

Oppdrag I-279A, rapport nr. 3

Motorveg E 18 Grimstad - Kristiansand Parsell Gaupemyr - Kjerlingland Geologisk undersøkelser

Sammendrag

Statens vegvesen planlegger ny E-18. Rapporten omhandler strekningen Gaupemyr/Tingsaker - Kjerlingland.

Lengde på ny E18 er ca 37 km. Og delt inn i følgende delparseller:

- Nørholm – Lillesand grense
- Grimstad grense – Gaupemyr/Tingsaker
- **Gaupemyr – Kjerlingland**
- Kjerlingland – Vest-Agder grense
- Vest-Agder grense – Dyreparken
- Dyreparken - Timenes

Denne rapporten omfatter strekningen Gaupemyr/Tingsaker - Kjerlingland, og er på ca 7,4 km

Veganlegget vil gå i sulfidførende gneis fram til pel 1.700, fyllinger og skjæringer. Videre fram til pel 4.200 går traseen i bergarter uten sulfidproblem. Traseen kommer på nytt inn i sulfidførende gneis ved pel 4.200; knaus øst for tunnelpåhugget for tunnel under Skifjell. (Nord om Norton). Resten av strekningen fram til parselldele ved pel 7.400 går traseen i sulfidgneisen med tunneler, fyllinger og skjæringer. Ca 30 % av strekningen består av større pegmatitter uten sulfidproblemer.

Tunnelstrekninger:

Tunnel Kvernåsen: pel 2.140 – 2.290, lengde ca 150 m.

Tunnel Skifjell: Pel 4.180 – 5.280, lengde 1100 m

Tunnel Songefjellsheia: Pel 6.350 – 6.700, lengde ca 350m.

Alternativ: Tunnel nord om Barbros slott, Pel 1030 – 1280, lengde ca 250m

Emneord: *Rusten sulfidførende gneis, sur avrenning, tunnel, geologi*

Fylke: *Vegdirektoratet*

Anlegg/parsell: *E-18: Grimstad – Kristiansand/ Gaupemyr – Kjerlingland*

UTM-ref.: *MK 644580 – MK 592561*

Kontor: *Geo og tunnelteknisk seksjon*

Saksbehandler: *Edvard Iversen, Per Hagelia*

/ edvari

Dato: *29.03.2003*

Statens vegvesen, Vegdirektoratet
Teknologiavdelingen
Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo
Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44

Innhold

1	Innledning.....	1
2	Utførte undersøkelser	1
2.1	Generelt	1
2.2	Geologisk og ingeniørgeologisk kartlegging.....	2
2.2.1	Vegutredning og alternativsøking	2
2.2.2	Reguleringsplan.....	2
3	Geologiske undersøkelser på parsell Gaupemyr/Timenes - Kjerlingland.....	2
3.1	Alternative traseer	2
3.2	Feltarbeid.....	3
3.3	Topografi, løsmasser og blotningsgrad	4
3.4	Bergarter.....	4
3.5	Behandling av avrenningsvann.....	5
3.5.1	Under anleggsvirksomheten	5
3.5.2	Ferdig veg.....	5
4	Geologiske undersøkelser langs traséen.....	5
4.1	Dagstrekningen.....	5
4.2	Tunnel Kvernåsen.....	6
4.3	Dagstrekning.....	6
4.4	Tunnel Skifjell.....	7
4.4.1	Bergarter i tunneltraseen.....	7
4.4.2	Tunnelpåhuggsområdet i øst.....	7
4.4.3	Tunnelpåhuggsområdet i vest.....	7
4.4.4	Svakhetssoner i tunnelen	7
4.4.5	Vanntetting	8
4.4.6	Sikring	8
4.4.7	Driftsopplegg tunnel Skifjell.....	8
4.5	Strekningen fram til Glamsland.....	9
4.6	Tunnel Songefjellheia.....	9
4.7	Daglinje fram til parselldele	9
4.7.4	Behandling av bergartene	10
5	Videre arbeid	10
6	Konklusjon	10

Tegningsbilag:

Geologiske kart er samla på egen CD for alle parsellene. Riktig filnavn for de enkelte kartene er oppgitt i parentes (*i kursiv*) sammen med oversikt over tegningsnummer i hver parsellrapport. I de enkelte rapportene er geologiske kart gjengitt på A4 format for enkel oversikt. Det forutsettes at en benytter utskrifter fra CD'en i riktig målestokk (M = 1:2000).

Tegning I – 279A nr 02 Geologisk tegnforklaring til tegn 15 - 19

Tegning I – 279A nr 15 Geologisk kart, pel 500 – 2.000 (*Barbro's Slott*)

Tegning I – 279A nr 16 Geologisk kart, pel 1.500 – 3.000 (*Prestegården*)

Tegning I – 279A nr 17 Geologisk kart, pel 3.100 – 4.600 (*Norton Nord*)

Tegning I – 279A nr 18 Geologisk kart, pel 4.600 – 6.000 (*Norton Glamsland N*)

Tegning I – 279A nr 19 Geologisk kart, pel 6.000 – 7.300 (*Glamsland SV*)

Tegning I – 279A nr. 20: Geologisk lengdeprofil Tunnel Kvernåsen

Tegning I – 279A nr. 21: Geologisk lengdeprofil Tunnel Skifjell

Tegning I – 279A nr. 22: Geologisk lengdeprofil Tunnel Songefjellheia

Tegning I – 279A nr. 23: Sprekkediagram Tunnel Kvernåsen

Tegning I – 279A nr. 24: Sprekkediagram Tunnel Skifjell, østre påhugg

Tegning I – 279A nr. 25: Sprekkediagram Tunnel Skifjell, traseen

Tegning I – 279A nr. 26: Sprekkediagram Tunnel Skifjell, vestre påhugg

Tegning I – 279A nr. 27: Sprekkediagram Tunnel Songefjellheia

1 Innledning

Statens vegvesen planlegger ny firefelts motorveg på E-18 mellom Grimstad og Kristiansand. Den nye vegen er en del av stamvegnettet i kommunene Grimstad, Lillesand og Kristiansand. Vegen vil få en total lengde på ca 37 km og er planlagt gjennomført som et OPS- prosjekt (Offentlig – privat samarbeid). Prosjektet er delt opp i seks parseller og er i mars 2003 på reguleringsplanstadiet:

- Nørholm – Lillesand grense
- Grimstad grense – Gaupemyr/Tingsaker
- **Gaupemyr/Tingsaker – Kjerlingland** (denne rapport)
- Kjerlingland – Vest-Agder grense
- Vest-Agder grense – Dyreparken
- Dyreparken - Timenes

Tunnelene planlegges i tunnelklasse E: to løp med tverrsnitt T 9,5. Det foreligger noe forskjellige trafikkprognoser for området, og det er indikasjoner på at ÅDT vil kunne overskride 15 000 innen 2030. Dette vil kunne bety at det blir behov for oppgradering til tunnelklasse F, kanskje allerede i OPS perioden. Tunnelklasse F har mindre avstand mellom nødtelefoner som skal plasseres i lukket rom bak hvelvet. Det bør derfor sprenge ut rom for disse under driving av tunnelen for de strekninger som senere kan komme i tunnelklasse F.

Geologi og tunnelkontoret, Vegteknisk avdeling (nå Geo- og tunnelteknisk seksjonen, Teknologiavdelingen, Vegdirektoratet) har fått ansvar for å gjennomføre geologiske undersøkelser med vekt på tunneler og spesialundersøkelser knyttet til forurensningspotensialet fra rusta sulfidførende gneis.

Resultatene legges fram i en rapportserie. Problemene knyttet til sur avrenning og forurensning fra i rustgneisene er behandlet i Oppdragsrapport I-279A nr. 1. Ellers er det utarbeidet egne geologiske rapporter for hver parsell, Oppdragsrapporter I-279A nr. 2 -5.

Denne rapporten omhandler parsell fra Gaupemyr/Tingsaker nord for Lillesand til kryss ved Kjerlingland. Arbeidet er utført i samsvar med Håndbok 021 Vegtunneler, samt Håndbok 015 Feltundersøkelser. I praksis er geologiske undersøkelser for oversiktsplan og reguleringsplan slått sammen. Rapporten oppsummerer geologiske problemstillinger knyttet til tunneler, sur avrenning og forslag til avbøtende tiltak på parsellen.

2 Utførte undersøkelser

2.1 Generelt

Denne rapporten bygger på:

- Generell geologi og tektonikk slik det går fram i trykte bidrag fra bl.a. Norges geologiske undersøkelse (NGU)
- Innledende kart- og flyfotostudier (h.h.v. M = 1:2000 og 1: 5000)
- Eget geologisk feltarbeid
- Bidrag fra konsulenter

Det er utført følgende undersøkelser:

- Geologisk kartlegging i M = 1: 2000 med registreringer av bergarter, bergartsgrenser, svakhetssoner og oppsprekking
- Ingeniørgeologiske undersøkelser av tunneler og påhugg
- Spesialundersøkelser av rusta sulfidførende gneiser med bidrag fra NIVA, Institutt for energiteknikk, Geokart AS og NGU

Prosjektledelsen har i tillegg fått utført geotekniske undersøkelser i løsmasser på enkelte steder (egne rapporter). Steinmaterialkvalitet langs traseen er hittil ikke spesielt undersøkt med for eksempel analyser for steinklassifisering.

2.2 Geologisk og ingeniørgeologisk kartlegging

2.2.1 Vegutredning og alternativsøking

I forbindelse med KU (konsekvensutredningen: Statens vegvesen Aust-Agder, 1998) ble det foreslått flere alternative vegtraséer.

Norges geologiske undersøkelse (1996) kartla geologien mellom Kaldvell og Dyreparken, mest med tanke på utbredelse av rusta sulfidførende gneiser. Dette arbeidet påviste en del viktige problemområder, og viser fordelingen av alle viktige bergartstyper i M = 1: 20 000, samt litt i M = 1: 5 000.

2.2.2 Reguleringsplan

Reguleringsplanarbeidet begynte i 2001 og sluttføres i løpet av 2003. Geologi - og tunnelkontoret tok på seg ansvaret for geologiske undersøkelser vinteren 2001. Vi ble tidlig gjort oppmerksom på problemene med sur avrenning og annen forurensning fra fyllmasser av rusta sulfidførende gneiser, samt geologiske problemstillinger knyttet til tunnelene.

Målet for de geologiske undersøkelsene var å optimalisere veg- og tunneltraséer og bidra til å finne fram til praktiske løsninger på avrenningsproblemet, som grunnlag for kostnadsoverslag. Vi har hatt et tett samarbeid med prosjektledelsen, og det ble arrangert et tverrfaglig prosjektseminar i Kristiansand (mars 2002) der alle hensyn ble presentert og vurdert.

Geo- og tunnelteknikkseksjonen har kartlagt og vurdert geologien langs en rekke foreløpige traséforslag. Eksisterende traséforslag avviker på en del strekninger noe fra KU og har kommet fram i samspill med oppdragsgiver.

3 Geologiske undersøkelser på parsell Gaupemyr/Timenes - Kjerlingland

3.1 Alternative traseer

I forbindelse med reguleringsplanen er det satt fram to alternative traseer (Fig 1);

- Alternativ Nord for Norton
- Alternativ Syd for Norton
- Høsten 2002 er det også arbeidet i lokalmiljøet for å utrede et alternativ med tunnel nord for Barbros slott

Høsten 2002 ble alternativet Nord for Norton valgt. Alternativet Syd for Norton beskrives derfor ikke i denne rapporten. Vegteknisk avdeling har imidlertid det geologiske grunnlagsmaterialet for dette alternativet.

Alternativet med tunnel bak Barbros slott kom inn så sent at det kun er oversiktskartlegging i dette området. Dersom alternativet skal føres videre må det utføres supplerende undersøkelser våren 2003.

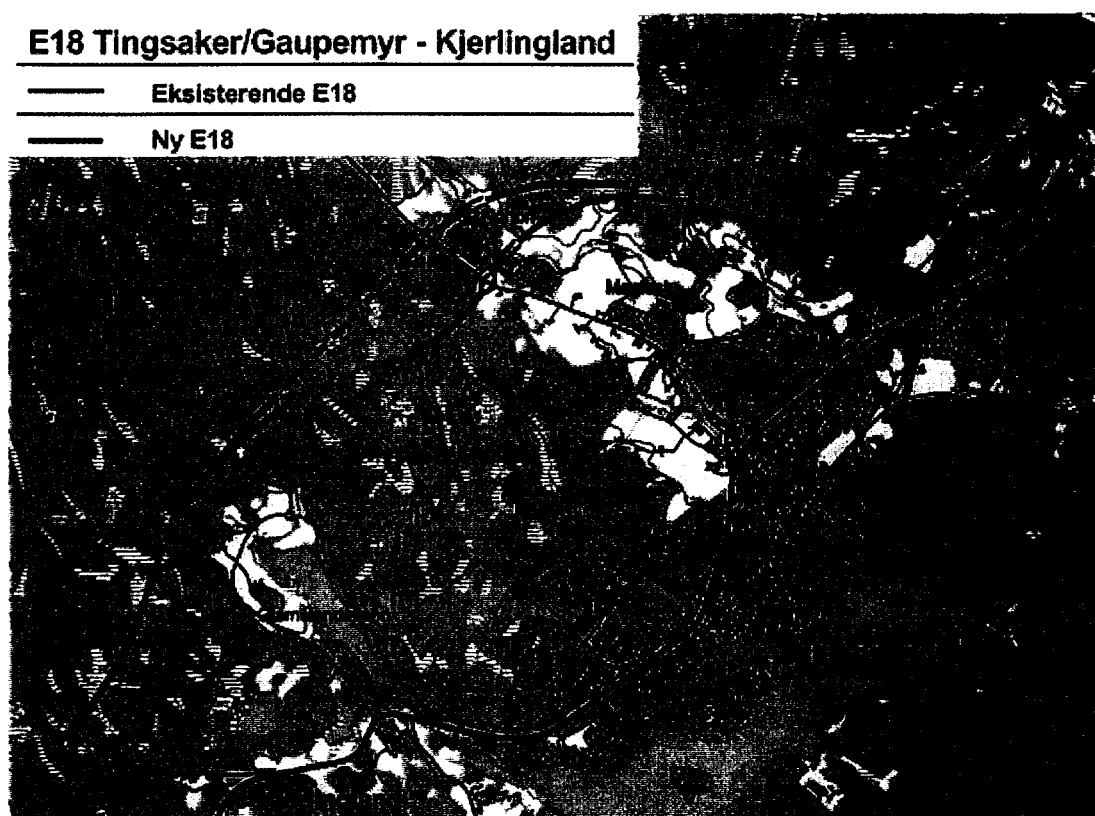


Fig 1: Parsell Gaupemyr/Tingsaker – Kjerlingland. Alternativet Nord for Norton (blå nordre linje) er nå valgt. Alternativet med tunnel nord for Barbros slott er ikke innlagt.

3.2 Feltarbeid

Geologisk og ingeniørgeologisk overflatekartlegging ble utført av Per Hagelia (ansvarlig geolog), Edvard Iversen og Mona Lindstrøm i 2001 (mai) og 2002 (mai, september). Ingolf Rui fra Geokart AS har også bidratt med undersøkelser i en del områder i september 2001 og mai 2002. Feltarbeidet tok utgangspunkt i karter og profiler i M = 1:2000 med inntegnede traséforslag.

3.3 Topografi, løsmasser og blotningsgrad

Veglinja i dagen går gjennom skogsterreng fra Gaupemyr til bak Prestegården gjennom Kvernåsen. Terrenget er forholdsvis kupert og er avbrutt av noen søkk på tvers av traséen.

Tunnel Kvernåsen 140 m, går under den bratte knausen bak Prestegården.

Tunnel Skifjell 060 m, går under skogsterreng med enkelte myrer og bare knauser.

Tunnel Songefjellheia går under den bratte knausen nordvest for Glamslandsvannet

Blotningsgraden er variabel, men relativt god i forbindelse med knauser og åsrygger. Lokalt kan det imidlertid være større skogstrekninger med lite fjellblotninger.

Løsmassene domineres av bunnmorene og myr i skogsområdene, med spredte innslag av grus (breelv avsetninger m.m.). Den øvre marine grense ligger på ca 37 m.o.h. slik at stort sett hele strekningen ligger over denne. Bare fyllingene ved Moelva nord for Norton vil ligge under marin grense.

I områdene med typisk jarosittforvitring i bergrunnen ser en vanligvis større og mindre innslag av en blodrød forvittringsjord.

3.4 Bergarter

Følgende bergarter er kartlagt på parsellen (tegn. 02 og 15 - 19):

- Rusta sulfidførende gneiser (tre varianter kartlagt)
- Pegmatitt (hvite til svakt rosa, rike på grovkornet feltspat og kvarts)
- Amfibolitt (mørk grønn)
- Kvartsitt og kvartsittrikk gneis
- Grovkornet glimmergneis

Med utgangspunkt i spesialstudien som er oppsummert i Oppdrag I-279, nr 1 (Statens vegvesen Teknologivdelingen, 2003) er rustgneisene rangert etter *omtrentlig* (relativt) forurensningspotensial som følger (avtar nedover):

- Variant 1: Muskovittførende øyegneiser med svovelkis på sprekker og alltid med jarosittførende rustforvitring
- Variant 2: Gneiser der jarosittførende rustforvitring med sprekkesulfid er hyppig observert
- Variant 3: Gneiser der jarosittførende rustforvitring og sprekkesulfider har lite synlig omfang

Det er Variant 1 med forvittringsmineralet jarositt (et sulfat) samt jernhydroksid.(rust) som er hovedbidragsyteren til forsurening og forurensning. Fargen er ofte brunlig til gulbrun (oker). Oppløsning av jarositt foregår raskt, og drar pH verdien ned til snau 2,5 i ufortynnet vann under frigivelse av sulfationer og metaller. Svovelkis på sprekker kan i noen tilfelle også bidra til å senke pH litt, til ca 4,0, men utgjør totalt mye mindre volum enn forvittringsmaterialet. Sulfider på sprekker vil ha innflytelse på innlekkasjevannet til tunnelene. Variant 2 inneholder

mer varierende innslag av jarosittrike forvittringsprodukter, mens Variant 3 trolig har minst av dette.

En bør legge merke til at Variant 3 dominerer i områder uten gode blotninger. Feltundersøkelsen viste at jarositt og sulfider som regel er helt utvasket på naturlige overflater og det er derfor mulig at områder på kartene som har lite synlig omfang av jarositt og sulfid kan inneholde disse under overflaten.

På grunn av overflateforvitringen er sikker klassifisering avhengig av utsprengte skjæringer. Under kartlegging i marka har vi benyttet indirekte kriterier som viktigste indikasjon på jarosittforvitring på dypet: 1) blodrød forvittringsjord, 2) sterk og dyp rustforvitring i overflata, og 3) innslag av muskovittførende gneiser med innslag av kvartsrike horisonter. Dette er utdypet i Oppdragsrapport I-279A, nr 1.

Det må imidlertid presiseres at vi ikke ut fra disse undersøkelsene kan si noe eksakt om graden av forsuringspotensiale i de forskjellige områdene. Dette vil trolig ikke kunne fastsettes sikkert før anleggsdrift er i gang. En må derfor i planleggingen ta høyde for at alt materiale fra rusta sulfidførende gneis kan gi uakseptabel forsuring i avrenningsvannet. Det må derfor planlegges nøye hvordan dette skal gjøres under og etter anleggsdriften.

3.5 Behandling av avrenningsvann

Avrenningsvannet må behandles slik at forsuring av utsatte vassdrag unngås. For nærmere beskrivelse av avrenningsproblematikken henvises til NIVA rapport nr. LNR 4493-2002 og Oppdrag I-279A, rapport nr. 1.

3.5.1 Under anleggsvirksomheten

Under anleggsvirksomheten vil sulfidmineraliseringen i sprekke og bergarten bli frisprenget og eksponert for vann og luft som fører til forsuret avrenning. Under anleggsvirksomheten vil det i tillegg bli mye finmateriale med stor overflate som raskt vil føre til oksydering og dermed uakseptabel surhet i avrenningsvannet. En del av strekningen har avrenning til sårbare vassdrag. Dette vannet må tas hånd om og nøytraliseres før det når disse, eller ledes kontrollert utenom de utsatte vassdrag. Tiltak under anleggsperioden må være "enkle og robuste". For eksempel basert på naturlig drenering til områder som ikke blir uakseptabelt skadet ved sur avrenning.

3.5.2 Ferdig veg

Avrenningsområdene må tildekkes for å redusere luft og vanntilførselen til fyllingene. Avrenningsvannet som går ut i sårbare vassdrag må nøytraliseres med dertil egnet infiltrasjonsanlegg. Disse står beskrevet i NIVA s rapport nr. LNR 4493-2002. Andre tekniske/praktiske løsninger for nøytralisering er mulig.

4 Geologiske undersøkelser langs traséen

4.1 Dagstrekningen

På det geologiske kartet er det to traseer, foran og bak Barbro slott. Alternativet med tunnel bak Barbro slott beskrives ikke i detalj her da området ikke er tilstrekkelig kartlagt for en

detaljert beskrivelse. Problemstillingene vil i hovedsak være de samme som for traseen syd for Barbro's slott. Sulfidproblematikken vil i hovedsak være lik for de to alternativene. For tunnelalternativet vil behandlingen av forsuret avrenningsvann være noe enklere å håndtere i det avrenningen stort sett vil følge veglinja til Gaupemyrområdet der en uansett må behandle avrenningsvannet. Vest for tunnelen må avrenning til Mobekken nøytraliseres med dertil egnet anlegg.

Pel 500 – 1.890

Fra parsellstart og fram til pel 1.890 (pel 1730 for alternativet med tunnel bak Barbro's Slott) vil traseen gå i fylling med drenering mot Gaupemyr og i vest mot Moelva gjennom 2 sidebekker. Bergarten er sulfidførende gneis og pegmatitter. Gneisen er i hovedsak variant 2 med innslag av variant 1 i soner. Det antas at fyllmassene i fyllingen hentes fra sulfidførende gneiser lenger øst. Avrenningen må nøytraliseres før vannet når Moelva. Fram til pel ca 1.700 vil traseen gå i tosidig skjæring i sulfidførende gneis med forsursproblematikk. Avrenning mot Mobekken må nøytraliseres.

Fra pel 1.890 – 2150

Traseen på denne strekningen er avhengig av om en går nord eller syd for Barbro's slott. Spriket i traseene er så små at det ikke vil ha praktisk innflytelse på våre vurderinger for tunnelen gjennom Kvernåsen. Bergartene på denne strekningen består av kvartsitt og kvartsrik gneis uten sulfidproblematikk. Kvartsitten er en hard og sprø bergart med relativt høye borkostnader.

4.2 Tunnel Kvernåsen

Pel 2.140 – 2.290 Lengde 150 m., tegn nr 16 og 20, datafil (*Prestegården*)

Lengden på tunnelen blir ca 150 m. Hovedbergarten blir grovkornet glimmergneis. Kvartsinnholdet varierer noe over strekningen. I påhugget i øst vil det komme inn en amfibolittisk bergart med relativt høyt glimmerinnhold. Midt i tunnelen vil der være en ca 20 – 25 m bred pegmatittgang. Nøyaktig plassering er usikker fordi retningen på pegmatitten mot dypet avviker fra foliasjonsretningen. Mindre pegmatitter kommer inn i tillegg, men disse er ikke kartlagt i detalj. En markert svakhetssone krysser traseen med ca 90 grader ved pel 2.250. Sentrale deler av tunnelen vil få bergartsfoliasjon som ligger tilnærmet flatt eller med fall 10 – 20 grader mot øst. I dette området må det påregnes ekstra sikring, bolting, av horisontale takskiver. Påhugget i vest ligger like nedenfor en brattkant som må sikres mot ras/steinsprang.

Det ventes ikke spesielle lekkasjeproblemer i tunnelen da fjellknausen kan regnes som drenert pga terrengformen. Overdekningen er 10 - 25 m, og tunnelen ligger i dagfjellet. Innlekkasjen vil være nedbørvhengig.

4.3 Dagstrekning

Pel 2.270 – 3.000

Traseen vil på denne strekningen i hovedsak gå på fylling. Unntaket er skjæringer mellom 2.470 – 2.560 og 2.680 – 2.770 der det blir begrensede skjæringer i den grovkornede glimmergneisen uten sulfidproblem. I den vestligste skjæringen kan det komme inn en amfibolitt på ca 10 m bredde.

Pel 3.000 – 3.450

Strekningen vil her gå i en dyp dobbeltsidig skjæring nesten utelukkende i bergarten amfibolitt uten sulfidproblem. Det kan komme inn litt glimmergneis i soner og lengst i syd

dersom teoretisk skjæring overskrides. Amfibolitt er normalt en gunstig bergart i vegbygging, men må prøvetes for kvalitetsbestemmelse.

Foliasjonen på strekningen har et generelt fall mot syd, dvs at nordre skjæring vil få problemer med utglidninger langs bergartsfoliasjonen pga underkutting av denne i skjæringen. Skjæringen vil for en stor del bli mellom 15 og 20 m høy. Terrenget er særlig i øst kupert med skrenter og stup på opptil 20 m. Skjæringen i syd vil generelt ha god stabilitet da foliasjonen der faller inn i skjæringen.

Pel 3.450 – 4.180

Vegen vil gå i bru over Moelva og videre i fylling evt bru fram til tunnelpåhugget ved pel 4.180.

4.4 Tunnel Skifjell

Pel 4.180 – 5.280 Lengde 1060 m, tegn. Nr 17, 18 og 21, datafil *(Norton Nord) og (Norton Glamsland N)*

4.4.1 Bergarter i tunneltraseen

Bergartene består av sulfidgneis og pegmatitt. Dette er samme pegmatitt-type som det er drift på ved Glamsland. Overskuddsmassen fra pegmatittene kan kanskje leveres til Glamsland. I tillegg kan det komme inn tynne soner på noen få meter med amfibolitt. På grunn av at traseen er flyttet er innslaget av pegmatitt mer uklart. Det er sannsynlig at den justerte linjen får mindre mengder ren pegmatitt. En del av strekningen vil gå i blanding av pegmatitt og gneis slik at eventuell levering av pegmatitt til Glamsland ikke er aktuelt for deler av strekningen, selv med mye pegmatitt.

4.4.2 Tunnelpåhuggsområdet i øst

Påhugget i øst går inn i en brattkant og gir derfor en kort forskjæring. Området over påhugget må kontrolleres og eventuelt rassikres.

Etter befaringen er traseen flyttet noe mot syd. Terrenget er av samme karakter og påhuggsområdet vil se nokså likt ut som på foto 1. Detaljer for påhugget mangler imidlertid.

4.4.3 Tunnelpåhuggsområdet i vest

Det eldre alternativ ville gitt et komplisert påhuggsområde. Flere større svakhetssoner med skrå vinkel, ca 45°, kommer inn like bak og i påhugget. Dette ville ført til omfattende sikring. Traseen krysser en dyp kløft, Fjellvannsdalen, 80 – 120 m bak påhugget. Fjelloverdekningen ville blitt marginal med ca 5 m på det sydlige løpet. Dette ville krevet omfattende grunnundersøkelser.

Traseen er nå flyttet syd for Fjellvannsdalen og en unngår derfor disse problemene. Flyttingen er imidlertid så stor at påhugget nå blir liggende utenfor det områdes som ble undersøkt. Detaljer om svakhetssoner og bergartsfordeling mangler derfor. Ingen større terrengformasjoner som indikerer spesielle svake soner er observert.

4.4.4 Svakhetssoner i tunnelen

Tunnelen krysser flere markerte sprekke/svakhetssoner. De fleste av disse krysser tunnelen med en vinkel på tilnærmet 90^0 . I de kryssende svakhetssoner må det forventes økt sulfidmineralisering på sprekker. Det forventes ikke større problemer i disse sonene bortsett fra tettere bolting, systematisk, og noe mer bruk av sprøytebetong. Sprøytebetongbuer kan bli aktuelt i enkelte av sonene.

4.4.5 Vanntetting

Traseen krysser nær et par myrområder. For å hindre drenering må disse områdene forinjiseres under tunneldriften. Kostnadene med dette vil bli betydelige, og er sterkt avhengig av kravet til tetthet i tunnelen. Prosjektet må derfor avklare hvilke krav til bevaring av uforandret naturoverflate myndighetene stiller. Kostnadene med injeksjonen er vanskelig å estimere på forhånd. For å bevare de to største myrområdene må det injiseres systematisk over ca 250 m. I tillegg kan det komme injisering for å bevare mindre myrsøkk og eventuelt svakhetssoner med lekkasjer.

4.4.6 Sikring

Det forutsettes at tunnelene drives og sikres på tradisjonell måte med bolting og sprøytebetong. For denne rapporten beskrives ikke detaljerte sikringsmengder for tunnelene. Det er under kartleggingen ikke oppdaget svakhetssoner som krever mer enn ordinær sikring med bolter, sprøytebetong og eventuelt sprøytebetongbuer. Ved dårlig fjell bør området forinjiseres for reduksjon av surt innlekkasjevann. Større mengder surt vann kan svekke sikringskonstruksjoner som sprøytebetongbuer.

Bolting

I området med sulfidproblemer anbefales det bolter med bedre korrosjonsbeskyttelse enn under ordinær tunneldrift, dvs at epoksyforankrede bolter bør være pulverlakkert. Dette gjelder også fullt innstøpte bolter der det registreres lekkasje eller fukt i boltehullet. I praksis bør en bruke epoksybelagte bolter over hele strekninger med sulfidproblematikk. Skille mellom fuktig og tørre boltehull er vanskelig å avgjøre på stoff.

Sprøytebetong

Sprøytebetongen virker som arbeidssikring, men inngår som en del av den permanente sikringen. På grunn av det sure grunnvannet som kommer i kontakt med sprøytebetong må en regne med hurtigere nedbrytning av sprøytebetongen i fuktområder og områder med lekkasje. Det må derfor vurderes om det skal brukes spesielt motstandsdyktig betong (sulfatresistent). Det antas at nedbrytningen ikke skjer så raskt at det har særlig betydning for sprøytebetong som arbeidssikring, ca 1 – 2 år. Takhvelvet må kunne ta laster fra evt nedfalt sprøytebetong.

Sikringsomfang

Sikringsomfanget med mengder omfattes ikke av denne rapporten. Det henvises til rapport I-279 nr 6.

4.4.7 Driftsopplegg tunnel Skifjell

Det kan være gunstig i drive hele tunnel Skifjell fra vest. En vil da unngå sur avrenning i driftsfasen mot Moelva. I vest mot Glamsland vil en uansett drive i sulfidgneis med forsøringsproblem. Det er også god plass på østsiden til å etablere et nøytraliseringsanlegg for

tunnelvannet etter at tunnelen er ferdig drevet. Drift av påhuggsområdet anses å gi så lite masse i det bratte terrenget at det lett kan håndteres lokalt.

4.5 Strekningen fram til Glamsland

Pel 5.300 – 6.350

Strekningen vil veksle mellom tosidig skjæring og fyllinger. Fyllmasse vil være fra tunneldrift og skjæringer, begge bergarter er gneiser med sulfidproblematikk. Strekningen har avrenning til flere bekker og alle ender i Glamslandsvann.

Det er i tillegg mulig å plassere overskuddsmasse i dalsøkk med avrenning til de samme områdene

4.6 Tunnel Songefjellheia

Pel 6.350 – 6.700. Lengde 350 m, tegn. 19 og 22, datafil (*Glamsland SV*)

Mye av strekningen, pel 6.350 – 6.500 går i pegmatitt med mulighet for levering av overskuddsmasse til Glamsland pegmatittbrudd.

Tunnelen krysser en sprekkesone ved pel ca 6.500, men den vil trolig ikke medføre problemer utover ordinær tung sikring med bolter og noe ekstra sprøytebetong. Sonen kan ha hydraulisk kontakt med et myrområde nord for tunnelen.

Påhugget i øst blir mot brattkant som medfører kort påhugg, men kanskje noe sikring i fjellsiden over påhugget. Det er godt fjell med lite sprekker i påhuggsområdet.

Påhugget i vest ligger noe mer komplisert til med terrenget på skrå inn mot tunnelen. De to løpene vil trolig ha påhugget noe forskjøvet. Det er observert stort forvitningsomfang for vestre deler av tunnelen.

På grunn av terrengformen på knausen med bratte fjellsider vil deler av strekningen være drenert med små lekkasjeproblemer. Særlig gjelder dette området ved vestre påhugg. Et mindre myrområdet med fuktig myr ligger like nord for traseen ved pel 6.500, omtrent midt i tunnelen. Dersom dette området skal bevares uforstyrret må en regne med forinjeksjon i en lengde av ca 100 m.

4.7 Daglinje fram til parselldele

Pel 6.700 – 7.400 (Parsellgrense)

Hele strekningen går i sulfidholdig gneis med innslag av pegmatitter. Bortsett fra dalsøkket over Skumdalstjønnna, pel ca. 6800, går strekningen mest i tosidig skjæring. Traseen går i utkanten av de store pegmatittene slik at "eksport" av overskuddsmasse til Glamsland neppe er aktuelt.

Det blir høye skjæringer opptil 25 m i gneis og pegmatitt mellom pel 7.080 og 7.230.

Foliasjonsretningen har stor vinkel med traseen som er gunstig med hensyn på skjæringsstabiliteten

Fra pel 7.300 til 7.440 går foliasjonen mer parallelt traseen. Dette vil føre til stabilitetsproblemer i den nordlige skjæringen der denne blir høy, over 5m.

Videre vestover pel 100 – 900 varierer foliasjonsretningen mer, men den står relativt steilt. Blotningsgraden avtar sterkt mot øst, dette tyder på langt mindre innslag av pegmatitter i øst.

4.7.4 Behandling av bergartene

På denne strekningen må en behandle problemet lokalt. Avstanden for deponering i sjø er lang slik at dette neppe er aktuelt. Det samme gjelder også alternativet med å lede dreneringsvannet isolert til sjø. Vi foreslår å plassere overskuddsmassene oppstrøms traseen og å etablere lokale nøytraliseringsanlegg nedenfor traseen. Mange slike områder drenerer ut mot større myrområder med relativt stor naturlig bufferkapasitet. For enkelte områder må det etableres kontrollpunkt med nøytraliseringsanlegg ut mot større vassdrag i samlepunkt nedenfor traseen. Slik som traseen nå er lagt kan drikkevannskilden Svarttjønn skjermes uten større driftsproblemer.

Alternativt kan området ved Skumdalstjønn brukes som deponi for hele traseen. Her blir det uansett en stor fylling. Dette vil imidlertid ikke løse problemet med lokal forsuring under anleggsdriften for resten av traseen.

5 Videre arbeid

En del tunneler er flyttet etter feltbefaringen, særlig tunnel Skifjell. Her må påhuggsområder og også selve strekningen undersøkes nærmere. Videre bør det utarbeides mer detaljerte rapporter for hver enkelt tunnel med kart i målestokk 1: 1000 etter at traseene er helt fastlagt.

Det er foreløpig uklart med hensyn til steinkvaliteten av de utsprengte massene av sulfidgneis. Langtidsstabiliteten med dypforvitring kan sees i murarbeidene ved Kaldvell, gamle Kaldvin Træsliberi. Dette er en forvitring som er utviklet over ca 100 år som må sies å være svært omfattende for norske bergarter. Steinkvaliteten for de andre bergartene kan brukes langt opp vegkroppen. For mer spesifikke bestemmelser må det tas ut representative prøver for analyse.

6 Konklusjon

Veg og tunnelprosjektet er gjennomførbart også i forhold til miljø. Dette forutsetter at en behandler sulfidførende bergart som anbefalt.

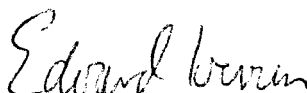
Ved tunnelene vil behandlingen av sulfidførende bergart være konsentrert til påhuggsområdene der det er relativt enkelt å håndtere. Avrenningen fra tunnel Skifjell kan nøytraliseres i bekken til Glamslandsvann som uansett må overvåkes / behandles. Vi anbefaler derfor at denne tunnelen drives fra vest.

Dagstrekningene i sulfidgneis vil medføre omfattende sikring av avrenninger ned mot utsatte vassdrag, Moelva og Glamsland. Avrenningsretningene vest for Glamslandsvannet vil være teknisk relativt enkle å håndtere på grunn av store myrområder med høy naturlig bufningskapasitet.

Geo- og tunnelteknisk seksjon



Alf Kveen
Sjefing



Edvard Iversen
Senioring



Per Hagelia
Senioring

Referanser

Bækken Torleif: Avrenning av nitrogen fra tunnelmasse.
NIVA rapport nr.: LNR 3920-98

Hindar, Atle et.al. 1992: Ekstreme aluminiumskonsentrasjoner og lav pH i Langedalstjønnen i Lillesand kommune – årsak, virkninger og mulige tiltak.
NIVA rapport nr.: O-91202 / E-91418

Hindar, Atle og Lydersen, Espen: 2002: Effekt av eksponert og ueksponert sulfidberggrunn på vannkvalitet langs planlagt E18-trasè mellom Lillesand og Kristiansand.
NIVA rapport nr.: LNR 4493-2002

Rui, Ingolf Jarle 2001: Sulfidholdige bergarter langs ny E 18, parsell Aust Agder, GeoKart AS rapport nr.: 01.2001.

Hagelia, Per og Iversen, Edvard: Motorveg E 18 Grimstad – Kristiansand. Sulfidførende gneisar: Sur avrenning, konsekvensar og avbøtande tiltak.
Oppdrag I-279A, rapport nr.1: Statens vegvesen, Vegdirektoratet Teknologivdelingen.
21.03.2003

Tunnelnavn

Tidligere tunnelnavn	Nåværende tunnelnavn
Prestegårdstunnelen	Tunnel Kvernåsen
Tunnel Norton Nord	Tunnel Skifjell
Tunnel Norton Syd	Utgår
Glamslandtunnelen	Tunnel Songefjellheia

Fotobilag



Foto 1: Ved østre påhugg for tunnel Skifjell. Traseen er nå trukket ca 40 m mot syd, men terrenget skiller seg imidlertid lite fra det avbildede.

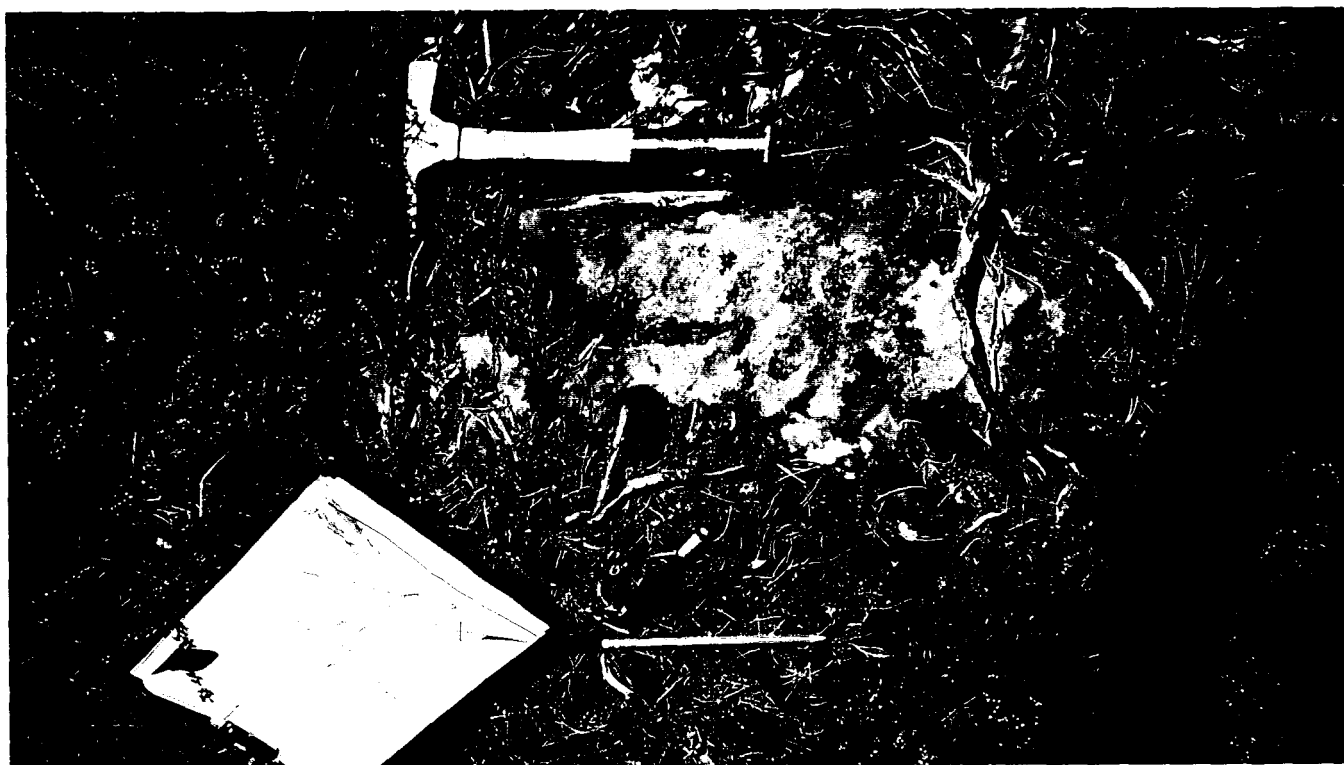


Foto 2: Sprekkeflate med sulfidpletter i terrenget ved pel 4.700.

**Foto 3:**

Typisk forvitring i
sulfidgneis ved
tunnelpåhugg øst for
tunnel Skifjell

**Foto 4:**

Forvitring i steinmuren ved
"Kalvind Træsliberi".
Legg merke til hullet i
steinblokken over og til
venstre for hammeren.
3 – 4 cm er helt gjennom-
forvitret og kan graves ut
som sand

Rusta, sulfidførende gneiser

-  Gneis; områder der sulfider og jarositt er lite synlig i overflaten, men kan være utfbredt
-  Gneis; områder der sulfider og jarositt er hyppig observert
-  Muskovittførende gneis; med sulfider og jarositt

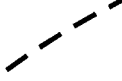
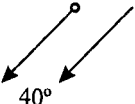
Andre bergarter

-  Granittisk gneis, finkornet
-  Pegmatitt
-  Amfibolitt
-  Tonalittisk grå gneis
-  Kvarts og feltspattrik gneis
-  Kvartsitt
-  Muskovitt gneis; lys, grovk.
-  Båndet gneis
-  Øyegneis etc.
-  Grå gneis
-  Båndet gneis, udlfferensiert

Løsmasser

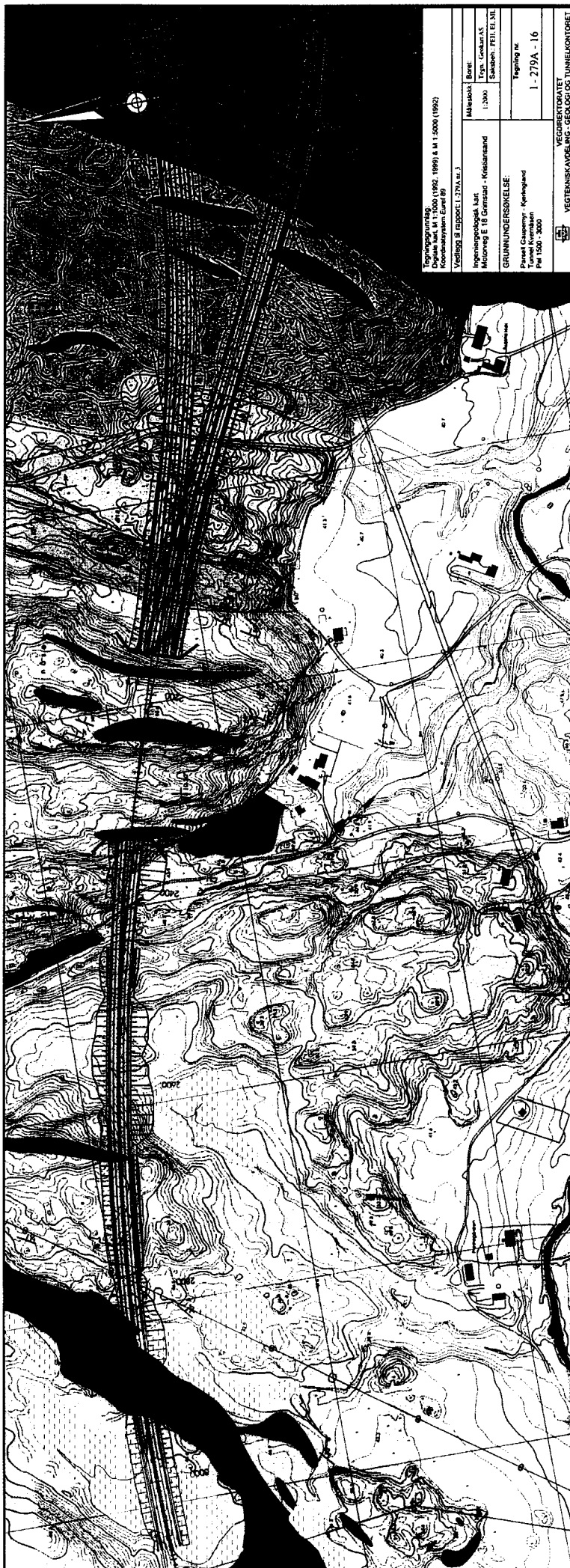
-  Dyrket mark
-  Glasifluviale avsetninger, grus/sand

Strukturer

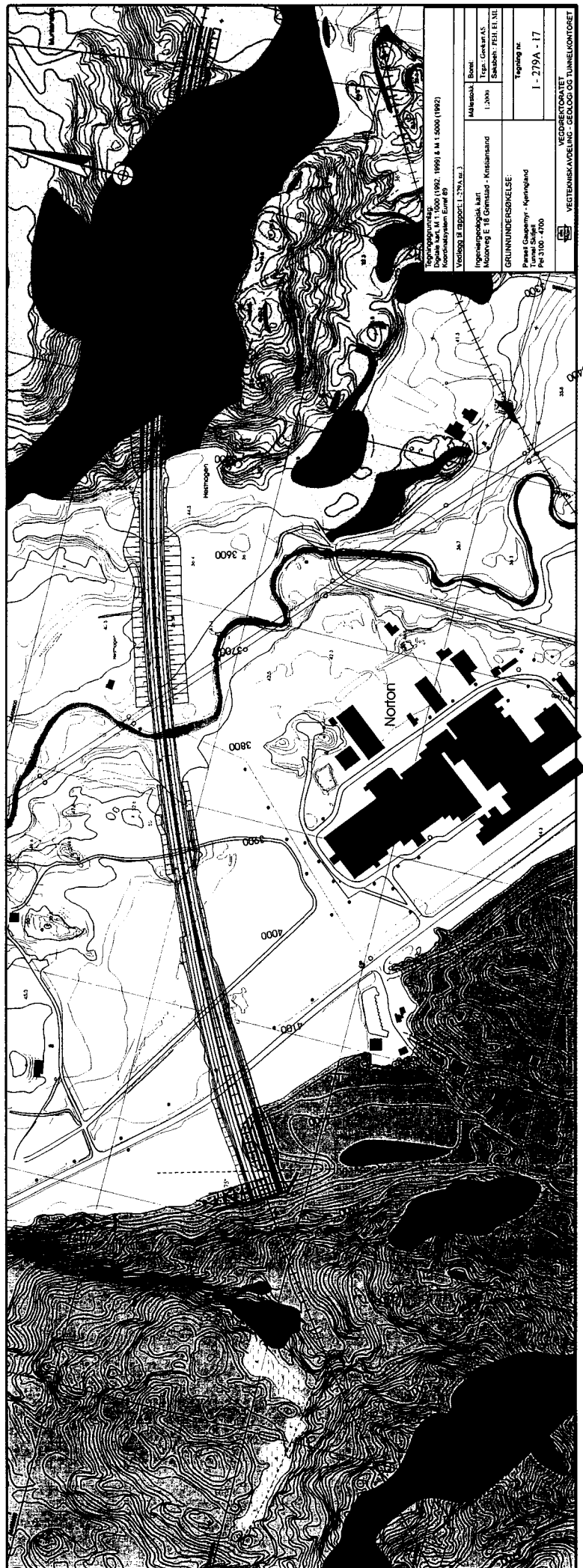
-  Bruddsone/forkastning, liten
-  Bruddsone/forkastning, stor
-  Strøk/fall lagning eller foliasjon; horisontal, vertikal og skråstilt (70°)
-  Strøk/fall sprekker; horisontal, vertikal og skråstilt (70°)
-  Foldingsakse/linjasjon med stupning

Tegningsgrunnlag:		
Vedlegg til rapport: I - 279A nr. 2, 3, 4 & 5		
Tegnforklaring til ingeniørgeologisk kart	Målestokk:	Boret:
		Tegn.: Geokart AS
		Saksbeh.: PEH, EI, ML
GRUNNUNDERSØKELSE: Motorveg E 18 Grimstad - Kristiansand	Tegning nr.	
	I - 279A - 02	
 VEGDIREKTORATET VEGTEKNISK AVDELING - GEOLOGI OG TUNNELKONTORET		





Tegningsgrunnlag: Digitale kart, år 1:2000 (1992, 1999) & år 1:5000 (1992) Kontouravlesning: Carl G.		Målestokk		Beregnet
Vegutskarte 1:279A nr 3		Tegn. Gekås AS		
Ingeniørgeografisk kart		Skala: 1:200		
Motvege E 18 Gernstad - Kjeslansand		Tegning nr.		
GRUNNUNDERSØKELSE:		1 - 279A - 16		
Prøvet Gassmyr - Kjeslansand		Tegning nr.		
Tunnel Kjeslansand		1:200 - 300		
Vegdirektoratet		VEGUTSKARTE		
VEGUTSKARTE		GEOLOGI OG TUNNELKONTROL		





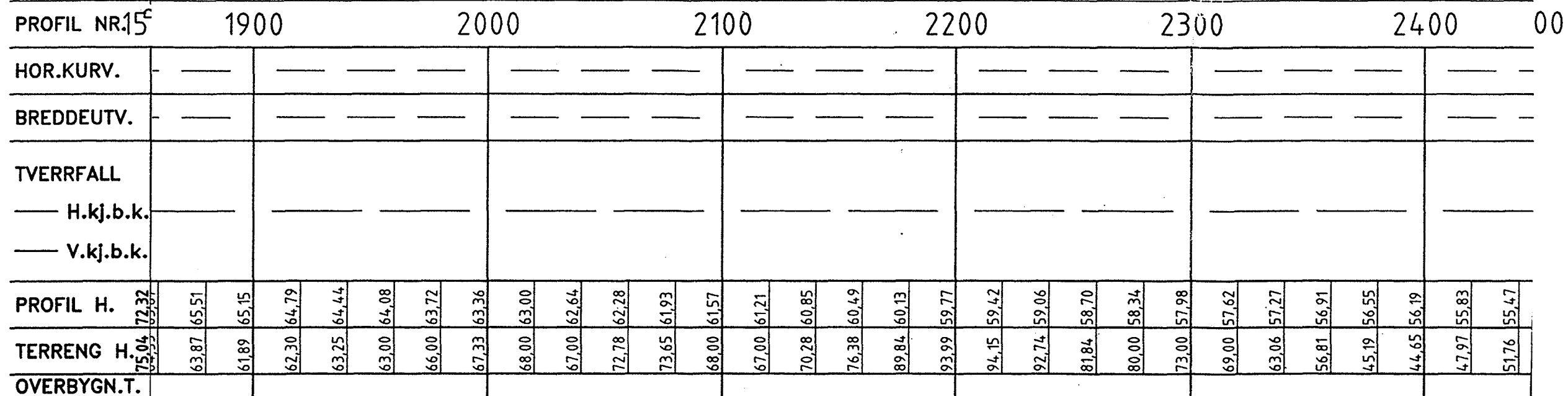
Ört: Östergötlands län Skala: 1:50 000 (1992) & 1:50 000 (1992) Koordinatsystem: ETRS 89 UTM-zon: 32 UTM-avsnitt: 18	
Ingenjörsgesamhet: Kart Motorveg: E 18 Kartblad: 18 Kartblad: 18	Kartblad: 18 Kartblad: 18 Kartblad: 18 Kartblad: 18
GRUNNUNDERSÖKNELSE: Fasad: Gussarmy - Kyrkogård Per: 4800 - 6000	
Tegning nr: 1 - 279A - 18	
VEGDIREKTORATET VEGDIREKTORATET VEGDIREKTORATET	



Tegningsblad nr. 1 (1992, 1999) L 4 1:5000 (1992)	
Nordnordøst	
Vedlegg 3 til rapport L 279A nr. 1	
Ingeniørgeologisk kart	Bygget
Medlevende E 18 Grunntatt - Kretsløst	1:5000
Grunnundersøkelse:	
Påsest Gulemyr - Kjerfjell	
Fot 6100 - 7100	
Tegning nr. 1 - 279A - 19	
VEGDEKORTET	
VEGDEKORTET	

H.O.H.
200

100



Rev.	Endring - erstatning	Dato	Sign.
Vedlegg til rapport:			
Statens vegvesen		Målestokk: 1:2000	Boret: Tegn: Saksb: Ark.nr:
GRUNNUNDERSØKELSE: Motorveg E 18 Grimstad - Kristiansand Parsell Gaupemyr - Kjerlingland			XREF/DWG filnavn:
Geologisk lengdeprofil, Tunnel Kvernåsen			Tegn. nr. I-279A-20

$\emptyset$

V

200

100

R=3000

idførende gneiser

Sulfidførende gneiser

Pegmatitt

Mvr

Pegmatitt

Pegmatitt

Pegmatitt

Sulfidførende gneiser

Pegmatitt

Sulfidførende gneiser

$$R = \infty$$

8.29%

8.29%

[illegible][illegible]

	Rev.	Endring - erstatning	Dato	Sig.
	Rev.	Endring - erstatning	Dato	Sig.
PRESIDENT				

BREDDDEUTV.	Vedlegg til rapport:	Målestokk:	Boret:
-------------	----------------------	------------	--------

[illegible][illegible]

GRUNNUNDERSØKELSE:	XREF/DWG filnavn:
--------------------	-------------------

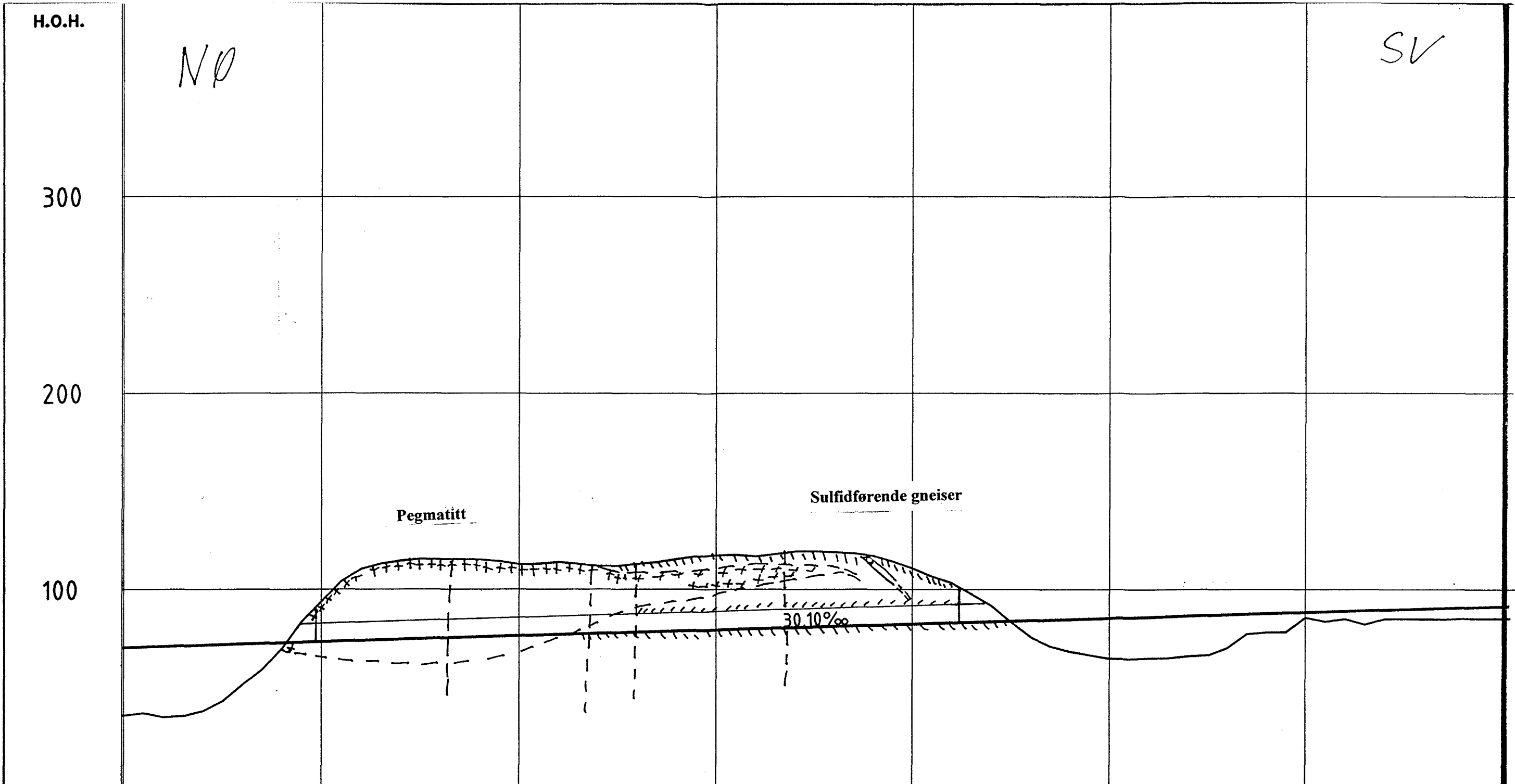
[illegible]

PROFIL H.	91	24	41	57	74	91	07	24	40	57	73	90	07	23	40	56	73	89	06	23	39	56	72	89	05	22	38	55	72	88	05	21	38	54	71	88	04	21	37	53	70	87	03	20	36	52	69	86	02	19	35	51	68	85	01	18	34	50	67	84	00	17	33	49	66	83	99	16	32	48	65	82	98	15	31	47	64	81	97	14	30	46	63	80	96	13	29	45	62	79	95	12	28	44	61	78	94	11	27	43	60	77	93	10	26	42	59	76	92	09	25	41	58	75	91	08	24	40	57	74	90	07	23	39	56	73	89	06	22	38	55	72	88	05	21	37	54	71	87	04	20	36	53	70	86	03	19	35	52	69	85	02	18	34	51	68	84	01	17	33	49	67	83	00	16	32	48	66	82	99	15	31	47	65	81	98	14	30	46	64	80	97	13	29	45	63	79	96	12	28	44	62	78	95	11	27	43	61	77	94	10	26	42	59	76	93	09	25	41	58	75	92	08	24	40	57	74	91	07	23	39	56	73	89	06	22	38	55	72	88	05	21	37	54	71	87	04	20	36	53	70	86	03	19	35	52	69	85	02	18	34	51	68	84	01	17	33	49	67	83	00	16	32	48	66	82	99	15	31	47	65	81	98	14	30	46	64	80	97	13	29	45	63	79	96	12	28	44	62	78	95	11	27	43	61	77	94	10	26	42	59	76	93	09	25	41	58	75	92	08	24	40	57	74	91	07	23	39	56	73	89	06	22	38	55	72	88	05	21	37	54	71	87	04	20	36	53	70	86	03	19	35	52	69	85	02	18	34	51	68	84	01	17	33	49	67	83	00	16	32	48	66	82	99	15	31	47	65	81	98	14	30	46	64	80	97	13	29	45	63	79	96	12	28	44	62	78	95	11	27	43	61	77	94	10	26	42	59	76	93	09	25	41	58	75	92	08	24	40	57	74	91	07	23	39	56	73	89	06	22	38	55	72	88	05	21	37	54	71	87	04	20	36	53	70	86	03	19	35	52	69	85	02	18	34	51	68	84	01	17	33	49	67	83	00	16	32	48	66	82	99	15	31	47	65	81	98	14	30	46	64	80	97	13	29	45	63	79	96	12	28	44	62	78	95	11	27	43	61	77	94	10	26	42	59	76	93	09	25	41	58	75	92	08	24	40	57	74	91	07
-----------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

[illegible][illegible][illegible]

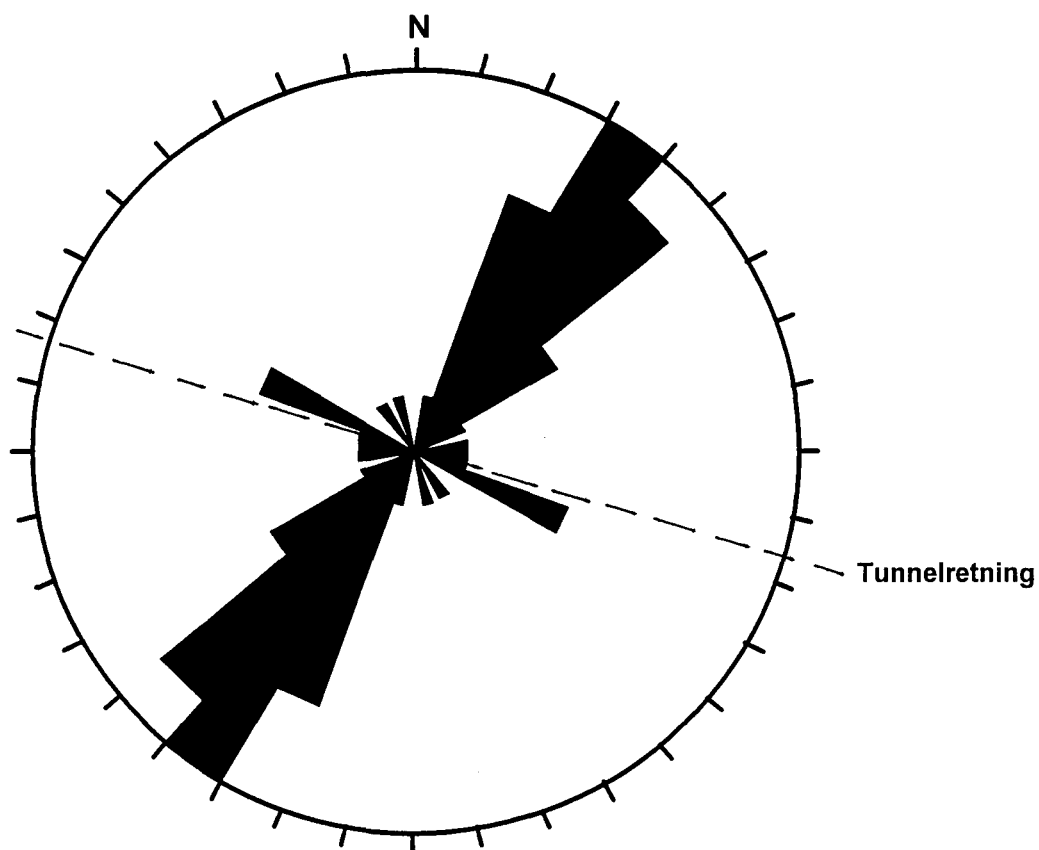
Rev.	Endring - erstatning	Dato	Sign.
Vedlegg til rapport:			
 Statens vegvesen		Målestokk: 1:2000	Boret: Tegn: Saksb: Ark.nr:
GRUNNUNDERSØKELSE: Motorveg E 18 Grimstad – Kristiansand Parsell Gaupemyr - Kjerlingland			XREF/DWG filnavn:
Geologisk lengdeprofil, Tunnel Skifjell			Tegn. nr. I-279A-21

K=30



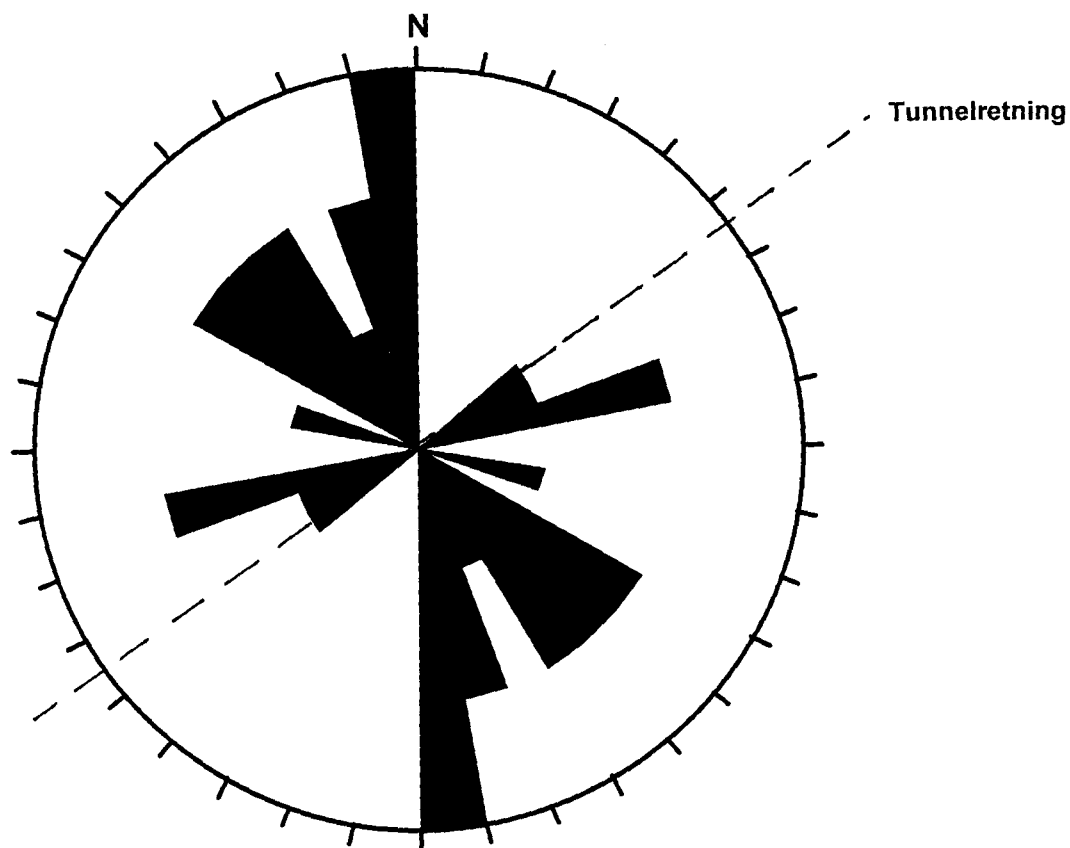
PROFIL NR6		00		6400		6500		6600		6700		6800		6900		7000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
HOR.KURV.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
BREDDEUTV.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
TVERRFALL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
— H.kj.b.k.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
--- V.kj.b.k.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
PROFIL H.		60,68		34,95		70,78		38,10		71,38		51,48		71,99		69,92		72,59		93,70		73,19		110,57		73,79		114,68		74,39		115,46		75,00		115,23		75,60		112,95		76,20		114,00		76,80		112,00		77,40		113,00		78,01		115,51		78,61		117,44		79,21		117,00		79,81		119,50		80,41		119,09		81,02		117,35		81,62																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
TERRENG H.		60,68		34,95		70,78		38,10		71,38		51,48		71,99		69,92		72,59		93,70		73,19		110,57		73,79		114,68		74,39		115,46		75,00		115,23		75,60		112,95		76,20		114,00		76,80		112,00		77,40		113,00		78,01		115,51		78,61		117,44		79,21		117,00		79,81		119,50		80,41		119,09		81,02		117,35		81,62																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
OVERBYGN.T.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											

Rev.	Endring - erstatning	Dato	Sign.
Vedlegg til rapport:			
 Statens vegvesen		Målestokk:	Boret:
		1:2000	Tegn:
			Saksb:
			Ark.nr:
GRUNNUNDERSØKELSE:		XREF/DWG filnavn:	
Motorveg E 18 Grimstad - Kristiansand			
Parsell Gaupemyr - Kjerlingland			
Geologisk lengdeprofil, Tunnel Songfjellheia		Tegn. nr.	
		I-279A-22	



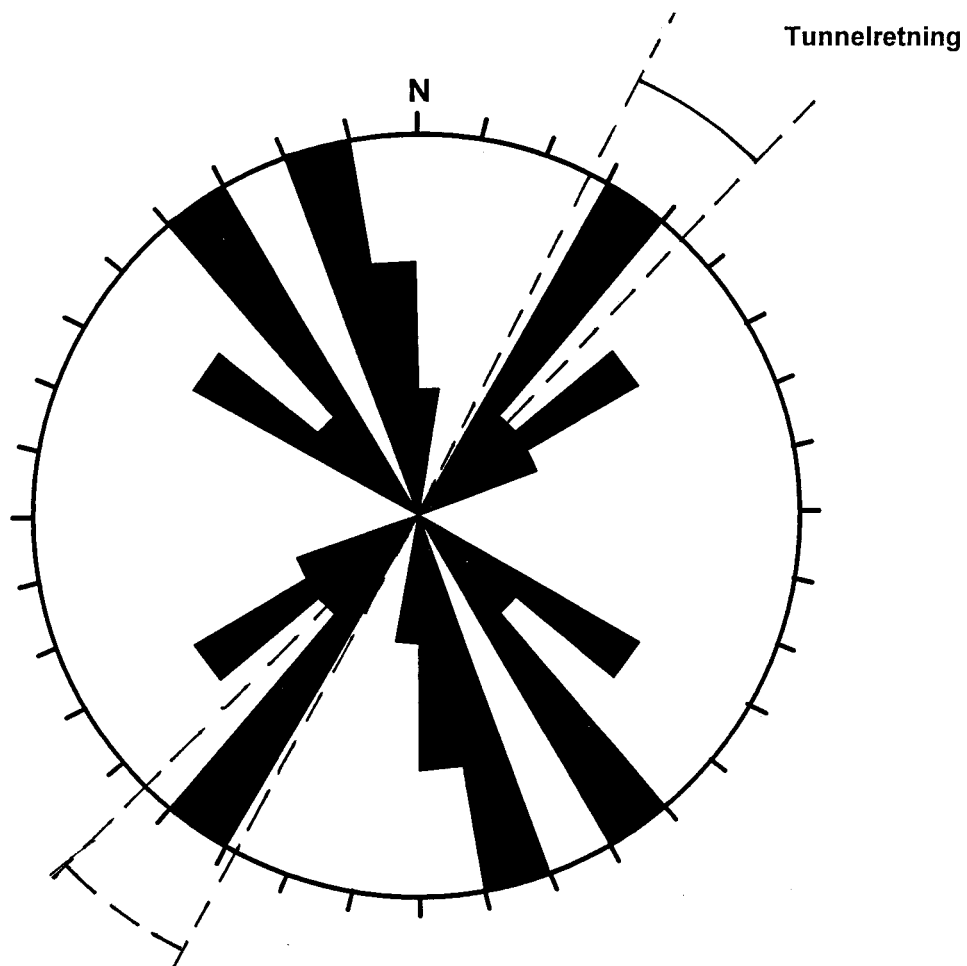
Antall sprekker = 32
(Ved Prestegården)

Sprekkediagram tunnel Kvernåsen	Målestokk: -----	I-279A, rapport nr.3
		Tegning nr. I-279A -23
		Dato/sign.: 14/2 - 03 <i>EI</i>
Motorveg E-18 Grimstad - Kristiansand Parsell Gaupemyr - Kjrlingland		
VEGDIREKTORATET TEKNOLOGIAVDELINGEN - GEO- OG TUNNELTEKNIKKSEKSJONEN		



Antall sprekker = 18

Sprekkediagram tunnel Skifjell Østre påhugg	Målestokk: -----	I-279A, rapport nr.3
		Tegning nr. I-279A -24
Motorveg E-18 Grimstad - Kristiansand Parsell Gaupemyr - Kjerlingland		Dato/sign.: 14/2 - 03 EI
VEGDIREKTORATET TEKNOLOGIAVDELINGEN - GEO- OG TUNNELTEKNIKKSEKSJONEN		



Antall sprekker = 19

Sprekkediagram tunnel Skifjell
Trase

Motorveg E-18 Grimstad - Kristiansand
Parsell Gaupemyr - Kjerlingland

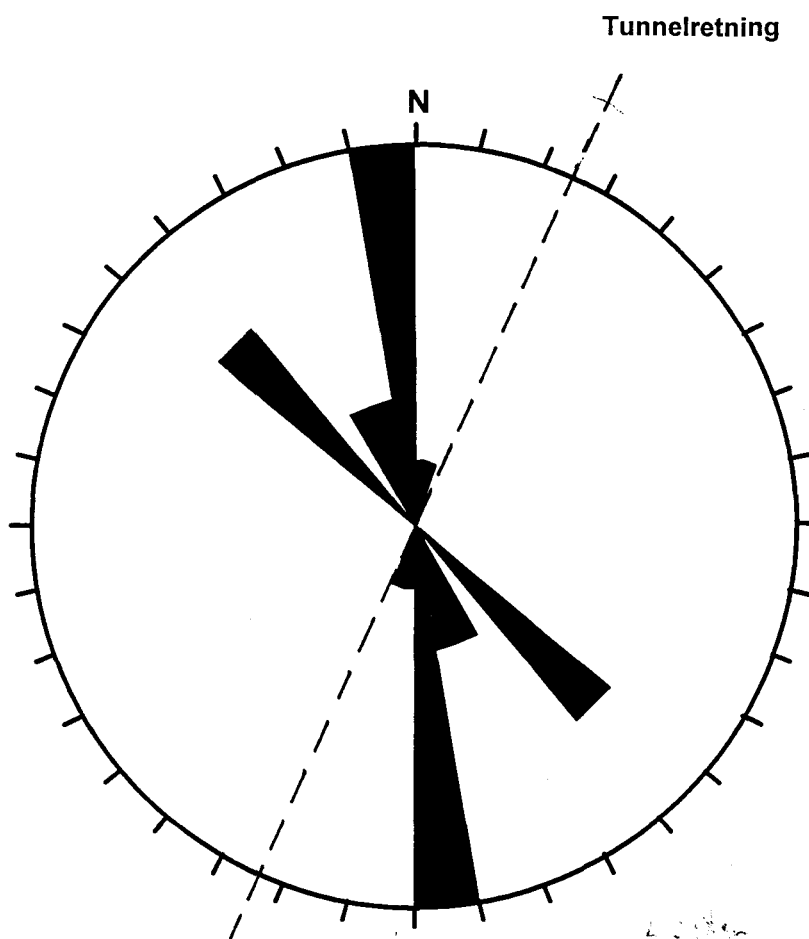
Målestokk:

I-279A, rapport nr.3

Tegning nr.

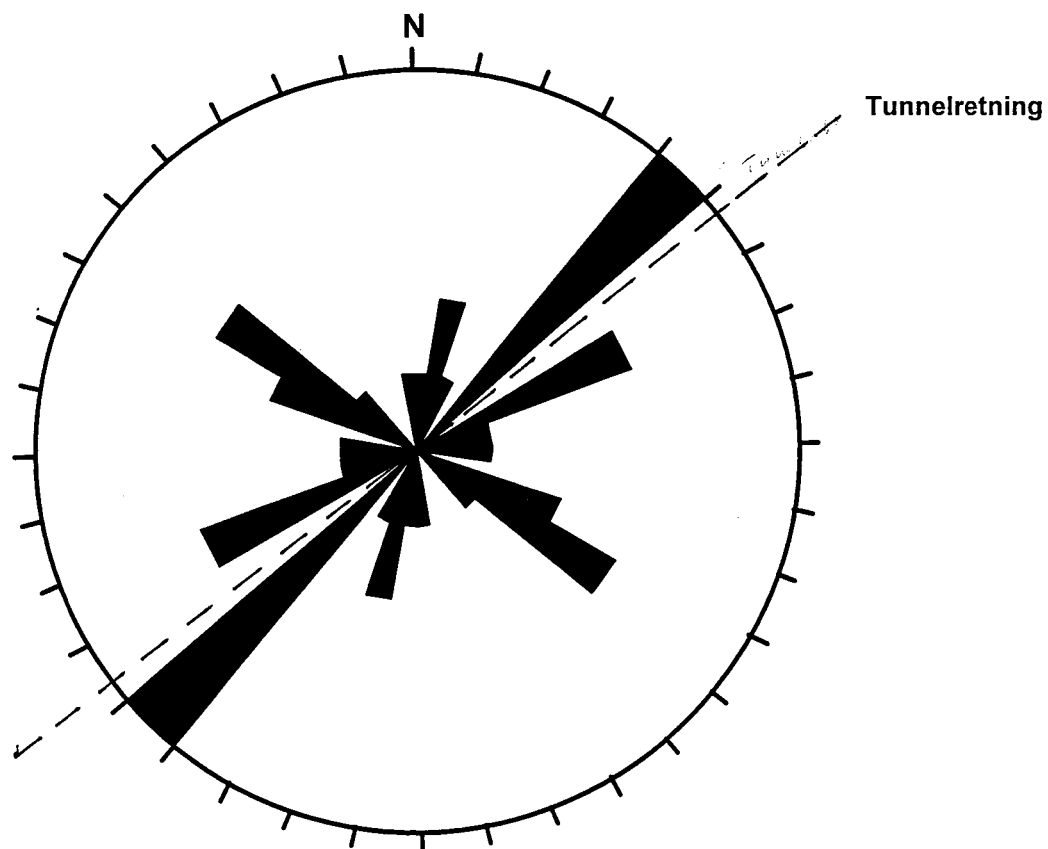
I-279A -25

Dato/sign.: 14/2 - 03 EI



Antall sprekker = 18

Sprekkediagram tunnel Skifjell Vestre påhugg	Målestokk: -----	I-279A, rapport nr.3
Motorveg E-18 Grimstad - Kristiansand Parsell Gaupemyr - Kjerlingland		Tegning nr. I-279A -26
		Dato/sign.: 14/2 - 03 EI
VEGDIREKTORATET TEKNOLOGIAVDELINGEN - GEO- OG TUNNELTEKNIKKSEKSJONEN		



Antall sprekker = 23

Sprekkediagram tunnel Songefjellheia Tunnelområde

**Motorveg E-18 Grimstad - Kristiansand
Parsell Gaupemyr - Kjerlingland**

Målestokk:

I-279A, rapport nr.3

Tegning nr.

I-279A -27

Dato/sign.: 14/2 - 03 EI