

50 F3 GK-R-2817



**Statens vegvesen Oslo**

# **SVARTDALSTUNNELEN**

**PARSELL : LODALEN - RYEN**

**FORPROSJEKT**

**GEOLOGISK RAPPORT**

Tilhører **Unntatt**  
**Må ikke fjernes**

**FEBRUAR 1994**



Oslo kommune

Vann- og avløpsverket

Saksbeh.: Jørn Grøndal  
R:\NOTAT\1993\JG1101D.SAM

Rapport over :

**SVARTDALSTUNNELEN**

R-2817      JANUAR 1994

Del 4: FORPROSJEKT.  
Geologi og grunnforhold.  
Ingeniørmessige vurderinger  
av fjelltunnel.

**Innhold**

Sammendrag  
Innledning  
Berggrunnsgeologi og løsmasser  
- Geologi  
- Løsmasser  
Ingeniørmessige vurderinger  
- Gjennomførbarhet  
- Trasebeskrivelse  
- Konsekvenser for omgivelsene  
- Spenningsforhold  
- Bergets mekaniske egenskaper  
- Fjellstabilitet og -sikring  
- Kostnadsvurdering  
- Videre undersøkelser  
Liste over tidligere rapporter

**Tegningsoversikt:**

Tegning 2817 nr. 07: Geologisk lengdeprofil. Hovedløp mot Ryen  
" " " 08: " " " " sentrum  
" " " 09: Lengdeprofiler, av- og pårampe. Valhallveien  
" " " 10: Geologisk oversiktskart



Oslo kommune

**Vann- og avløpsverket****SAMMENDRAG**

Det er utført geologisk kartlegging for Svartdalstunnelen. Hovedløpene går for det meste gjennom generelt lite oppsprukket grunnfjellsgneiser, men vil krysse flere mindre svakhetssoner der berget er mer oppsprukket og -knust. I de nordligste deler vil traseen gå gjennom mer oppknust gneisbreksje og mylonitt. Fjelloverdekningen vil variere fra 5-10 meter nærmest påhuggene til ca. 50 meter. Av- og pårampe til Valhallveien vil gå med liten, dvs. 5-20 meter, fjelloverdekning gjennom partier med oppknust gneisbreksje og mylonitt.

Det antas å være moderate bergspenninger i området, da vesentlig i form av horisontalspenninger.

**Kartleggingen indikerer at tunnelprosjektet er gjennomførbart etter de planer som foreligger.**

Fjellstabiliteten ventes i hovedsak å kunne ivaretas med bolting og sprøytebetongsikring. Vann- og frostsikring vil være nødvendig i hele tunnellengden.

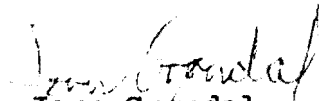
Omgivelsene vil påvirkes av rystelser fra tunneldriften. Rystelsesmålinger må utføres under sprengningsarbeidene og bebyggelsen over må på forhånd tilstandsregistreres.

Under detaljplanleggingen bør forholdene omkring påhuggsområdene for tunnelene kartlegges nærmere.

Grovt anslått antas fjellsprengnings- og sikringsarbeidene for fjelltunnelene og rampene i fjell å beløpe seg til ca. 54 mill. kr..

OSLO VANN- OG AVLØPSVERK  
GEOTEKNISK KONTOR

  
Helge Sem  
sjefingeniør

  
Jørn Grøndal  
overingeniør



## Oslo kommune

### Vann- og avløpsverket

#### INNLEDNING

På oppdrag fra Statens vegvesen Oslo gjennom GeoVita A/S ved T. Johansen har OVA geoteknisk kontor utført geologisk kartlegging og vurdert de ingeniørgeologiske forhold for Svartdalstunnelen.

Tunnelsystemet vil være bygget opp av to parallelle 2-felts hovedtunneler, henholdsvis et sydgående og et nordgående løp, hver med en lengde på ca. 750 meter. Videre vil det bestå av en av- og en pårampe i forbindelse med Valhallveien, henholdsvis ca. 110 og 150 meter i fjell.

#### GEOLOGI OG LØSMASSER

##### Geologi

##### **Innledning**

Berggrunnen i det aktuelle traseområdet er i hovedsak folierte og båndete grunnfjellsgneiser med varierende grad av oppsprekning. Traseområdet ligger mellom to store knusningssoner i øst og vest og en forkastningssone i nord.

Den ene knusningssonen følger forsenkningene i NV-SØ-retning langs Svartdalen og den andre følger parallelt Ryenbergveien. Det er en del oppsprekning i traseområdet parallelt med disse sonene.

Nedenunder åsen i nordlige deler av området går det en øst-vestgående forkastningssone, Ekebergforkastningen. Berggrunnen på nordsiden av denne er forkastet ned flere hundre meter i forhold til sørsiden.

##### **Sedimentære bergarter**

Nord for forkastningen er det lagdelte sedimentærbergarter, for det meste leirstein, knollet kalkstein og bl. a. noe alunskifer nærmest forkastningen. Lagdelingen har strøkretning nær øst-vest og har helning vanligvis 40-60° mot nord.

##### **Eruptive bergarter**

Det kan på nordsiden av forkastningen, nærmest denne, også forekomme en tynn sekvens av eruptivbergarten mænaitt. Denne er som regel en del oppsprukket. Enkelte permiske eruptivganger med tykkelse fra 0.1 til 1 meter kan forekomme inne i gneisene. Disse er vanligvis orientert i tilnærmet N-S retning og har henholdsvis steil helning.

##### **Gneisbreksje og mylonitt**

Rett syd for forkastningen er det et belte med oppkjust og siden rekrySTALLISERT grunnfjellsgneis som ofte opptrer som kvartsbreksje. Det kan også på partier forekomme sterkt oppkjust, foliert mylonitt med mye finstoff. Breksjesonen er på partier sterkt oppsprukket. Det kan være svært vekslende fjellkvalitet på dette partiet. Sonens har vanligvis en mektighet fra 20 - 50 meter.



Oslo kommune

## Vann- og avløpsverket

### Grunnfjellsgneiser

Grunnfjellsgneisene syd for breksjesonen er båndete varierende åregneiser med amfibolitter. Gneisene kan stedvis være øyegneiser. Disse bergartene har varierende kornstørrelse, men de er for det meste middels til grovkornig i mineralstrukturen.. I tillegg til amfibolittdrag er det også tallrike pegmatitter (grovkornet kvarts, glimmer, feltspat). Bergartene fører også en del av det harde mineralet granat.

Foliasjonen i gneisen har strøkretning NNV-SSØ og heller 30-60° mot vest.

Det opptrer forholdsvis steil oppsprekning i tilnærmet nordsydretning. Videre er det observert nær steil oppsprekning med strøk NØ-SV og Ø-V. Oppsprekningsgraden er varierende, og er forholdsvis høy i nordlige deler av traseområdet og nærmest knusningssonene, dvs. mellom 3 og 10 sprekker pr. m<sup>3</sup> fjell. Generelt antas sprekketettheten å være 1- 3 sprekker pr. m<sup>3</sup> fjell.

### Løsmasser

Løsmasser er i hovedsak konsentrert til forsenkningene langs med knusningssonene og i området nord for forkastningen, henholdsvis i Svartdalen, langs Ryenbergveien og i Kverner-Lodalenområdet . I bunn av Svartdalen nærmest Ryen er det 15-20 meter med løsmasser. I traseområdet rett vest for Svartdalsveien er det et parti med noe løsmasseoverdekning, men det antas å være små løsmassetykkelser her. Det er opptil 10 meter løsmasser langs Ryenbergveien. Nord for Ekebergforkastningen er det fra fjell i dagen og inntil 10 meter med løsmasser i traseområdet.

Det er trolig små løsmassemektheter i området for de planlagte tunneltraseer, dvs. inntil 5 meter med hovedsaklig tørrskorpeleire.

## INGENIØRMESSIGE VURDERINGER

### Gjennomførbarhet

På grunnlag av grunnundersøkelsene i området antas fjelltunneler langs de foreslåtte traseer å være gjennomførbar rent teknisk sett, med de aktuelle tverrsnitt, stigningsforhold og kurvaturer som er vist.

### Trasebeskrivelse

#### Hovedløpene

Hovedløpene vil ha T9 tverrsnitt på 63.0 m<sup>2</sup>. Stigningsforholdet for hovedløpene vil bli ca. 7.3 %. Det antas at hovedløpene vil kunne gå i fjell mellom ca. P 760 og P 1450, med eventuelt mindre justeringer på detaljnivå.

Fjelloverdekningen ventes å være liten nærmest påhuggene, dvs. 4-10 meter. Ellers antas 10-50 meters fjelloverdekning.



## Oslo kommune

## Vann- og avløpsverket

Traseen ventes å kunne gå i fjell mellom Plogveien og Konowsgt.. Syd for Plogveien vil traseen gå i skjæring/kulvert delvis i løsmasser og delvis i fjell. Nord for Konowsgt. vil det bli tilsvarende situasjon.

Fra fjellpåkugg i nord, ved ca. P770 for nordgående og ca. P760 for sydgående og fram til ca. P 880 vil løpene gå gjennom gneisbreksje med noe mylonitt. Berggrunnen virker forholdsvis sterkt oppsprukket på dette partiet, med sprekkesett både med spiss vinkel til og på tvers av tunnelenes lengderetning. Det må forventes forholdsvis småfallent og ustabil fjell på dette partiet og tunnelen antas å måtte sikres med systematisk bolting og fiberarmert sprøytebetong.

Fra ca. P880 til ca. P 1220 vil traseen gå gjennom mer massiv moderat til lite oppsprukket varierende året gneis med amfibolittdrag. Traseen går med liten vinkel til gneisfoliasjonen, og dette kan på kortere partier i verste fall føre til borevansker og fastkiling av bor. Ellers vil traseen gå med liten vinkel til ett av hovedsprekkesettene og ha middels til stor vinkel til to av de andre. Det antas at stabiliteten i fjellet kan sikres med spredt bolting og litt sprøytebetong i heng og vederlag på partiet. På enkelte kortere partier med mer oppsprukket fjell kan det bli nødvendig med tykkere lag med fiberarmert sprøytebetong og systematisk bolting.

Fra P 1220 og fram til påhugget kan det ventes noe mer oppsprukket fjell ved at traseen krysser flere mindre antatte knusningssoner/sleppesoner. Traseen krysser ca. 45 grader på disse sonene. Der traseen krysser sonene kan det forventes oppknust og oppsprukket fjell.

### Av- og pårampe

Aktuelt tverrsnitt for rampene er T7 på 47.8 m<sup>2</sup>.

Avrampen kan ventes å gå i fjell mellom ca. P725 og P835. Fjelloverdekningen vil variere fra ca. 5 meter ved påhuggene til ca 12-15 meter under Ryenbergveien.

Pårampen kan ventes å gå i fjell fra ca. P790 til P935. Fjelloverdekningen vil variere fra ca. 4 meter ved påhuggene til ca. 20 meter under Ryenbergveien.

Rampene vil gå i fjell gjennom forholdsvis oppsprukket gneisbreksje og partier med mylonitt. Fjellpåkuggene vil ligge nær opptil Ekebergforkastningen og knusningssonen parallelt med Ryenbergveien og fjellet her vil derfor være påvirket av dette.

Det kan ventes ustabil fjell i rampene og det må påregnes omfattende stabilitetssikring i form av systematisk bolting og bruk av fiberarmert sprøytebetong. I verste fall må tyngre stabilitetssikring, f. eks. i form av sikringsbuer i sprøytebetong eller sikringsstøp vurderes på kortere partier.



Oslo kommune

## Vann- og avløpsverket

### Konsekvenser for omgivelsene

#### Tunnel drift

En fjell tunnel under bebygget område vil kreve spesielle restriksjoner med hensyn på drift og sprengningsrystelser. Det er boligbebyggelse i området over og omkring anlegget.

#### Hydrogeologi

Hydrogeologisk sett vil mye av området for fjell tunnel ha små løsmassemektheter med for det meste tørrskorpeleire. Setningsskader på overliggende bebyggelse pga. utdrenering av løsmasser ved en drenert tunnelløsning ventes å bli ubetydlig. Grunnvannspeilet vil ligge betydelig høyere enn tunnelen langs det meste av traseen slik at det må beregnes noe innlekkasje i tunnelene, spesielt langs slepper og sprekker. Vann - og frostsikring må derfor normalt påregnes i hele tunnallengden.

#### Rystelser fra sprengning. Rystelsesgrenser. Influensområder.

Sprengningsarbeidene vil nok forårsake rystelser på boligbebyggelsen i området. Sprengningsrystelsene vil merkes godt innenfor en avstand på ca. 100 meter fra sprengingsstedet. Det nærmeste hus ligger ca. 15 meter fra tunnelen. Ellers er avstanden i hovedsak mellom 25 og 50 meter for hoveddelen av boligmassen rett over hovedløpene.

For av- og pårampen vil forstøtningsmurer langs Ryenbergveien og bebyggelse rett vest for Ryenbergveien være utsatt, med en avstand på 10-15 meter. Det må settes kriterier for sprengningsrystelser og arbeidene må innrettes etter disse.

Før sprengningsarbeidene starter opp må det utføres en tilstandsregistrering av samtlige bygninger og ømfientlige konstruksjon innenfor en radius på ca. 150 meter fra tunnelene.

Det må utføres kontinuerlige rystelsesmålinger i forbindelse med sprengningsarbeidene.

Det bør benyttes digitalt måleutstyr som både kan registrere toppverdier og hele salveforløpet.

Det finnes i dag flere standarder som det henvises til i forbindelse med sprengningsinduserte rystelser. NS 8141 "Vibrasjoner og støt i byggverk- veiledende grenseverdier for sprengningsinduserte vibrasjoner" er gjeldende standard.

Denne vil eksempelvis gi grenseverdier for vertikal svingehastighet på 50-70 mm/sek. for bolighus i god forfatning fundamentert på fjell.

En annen standard, som ofte Miljøetaten legger til grunn for sine vurderinger, er ISO-standard 2631-2 "Evaluation of human exposure to whole-body vibration - continuous and shock-induced



## Oslo kommune

### Vann- og avløpsverket

vibration in buildings(1-80 Hz)". ISO 2631-2 tar for seg vibrasjoners påvirkning på mennesker. Denne standard gir i det aktuelle tilfellet en vertikal svingehastighet på bare ca. 20 mm/sek.som maksimal grenseverdi.

Det skal nevnes at det også er krefter i gang for å få innført en enda strengere standard NS 4928 som går på påvirkning på mennesker ved kontinuerlige vibrasjoner. Noe som må sies å være lite relevant i denne sammenheng.

Støy vil også være en aktuell problemstilling i de samme områder.

Her vil Miljøetatens støyforskrifter gjelde. Det må søkes om dispensasjon i fra disse for å drive sprengningsarbeider. Tunnelvifter kan gi en god del støy i anleggsperioden. Dette er imidlertid entreprenørens ansvar.

Forslag til rystelseskriterier ut i fra NS8141:

Kategori	Vertikal svingehastighet Genseverdi i (mm/sek.)
Boligbebyggelse i god forfatning fundamentert på fjell	50
Boligbebyggelse fundamentert på løsmasser og ømfintlige bygninger/ konstruksjoner fundamentert på fjell	25
Eventuelt andre spesielle tilfeller (Må kartlegges nærmere)	?

#### Spenningsforhold

Det er ikke utført spenningsmålinger i området. Ut i fra erfaringer fra samme type bergarter andre steder på Oslo østkant er det horisontalspenninger som dominerer i gneisene. En slik spenningsituasjon vil i så fall være gunstig stabilitetsmessig.

#### Bergets mekaniske egenskaper

Bergets mekaniske egenskaper, borbarhet og sprengbarhet, dvs. bergmassens motstand mot å la seg bore og sprengte vil veksle med bergartstypene i området. Gneisene vil vanligvis ha middels borslitasje- og borsynkindeks, mens amfibolitter vil ha lav borslitasjeindeks og er forholdsvis tungsprengte.

#### Fjellstabilitet og -sikring

Stabilitetsmessig kan det ventes både grovblokket lite oppsprukket fjell, oppspukket småfallent fjell og enkelte sleppete partier med leirfylte slepper(også med svelleleire). Sikring av fjellet vil normalt kunne ivaretas med spredt eller systematisk bolting og sprøytebetong i heng og vederlag, men der fjelloverdekningen er liten nærmest påhuggene eller nær knusningssonene, kan det være nødvendig med tyngre



Oslo kommune

## Vann- og avløpsverket

stabilitetssikring i form sprøytebetongbuer eller i verste fall betongutstøpning.

Det kan forventes at minst 1/3 av stabilitetssikring utføres på stuff. Det resterende utføres fortløpende som permanent sikring. Det bør legges opp til at mesteparten av sikringen som utføres på stuff også skal fungere som permanent sikring.

### Sikringsprognoser

**Bolter:** Det kan bli behov for både spredt og systematisk boltesikring. Dimensjonerende boltelengde er 3.0 meter, men også kortere og lengere bolter vil benyttes. Boltene må ha kvalitet minimum Ø20mm KS500TS. På stuff kan det benyttes polyesterforankrede bolter, alternativt rørbolter. Som permanent sikring bør det fortrinnsvis benyttes gyste kamstålbolter. Forbolting kan også bli aktuelt, da spesielt i forbindelse med påhuggene. Det kan da bli nødvendig med opptil 6 m lange bolter med Ø 32 mm.

**Sprøytebetong:** Sprøytebetong vil være nødvendig i mer eller mindre grad i heng og vederlag, enten som fiberarmert eller uarmert sprøytebetong. For nærmere spesifikasjoner for sprøytebetongarbeider vil vi henviser til Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 7: Sprøytebetong til fjellsikring.

### Sikringsanslag stabilitetssikring:

#### Hovedløp:

Sikringstype	Enhet	På stuff	Bak stuff	
Bolter	stk			
Lengde 2.4 m	"	1000	500	
3.0 m	"	2000	2500	
4.0 m	"	100	200	
Forbolting				
6.0 m	"	100		
Bånd	m	200	100	
Sprøytebetong	m <sup>3</sup>	500	500	
Sikringsbuer i sprøytebetong	lm		50	
Sikringsstøp	lm	30		
Portaler	lm		50	
Vann- og frostsikring	lm		1500	



Oslo kommune

## Vann- og avløpsverket

## Av- og pårampe:

Sikringstype	Enhet	På stuff	Bak stuff	
Bolter	stk			
Lengde 2.4 m	"	400	100	
3.0 m	"	200	100	
4.0 m	"	50	30	
Forbolter				
6.0 m	"	30		
Bånd	m	30	30	
Sprøytebetong	m <sup>3</sup>	150	200	
Sikringsbuer i sprøytebetong	lm		20	
Sikringsstøp	lm	20		
Portaler	lm		40	
Vann- og frostsikring	lm		250	

**Kostnadsoverslag**

For å gjøre et grovtanslag over kostnader for sprengning og sikring av fjelltunneldelen av prosjekt er det nedenfor satt opp en tabell som angir anslåtte kostnader i hele kr. 1000. Overslaget omfatter hovedprosess 2 og 7.

Prosess		Enhet	Enhetspris	Alt.B Mengde	Alt.B Kostnad
	Rigg	RS	15 %		7035
22.3 og 22.4	tunnelsprengning	m <sup>3</sup>	100	99200	9920
34,3	Transport, lasting av fjell	m <sup>3</sup>	60	99200	5952
25,2 og 72.2	Bolting	stk	250	7310	1827,5
25,4 og 72.4	Sprøytebetong med fiber	m <sup>3</sup>	2500	1350	3375
25,5 og 72.5	Utstøpning/portal	m <sup>2</sup>	1000	5062	5062
	Sprøytebetongbuer	lm	15 000	70	1050
26,1 og 26.3	Arbeider foran stuff	lm	1000	1200	1200
	Vann- og frostsikring	m <sup>2</sup>	500	28500	14250
	Uforutsett	RS	10%		4263,65
	<b>SUM</b>				<b>53935,1</b>

Både hovedløpene og rampene er medregnet i tabellen ovenfor.



Oslo kommune

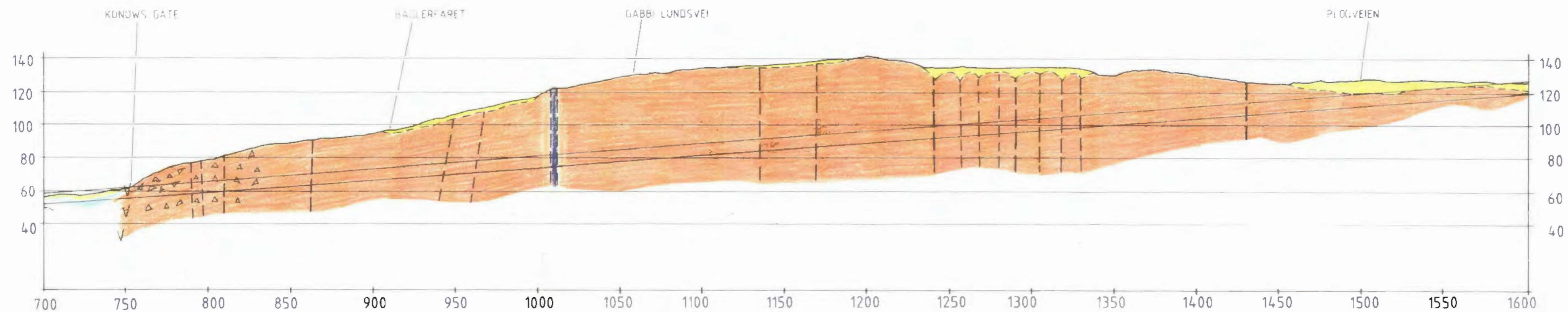
## Vann- og avløpsverket

Videre undersøkelser

Under detaljplanleggingen av prosjektet vil vi anbefale at forholdene omkring fjellpåkuggene og av- og pårampen til Valhallveien undersøkes nærmere. Det vil være spesielt viktig å se på stabiliteten for Ryenbergveien.

**OVERSIKT OVER TIDLIGERE RAPPORTER**

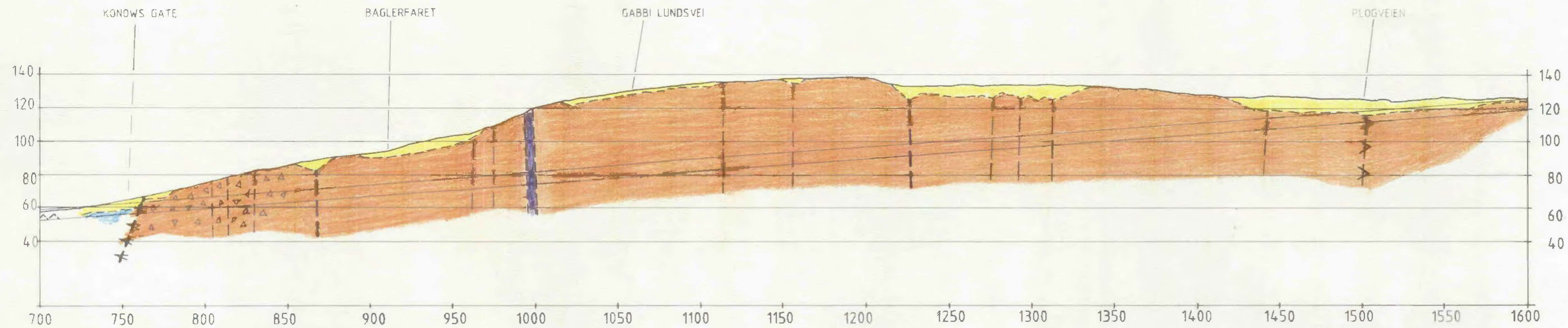
R-2143	del 1:	Rapport over Svartdalslinjen. Ingeniørgeologisk oversikt. 17.01.86
"	" 2:	Rapport over Svartdalslinjen. Orienterende rapport om grunnforhold. 01.08.86
R-2817	" 1:	Svartdalslinjen. Foreløpige grunnundersøkelser 27.08.93
"	" 2:	" " Påhugg ved Ryenkrysset 21.10.93
"	" 3:	" tunnelen. Supplerende boringer i Lodalen 03.12.93



TEGNFORKLARING

- Kalkstein/-Skiifer
- Permisk eruptivgang
- Breksje og mylonitt
- Grunnfjellsgneis
- Antatt overdekning  $\geq 2m$
- Antatt mindre svakhetsone
- Antatt sprekkesone, sleppe  $\leq 5m$

Bokst	Forandring	Dato	Bokst	Forandring	Dato
			Tegn	CR	Dato
			Målestokk	1:2000	Kartref
					SOF03
			Tegn nr	2817-07	
			<b>OSLO KOMMUNE</b> Geoteknisk kontor		



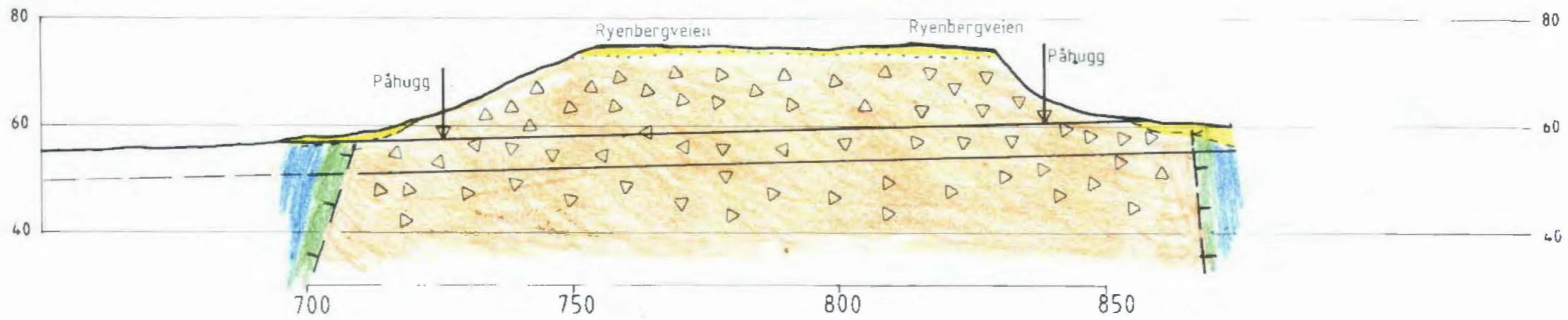
TEGNFORKLARING

- Kalkstein/-Skifer
- Permisk eruptivgang
- Breksje og mylonitt
- Grunnfjellgneis
- Antatt overdekning  $\geq 2m$

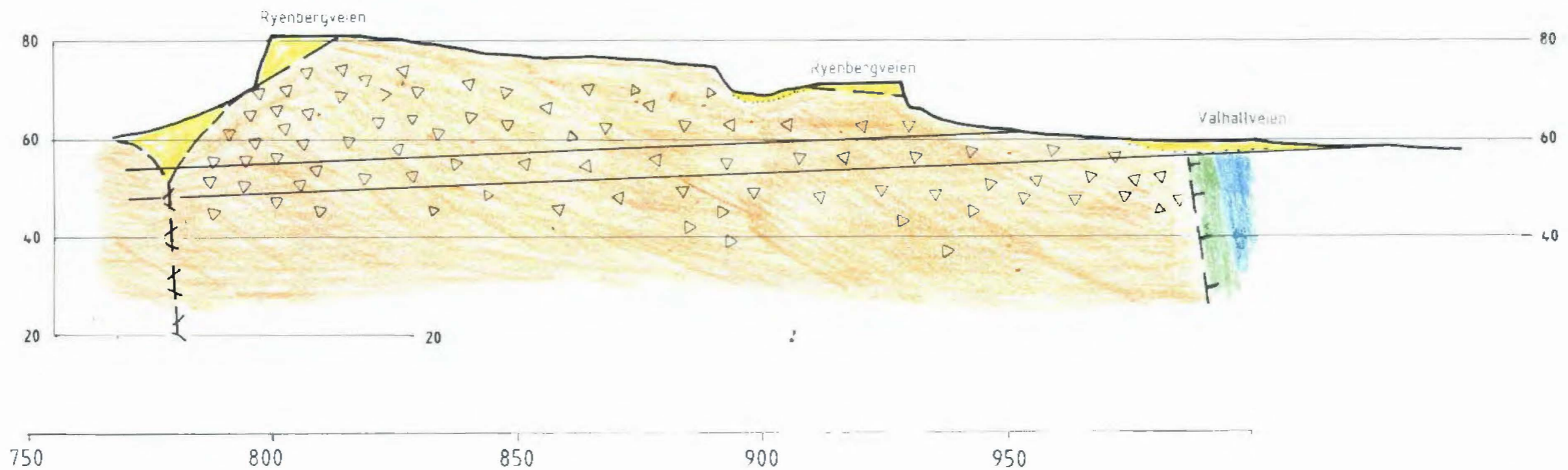
- Større knusningszone (antatt beliggenhet)
- Antatt mindre svakhetssone
- Antatt sprekkesone, slette  $\leq 5m$

Bokst.	Forandring	Dato	Bokst.	Forandring	Dato
Svartdalsstunnelen			Tegn.	CR	Dato
Geologisk lengdeprofil			Målestokk	1:2000	Kartret
Hovedløp mot sentrum					50F03
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor			Tegn. nr.	2817-08	

# AVRAMPE VALHALLVEIEN

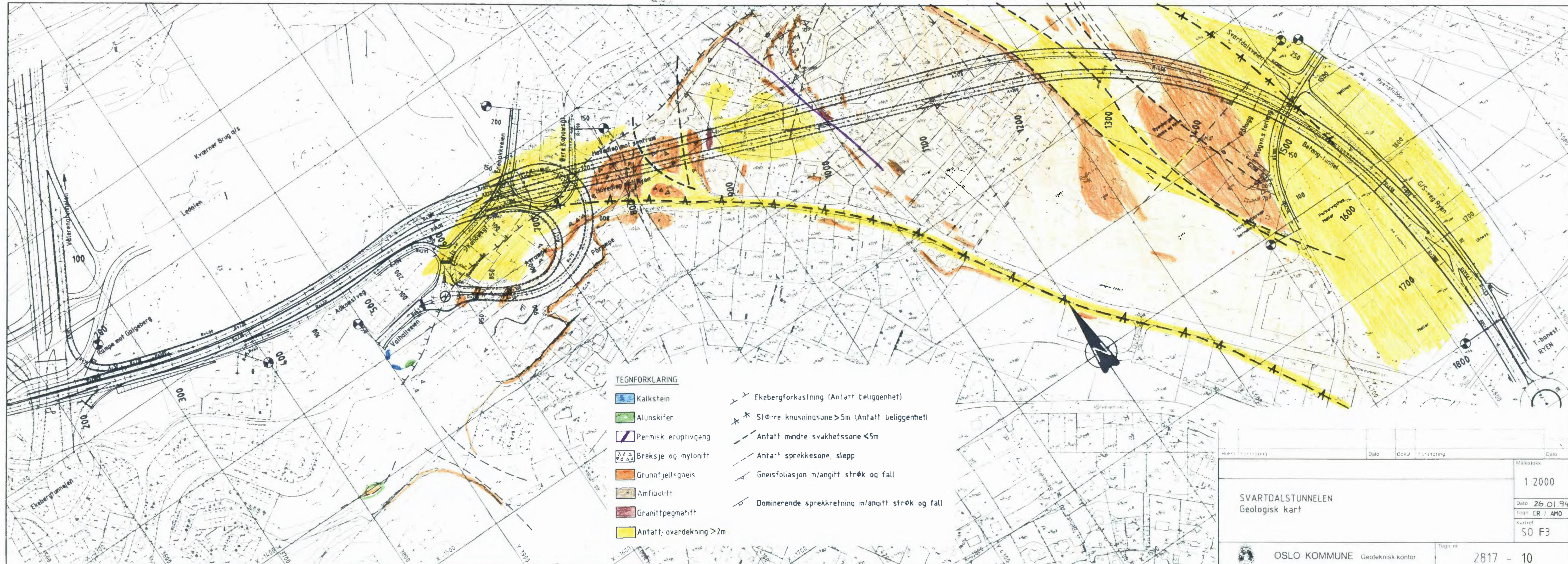


# PÅRAMPE MOT SENTRUM






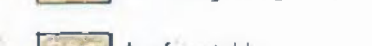










Tegnforklaring  
Se tegning 2817 - 10

Bokst.	Forandring	Dato	Bokst.	Forandring	Dato		
SVARTDALSTUNNELEN Lengdeprofiler, av- og pårampe til Valhallveien						Tegn. Amo	Dato Jan. 94
						Målestokk	Kartret
						1 : 1000	SO F3
						Tegn. nr.	2817 - 09
 OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor							



TEGNFORKLARING

-  Kalkstein
-  Alunskifer
-  Permisk eruplivgang
-  Breksje og mylonitt
-  Grunnfjellsgneis
-  Amfibolitt
-  Granittpegmatitt
-  Antatt, overdekning >2m
-  Ekebergforkastning (Antatt beliggenhet)
-  Større knusningszone >5m (Antatt beliggenhet)
-  Antatt mindre svakhetssone <5m
-  Antatt sprekkesone, stepp
-  Gneisfoliasjon m/angitt strøk og fall
-  Dominerende sprekkretning m/angitt strøk og fall

Bokst	Forandring	Dato	Bokst	Forandring	Dato

<b>SVARTDALSTUNNELEN</b> Geologisk kart		Målestokk
		1 2000
		Dato 26.01.94
		Tegn CR / AMO
Kartref. SO F3		Tegn nr.
		2817 - 10