 965 meter (herav 785 meter i fjell) ble boret i 1970. Hensikten var å få et bilde av partier med antatt godt eller dårlig fjell.

Det ble også boret gjennom vulkanske ganger for bestemmelse av mektighet og kontaktsone mot sidefjellet.

Tunnelfjellet var på respektive borsteder stort sett annerledes enn borkjernene indikerte. Det gjaldt påviste forkastninger, knusingssoner og diabasganger som ikke alltid ble påtruffet under fremdriften. Gågene hadde i enkelte tilfeller annen beliggenhet, mektighet og utstrekning enn ventet.

Årsak: Dels borhullsavvikelser, dels at boringene bare gir opplysninger om fjellet i og omkring de opptatte kjerneprøver.

Fotografering: Ingenjörsfirma Undervattensfoto, Sverige, foretok TV-fotografering av endel borhull i Frogner-strøket. Opptakene ble innspillet direkte på video-bånd, med innleste kommentarer.

Kjernehullsbeskrivelser i NGI-rapport:

6. 62/62-20. Jernbanens forbindelsestunnel øst-vest gjennom Oslo. Beskrivelse av diamantborkjerner fra strekningen Abelhaugen - Olav Kyrres plass.
25. februar 1971.

Seismiske målinger.

Utførelse: Geoteam (tidligere A/S Sivilingeniør O. Kjølseth).

Seismiske målinger gjøres blant annet for påvisning av svakhetssoner i fjellet (forkastninger, skifrihet, oppknusing, oppsprekning). De kalles for lavhastighetssoner, da bølgehastigheten i dem er lavere enn i godt fjell.

Langs traséen ble målinger utført i flere profiler, med samlet lengde flere km.

Lavhastighetssonene er lagt inn på det geologiske kartet. De stemmer dårlig overens med mekighet og utstrekning av påtrufne svakhetssoner i tunnelen. Målemetoden gir ingen opplysninger om fjellets art.

Rapporter:

7. S 2098. Rapport vedrørende seismiske målinger for tunnelbane Oslo Ø - Oslo V. Frogneralternativet. 16. mars 1967.
8. S 2098. Seismiske målinger for tunnelbane Oslo Ø - Oslo V. Dronningensgate - Rosenkrantzgate. 14. august 1967.
9. 2324. Rapport vedrørende seismiske målinger for Sentrum stasjon. 25. november 1967.
10. 2324. Rapport vedrørende seismiske målinger for Sentrum stasjon. 22. mars 1968.
11. 2098.04. Seismiske undersøkelser vedrørende tunnelbane Oslo Ø - Oslo V, Frogneralternativet. 12. desember 1969.

4. Tunneltraséens geologi.

Kartleggingsarbeidet.

Utførelse: NSB's Geotekniske kontor.

Kart: Tegning Gk. 3578,2.

Profil: " " " ,3.

Målestokk: 1:2000. Strøk og fall: 400^g-inndeling.

Systematisk geologisk kartlegging ble foretatt under anleggstiden.

Tunnelbunnens planum er lagt til grunn for den kartmessige geologiske fremstilling.

Nordre tunnelvegg er benyttet for opptegning av geologisk profil. Data fra søndre vegg er lagt inn, når de har manglet i nordre.

Følgende hovedtrekk er fremstilt - se tegnforklaringen:

1. Bergarter: Kalksteins- og skiferlag. Vulkanske ganger (diabas, mænaitt, syenitt-porfyr, rombeporfyr).
2. Lagenes strøk og fall. Synklinaler (nedfoldninger), antyklinaler (oppfoldninger). Foldningsaksenes retninger.
3. Svakhetssoner: Sprekke-, forkastnings-, knusings-, skifrihetssoner.
4. Etasjene i den kambro-siluriske lagrekken.
5. Viktigere sprekkeretninger. Tunnelpartier med sterk oppsprekning.

Ytterligere kartmessig fremstilling av detaljer er ikke gjort. Det ville gjøre karter og profiler lite oversiktlige. Derimot er viktigere geologiske sjekkpunkter tatt med i et eget kapittel.

Lagrekkefølgen - bergartene.

Den kambro-siluriske lagrekken inndeles i 10 etasjer. Hver har navn etter et bestemt fossil - ledefossil - som mangler i de øvrige etasjer:

Periode	Etasje	Karakteristiske bergarter
<u>yngst</u>		
Silur	6a-10	Tykkbenket kalkstein. Enkelte lag av sandstein og skifer.
Ordovicium	2e-5b	Vekselende lag av kalkstein og skifer.
Kambrium	1a-2d	Alunskifer med kalkboller og kalklag.
<u>eldst</u>		

Øst for Studentertunden går Oslo-tunnelen gjennom alunskifer, etasje 2. Fra Abelhaugen og vestover gjennom vekslende lag av kalkstein og skifer, etasje 4a-b-c.

Østre tunneldel: Basarhallene - Stortinget.

Lengde: 550 meter.

Bergart: Alunskifer, etasje 2.

Opprinnelsesmateriale: Råttent slam avsatt i et inne-stengt havområde. Manglende oksygen-tilførsel i bunnlagene.

Alunskiferen danner store deler av berggrunnen i Oslos østre bykjerne. Det er en tettskifrig, bløt og ensartet bergart med utpreget spaltbarhet etter skifrihetsflatene. Stort karbon-innhold gjør den svartglinsende. Finfordelt svovelkis og magnetkis oksyderes lett under dannelse av svovelsyre og gips. Derved blir den betong-aggressiv.

Lagene er ved fjellkjedefoldninger presset og skjøvet sammen. Derfor danner de foldninger og bøyninger i flere retninger.

Kartet viser den mest fremtredende strøkretning. Profilet de sannsynlige hovedtrekkene av lagstillingene. Ofte ses lokale variasjoner i strøk og fall. De er ikke inntegnet, da de ellers ville forstyrre helhetsinntrykket.

Gjennomsnittlig mektighet av alunskiferen er ca. 50 meter.

Forkastninger og knusingssoner.

Som regel er de "grodd" p.g.a. alunskiferens bløthet, og kan derfor være vanskelige å se. Bare 1 forkastning og 3 knusingssoner er inntegnet. Bredden er fra 1,5 - 3 meter, med diffus overgang mot sidefjellet. Fjellet var noe løst her, men bød ikke på større vansker.

Dyprenner.

5 dyprenner krysser tunneldelen. Ved fremdriften ble ingen former for sterk oppsprekning eller annen form for dårlig fjell registrert.

Vulkanske ganger.

Mænaittganger er vanlige i alunskifer (etter Mænavann på Hadeland). De danner dels linser og bånd parallellt skifriheten, dels store massive klumper. På enkelte partier opptrer finger-tykke linser i tettliggende svermer.

Bare 3 større mænaittganger er inntegnet. Deres mulige forløp utenom tunneltraséen er antydnet.

Anleggstekniske egenskaper.

Ingen vansker oppstod med ras, dårlig fjell eller lekkasjer som krevet ekstra sikringstiltak eller forsterkninger.

Alunskiferen kan betegnes som en lettsprengt bergart med stor borsynk og liten borslitasje.

Vestre tunneldel: Abelhaugen - Olav Kyrres Plass.

Lengde: 2350 meter.

Tunnelen går gjennom følgende ordoviciske lag:

Etasje	Navn
4c γ	Øvre Trinucleus-skifer
4c β	Trinucleus-kalk
4c α	Tretaspis-skifer
4b δ	Øvre Chasmops-kalk
4b γ	Øvre Chasmops-skifer
4b β	Undre Chasmops-kalk
4b α	Undre Chasmops-skifer
4a β	Ampyx-kalk
4a α	Ogygiocaris-skifer

Opprinnelsesmateriale: Leire, sand, kalkslam og kalkskall av sjødyr, avsatt i et grunnhav.

Lagstilling.

Fjellkjedebevegelser har skjøvet lagene ut av sitt opprinnelige, horisontale leie. De er blitt presset, foldet og satt på skrå. Derfor finner man de enkelte etasjer gjentatt flere steder langs traséen. Den krysser 2 synklinaler (nedfoldninger) og to antiklinaler (oppfoldninger), foruten en rekke forkastninger og knusingssoner.

Strøket er omtrent NØ-SV, slik at lagene krysser tunnelen mere eller mindre på tvers.

Etasje-inndelingen er dels etter K.O. Bjørlykkes kart (1), dels etter stratigrafiske bestemmelser av borkjerne-materiale ved professor G. Henningsmoen, Universitetet i Oslo.

I hovedtrekkene antas etasje-fremstillingen langs traséen å være noenlunde riktig.

Bergarter.

Kalksteiner og skifre finnes i vekselagring langs traséen. Partier med utpregete kalksteinsbenker er lagt inn på kart og profil. I østre del omkring Abelhaugen er kalksteinen tykkbenket og noenlunde homogen. Lenger vest er tykkelse og oppsprekning varierende.

De mellomliggende partier uten spesielle karttegn består av:

a) skifrig fjell, b) tynne kalksteinslag med utpreget spaltbarhet, c) vekslende lag av skifrig fjell og tynne kalksteinslag.

Typene er vanskelige å skille ut i detalj.

Bruddlinjer og forkastninger.

Bruddlinje er en større, gjennomsettende sprekk i fjellet. Har skyvebevegelser foregått langs sprekken, kalles den en forkastning.

Flere langsgående og tversgående slike er registrert langs traséen. De mest markerte er inntegnet.

En stor, markert forkastning danner østre begrensning av Niels Juels gates dyprenne, km ca. 2,2.

Knusingssoner.

De er oppstått ved bevegelser i fjell, og kjennetegnes ved at dette er løst og sterkt oppsprukket. Ved vertikale bevegelser er overgangen mot fast sidefjell blitt noe diffus. Ved horisontale bevegelser er grensen blitt mere tydelig. Glidestriper (slickensides) er indikasjoner på forskyvninger.

Langs traséen finnes knusingssoner med bredder varierende fra noen få cm og opp til flere meter. De største synes å være oppstått ved vertikale bevegelser.

Leirsoner.

I Ogygiocaris-skifer, etasje 4a er smale leirsoner påvist på to steder:

Km 1,340. Knusingssone i Abelhaugen. Inneholder illitt, kloritt og kvarts.

Km 3,039. Knusingssone under Nobels gates dyprenne. Inneholder illitt, kloritt og 2% svelleleire.

Dyprenner.

15 dyprenner med varierende bredde og dybde ligger langs strekningen Abelhaugen - Olav Kyrres plass. De er oppstått ved erosjon i løst fjell:

Type	Sted	Km ca.
Oppsprukket skifersone	1. Øst for Niels Juels gate	2,13
	2. Balders gate	2,45
	3. Vest for Olav Kyrres plass	3,43
Oppsprukket kalkstein	4. Øst for Abelhaugen	1,14
	5. " " "	1,19
	6. Vestibyle vest, Abelhaugen	1,60
	7. Incognito Terrasse	1,86
	8. Odins gate	2,80
Knusingssone	9. Abelhaugen	1,34
	10. "	1,40
	11. Oscars gate	1,94
	12. Niels Juels gate	2,20
	13. Erling Skjalgssons gate	2,98
	14. Nobels gate	3,04
Synklinal	15. Parkveien/Incognitogaten	1,80



Vulkanske ganger.

Diabaser er de vanligste gangbergartene langs tunneltraséen. Bredden varierer fra noen få cm og opp til flere meter. De opptrer gjerne på følgende måter:

1. Store, brede ganger på tvers av tunnelen. Skarp grense mot sidefjellet. Av og til sterk, uregelmessig oppsprekning.
2. Smale, jevntykke ganger som buker seg i flere retninger. Skarp grense mot sidefjellet. Liten oppsprekning.
3. Bånd av varierende bredde som buker seg i flere retninger. Tynner ut og forsvinner. Liten oppsprekning.
4. Uregelmessige ganger eller smale linser i forbindelse med forkastninger. Kan forsvinne brått mot sprekkeplan. Liten oppsprekning.

Endel typer er vist på skissene tegning 3578,4.

Syenittganger er bare leilighetsvis registrert. De er små, og opptrer på samme måte som diabasene.

Mænaittganger opptrer av og til som store, ujevne linser med diffus grense mot sidefjellet. Oppsprekninger er gjerne sterke.

Rombeporfyr-gang av stor mektighet finnes øst for Niels Juels gates dyprenne.

På kartet er gangene med antatt forløp utenom traséen inntegnet.

Fjellets oppsprekningsgrad.

Tegning 3578,5.

Dan angis slik etter subjektiv bedømmelse:

Sterk oppsprekning: Sprekkesystemet er større enn vanlig for vedkommende bergart.

Moderat oppsprekning: Sprekkesystemet er vanlig for vedkommende bergart.

Liten oppsprekning: Sprekkesystemet er mindre enn vanlig for vedkommende bergart.

Partier med sterk oppsprekning er inntegnet på kartet.

Anleggstekniske egenskaper.

De ordoviciske kalksteins- og skiferlagene blir å betegne som lettsprengte bergarter. Borslitasjen er liten, og borsynken normal til stor. Bare gjennom et par vulkanske ganger var borslitasjen noe større enn vanlig.

Kalksteinene er relativt stive og hårde bergarter. Enkelte partier får "firkantoppsprekning" på grunn av kryssende sprekkesystemer. Dette har medført endel ekstra bruk av bolter og fjellbånd.

Skifrene er som regel tette med moderat oppsprekning. Stabiliteten har vært god. Ingen vansker har vært forbundet med utsprengning til fullt profil av skiferpartiene i Frogner stasjon (Chasmops-skifer).

Knusingssonene under dyprennene i Nobels gate og Erling Skjalgssons gate voldte endel problemer med løst og dårlig fjell. Fra km ca. 3,00 og frem til de to vestre avgreninger fra Frogner stasjon måtte tunnelen omlegges fra dobbeltspor til to enkeltspor.

De vulkanske gangene var delvis sterkt oppsprukket og vannførende, men bød ikke på spesielle problemer.

5. Grunnvann.

Kalksteins- og skiferlagene inneholder vekslende mengder grunnvann.

Peilebrønner i fjell.

13 vertikalhull for peiling av grunnvannsstanden i fjell er boret på strekningen Abelhaugen - Olav Kyrres plass. Deres avstand fra traséen varierer fra noen få meter og opp til 300 meter.

Utførelse av boringene: A/S Grunnboring.

Utførelse av målingene: Norges geotekniske institutt.

Praktiske vansker har vært forbundet med målingene. Enkelte hull er gått tette, mens andre er blitt gjenfylt. Et kontinuerlig bilde av grunnvannsstandens årstidsvariasjoner finnes derfor ikke. De har for øvrig vist seg å være små.

Nedbørvann: Avrenning - nedtrengning - nedslagsfelt.

Avrenningen av nedbørvannet som faller på bakken, skjer i et byområde for en stor del til kloaknettet.

Nedtrengningen til fjellets sprekker og hulrom er i naturlig terreng trolig 2-4% av samlet nedbørmengde. Den er mindre i et byområde med bebyggelse og asfalterte gater.

Kambro-silurlagene i Oslos bykjerne får endel vanntilførsel gjennom sterkt oppsprukne diabas- og porfyrganger. De antas å stå i forbindelse med store, fjerntliggende grunnvannsmagasiner.

Nedslagsfeltene som influerer bykjernens grunnvannsmagasiner, kjenner man derfor ikke størrelsen av.

Således er det meget vanskelig å beregne forholdet nedbørmengde-overflateavrenning-nedtrengning i Oslos fjellgrunn.

Fjelllets vannmagasinerende evne.

Kalksteinslagene har en sterk til moderat oppsprekning. Dette gir gode betingelser for vannopptak. En antatt hulromsprosent på 1 gir et gjennomsnittlig vanninnhold på 10 liter/m³. Normalt gir kalksteiner 1000 liter vann/time i borhull. I gunstige tilfeller enda mere. Til sammenligning har granitter i gjennomsnitt en hulromsprosent på 0,5 med vanninnhold 5 liter/m³, og en vannføring på opptil 500 liter/time i borhull.

Langs traséen veksler oppsprukne kalksteinsbenker med tette skiferlag. På den måten oppstår isolerte grunnvannsmagasiner. Flere større lekkasjepartier er registrert i kalkstein. Det gjelder særlig deler av Abelhaugen og Frogner stasjoner.

Skifrene er tette, impermeable bergarter med dårlige betingelser for vannopptak. Større lekkasjer av betydning er ikke registrert. Litt smådrypp har av og til forekommet.

Alunskiferen er bløt og plastisk. Som de øvrige skifre inneholder den lite vann. Langs oppsprukne mænaittganger og gjennom enkelte knusingssoner kan lekkasjer forekomme.

Vulkanske ganger har stor vannføring ved sterk oppsprekning. Større lekkasjer er registrert i gangene under Erling Skjalgssons gate, samt i en gang øst for Niels Juels gate.

Samlet mengde lekkasjevann i tunnelen har vært vanskelig å beregne. En stor del av målt vannmengde stammet nemlig fra boring og infiltrasjonshull.

Grunnvannets kjemiske sammensetning.

Utførelse av kjemiske analyser: Teknisk Laboratorium, NSB.

I. Jernbanetorget - Stortinget.

Middelverdi av 5 analyser.

SO ₃ ...	779,2 mg/l
Cl ...	552,8 "
CaO ...	72,0 "
MgO ...	69,8 "
Fe ...	0,7
pH ...	9,8

SO₃-innholdet er langt over faregrensen på 300 mg/l. Sulfatresistent sement er derfor brukt til utstøpingen.

Cl-innholdet er høyt.

pH-verdi: Sterk alkalisk reaksjon.

II. Abelhaugen - Olav Kyrres plass.

Middelverdi av 60 analyser.

SO ₃ ...	178,4 mg/l
Cl ...	235,5 "
CaO ...	34,9 "
MgO ...	18,9 "
Fe ...	3,0 "
CO ₂ ...	14,2 "
pH ...	8,6 "

SO₃-innholdet er i gjennomsnitt langt under faregrensen. Lekkasjevann fra Chasmops-skiferen under Niels Juels gates dyprenne hadde et SO₃-innhold på omkring 900 mg/l. Sulfatresistent sement ble brukt til utstøpingen der.

Cl-innholdet er uvanlig høyt. Ionene stammer fra "fossilt" sjøvann i overliggende leiravsetninger. Under Odins gates dyprenne var det opptil 800 mg/l.

CaO- og MgO-innholdet er omtrent som for godt bruksvann.

Fe-innholdet er uvanlig høyt. Det stammer ikke fra grunnvannets naturlig, oppløste stoffer. Årsaken er oppløst jern fra innstøpte bolter i tunnelen.

CO₂-innholdet er som regel lavt.

pH-verdi: Litt alkalisk reaksjon.

Grunnvannssenkninger.

Under fremdriften har lokale og temporære grunnvannssenkninger i fjellet forplantet seg til overliggende leiravsetninger. Poretrykksreduksjoner er oppstått, og bygninger har fått økende setningshastigheter.

Nedtapningen i fjellet ser ut til å ha vært beskjeden. Ingen varige forandringer med senkning til et nytt "normalnivå" er registrert i peilebrønnene.

6. Konklusjon.

1.

Sonderboringer til antatt fast fjell var en nødvendig og viktig del av forundersøkelsene. Bredde, utstrekning og dybde av dyprennene ble nøye kartlagt. Kløfter i fjelloverflaten ble lokalisert. Ved hjelp av disse undersøkelsene var det mulig å velge en trasé med tilstrekkelig fjelloverdekning.

2.

Seismiske målinger og kjerneboreboringer gav sparsomme og mangelfulle opplysninger om fjellets art. Slike undersøkelser, sammen med TV-fotografering bør likevel gjøres ved tunnelplanlegging. Metodene muliggjør nemlig lokalisering av svakhetssoner i fjellet.

3.

Geologisk kart og profil gir i hovedtrekkene et korrekt bilde av bergartene med lagstilling, vulkanske ganger, bruddlinjer og knusinssoner.

4.

Som helhet var fjellet godt egnet for utsprenngning av tunnel med underjordiske stasjonshaller. Bare under 2 dyprenner støtte man på løst og dårlig fjell som medførte omlegging fra dobbelt- til 2 enkeltspor på en kortere strekning.

5.

Lekkasjer med drenering av overliggende leire, og setnings-skader på endel bygninger var hovedproblemet under anleggstiden.

7. Geologiske sjekkpunkter

Abelhaugen og Frogner ble under anleggstiden benyttet som navn på de nåværende Nationalteatret og Elisenberg stasjoner. Dette er beholdt i denne rapport-del.

Jernbanetorget - Stortinget

..... Nr 1 - 6

Abelhaugen - Olav Kyrres Plass

Abelhaugen N Stoll nordre side	Nr	7 - 38
" N " søndre "	"	39 - 52
" S " nordre "	"	53 - 59
" S " søndre "	"	60 - 78
Abelhaugen - Oscars gt nordre side	"	79 - 94
" - " " søndre "	"	95 - 99
Oscars gt - Frogner stasjon	"	100 - 120
Frogner stasjon nordre side	"	121 - 152
" " søndre "	"	153 - 159
Frogner stasjon - Olav Kyrres Plass	"	160 - 179

Jernbanetorget-Stortinget.

Alunskifer-lag. Kambrium, etasje 2.

Nr	Km	Beskrivelse	Strøk og fall
1	0,345	Alunskifer, meget tettskifrig. Noe løst fjell. Flere meter bred plate av mænaitt i taket. Står på skrå med fall 45 ⁸ Ø.	N100 ⁸ Ø/50 ⁸ N
2	0,410	Tett og fast alunskifer under en dyprenne. Gjennomsatt av en vertikal forkastning. Flere meter bred mænaitt- gang grenser mot forkastningsplanet på østsiden. Fall ca 45 ⁸ Ø.	
3	0,525	Knusingssone, vertikal og 1,5 meter bred.	N100 ⁸ Ø/60 ⁸ N
4	0,540	Knusingssone, vertikal og flere meter bred. Diffus overgang mot sidebergart av småfoldet alunskifer. Foldningsakse vinkelrett tunnelen.	
5	0,570	Mænaittgang i taket, vertikal og flere meter bred.	
6	0,670	Knusingssone frem til km 0,690. Fjellet noe løst og dårlig med diffus overgang mot sidebergart.	

Abelhaugen-Olav Kyrres Plass.

Ordoviciske kalksteiner og leirskifre. Etasje 4a-c.

I. Abelhaugen stasjon. Nordre stoll, nordre side.

Nr	Km	Beskrivelse	Strøk og fall
7	1,100	Moderat oppsprukket, tykkbenket kalkstein.	N100 ^g Ø/45 ^g N
8	1,190	Diabasgang, flere meter bred og steiltstående. Moderat oppsprukket kalkstein på hver side.	
9	1,250	Tykkbenket, moderat oppsprukket kalkstein i østre ende . av toghall.	N80 ^g Ø/100 ^g
10	1,270	Tykkbenket, moderat oppsprukket kalkstein To hovedsprekkeretninger	N50 ^g Ø/100 ^g { N50 ^g W/80 ^g W { N24 ^g Ø/100 ^g
11	1,290	Smal knusingssone i tak i tilfluktsrom. Fortsetter i søndre vegg i toghallen. Øvrig fjell er tykkbenket og lite oppsprukket kalkstein.	
12	1,320	Tilfluktsrommet: Tykkbenket, moderat oppsprukket kalkstein i nordre del. lite oppsprukket i søndre del	N92 ^g Ø/100 ^g N45 ^g Ø/100 ^g
13	1,340	Diabasgang. Står steilt med bredde 4,5 meter. Vertikal leirsleppe på høyre side av gangen. Ledsages av en 4 meter bred knusingssone.	

Nr	Km	Beskrivelse	Strøk og fall
14	1,350	Tykkbenket, moderat oppsprukket kalkstein.	
15	1,360	Tykkbenket, lite oppsprukket kalkstein.	
16	1,370	Tykkbenket kalkstein i nordre vegg, samt i en fjell- stabbe øst for transportstoll. Litt mere oppsprekning i søndre vegg.	
17	1,371	Småskifrig og småfallent fjell	N68 ^g 0/100 ^g
18	1,380	Knusingssone, 2 meter bred og vertikal. Småskifrig med smådryss. Moderat oppsprukket kalkstein på sidene.	N80 ^g 0/90 ^g N
19	1,385	Tykkbenket kalkstein. To markerte sprekkeretninger	(N80 ^g W/50 ^g S N68 ^g 0/90 ^g S
20	1,390	Småfallent og skifrig fjell frem til km 1,400 Derfra tykkbenket kalkstein frem til km 1,420.	N50 ^g 0/90 ^g S0
21	1,423	Sterkt skifrig og oppsprukket fjell	N72 ^g 0/100 ^g
22	1,427	Uregelmessig mænaittgang i taket.	
23	1,430	Ca 14 meter bred diabasgang som smalner av i søndre vegg. Meget sterk oppsprekning med "sukkerbit-struktur" og uregelmessige grenser mot sidefjellet.	
24	1,455	Knusingssone, 1 meter bred.	N78 ^g 0/78 ^g N
25	1,460	Moderat oppsprukket kalkstein	N66 ^g 0/80 ^g NW
26	1,470	Skifrig fjell frem til km 1,500	N58 ^g 0/80 ^g N

Nr	Km	Beskrivelse	Strøk og fall
27	1,485	Knusingssone, 1 a 2 meter bred, vertikal og diffus.	N10 ^E Ø/80 ^E N
28	1,500	Spalte med kalkspatutfelling i stuff.	
29	1,535	Knusingssone av bredde 1 meter. Kalkstein med sterk til moderat oppsprekning rundt knusingssonen. Markert sprekeretning i kalksteinen . . .	N18 ^E Ø/80 ^E W N0 ^E /90 ^E W
30	1,568	Frem til km 1,570: Tynnbenket, tildels sterkt skifrig kalkstein.	
31	1,578	Moderat oppsprukket kalkstein. Noe skifrig.	
32	1,600	Middels tykkbenket kalkstein. Moderat oppsprekning.	
33	1,630	Middels til tykkbenket kalkstein. Liten oppsprekning.	
34	1,645	Diabas- eller syenitt-gang i bunnen ved stuff. Lyserøde feltspatkrystaller i finkornig grunnmasse.	
35	1,652	Sone med forvitret leirskiifer. 2 meter bred i vegg, 1,5 meter i tak. Står steilt. Markert sprekeretning . . .	N60 ^E W/80 ^E Ø
36	1,657	Diabasgang. Uregelmessig og oppknust. Ikke synlig i tak eller søndre vegg. Oppknust og oppsprukket fjell i stuff. Markert sprekeretning	N33 ^E W/90 ^E Ø
37	1,670	Knusingssone i veggen. Bredde 0,5 meter. Midt i stuff: Steiltstående gang. Antagelig manaitt. Fjellet ellers tykkbenket kalkstein med moderat oppsprekning.	
38	1,710	Tykkbenket kalkstein. Liten oppsprekning. Sprekeretning	N100 ^E Ø/68 ^E N

II. Abelhaugen stasjon. Nordre stoll, søndre side.

Nr	Km	Beskrivelse	Strøk og fall
39	1,150	Tykkbenket kalkstein	N62 ^g Ø/40 ^g NW
40	1,270	Knusingssone av bredde 2 meter i midtstabbe i toghallens østre ende. Fortsetter i toghallens søndre vegg.	N100 ^g Ø/68 ^g N
41	1,330	Moderat oppsprukket kalkstein To markerte sprekkeretninger.	N80 ^g Ø/78 ^g S {N22 ^g W/80 ^g W {N66 ^g W/33 ^g Ø
42	1,340	Tykkbenket, sterkt oppsprukket kalkstein. To markerte sprekkeretninger.	N62 ^g Ø/100 ^g {N27 ^g W/68 ^g W {N0 ^g /27 ^g Ø
43	1,360	Skifrig fjell i østre del av gjenstående stabbe.	N80 ^g Ø/80 ^g S
44	1,370	Tykkbenket, moderat oppsprukket kalkstein. To markerte sprekkeretninger.	N68 ^g Ø/90 ^g S {N65 ^g W/33 ^g N {N0 ^g /100 ^g W
45	1,385	Tykkbenket, lite oppsprukket kalkstein. Markert sprekkeretning.	N60 ^g Ø/80 ^g S N22 ^g W/68 ^g W

Nr	Km	Beskrivelse	Strøk og fall
46	1,392	Knudret og småfallent fjell, dels småskifrig og oppknust med småsprekker i flere retninger. Hovedsprekker. .	N90 ^g Ø/95 ^g S-45 ^g S
47	1,400	Tykkbenket kalkstein med moderat oppsprekning.	N100 ^g Ø/68 ^g S
48	1,406	Tykkbenket kalkstein med liten oppsprekning frem til km 1,418.	
49	1,427	Uregelmessig manaittgang i taket.	
50	1,530	Smal knusingssone med fortsettelse i nordre vegg km 1,535.	
51	1,550	Sterkt oppsprukket fjell i lengde 20 meter. Dels "sukkerbit-struktur". Markert sprekeretning	N0 ^g Ø/90 ^g W
52	1,560	Moderat oppsprukket og småskifrig kalkstein.	

III. Abelhaugen stasjon. Søndre stoll, nordre side.

Nr	Km	Beskrivelse	Strøk og fall
53	1,330	5 meter bred, steil knusingssone. Meget sterkt oppsprukket med "sukkerbitstruktur". Litt diffus overgang mot bedre fjell i øst. Særlig sterk oppknusing 2 meter over bunn av stoll. Ellers skifrig fjell.	N68 ^g Ø/90 ^g S
		Sprekkeretninger (falsk skifrihet)	(N10 ^g W/90 ^g W (N90 ^g W/32 ^g N
54	1,335	Diabasgang av bredde 5 meter Sterkt skifrig og oppsprukket fjell frem til km 1,434.	N68 ^g Ø/95 ^g S
55	1,435	Sterkt skifrig og oppsprukket kalkstein.	
56	1,540	Moderat oppsprukket kalkstein.	
57	1,550	Sterkt oppsprukket, småskifrig kalkstein	N57 ^g Ø/67 ^g N
58	1,580	Sterkt oppsprukket, dels småskifrig kalkstein.	
59	1,595	Sterkt oppsprukket, småskifrig kalkstein.	

IV. Abelhaugen stasjon. Søndre stoll, søndre side.

Nr	Km	Beskrivelse	Strøk og fall
60	1,330	Sterkt oppsprukket og småfallent fjell. Mange uregelmessige sprekkeretninger.	
61	1,340	Sterkt oppsprukket kalkstein. Hovedsprekkeretninger	{ N10 ^g W/95 ^g S N68 ^g Ø/70 ^g S
62	1,400	Knusingssone på skrå over til nordre vegg km 1,330. Se pkt 53.	
63	1,419	Tykkbenket, moderat oppsprukket kalkstein.	
64	1,430	Tykk- til moderat benket kalkstein. Lite oppsprukket.	
65	1,440	Skifrig kalkstein.	
66	1,470	Til venstre i stuff: Knusingssone av bredde 1,5 meter. Svart materiale med glidespeil.	
67	1,480	Skifrig kalkstein.	
68	1,510	Smal spalte i venstre side av stuff. Ellers litt dårlig, Sterkt oppsprukket fjell i en smal sone.	
69	1,520	Diabasgang av bredde 75 cm. Utenfor diabasgang 1 meter bred, steil knusingssone. Ellers moderat oppsprukket fjell.	
70	1,555	Tykkbenket, moderat oppsprukket kalkstein	N68 ^g Ø/70 ^g N



Nr	Km	Beskrivelse	Strøk og fall
71	1,600	Litt skifrig kalkstein.	
72	1,610	Vertikal diabasgang, 20 cm bred. Forkastet horisontalt innover i vederlagshøyde. Sees i nordre vegg km 1,615.	
73	1,630	Oppsprukket og oppknust fjell. Sprekkeretning	N32 ^g W/90 ^g Ø.
74	1,650	Tykkbenket kalkstein. Noe oppknust i nordre vegg km 1,670.	
75	1,678	Diabasgang av 50 cm bredde i stuff. Går litt uregelmessig over til nordre vegg. Ellers moderat oppsprukket kalkstein.	
76	1,685	Knusingssone, 40 cm bred med fall mot stuff.	
77	1,725	Tykkbenket kalkstein med liten oppsprekning.	N100 ^g Ø/68 ^g N
78	1,752	Diabasgang. 1 meter bred og uregelmessig. Forsvinner i taket et par meter fra søndre vegg. Ellers moderat oppsprukket kalkstein.	

V. Tunneldel Abelhaugen - Oscars gate. Nordre side.

Nr	Km	Beskrivelse	Strøk og fall
79	1,785	Oppsprukket og oppknust skifersone frem til km 1,800.	
80	1,800	Dels sterkt oppsprukket fjell. Synklinalområde til km 1,820.	
81	1,820	Tykkbenket, lite oppsprukket kalkstein frem til km 1,840.	
82	1,840	Skifrig fjell frem til km 1,857.	N25 ^g W/80 ^g Ø
83	1,857	Litt tykkbenket, moderat oppsprukket kalkstein.	
84	1,860	Leirskifer, dels svart og stripet, dels sterkt oppsprukket og småfallent frem til km 1,890.	
85	1,890	Steil, markert spalte på tvers av tunnelen. Er forkastet 1,75 meter inn mot stuff nær venstre vegg (søndre vegg).	
86	1,890	Skifrig kalkstein frem til km 1,910.	
87	1,911	Skifrig, sterkt oppsprukket og småfallent fjell.	
88	1,933	Diabasgang, 10 cm bred i søndre vegg. Går litt uregelmessig over i nordre vegg. Tykkelse der 40 cm. Sterk oppsprekning.	
89	1,933	Tykkbenket kalkstein med moderat oppsprekning frem til km 1,940.	

Nr	Km	Beskrivelse	Strøk og fall
90	1,947	Moderat oppsprukket kalkstein. Markert sprekkeplan . . .	N45 ^g W/80 ^g S
91	1,955	Moderat oppsprukket kalkstein	N60 ^g Ø/45 ^g S
92	1,961	Skifrig og småfallent fjell frem til km 1.969. Dels kraftige lekkasjer.	
93	1,978	Benket kalkstein med liten oppsprekning.	N58 ^g Ø/55 ^g N
94	1,985	Uregelmessig, 40 cm bred diabas midt i stuff. Tynner ut og forsvinner i taket ved søndre vegg km 1,975.	

VI. Tunnel del Abelhaugen - Oscars gate. Søndre side.

Nr	Km	Beskrivelse	Strøk og fall
95	1,850	Middels benket kalkstein med moderat oppsprekning til km 1,880	
96	1,880	Skifrig, sterkt oppsprukket kalkstein til km 1,910.	
97	1,910	Tykkbenket kalkstein med liten oppsprekning til km 1,940.	
98	1,930	Diabasgang med 1 dm bredde i søndre vegg. Er 40 cm bred i taket. Forsvinner i vederlågshøyde ved stuff.	
99	1,953	2 meter bred diabasgang. Går over til stuffens høyre del. Lite oppsprukket med markert kontakt mot sidefjell. Forsvinner i høyre stuff km 1,961.	

VII. Tunneldel Oscars gate - Frogner stasjon.

Nr	Km	Beskrivelse	Strøk og fall
100	2,005	Tynnbenket, moderat oppsprukket kalkstein.	
101	2,011	En diabasgang 1,5 meter bred, begynner i søndre vegg 5 meter bak stuff. Herfra går den på skrå over taket og til stuff i venstre halvdel. Ellers kalkstein med skiferlag.	
102	2,017	To diabasganger i stuff. Venstre 1 meter bred, høyre 30 cm bred. De krysses i taket noen meter bak stuff. Går frem til km 2,036. Se egne skisser. Bergarten ellers er småfallen og skifrig kalkstein. Kalkspatfylte sprekker i stuff.	
103	2,036	Diabasen forsvunnet. Mørk, skifrig kalkstein. I tunnelveggene middels benket kalkstein med moderat oppsprekning.	N80 ^g Ø/45 ^g N
104	2,044	Moderat oppsprukket kalkstein. Oppsprukket linse i stuff til høyre under taket.	
105	2,056	20 cm bred skifersone i kalkstein. Begynner i taket 15 meter bak stuff og faller fremover.	
106	2,059	Vekslende lag av skifer og kalkstein. Begynnende utflating av lagene. Fall mot stuff 10 ^g -30 ^g . I stuff gang som kan være diabas. Meget smal og uregelmessig.	

Nr	Km	Beskrivelse	Strøk og fall
107	2,066	Antagelig tynn diabasgang i bunn på høyre side i stuff.	
108	2,083	Diabas i venstre side av stuff. Stopper opp mot en forkastning langs tunnelen. Endel lekkasjer. Foran stuff km 2,035 en skifersone i kalkstein med fall fremover. Diabasen fortsetter langs tunnelen frem til km 2,107. Se skisse.	
109	2,115	Bunn av synklinal. Skifrig fjell øst for diabasgangen, småbenket kalkstein lenger vest.	
110	2,152	Oppsprukket kalkstein med skifersoner som heller mot øst. Endel lekkasjer i kalksteinen over skiferen.	
111	2,165	7 meter bak stuff i nordre vegg: Mindre foldeforkastning i form av en "grodd" sprekk. Går over til søndre vegg km 2,162. Her er den noe diffus eller skifrig. Endel vertikale sprekker på stuff. Går på skrå fremover fra nord mot syd. Gradvis overgang til småskifrig kalkstein.	
112	2,172	Løst og skifrig fjell. Tynnbenket kalkstein nederst i stuff. Steilt fall mot øst. Større i søndre enn i nordre vegg.	
113	2,174	Markert forkastningssone i nordre vegg (østre begrensnng av dyprennen Niels Juels gate/Gyldenløves gate). Gnuggsone med glidespeil på utsiden. På utsiden stopper skiferonene opp mot forkastningsplanet. På innsiden tynnbenket kalkstein med slakt fall innover. To parallelle 50 cm tykke skifersoner i kalksteinen har ca 30 ^g fall frem mot stuff.	
114	2,204	Antiklinaltopp 30 meter bak stuff km 2,174. Herfra og til stuff skifrig fjell. Moderat benket kalkstein med moderat oppsprekning i antiklinaltopp	N70 ^g Ø/30 ^g SØ

Nr	Km	Beskrivelse	Strøk og fall
115	2,222	Flattliggende, mørk leirskifer.	
116	2,246	Innergrense 13 meter bred porfyrgang. Sterkt oppsprukket med inneslutninger av syenitt. Små sprekker med kalkspatfyllinger. Gangen dels tektonisert.	
117	2,259	Yttergrense porfyrgang. Uregelmessig, diffus kontakt mot sidefjell. Hornfels ved km 2,255.	
118	2,280	Skifrig fjell med moderat oppsprekning.	
119	2,300	Leirskifer.	N78 ^g Ø/22 ^g N
120	2,325	Slutt på sterkt skifrig fjell.	

VIII. Frogner stasjon. Nordre side.

Nr	Km	Beskrivelse	Strøk og fall
121	2,393	Antagelig mindre diabasgang i veggen.	
122	2,401	Tykkbenket kalkstein med moderat oppsprekning.	
123	2,440	Diabasgang av bredde 40 cm i nordvegg. Sees i sydvegg ved km 2,434.	
124	2,488	Diabasgang av bredde 40 cm. Middels benket kalkstein.	N40 ^g W/80 ^g N
125	2,490	Middels benket kalkstein med moderat oppsprekning. Sprekker	N50 ^g W/90 ^g N

Nr	Km	Beskrivelse	Strøk og fall
126	2,501	Kalkstein med liten oppsprekning. Hovedsprekkeretninger	$\begin{cases} N60^{\text{E}}W/100^{\text{E}} \\ N80^{\text{E}}W/100^{\text{E}} \end{cases}$
127	2,510	Diabasgang 30 cm bred.	
128	2,520	Diabasgang 50 cm bred.	
129	2,535	Mænaittgang 1 a 2 meter bred.	
130	2,540	Diabasgang 50 cm bred.	
131	2,552	Bergartsgrense: skifrig fjell i W - kalkstein i Ø.	
132	2,580	Diabasgang 50 cm bred.	
133	2,595	Skifrig kalkstein med moderat oppsprekning	$N100^{\text{E}}\emptyset/56^{\text{E}}N$
134	2,600	Tynnbenket, skifrig kalkstein. Liten oppsprekning.	
135	2,613	Diabasgang 20 cm bred. Ikke synlig i tak og søndre vegg.	
136	2,625	Utpreget skifrig fjell. Sprekkeretninger	$\begin{cases} N10^{\text{E}}W/100^{\text{E}} \\ N10^{\text{E}}\emptyset/90^{\text{E}}\emptyset \end{cases}$
137	2,688	Skifrig og mørkt fjell med en 0,5 meter bred diabasgang midt i stuffen.	
138	2,723	Skifrig, moderat oppsprukket fjell	$N100^{\text{E}}\emptyset/45^{\text{E}}N$
139	2,740	Skifrig, tynnbenket kalkstein. Hovedsprekkeretning	$\begin{cases} N90^{\text{E}}\emptyset/35^{\text{E}}N \\ N58^{\text{E}}W/70^{\text{E}}N \end{cases}$
140	2,782	Noe oppsprukket og småfallent fjell.	$N56^{\text{E}}\emptyset/33^{\text{E}}N$
141	2,790	Sterkt oppsprukket kalkstein frem til km 2,887.	

Nr	Km	Beskrivelse	Strøk og fall
142	2,794	Diabasgang, 10 cm bred. Sees i begge vegger.	
143	2,807	Tynnbenket, dels småskifrig kalkstein. Er utviklet som skifer nær stoffen. Hovedsprekkeretninger	N80 ^g Ø/45 ^g N (N15 ^g W/90 ^g Ø (N58 ^g W/90 ^g S
144	2,820	Sterkt til moderat oppsprukket skifer, dels småfallen og uregelmessig oppsprukket. Hovedsprekkeretning	N92 ^g Ø/67 ^g N N50 ^g W/90 ^g N
145	2,836	Tykkbenket, lite oppsprukket kalkstein	N75 ^g Ø/45 ^g N
146	2,850	Middels tykkbenket, moderat oppsprukket kalkstein.	
147	2,870	Diabasgang, 0,75 meter bred med fall mot W.	
148	2,930	Tykkbenket, lite oppsprukket kalkstein.	
149	2,938	Knusingssone, flere meter bred. Markert skifrihet Sees i søndre vegg km 2,942.	N60 ^g Ø/40 ^g S
150	2,978	Yttergrense for mænaittgang, ca 15 meter bred. Kisimpregnasjoner og masse uregelmessige sprekker. Gjennomsettes av markert bruddlinje med glidespeil. Urent fjell med svart skifer rundt gangen. Den forsvinner i taket ved km 2,963.	
151	2,998	Yttergrense for mænaittgang, ca 2 meter bred. Kisimpregnasjoner og klorittslepper. Skarp grense mot sidefjell som er sterkt oppsprukket. Uregelmessig grense i taket.	
152	3,019	Vertikal spalte i venstre stoff. Mindre bruddlinje.	

IX. Frogner stasjon. Søndre side.

Nr.	Km	Beskrivelse	Strøk og fall
153	2,580	40 cm bred, steil diabasgang i tunnelveggen.	
154	2,769	Sterkt skifrig fjell.	N68 ^g Ø/55 ^g N
155	2,794	10 cm bred diabasgang. Sees i begge stollvegger.	
156	2,820	Skifrig fjell.	N84 ^g Ø/34 ^g N
157	2,840	Tykkbenket kalkstein	N100 ^g Ø/44 ^g N
		Hovedsprekkeretning	N10 ^g W/90 ^g Ø
158	2,998	Se sjekkpunkt 151. Sterkt oppsprukket fjell innenfor mænaittgang med en steil knusingssone av bredde flere dm. Forøvrig skifrig fjell	N20 ^g Ø/55 ^g NW
159	3,012	Sterkt oppsprukket fjell på yttersiden av mænaittgang av bredde ca 12 meter.	

X. Tunneldel Frogner stasjon - Olav Kyrres Plass.

Nr	Km	Beskrivelse	Strøk og fall
160	3,033	Sterkt oppsprukket skifrig fjell med varierende strøk/fall.	
161	3,039	Dårlig fjell med skiferlag. Fall 45 ^g mot vest. Sleppemateriale med 2% svelleleire.	

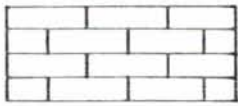
Nr	Km	Beskrivelse	Strøk og fall
162	3,050	Småskifrig fjell med masse kalkspatfylte sprekker. Dels småfoldninger på tvers av tunnelen. Varierende strøk, men stort sett 50 ^g W. Dårlig fjell.	
163	3,065	Skifrig fjellN60 ^g Ø/44 ^g N
164	3,090	Skifrig fjell Bruddlinje med fall 45 ^g W. Synlig i søndre vegg, ikke i nordre.	.N72 ^g Ø/45 ^g N
165	3,120	Knusingssone frem til km 3,130. Sprekkeretninger	(N30 ^g W/90 ^g W (N70 ^g Ø/55 ^g N
166	3,164	Dårlig fjell frem til km 3,170. Parallele, steile sprekker fra høyre mot venstre i kjederetningen.	
167	3,185	Skifrig fjell. Godt med moderat oppsprekning.	
168	3,200	Knusingssone. Diffus og skifrig. Hovedsprekkeretninger	N50 ^g Ø/38 ^g N (N50 ^g Ø/38 ^g N (N100 ^g Ø/100 ^g
169	3,208	Leirskifer med sterk oppsprekning.	
170	3,235	Knusingssone. Steil og noe diffus.	
171	3,238	Tykkbenket kalkstein. Moderat oppsprekning.	N55 ^g Ø/30 ^g N
172	3,263	Kalkstein. Varierende strøk og fall omkring partiet . . .	(N90 ^g Ø/55 ^g N (N35 ^g Ø/55 ^g W

Nr	Km	Beskrivelse	Strøk og fall
173	3,286	Middels tykkbenket kalkstein. Moderat oppsprekning i søndre vegg. Noe skifrig i nordre vegg. Sprekkeretning .	N90 ^g W/95 ^g S
174	3,298	Skifrig kalkstein med moderat oppsprekning. Sprekkeretning	N60 ^g Ø/45 ^g NW N15 ^g W/50 ^g W
175	3,325	Diabasgang ca 1 meter bred. Steilt fall mot Ø.	
176	3,330	Skifrig kalkstein. Moderat oppsprukket.	
177	3,340	Diabasgang ca 1 meter bred. Steilt fall mot W.	
178	3,350	Knusingssone ca 1 meter bred. Bruddlinje i sonen. Sees kun i søndre vegg.	
179	3,360	Diabasgang. Flere meter bred og steiltstående. Uregelmessig kontakt mot sidefjell på utsiden. Småoppsprukket skifer på innsiden.	

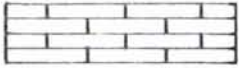
Fredrik Husby

Oslo-tunnelen: Geologi

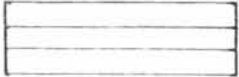
Tegnforklaring



Kalksteinslag



Tynnbenket kalkstein



Vesentlig skifer med tynne kalksteinslag eller kalkboller



Smal knusingssone



Bred knusingssone



Bruddlinje



Vulkansk gang. Di= diabas. Sy=syenittporfyr.
Mæ= manaitt. RP= rombeporfyr



Sterk oppsprekning

DB



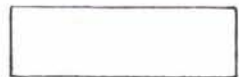
Kjerne hull med nr-angivelse



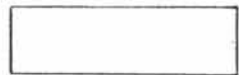
Seismisk lavhastighetssone: 3200- 4100 m/sek
M : sone < 3200 "



Etasje 4 c



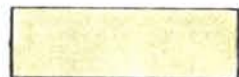
Etasje 4 b



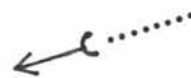
Etasje 4 a



Etasje 2: Alun-
skifer



Lösmasser



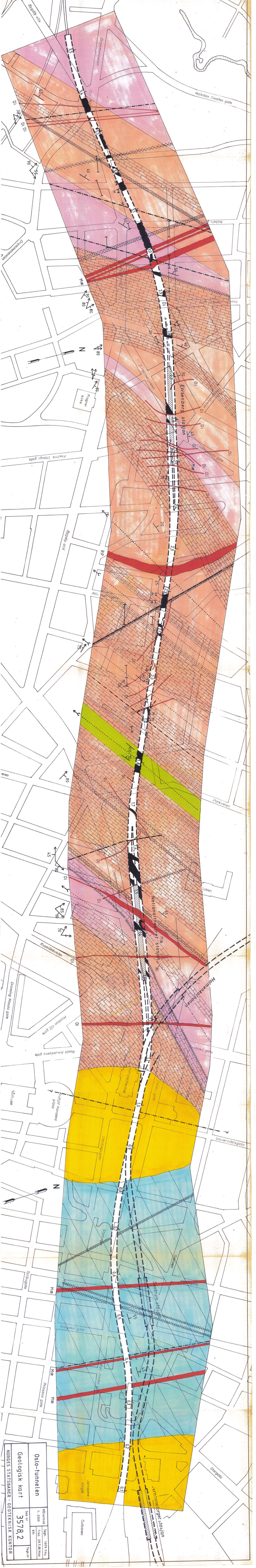
Foldningsakse



Sprekkeretninger
med fall



Strök og fall



Oslo-tunnelen
 Geologisk kart
 Sak nr 3578,2
 NORGES STAISBANER - GEOTEKNISK KONTOR

Målestokk 1:2000
 Tegnet 1979 Fhu
 Tracé 28.7.80 Huda
 Kf.

Jernbaneveien stasjon
 Sentrum stasjon
 Nationaltheatret stasjon

Kongens gate
 Prinsens gate
 Ruseåkkveien
 Hecken VII gate
 Rødt Amundsens gate

Bygdøy alle
 Drammensveien
 Fredrik Stongs gate
 Nils Sjøstrøms gate

Eitosenberg stasjon
 Nationaltheatret stasjon
 Sentrum stasjon

Universitetsgata
 Storgata
 Jernbaneveien

Frogner kirke
 Drammensveien
 Bygdøy alle

Halvdan Svartes gate
 Nobels gate
 Thomas Møllers gate

Bygdøy alle
 Drammensveien
 Fredrik Stongs gate

Bygdøy alle
 Drammensveien
 Fredrik Stongs gate

Bygdøy alle
 Drammensveien
 Fredrik Stongs gate

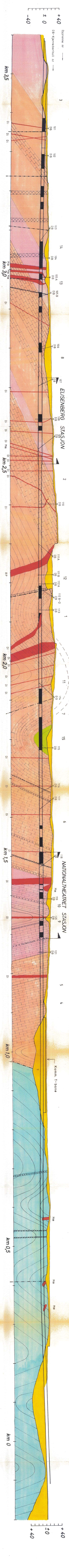
Bygdøy alle
 Drammensveien
 Fredrik Stongs gate

Bygdøy alle
 Drammensveien
 Fredrik Stongs gate

Bygdøy alle
 Drammensveien
 Fredrik Stongs gate

Bygdøy alle
 Drammensveien
 Fredrik Stongs gate

Bygdøy alle
 Drammensveien
 Fredrik Stongs gate



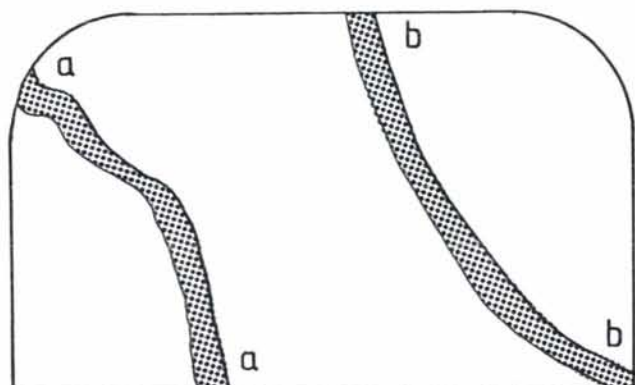
+40
±0
-40

+40
±0
-40

Oslo-tunnelen

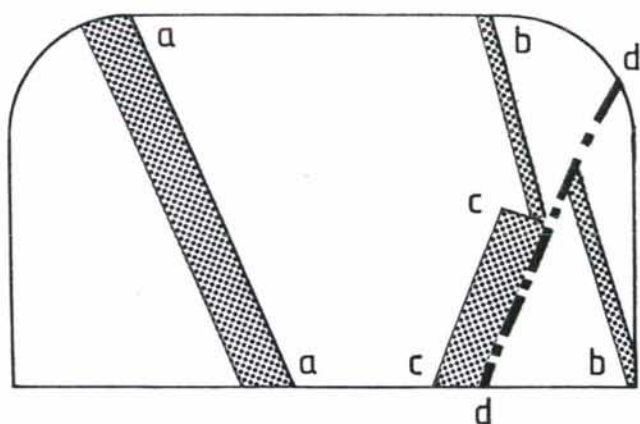
Målestokk	Tegnr.
1:2000	1979 F.HU
Krt.	Trac. 29A, 80 Haa
Sak nr.	Tegnr. nr.
3578,3	

NORGES STATSBANER - GEOTEKNISK KONTOR



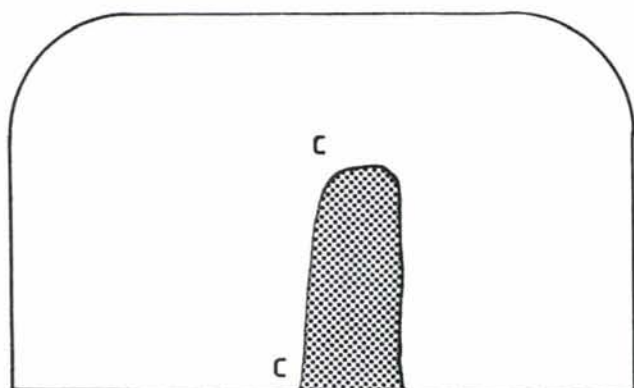
Km 2,017

Diabasgangene a- a og b- b krysser hverandre i taket noen meter bak stoff



Km 2,020

Diabasgangen b- b er ved forkastningen d- d kuttet over i to deler som er forskyvet i forhold til hverandre. Diabasgangen c- c dukker opp langs forkastningen



Km 2,025

Diabasgangene a- a og b- b er forsvunnet. Gjenstående diabasgang c- c forsvinner etterhvert

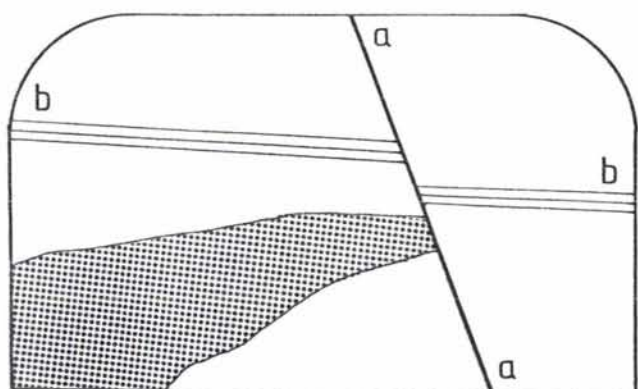
Utvikling av 3 kryssende diabasganger under fremdrift

Oslo-tunnelen	Målestokk	Boret
		Tegnet 1980 FHu Trac Maa
Diabasganger	Sek nr.	Tegn.nr.
	Gk. 3578, 4a	
NORGES STATSBANER - GEOTEKNISK KONTOR		



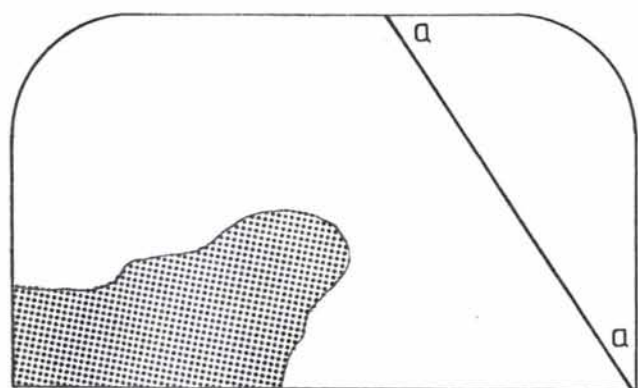
Km 2,080

Diabasgang dukker opp nederst i venstre side



Km 2,083

Diabasgangen stopper opp mot en forkastning a- a. Partiet til høyre er sunke ned. Skiferlaget b- b er delt i to deler som er forskjøvet i forhold til hverandre

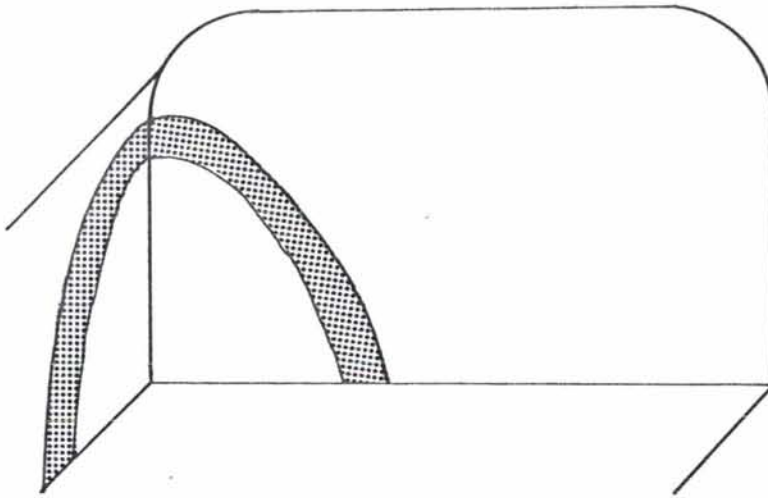


Km 2,088

Diabasgangen fjerner seg fra forkastningen

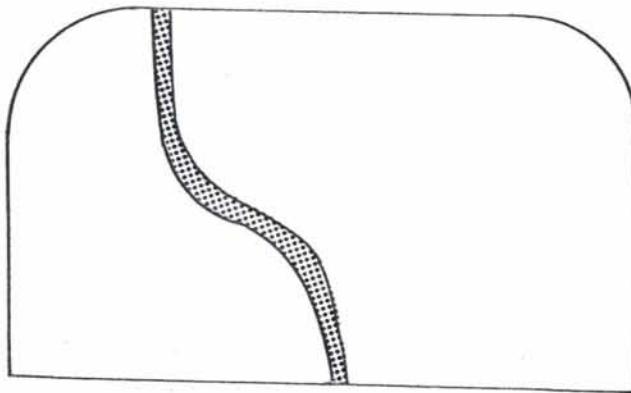
Utvikling av en diabasgang under fremdrift

Oslo-tunnelen	Målestokk	Boret
		Tegnet 1980 FHu Trac Maa
Diabasganger	Sak nr.	Tegn.nr.
	Gk. 3578,4 b	
NORGES STATSBANER - GEOTEKNISK KONTOR		



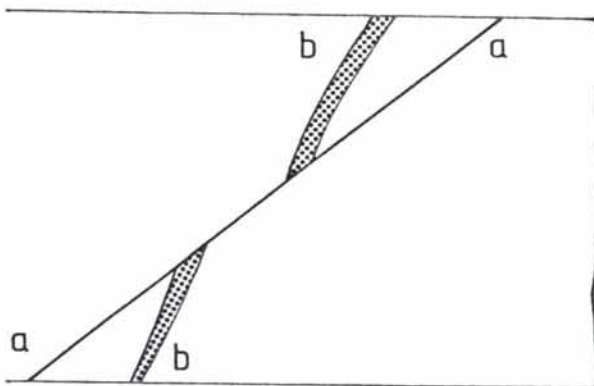
Km 2,110

Perspektivskisse av diabasgang i venstre side



Km 2,680

Smal, uregelmessig diabasgang i stoff

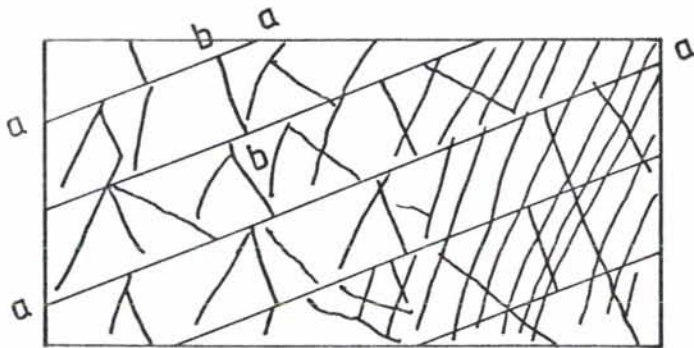


Km 1,610

a- a forkastning i søndre vegg

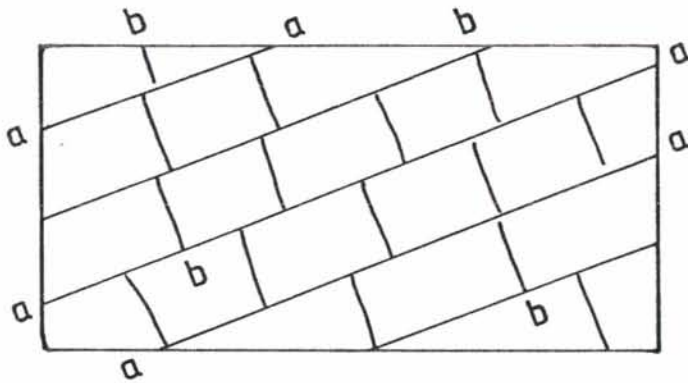
b- b diabasgang delt i to deler som er forskjøvet i forhold til hverandre

Oslo-tunnelen	Målestokk	Boret
		Tegnet 1980 FHu Trac Maa
Diabasganger	Sak nr.	Tegn nr.
	Gk. 3578, 4 c	
NORGES STATSRANER - GEOTEKNISK KONTOR		



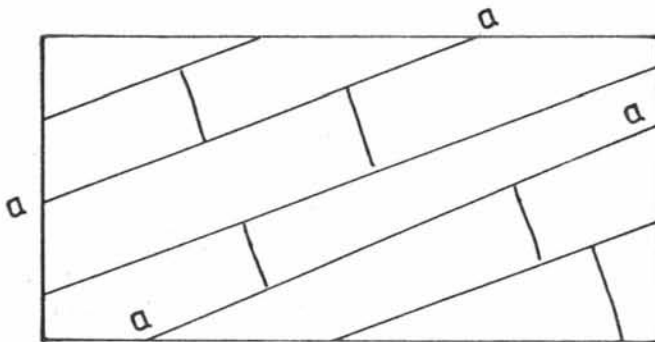
Sterk oppsprekning

Hovedsprekkeretningene a- a og b- b krysses av en mengde uregelmessige sprekker. Sterk skifrig-
het eller oppknusing forekommer



Moderat oppsprekning

Regelmessig mønster av hovedsprekkeretninger a- a og b- b. Få uregelmessige sprekker tilstede



Liten oppsprekning

En sprekkeretning a- a mest fremherskende

Oppsprekningsgrad av kalksteinslagene.
Prinsippskisse.

Oslo-tunnelen	Målestokk	Boret
		Tegnet 1980 FHu Trac Maa
Fjellets oppsprekningsgrad	Sek nr.	Tegn.nr.
	Gk. 3578,5	