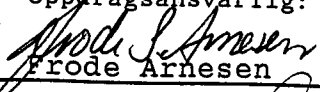
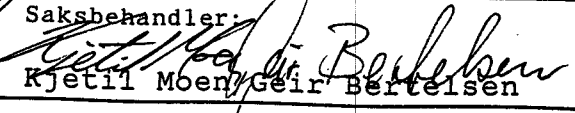


Fagområde:	Ingeniørgeologi/Geoteknikk		
Stikkord:	Arkivundersøkelse Avløpsanlegg Sikring	Tunneler Renseanlegg Sprengning	
Oppdragsnr.:	5 1 3 9 0		
Rapportnr.:	1		
Oppdrags- giver:	BERGEN KOMMUNE TEKNISK UTBYGGING VA-SEKSJONEN		
Oppdrag/ rapport:	SENTRUM NORD/EIDSVÅG HOVEDAVLØPSANLEGG ----- INGENIØRGEOLOGISK FORPROSJEKTERING		
Dato:	21. april 1995		
Rapport-utdrag:	<p>Bergen kommune planlegger et nytt hovedavløpsanlegg i området Sentrum - Eidsvåg.</p> <p>NOTEBY har utført arkivundersøkelser for å samle data om grunnforhold i planområdet. Det er gjort ingeniørgeologiske vurderinger for tre alternative plasseringer av renseanlegg i fjell. De tre alternativene er 1) Rothaugen, 2) Breiviken, og 3) Eidsvågsneset. Ingeniørgeologiske forhold for aktuelle tunneltraséer er også vurdert.</p> <p>Fra et bergteknisk synspunkt er det bare små forskjeller mellom de tre alternative plasseringene for renseanlegg.</p> <p>Sprengte tunneler under bebygget område bør legges slik at verdekningen i hovedsak blir større enn 25 m. For en eventuell TBM-tunnel bør fjelloverdekningen være større enn 10 m.</p>		
Land/fylke: Hordaland	Oppdragsansvarlig:		
Kommune: Bergen	 Frode Arnesen		
Sted: Sentrum-nord	Saksbehandler:		
Kartblad: 1115 I	 Kjetil Moen/Geir Bertelsen		
	UTM-koordinater: 32V 2985 67032 127I		

21. april 1995

INNHOOLD:

	Side
1 INNLEDNING	3
2 GENERELLE REGISTRERINGER	3
2.1 Utførte undersøkelser	3
2.2 Ingeniørgeologiske forhold	3
2.2.1 Bergarter	3
2.2.2 Svakhetssoner	4
2.2.3 Oppsprekking	4
2.3 Geotekniske forhold	5
2.3.1 Arkivundersøkelser	5
2.3.2 Løsmassebeskrivelse	5
3 INGENIØRGEOLOGISKE FORHOLD VED RENSEANLEGG	5
3.1 Alternativ Rothaugen	6
3.2 Alternativ Breiviken	6
3.3 Alternativ Eidsvågneset	6
4 FORSLAG TIL TUNNELTRASÉER	7
4.1 Fullprofilboret tunnel	7
4.2 Sprengt tunnel	8
5 INGENIØRGEOLOGISKE FORHOLD LANGS TUNNELTRASÉER	8
5.1 Sverresborg - Breiviken	9
5.2 Breiviken - Eidsvågneset	9
5.3 Eidsvåg - Eidsvågneset	10
5.4 Koppervika - Breiviken	10
6 DRIVEMETODER OG KOSTNADER	10
6.1 Fullprofilboret tunnel	11
6.2 Sprengt tunnel	12
7 BORHULL SOM TVERRINNNTAK	13
8 VIDERE UNDERSØKELSER	13

TEGNINGER:

4000	-3b	Ingeniørgeologisk bilag
51390	-0	Oversiktskart
51390	-150	Oversiktskart - Ingeniørgeologi Vågen - Eidsvågen
51390	-151	Ytterste plassering av sprengt/TBM-boret tunnel Dreggen - Breiviken
51390	-152	Lengdesnitt tunnel Dreggen - Breiviken

1 INNLEDNING

I forbindelse med forprosjektering av Sentrum Nord/Eidsvåg Hovedavløpssystem er NOTEBY engasjert som geofaglig rådgiver.

Oppdragsgiver er Bergen kommune, KTU, VA-seksjonen. Asplan Viak og Garmann Prosjektsamarbeid er engasjert som hovedkonsulent. Våre arbeidsoppgaver er definert i brev av 14.12.94.

Rapporten sammenfatter de utredningsarbeidene som er utført i prosjekteringsperioden.

2 GENERELLE REGISTRERINGER

2.1 Utførte undersøkelser

Undersøkelser av berggrunnen omfatter flyfotostudier og studie av geologisk/bergteknisk litteratur. Egne og innhentede erfaringsdata er gjennomgått. Det er foretatt enkle befaringer i felten.

Opplysninger om geotekniske forhold er tatt fra NOTEBYs arkiv.

2.2 Ingeniørgeologiske forhold

Basert på flyfotostudier og enkle befaringer er vedlagte tegning 51390-150 utarbeidet. Tegningen viser bergartsformasjoner, og svakhetssoner som gir seg til kjenne i overflaten.

2.2.1 Bergarter

Berggrunnen under Sverresborg tilhører Nordåsvatn-komplekset av kambrosilurisk alder, og bergarten er en grønnstein/grønnskifer.

Geologisk tilhører resten av planområdet det prekambriske Ulriken gneiskompleks. Her dominerer gneis med granittisk mineralsammensetning. I en linseformet formasjon ved Rothaugen, og i en sone fra Langevatnet til Tømmervågen, finnes kvartsrike bergarter, tildels med skifrig karakter.

2.2.2 Svakhetssoner

To svakhetssoner i planområdet betegnes som større regionale bruddsoner.

Det gjelder for det første skyvesonen mellom de to nevnte bergartsformasjonene. Utgående av denne sonen kan følges fra Skuteviken mot Skansen og Skansemyren. Sonen antas å være sammensatt, med en total mektighet på oppimot 50 m. Sonen antas å bestå av sterkt forskifret berg med en del klorittisk leirmateriale.

Utgående av den andre større bruddsonen kan følges fra Tømmervågen i Eidsvåg, forbi Langevatnet og Munkebotsdalen. Sonen består av en kvartsskifer. Sentrale deler av sonen antas å ha en sterkt skifrig karakter. Her kan bergmassen tildels være omvandlet og leirførende. Total mektighet anslås også her til oppimot 50 m.

Forøvrig finnes en del mindre svakhetssoner. De gir seg til kjenne som søkk og mindre dalfører. Se tegning 51390-150. Slike soner vil stort sett ha mektigheter på 10 m eller mindre.

Svakhetssonene følger tre hovedretninger. Ett sett svakhetssoner følger den regionale foliasjonen som har strøk NV-SØ. Fallet er østlig $40 - 70^\circ$. Det andre settet har også strøk NV-SØ, men med et tilnærmet vertikalt fall. Det tredje settet har grovt sett strøk normalt på foran nevnte (NØ-SV). Fallet er varierende steilt.

2.2.3 Oppsprekking

De tre dominerende sprekkesystemene faller sammen med hovedretningene for svakhetssonene. Det kan imidlertid være en del lokale variasjoner.

Bergartene i Nordåsvatn-komplekset varierer generelt fra forholdsvis moderat oppsprukket grønnstein/gabbro/amfibolitt, til skifre med tettere oppsprekking.

I fjellryggen ved Sverresborg virker oppsprekkingen moderat (sprekkeavstand 0,5 - 1 m), men skifrige partier med tettere oppsprekking kan forekomme.

I Ulriken gneiskompleks er bergmassen utenom svakhetssonene moderat oppsprukket. Avstanden mellom markerte utholdende sprekker er i hovedsak større enn 1 m. I nærheten av svakhetssonen kan bergarten ha en benket karakter med sprekkeavstand ned mot 10 cm.

2.3 Geotekniske forhold

2.3.1 Arkivundersøkelser

Arkivundersøkelsen av geotekniske data er konsentrert til områdene Skuteviken og Sandviken. Løsmassemektheter er angitt på tegning 51390-151.

2.3.2 Løsmassebeskrivelse

Det er registrert løsmassemektheter på omkring 5 m over tunneltraséen i områdene ved Skuteviken og Sandviken. Ved strandsonen i Skuteviken er det registrert mektigheter på over 10 m. Løsmassene består i hovedsak av fyllmasser, sandige-/grusige avsetninger og morene. Slike løsmasser er generelt lite setningsømfintlige.

Fra området innenfor Måseskjæret og nordover mot Eidsvågneset er det i stor grad fjell i dagen, og bare lokale løsmasseforekomster uten betydning for overdekningsforhold og valg av tunneltrasé.

Faren for grunnvannssenkning og setningsskader for hus fundamentert på løsmasser er ikke vurdert. Slike vurderinger må gjøres i det videre prosjekteringsarbeidet.

3 INGENIØRGEOLOGISKE FORHOLD VED RENSEANLEGG

Generelt anbefales en fjelloverdekning på 30 - 35 m for hallene i renseanlegget. Det vil normalt gi god avstand til dagfjell, og gode innspenningsforhold.

Alle de tre alternativene ligger under bebygget område. Med den anbefalte overdekningen vil sprengningsarbeidene kunne gjennomføres på uten å overskride normale vibrasjonsgrenser.

Det vil uansett bergkvalitet være en viss risiko for blokkfall fra blottlagt fjell i fjellrom. I et anlegg av denne kategorien anbefales generelt sikring av tak og vegger med bolter og sprøytebetong.

Generelt må man også kalkulere med noe innlekkasje av vann i anleggene. Det vil normalt ytre seg som spredte sig-/drypplekkasjer. Det er svært liten sannsynlighet for innlekking av sjøvann i noe problematisk omfang. Lekkasjer kan ledes til sidene ved montering av himlingsplater eller duk.

3.1 Alternativ Rothaugen

Et renseanlegg her vil ligge i den såkalte Rothaugkvartsitten, som er en kvartsittisk gneis, tildels med skifrig karakter. Bergarten har et kvartsinnhold på over 60%.

Renseanlegget kan plasseres i inntakt, men tildels markert oppsprukket berg, mellom markerte svakhetssoner på hver side av Rothaugen. Fløyfjellstunnelen danner en østre begrensning for renseanlegget.

Det høye kvartsinnholdet i bergarten vil gi dårlig borsynk og stor borslitasje ved utsprengning av anlegget. Den markerte oppsprekningen kan gjøre behovet for rensk og arbeidssikring noe mer omfattende enn for de to andre alternativene.

Den permanente sikringen blir i prinsippet den samme som for de to andre alternativene, men muligens med noe tettere bolting og noe mer sprøytebetong.

Det konkluderes med at alternativet er gjennomførbart, men bergteknisk noe mer ugunstig enn alternativene Breiviken og Eidsvågneset.

3.2 Alternativ Breiviken

Bergarten her er en massiv granittisk gneis. Bergtekniske forhold vurderes som gunstige, selv om noen slepper kan forekomme. De vil evt. skjære anlegget under en gunstig vinkel. De ventes ikke å skape større stabilitetsproblemer.

Anlegget kan plasseres med tilstrekkelig overdekning i området under NHH. Orientering av hallene er vist på tegning 51390-151 ut fra en orienterende sprekkekartlegging.

Dette alternativet synes også fra et VA-teknisk synspunkt det mest aktuelle.

3.3 Alternativ Eidsvågneset

En alternativ plassering av renseanlegg på Eidsvågneset er vurdert. Bergarten er også her en granittisk gneis. Det vil være fullt mulig å plassere et renseanlegg med tilstrekkelig fjelloverdekning, uten å komme i berøring med svakhetssoner som er registrert i overflaten.

Sprekkemønsteret er i hovedsak som beskrevet i kapittel 2.2.3. Anlegget kan plasseres med en gunstig orientering i forhold sprekkeretningene.

Adkomsten til renseanlegget er noe lenger, og noe mer komplisert enn for de andre to alternativene. Det kan bli nødvendig med noe tyngre sikring i ytre del av adkomsttunnelen ved kryssing under Eidsvågvegen.

4 FORSLAG TIL TUNNELTRASÉER

Ledningsanlegg i tunnel har vært vurdert på følgende strekninger:

- Sverresborg - Breiviken (3050 m)
- Breiviken - Eidsvågneset
- Eidsvåg - Eidsvågneset
- Koppervika - Breiviken (1690 m)

Nedenfor er noen bergtekniske kriterier for linjeføring satt opp:

- I utgangspunktet skal korteste strekning mellom endepunktene velges.
- For å redusere omfanget av sikringsarbeidene bør skjæringsvinkel mellom tunnelakse og sprekker/svakhetssoner være så nær 90° som mulig.
- Fjelloverdekningen må være tilstrekkelig slik at stabilitetsproblemer, og i verste fall gjennombrudd til dagen, ikke forekommer. For liten overdekning kan også gi vannlekkasjeproblemer.
- Ved tunnelarbeider under bebygget område må en ta hensyn til vibrasjoner fra sprengning og støy fra boring.

Anbefalte ytre grenser for tunneltraséer på strekningen Sverresborg - Breiviken er lagt inn på tegning 51390-151. Lengdesnitt er vist på tegning 51390-152. Disse er basert på alternativ med lav tunnel. Ved halvhøy eller høy tunnel må traséene justeres tilsvarende.

4.1 Fullprofilboret tunnel

På strekningen Sverresborg - Breiviken går tunnelen under bymessig bebyggelse. Fullprofilboring har bl.a. den fordel at man unngår vibrasjoner fra sprengning. Tunneltraséen kan derfor planlegges med mindre fjelloverdekning enn det sprengte alternativet.

Stabilitet og lekkasjeforhold blir bestemmende for nødvendig fjelloverdekningen. Vi har tatt utgangspunkt i at fjelloverdekningen bør være større enn 10 m. Da vil man unngå den ytterste dagfjellsforvitrede sonen. Man har under normale forhold tilstrekkelig fjell til å tette mot lekkasjer.

Støynivået som påføres beboere ved dette trasévalget er ikke vurdert inngående. På dette området bør det innhentes mer erfaringsmateriale dersom fullprofilalternativet skal utredes nærmere.

For de andre tunnelstrekningene har fjelloverdekningen mindre betydning for valg av tunneltrasé. Fullprofilalternativet er også mindre aktuelt.

4.2 Sprengt tunnel

For sprengt tunnel har vi lagt til grunn at avstanden til bebyggelse bør være 25 m eller mer. Ved kortere avstander viser erfaring, bl.a. fra Sentrum Syd Hovedavløpsanlegg, at spesielle tiltak kan bli nødvendig for å oppfylle krav til maksimale vibrasjoner etter NS 8141. Det mest kostnadskrevende tiltaket i så måte vil være sprengning med reduserte salvelengder.

På tegning 51390-152 er traséen ytre begrensning for sprengt tunnel på strekningen Sverresborg - Breiviken lagt inn.

For de øvrige tunnelstrekningene er overdekningsforholdene bedre. Traséene vil i første rekke bli bestemt av hensyn til tilknytningspunkter og kortest mulig tunnellengde.

Ved detaljert trasébestemmelse og linjeføring bør man søke å krysse svakhetssoner så gunstig som mulig.

5 INGENIØRGEOLOGISKE FORHOLD LANGS TUNNELTRASÉER

Man må generelt regne med en del innlekkasje av vann i tunnelene. Det vil i hovedsak ytre seg som spredte sig-/drypplekkasjer. Men man kan også kommet til å krysse sprekker og svakhetssoner med større lekkasjer. For tunneler under havnivå kan det teoretisk forekomme innlekking av sjøvann.

Det er erfaringsmessig ikke grunn til å forvente store lekkasjep problemer. Lekkasjevannet vil i all hovedsak være ferskvann.

Med de valgte kriteriene for overdekking vil man under tunneldrivingen kunne ha full kontroll med lekkasjene. Større lekkasjer kan injiseres. Restlekkasjer kan ledes til drengrofter i sidene ved montering av duk eller himlingsplater.

5.1 Sverresborg - Breiviken

Tunnelen gjennom fjellryggen ved Sverresborg går i kambro-silurisk grønnstein eller grønnskifer.

Forsenkningen ved Skuteviken representerer en skyvesone som også danner bergartsgrense mellom denne bergarten og de gneisbergartene som dominerer resten av planområdet.

Under Rothaugen vil tunnelen gå i en kvartsrisk, tildels skifrig gneis (Rothaugkvartsitten). Videre mot Breiviken vil man få en overgang til mer massive gneiser med varierende struktur. Mineralsammensetningen vil i hovedsak være granittisk.

Den nevnte skyvesonen og bergartsgrensen ved Skuteviken representerer en kompleks, og opptil 50 m mektig svakhetssone.

To markerte, men antatt mindre mektige svakhetssoner, gir seg til kjenne i forsenkningen nordøst for Rothaugen. Noen mindre svakhetssoner finnes i området Stormøllen - Nyhavn.

For de nevnte svakhetssonene må det kalkuleres med en del tyngre sikring. Det kan også forekomme noen mindre svakhetssoner som ikke gir seg til kjenne i overflaten p.g.a løsmasse-overdekning og bebyggelse.

Forøvrig antar vi at tunnelen kan drives med normal rensk og sporadisk sikring.

Bergartenes egenskaper vil variere en del. Grønnstein/grønnskifer har gunstig borbarehet, men kan være noe tungsprengt. Den kvartsrrike gneisen kan gi stor borslitasje og lav borsynk. Sprengbarheten ventes å være god. Gneisene med granittisk mineralsammensetning kan også gi noe dårligere borbarehet enn normalt, men god sprengbarhet.

5.2 Breiviken - Eidsvågneset

Ved plassering av renseanlegg på Eidsvågneset er det aktuelt med tunnel her.

Hele strekningen går i granittiske gneiser. En del mindre svakhetssoner er identifisert i området. Strøkretningen på de fleste av disse er NV - SØ. Dette er også retningen på de dominerende sprekkesystemene.

Store deler av tunnelen vil nødvendigvis få en ugunstig spiss vinkel til slike diskontinuiteter.

Det må kalkuleres med noe tyngre sikring ved passering av svakhetssonene. Også utenom svakhetssonene kan sikringsomfanget bli noe større enn normalt p.g.a ugunstig tunnelretning.

I detaljplanfasen bør det legges vekt på å få til en optimal linjeføring med tanke på stabilitet og sikring.

5.3 Eidsvåg - Eidsvågneset

Tunnel har vært vurdert på denne strekningen. Den anbefalte VA-tekniske løsningen omfatter imidlertid ledninger i grøft og borhull.

En eventuell tunnel her vil gå i de samme gneisbergartene som nevnt foran. Tunnelretningen vil også her få en ugunstig vinkel til hovedsprekkeretningene.

De ingeniørgeologiske forholdene i området Tømmervågen - Koppervika er uoversiktlige. Her bør videre prosjektering av fjellanlegg baseres på en mer detaljert ingeniørgeologisk kartlegging.

Videre mot Eidsvågneset er bare noen få mindre svakhetssoner registrert.

5.4 Koppervika - Breiviken

Ved lokalisering av renseanlegg i Breiviken er det aktuelt med en overføringstunnel direkte fra Eidsvåg. En slik tunnel vil gå gjennom de samme formasjonene som veitunnelene gjennom Eidsvågfjellet.

Det har vært diskutert om det ved utvidelse av veitunnelene også kan legges avløpsledning. Dette avklares evt. med Statens Vegvesen.

Ved anlegging av ny tunnel forventes noe dårlig bergkvalitet de første 100 - 200 m på Eidsvågsiden. Videre gjennom Eidsvågfjellet og fram til renseanlegget ser forholdene ut til å være gunstigere.

6 DRIVEMETODER OG KOSTNADER

Aktuelle drivemetoder er fullprofilboring med tunnelboremaskin (TBM) eller konvensjonell drift med boring og sprengning.

6.1 Fullprofilboret tunnel

Noen karakteristiske egenskaper ved TBM i sammenligning med konvensjonell drift er listet opp nedenfor.

Fordeler:

- TBM gir ikke vibrasjoner som kan skade bebyggelse.
- Det kan oppnås ukeinndrifter på i størrelsesorden det dobbelte av konvensjonell drift. Det kan i gitte tilfeller bety innsparing i form av færre angrepspunkt enn for en konvensjonelt boret og sprengt tunnel.
- En fullprofilboret tunnel krever under normale forhold minimal sikring.

Ulemper:

- Lyd fra boringen vil forplante seg gjennom grunnen til bebyggelse i nærheten. Dette kan erfaringsmessig oppleves sjenerende på avstander opp til 100 m. Det er derfor usikkert om boring kan foregå døgkontinuerlig for dette prosjektet.
- Linjeføringen for en TBM-tunnel er bundet til kurveradius større enn 200 m og stigning mindre enn 1:100.
- En TBM-tunnel er kostnadmessig og tidsmessig vesentlig mer følsom for variasjoner i tverrsnitt og bergtekniske forhold enn det som er tilfelle for en konvensjonell boret og sprengt tunnel.
- Evt. sikringsoperasjoner foran borhodet er komplisert og tidskrevende.
- Leveringstid på TBM-maskin kan være et problem i forhold til framdriftsplan.
- Massene fra fullprofilboring er telefarlig, og har begrenset anvendelighet. -

TBM-tunnel er først og fremst aktuell på strekningen Sverresborg - Breiviken der man har bymessig bebyggelse og liten overdekning. Et vesentlig argument er å skåne beboere og næringsdrivende for rystelser fra sprengning.

Stabilitetsforhold, lekkasjeforhold og støyforhold er faktorer som bestemmer nødvendig fjelloverdekning for en TBM-tunnel. Vi har som nevnt foran vurdert denne overdekningen til minimum 10 m.

Valg av tverrsnitt har stor betydning for kostnadene ved fullprofilboring. Et vesentlig spørsmål for sammenligningen mellom de alternative drivemetodene er om avløpsvannet skal legges i rør eller renne fritt i tunnelsålen.

Det er gjort en kostnadsvurdering av to aktuelle diametere for TBM.

- Tunnel uten rør med diameter 3,5 m.
- Tunnel med rør i siden og kjørebane. Diameter 6,25 m.

Basert på erfaringsdata fra Fløyfjellstunnelene har vi for en Ø 3,5 m tunnel kommet fram til en kostnad på kr 8 000,- til 10.000,- pr. lm.

For en Ø 6,25 m tunnel vil kostnaden være i størrelsesorden 15.000,- til 17.000,- pr. lm.

Her må vi presisere at kostnadsoverslagene er forbundet med betydelig usikkerhet. Kostnadene vil være svært følsomme for varierende fjellforhold. Spesielt spiller oppsprekkingsgraden i bergartsformasjonene en stor rolle.

Dersom man utfra dette ønsker å vurdere fullprofilboring nærmere, bør det baseres på et mer detaljert bergteknisk datagrunnlag.

6.2 Sprengt tunnel

Bergen kommune har omfattende erfaring med sammenlignbare tunnelsprengningsprosjekter. Usikkerhetene ved dette alternativet er derfor relativt beskjedne.

Med dagens tunnelsprengningsteknikk kan man tilfredsstille normale vibrasjonskrav etter NS 8141 med overdekning ned mot 10 m. Over kortere strekninger, og med iverksetting av spesielle sprengnings- og sikringsteknikker, kan også sprengning med mindre overdekning la seg gjennomføre.

Erfaring viser at ved overdekning på 25 m kan sprengning under bebygget område stort sett gjennomføres til normal løpemeterpris. Trasévalget på strekningen Sverresborg - Breiviken er basert på dette.

Det økte kravet til overdekning i forhold til fullprofilboret tunnel utgjør bare en beskjeden økning i tunnellengde (ca 5%) for den samme strekningen.

En sprengt tunnel uten rør vil få et tverrsnitt $b \times h = 4 \times 5$ m. En sprengt tunnel med rør og vegbane vil få et tverrsnitt $b \times h = 4,7 \times 5$ m.

Sprengnings- og sikringskostnadene for sistnevnte tverrsnitt anslås til kr 10.000,- pr lm. Kostnadsreduksjonen for det mindre tverrsnittet uten rør vil være beskjeden, anslagsvis kr 500,- pr. lm.

7 BORHULL SOM TVERRINNTAK

Forskjellige teknikker for boring av tverrinntak kan være aktuelle. Boring kan utføres fra dagen eller fra tunnelen, alt etter hva som er mest hensiktsmessig.

Kostnad pr. meter borhull er i stor grad avhengig av borhulls-diameter, borhullslengde, avvikstoleranser og grunnforhold.

Som en grov orientering antydes kostnaden for et borhull i fjell med diameter 430 mm til kr 3.000,- pr lm. I tillegg kommer riggkostnader i størrelsesorden kr 100.000,-. Det forutsettes en normal avvikstoleranse på ca 1% av boret lengde.

For boring med fortløpende posisjonsbestemmelse og retnings-korrigerings må man regne med noe større kostnader. Det har skjedd en betydelig utvikling på dette området den siste tiden. Kostnader og tekniske løsninger må evt. vurderes nærmere.

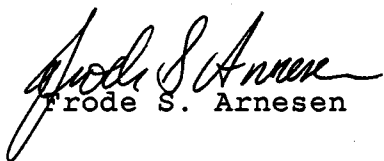

8 VIDERE UNDERSØKELSER

Ved detaljprosjektering er følgende ingeniørgeologiske og geotekniske undersøkelser aktuelle:

- Detaljkartlegging for endelig plassering av tunneltraséer, utforming av renseanlegg og valg av driveteknikker.
- Geotekniske undersøkelser ved tunnelpåhugg og påboringspunkt.
- Geotekniske/geofysiske undersøkelser i forbindelse med grøfting, utfylling i sjø, ledningsanlegg i sjø, utslag mot sjø.

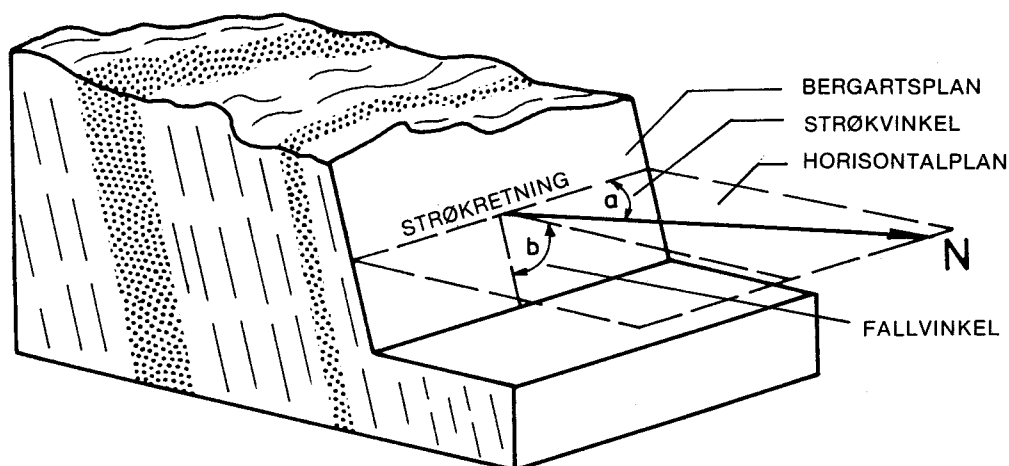
- Innhenting av parametre vedrørende bergartsegenskaper i forbindelse med utarbeidelse av anbudsmateriale.
- Ingeniørgeologisk/geotekniske undersøkelser og vurderinger vedrørende evt. grunnvannssenkning/setningsskader.

NOTEBY
NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S



Frode S. Arnesen
Kjetil Moen
Geir Bertelsen

STRØK OG FALL

Strøk (også kalt strøkkretning og strøkvinkel) er retningen av skjæringslinjen mellom et strukturplan og horisontalplanet målt i forhold til nord.




Fall eller fallvinkel er et bergartsplans vinkel med horisontalplanet, målt fra horisontalplanet og ned. Denne vinkelen måles vinkelrett på strøket. Det er ikke entydig hvilken vei planet heller ved bare å oppgi fallvinkelen. Derfor angis også hvilken himmelretning planet heller mot (f.eks. NØ på figuren). En fullstendig angivelse av strøk og fall for eksemplet på figuren vil, hvis vinkelen $a = 60^\circ$ og $b = 50^\circ$ være: strøk 120° eller 300° , fall 50° NØ, alt. angis strøkkretningen som N 60° V. Strøk og fall kan også angis i nygrader.

På geologiske kart angis strøk og fall med et tegn, f.eks.  50.

Tallet på tegnet angir fallvinkelen, og tegnet er orientert i strøkkretningen. Strøket angis vanligvis ikke med tall på kartet.

Hvis planet står vertikalt (fall 90°) er karttegnet: 

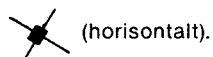
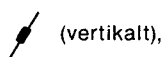
Hvis planet ligger horisontalt (fall 0°), er karttegnet:  (udefinert strøk).

Angivelse av strøk og fall benyttes for å angi stillingen i rommet av et bergartsplan, så som lagdeling, skifrihet, foliasjon og bånding. Skifrihet er oftest, men ikke alltid, uttrykk for lagdeling.

Homogene bergarter så som typiske granitter og gabbroer har ingen planparallell struktur, og følgelig kan strøk og fall ikke måles.

Sprekker, stikk, forkastninger og knusningssoner er ofte plane strukturer som angis med strøk og fall.

På geologiske kart brukes følgende strøk- og falltegn for sprekker og stikk:



INGENIØRGEOLOGISK BILAG

FREMSTILLING AV STRØK- OG FALLOBSERVASJONER



OPPDRAG NR.

4000

TEGN. NR.

3

TEGNET

REV.

b

KONTR.

KONTR.

PeBo

DATO

DATO

1.8.85

REV.

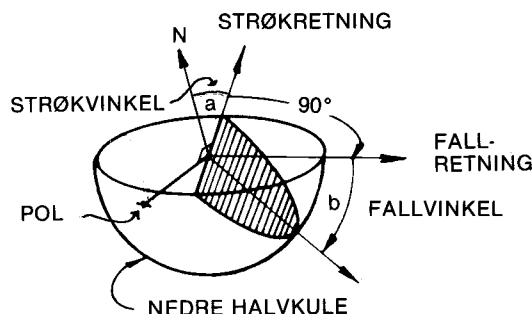
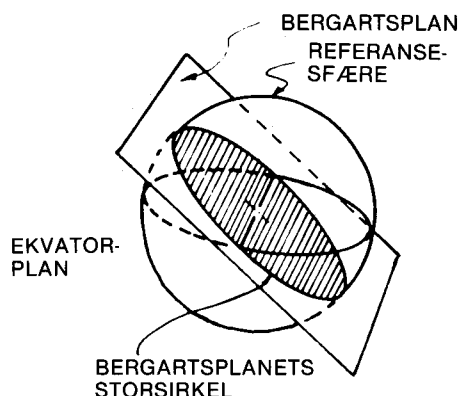
SIDE

1 av 2

STEREONETT

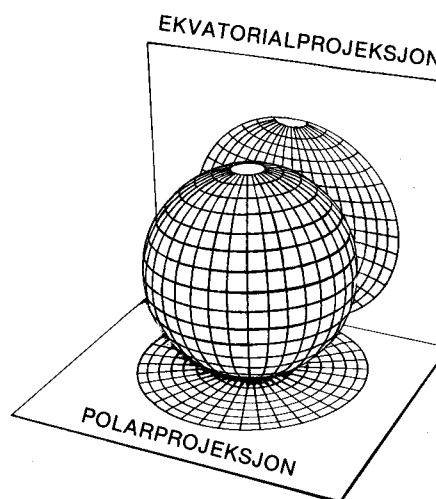
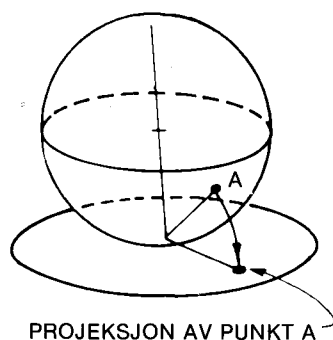
På et geologisk kart er det ikke mulig å tegne inn alle målinger av strøk og fall på lagdeling og sprekker. For en samlet presentasjon av slike data foretas plotting i form av punkter (poler) i et stereonett.

Stereonettet er basert på den sfæriske projeksjon, som gir et tredimensjonalt bilde av orienteringen til bergartsplan. Metoden tar utgangspunkt i den såkalte referansesfæren, som har storsirkelflate («ekvatorplan») i horisontalplanet og fast nord-syd akse. Det aktuelle bergartsplanet med kjent strøketretning og fallvinkel tenkes lagt gjennom sfærens sentrum som skissert under.



Bergartsplanets storsirkel defineres som skjæringen mellom planet og kuleflaten. Planets pol defineres som skjæringspunktet mellom kuleflaten og planets normal gjennom kulas sentrum. Nedre og øvre halvkule gir i prinsippet samme informasjon, slik at i praksis anvendes bare den ene halvdel av kuleflaten. Innenfor ingeniørgeologi brukes nedre halvkule.

For å oppnå en plan fremstilling av storsirkel og pol benyttes Lambert flate-tro projeksjon, se tegn. under til venstre. Polar- og ekvatorialprojeksjon av referansesfæren med lengde- og breddesirkler er vist på tegn. under til høyre.



INGENIØRGEOLOGISK BILAG

FREMSTILLING AV STRØK- OG FALLOBSERVASJONER



OPPDRA NR.

4000

TEGN. NR.

3

TEGNET

REV.

b

KONTR.

KONTR.

PeBo

DATO

DATO

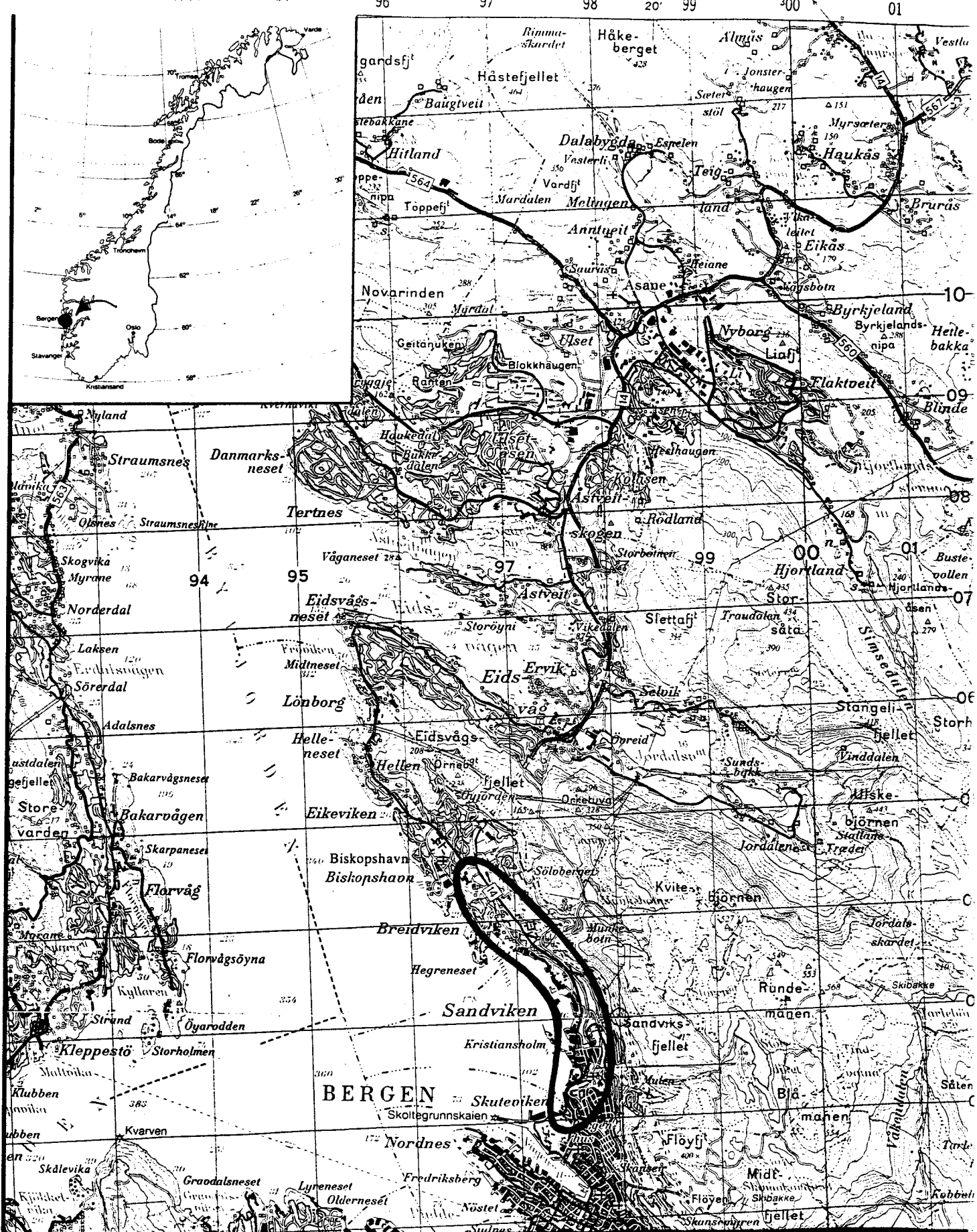
1.8.85

REV.

SIDE

b

2 av 2



OVERSIKTSKART

BERGEN KOMMUNE, KTU

SENTRUM NORD, HOVEDAVLØPSANLEGG

MÅLESTOKK

1: 50 000

TEGNET

KONTE

DATO

20.04.95

REV.

SIGN.

DATO

OPPDRAK NR.

51390

TEGN. NR.

0

REV.

SIDE

