



Statens vegvesen

Hordaland

Utbyggingsavdelingen, Vegteknisk seksjon

Dato: 18.12.02

Geologisk rapport nr.: 022379-02

**FALKENTUNNELEN, ALTERNATIV 3 MED
TILFØRSELSVEG FRA SØR**

Rv. 255 Hp. 6 Profil:	Ant. sider: 5	Ant. vedlegg: 13
Tidl. rapporter: 002379-01 av 22.02.00		
Oppdragsgiver: Harald Ødegård, Oppland vegkontor		
Utarbeidet av: Lars Larsen	Sign: <i>Lars Larsen</i>	Dato: 20/12-02
Kontrollert av: Gunhild Vangsnes	Sign: <i>Gunhild Vangsnes</i>	Dato: 20/12-02
Godkjent av: Gunhild Vangsnes	Sign: <i>Gunhild Vangsnes</i>	Dato: 20/12-02
Sammendrag av rapporten:		
Stikkord: TUNNEL	Distribusjon: Oppdragsgiver Harald Ødegård Oppland vegktr.	- - 5 - - -
Flere rapporter kan fås ved henvendelse til saksbehandler.		
Kommune:	Kartblad: 1916-II	UTM-koordinater: PN159215

Postadresse
Postboks 3645, Fyllingsdalen
5845 Bergen

Kontoradresse
Spelhaugen 12, Fyllingsdalen
5845 Bergen

Telefon 55 51 60 00
Telefax 55 16 87 15

FALKENTUNNELEN, ALTERNATIV 3 MED TILFØRSELSVEG FRA SØR

INNLEDNING

28. august 2002 mottok Vegteknisk Seksjon ved Hordaland vegkontor en henvendelse fra vegkontoret i Oppland ved senioringeniør Torbjørn Moastuen med spørsmål om å utrede et tredje alternativ for Falkentunnelen, en ca. 980 m lang tunnel. Nye plantegninger i målestokk 1:1000 og flybilder i målestokk 1:10.000 ble sendt.

Feltarbeidet ble utført 10. og 11. september 2002.

Dersom sikringsarbeid av eksisterende veg etter at tunnelen er bygget er ønskelig, finnes beskrivelser av tiltak i den første rapporten, 002379-01.

Feltmålingene er brukt til utplotting av polardiagram, fallretningdiagram og rosedigram. Denne delen av arbeidet er utført av geolog Rune Stumo ved Vegkontoret i Hordaland.

TOPOGRAFI

Kystlinjen preges av de markerte dalene/søkkene som stryker i retning øst og nordøst. Disse skyldes brede svakhetssoner eller forkastninger. I tillegg har vi noen smale svakhetssoner i de samme retninger. Terrenget er brattest nede ved vegen og runder av mot noe flatere partier ca. 150 m over Mjøsa.

GEOLOGI

Det ble tatt 8 bergartsprøver fordelt over hele strekningen som vil bli berørt ved anleggsvirksomheten. 7 av prøvene er sorte og finkornede, og de inneholder svovelkis. Dette er typiske kambro-silurbergarter. Utseendemessig ser de ut som alunskifer, men strekprøven viser at vi her har en leir/silt-skifer. Den 8de prøven reagerer positivt på saltsyre. Den har tydeligere korn og er lysere i fargen. Dette er en kalkstein. Den befinner seg i det som er kalt sone 7 i den første rapporten, dvs. rett ut for midten for tunnelalternativ 3. Like sør for disse bergartene og sannsynligvis nær det undersøkte området befinner det seg en dyp/gangbergart. Det er en mulighet for at denne ligger under kambro-silur-bergartene slik at den kan bli å finne i tunnelen. Dette er en syenittisk bergart. Ellers er bergartsprøvene fra dette feltarbeidet svært ensartede.

SPREKKEMÅLINGER

Det ble tatt nye sprekkemålinger langs hele traseen utenom de stedene som ble tatt under utarbeidelsen av den første rapporten. I denne rapporten slås alle sammen til ett rosediagram for daglinjen i sør og ett for selve tunnelen. Rosediagramma fra den første rapporten kan brukes for å se spesielt for hver sone som i den første rapporten. Det totale diagrammet for tunnelen er supplert med 30 målinger fra årets feltarbeid. Det legges ved et polardiagram, et diagram som viser fallretningene, et rosediagram for både dag- og tunneltraéen. Alt dette er vist i vedleggene fra 4 til 11.

FORCASTNINGER/SVAKHETSSONER

Det er observert i alt 8 svakhetssoner hvorav 4 er markerte, se vedleggene 1, 2 og 3. Om noen av dem er forkastninger er ikke undersøkt. Det er ikke foretatt grundige undersøkelser for å skille disse typene fra hverandre da det ikke vil ha noen vesentlig betydning for drifts- og stabilitetsforhold for tunnelen.

Svakhetssonene er nummerert fra A til H, med A lengst i sør. For å finne fallet for disse er det foretatt flere sprekkemålinger i forlengelsen ned til eksisterende veg. De fleste sprekker er målt til fall mellom 70 og 90 grader. Ingen sprekker var så utbredte og sammenfallende med svakhetssonene at det var mulig å bruke disse for å påvise fallet.

Etter kartbildet ser det ut til at sonene står nært loddrett. En overveldende del av sprekkemålingene lå mellom 70 og 90 grader. En kan derfor anta at alle svakhetssonene står loddrett. Det betyr bare at alle de 8 svakhetssonene kan skjære tunneltraseen.

SØNDRE PÅHUGGSOMRÅDE

Skjæringen i området før tunnelpåhugget blir max. 10 m høy. Den faller ikke helt sammen med noen av hovedsprekkeretningene, se vedlegg 8, men en hovedsprekkeretning har fall utover i skjæringen, se vedlegg 7. Vedlegg 6 med polarkoordinater viser at fallet ligger rundt 80 grader. Det skulle være nært ideelt for denne skjæringen.

Det planlagte påhugget går ideelt inn i fjellet slik at en raskt får tilstrekkelig overdekning, se bilde 1. Før påhugget passerer traseen en markert svakhetssone som kunne ha skapt problemer dersom den hadde kommet innenfor påhugget. Det markerte søkket kan være spor for sørpeskred, og en relativt romslig kulvert kan være nødvendig dersom dette er et sted for sørpeskred. Det er sannsynligvis ingen rasfare i området, og bare en regulær portal med vanlig bolting i det ytterste dagfjellet kan være nødvendig.

NORDRE PÅHUGGSOMRÅDE

Det blir bare en kort forskjæring idet en går litt skrått inn i fjellet her, se bilde 2. Også her passerer en markert svakhetssone/forkastning før en kommer fram til påhugget. I påhuggsområdet kommer en noe markert svakhetssone ned. Dersom stor vannføring og/eller sørpeskred forekommer her, må en legge vegen over en romslig kulvert.

En får raskt tilstrekkelig fjelloverdekning også her, og det ser ikke ut til at vi har noen rasfare her heller. Vanlig portal med noe bolting av dagfjellet vil være tilstrekkelig sikring.

BESKRIVELSE AV FJELLFORHOLDA LANGS TUNNELTRASEEN

Største fjelloverdekning er ca. 150 m, og minste langs traseen er over 20 m minus løsmassetykkelsen ved pel nr. 140. Det skulle likevel være tilstrekkelig fjelloverdekning. Høydeforholdene kan tyde på at en ikke får sprakefjell eller svak innspenning på noen steder langs traseen. Bergartstypen her trenger relativt lite fjelltrykk før sprekker tetter seg. Det vil si at en kan forvente relativt små problemer med vannlekkasjer inn i tunnelen. Ved pel nr. 140 vil sannsynligvis den største vannlekkasjen finne sted. Strekningen er imidlertid kort, og det vil begrense lengden på vannsikringen. Andre steder der en kan få økte vannlekkasjer, er ved pel nr. 210, 440 og 520. Alle svakhetssonene står i nær rett vinkel med tunneltraseen, og de vil derfor passeres under gunstigste vinkel. De dalsøkkene som dannes av sonene har kraftig fall nedover mot Mjøsa. Store nedbørsmengder vil hovedsakelig dreneres raskt ned dalene. Lekkasjeforholda i tunnelen vil derfor være stabile nær uavhengig av store nedbørsmengder dersom de ikke er av lang varighet.

Pelnr. er angitt ut ifra at svakhetssonene står loddrett og er plane. I naturen er dette som regel ikke tilfelle. Plan bøyer seg og kan forandre fall nedover i fjellgrunnen. Strøketningen vil imidlertid være nær den som er observert på overflaten. Det viktigste er likevel å vite antallet og størrelse av svakhetssonene og under hvilken vinkel de skjærer tunneltraseen. Det ser ut til at disse sonene er smale langs hele traseen. Alle står i en meget gunstig vinkel med tunneltraseen. Alle målte sprekkeflater står hovedsakelig med fall mellom 70 og 90 grader. Bare få sprekker har fall 50 grader eller mindre. Det kan føre til relativt stabile forhold i tunnelen med relativt lett bolting. Rasfaren som skyldes oppsprekking i smått materiale i steinfraksjonen er typisk for denne typen bergarter. Sprengningsarbeidet i tunnelen vil imidlertid være avgjørende for sikringsmengden. Det er i dag vanlig å bruke sprøytebetong nokså umiddelbart etter sprenging. Det vil være tilstrekkelig sikring mot nedfall av de mindre fraksjoner. En mulig dannelse av kiler ut ifra hovedsprekkeretningene, som beskrevet i den første rapporten, kan vise seg å være tilstede. Diagrammet, vedlegg 9 viser at hver av de to hovedsprekkeretningene har fall i to retninger. Dette kan føre til at en får kiler. Dette vil en kunne best se når sprengningsarbeidet begynner. Systematisk bolting langs en smal sone midt i hengen kan vise seg å være nødvendig. Boltene vinkles da så mye som mulig utover, annenhver bolt i samme retning.

Bergarten er lett og bore med relativt liten slitasje av borkronen. Derimot er den tung å sprengje. Det vil derfor gå med mer enn vanlig sprengstoff. Skulle en komme inn i andre bergarter slik som den syenitten som befinner seg sør for tunnelen, vil forholdene være annerledes. Oppsprekkingsmønsteret kan være helt forskjellig, og svakhetssonene kan stoppe i bergartsgrensen, og derfor ikke nå ned til tunnelen. Syenitten inneholder ikke mye kvarts. Borkroneslitasjonen vil være høyere, men likevel lavere enn for f. eks. granitt. På en annen side vil syenitten være lettere å sprengje.

SIKRINGSOMFANG

Til grunn for beregningen tas utgangspunkt i en 980 m 2-felts tunnel hvorav 80 m med mer oppsprukket fjell med det meste av den totale vannlekkasjen. Vannsikring 40 % til 50 %, hvilket er muligens i minste laget.

Vannsikring med PE-skum, $7,5 \text{ m}^2$ per m tunnel: 2900 – 3700 m^2 .

Ingen utstøping.

Portaler 2x15 m.

Sprøytebetong $0,3 \text{ m}^3$ per m tunnel: 290 m^3 .

Bolting: 920 m med 1 1/2 bolt/m: 1380 bolter á 4 m. De settes slik som beskrevet over dersom oppsprekkingen danner kiler.
80 m med 3 bolter/m: 240 bolter á 4 m i de mest oppsprukne partiene.
Ekstra bolter i påhuggsområdene: 2 x 30 bolter á 4 m.
Antall bolter til sammen blir da 1680. Med opp til 1800 bolter skulle en da kunne dekke denne delen av sikringsarbeidet.

KONKLUSJON

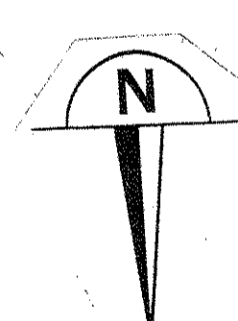
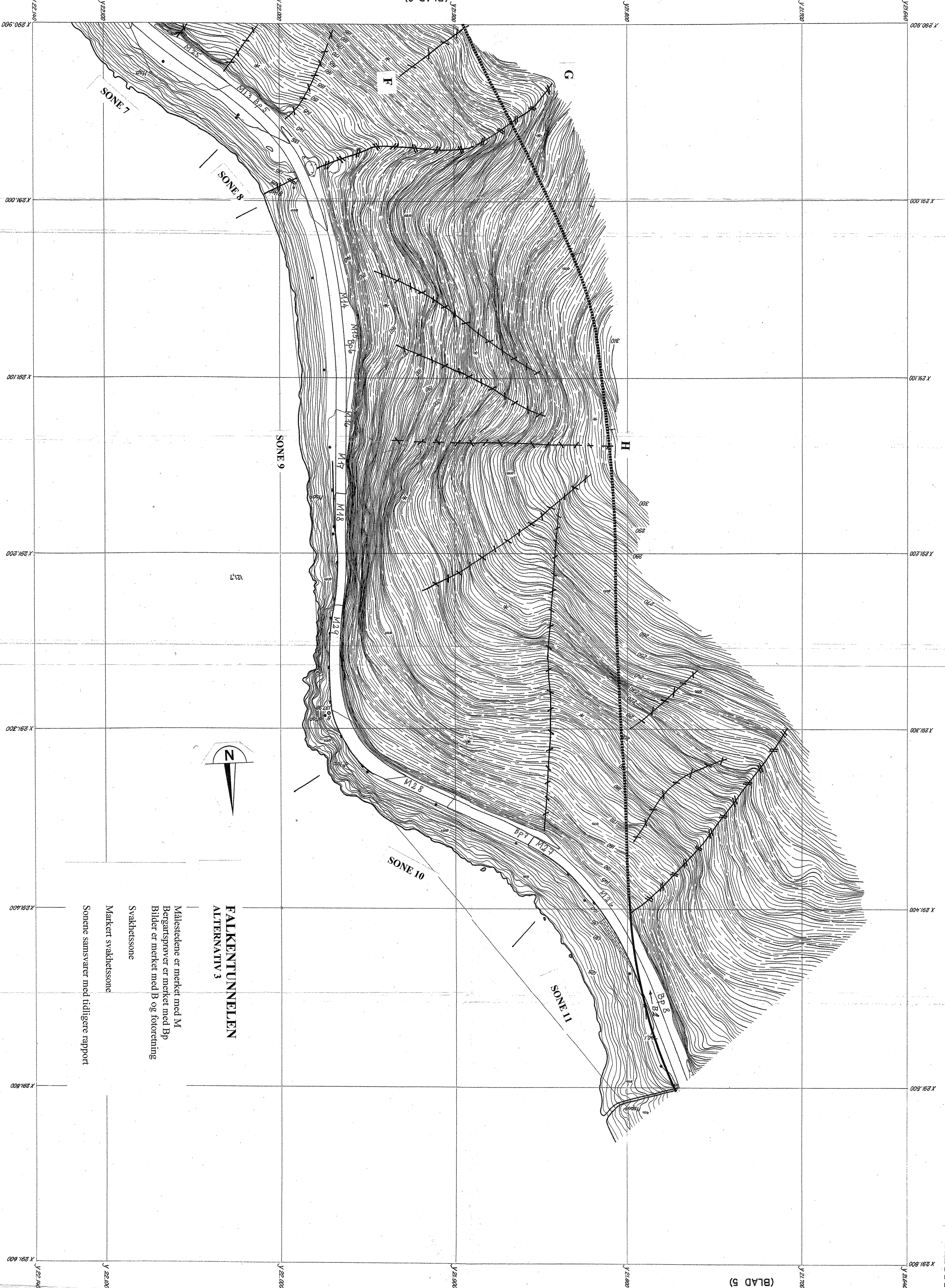
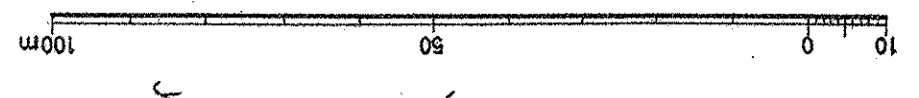
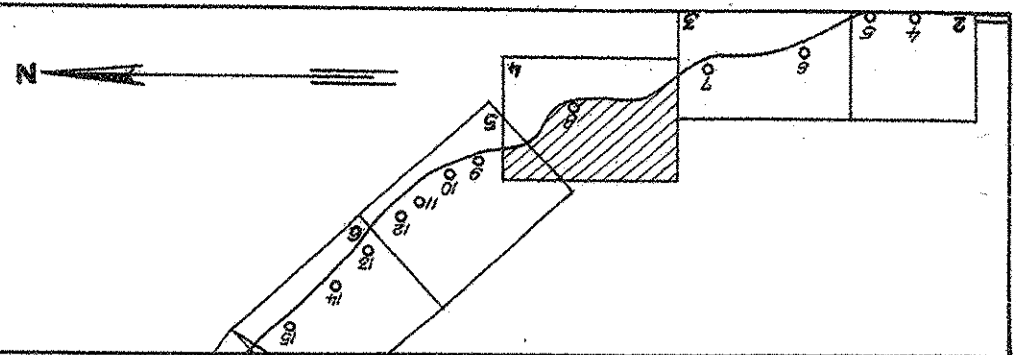
Tunnelen på 980 m lengde får tilstrekkelig overdekning langs hele tunnelen. 4 svakhetssoner som skjærer tunnelen under en ideell vinkel, vil sannsynligvis bare føre til mindre økning av vannlekkasjer i forhold til tunnelen ellers. Behovet for vannsikring vil være relativt liten for resten av tunnelen. Sprakefjell vil ikke forekomme i denne tunnelen. Innspenningen vil være tilfredsstillende i hele traseen. Total sikringsmengde vil være noe mindre enn vanlig. Påhuggsområdene vil ikke være noe problem, enten det gjelder rask fjelloverdekning eller rasfare. Det kan være fare for at sprekkemønsteret vil danne kiler i toppen, og de må eventuelt boltes på en spesiell måte. Bergarten sprekker ofte opp i mindre fraksjoner. Disse sikres med den vanlige bruken av sprøytebetong.

INNHOLDSFORTEGNELSE

INNLEDNING	SIDE 1
TOPOGRAFI	1
GEOLOGI	1
SPREKKEMÅLINGER	1
FORKASTNINGER/SVAKHETSSONER	2
SØNDRE PÅHUGGSOMRÅDE	2
NORDRE PÅHUGGSOMRÅDE	2
BESKRIVELSE AV FJELLFORHOLDA LANGS TUNNELTRASEEN .	2
SIKRINGSOMFANG	3
KONKLUSJON	4

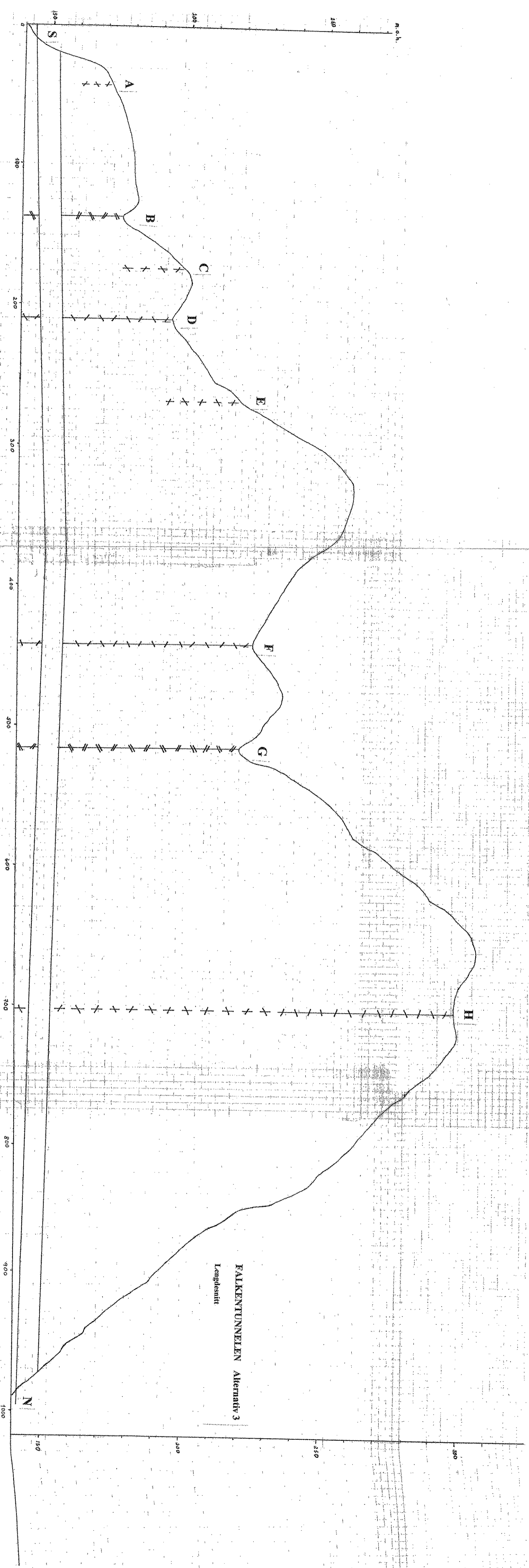
VEDLEGG

- 1: KART, SØNDRE DEL
- 2: KART, NORDRE DEL
- 3: LENGDESNITT
- 4: SPREKKEMÅLINGER FRA 1999
- 5: SPREKKEMÅLINGER FRA 2002
- 6: FORSKJÆRINGEN I SØR, POLARKOORDINATER
- 7: " " " " , FALLRETNINGER
- 8: " " " " , ROSEDIAGRAM
- 9: TUNNELEN, POLARKOORDINATER
- 10: " " " " , FALLRETNINGER
- 11: " " " " , ROSEDIAGRAM
- 12: BILDE AV SØNDRE PÅHUGGSOMRÅDE, BILDE 1
- 13: BILDE AV NORDRE PÅHUGGSOMRÅDE, BILDE 2



**FALKENTUNNELN
ALTERNATIV 3**

Målestedene er merket med M
Bergartsprøver er merket med Bp
Bilder er merket med B og fotoreting
Svakhetsone
Markert svakhetsone
Sonerne samsvarer med tidligere rapport



SPREKKEMÅLINGER FOR FALKENTUNNELEN 1999

STED	STRØK	FALL RETNING	HVA MÅLT	EGENSKAPER
M1	155	82 Ø	Sprekk	Glatt og buet.
M2	133	78 N	Sprekk	Glatt og buet.
M3	173	10 V	Sprekk	Glatt.
M4	143	80 N	Sprekk	Glatt og buet.
M4	38	90	Sprekk	Glatt og buet.
M5	5	75 V	Sprekk	Buet.
M5	48	64 Ø	Sprekk	Glatt.
M6	33	77 Ø	Sprekk	Glatt.
M6	165	90	Sprekk	Glatt og rett.
M7	45	80 S	Knusn.sone	
M8	51	90	Sprekk	Ru, glatt. 4/m,
M8	145	83 ?	Sprekk	Glatt, buet 1/m,
M8	52	40 Ø	Sprekk	Glatt, 1/2m,
M9	67	90	Sprekk	Glatt, 10/m,
M9	142	90	Sprekk	Glatt, buet. 2/m,
M10	43	90	Sprekk	Glatt og rett. 8/m,
M10	134	90	Sprekk	Glatt og svært rett. 3-8/m,
M11	38	75 Ø	Sprekk	Rett, ru.
M11	45	28 Ø	Sprekk	Rett og ru.
M11	43	40	Sprekk	Ru.
M12	32	80	Knusn.sone	Bredde 2 dm.
M12	147	83 S	Sprekk	Glatt, utholdende, 1/2m
M12	40	74 Ø	Sprekk	Glatt, rett og gjennomsettende. 1/3m
M13	82	20-52 Ø	Sprekk	Ondulerende.
M13	144	44 Ø	Sprekk	Plan og gjennomsettende. 2/m.
M13	110	34 Ø	Sprekk	Plan og gjennomsettende.
M13	40	86 V	Sprekk	Plan. 5/m
M13	112	82 V	Sprekk	Rett og plan. 3/m,
M13	48	63 ?	Sprekk	Plan og glatt. 1/m, Amfibolitt
M13	143	80 S	Sprekk	Rett og ru. 1/m,
M14	46	76 S	Sprekk	Plan, ru og gjennomsettende. 5/m,
M14	133	90	Sprekk	Plan og ru. 3/m,
M14	32	68 V	Sprekk	Plan og ru. 3/m,
M15	140	85 Ø	Sprekk	Plan og ru. 1/m,
M15	37	74 N	Sprekk	Plan. 1/m.
M16	Ca. 40	Ca. 20 V	Sprekk	Glatt. Overheng.
M16	138	85 N	Sprekk	Noe ru, gjennomsettende. 2/m,
M16	47	90	Sprekk	Ru. 1/m,
M17	56	60 N	Sprekk	Plan og glatt. 1/m,
M17	54	90	Sprekk	Plan.
M17	2	81 Ø	Sprekk	Plan
M18	30	85 Ø	Sprekk	Plan og ru. Kort utstrk.
M18	143	84 S	Sprekk	Ru, utholdende og litt bølget
M18	128	58 S	Sprekk	Ruglet og bølgende

VEDLEGG 4

STED	STRØK	FALL RETNING	HVA MÅLT	EGENSKAPER
M18	34	75 V	Sprekk	Plan, glatt og utholdende. Kutter andre sprekker
M18	42	44 V	Sprekk	Ruglet, svakt bølget, kjemisk utfelling.
M18	133	90	Sprekk	Kort, bølget.
M19	52	72 N	Sprekk	Glatt og planl. 1-5/m.
M19	128	85 S	Sprekk	Plan, glatt og gjennomsettende. 2/m,
M19	132	50 ?	Sprekk	Plan og glatt. Danner baksprekk. Belegg.
M19	40	90	Sprekk	Plan og glatt. 2/m,
M19	43	90	Sprekk	Plan og glatt. 3/m,
M19	24	72 V	Sprekk	Plan, glatt og gjennomsettende. 2/m,
M19	118	86 Ø	Sprekk	Plan og glatt.

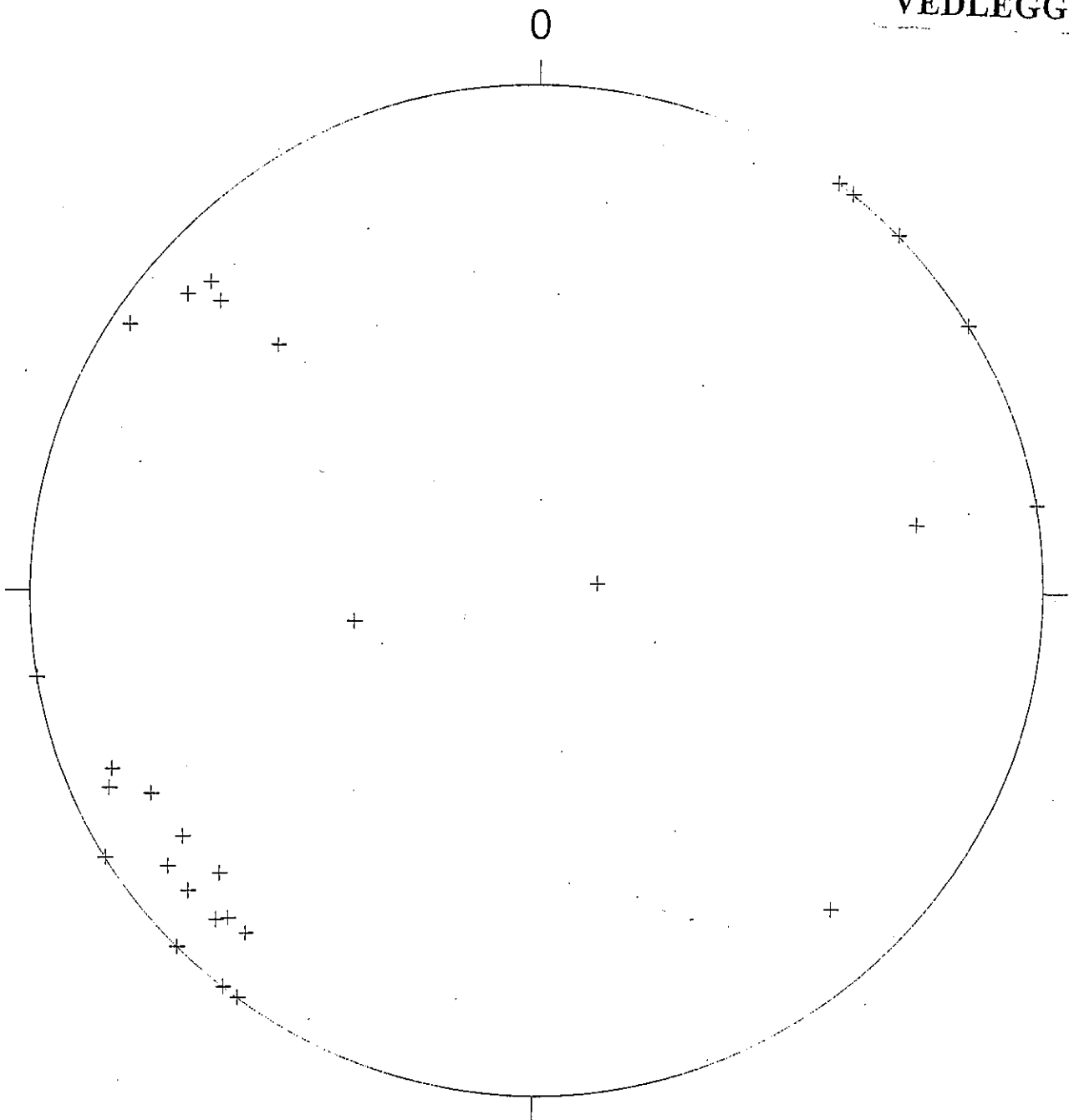
SPREKKEMÅLINGER FOR FALKENTUNNELEN 2002.

STED	STRØK	FALL - RETNING	HVA MÅLT	EGENSKAPER
M-4	40	80 S	Sprekk	Litt buet, plan, gjennomsettende
M-4	134	80 Ø	Sprekk	Plan, glatt, gjennomsettende
M-4	45	90	Sprekk	Plan, Gjennomsettende, 5/m
M-4	145	74 Ø	Sprekk	Plan, glatt, gjennomsettende
M-4	42	74 S	Sprekk	Plan, glatt, 2/m
M-4	152	75 Ø	Sprekk	Plan, glatt, 5/m
M-4	43	60 S	Sprekk	Plan, gjennomsettende, 3/m
M-4	138	73 Ø	Sprekk	Plan, ru, 3/m
M-4	36	90	Sprekk	Plan, glatt, gjennomsettende, 2-10/m
M-4	157	80 Ø	Sprekk	Plan, ru, gjennomsettende, 5/m
M-20	170	30 Ø	Sprekk	Buet, glatt
M-20	43	78 S	Sprekk	Buet, glatt, 3/m
M-20	58	90	Sprekk	Plan, glatt
M-21	139	80 Ø	Sprekk	Plan, ruglet, gjennomsettende
M-21	170	65 S	Sprekk	Plan, ru, gjennomsettende
M-21	47	75 N	Sprekk	Plan, ru gjennomsettende, 3/m – Retning som forkastning
M-21	130	78 Ø	Sprekk, forkastning	Plan, ru gjennomsettende, 2/m – Retning som forkastning
M-21	80	90	Forkastning	Siktmålt, ingen parallelle sprekker
M-22	30	68 Ø	Sprekk	Buet, glatt
M-22	32	90	Sprekk	Plan, glatt
M-22	44	72 Ø	Sprekk	Plan, ru, gjennomsettende, 3/m
M-22	130	84 N	Sprekk	Litt buet, glatt
M-22	26	88 S	Sprekk	Plan, glatt
M-22	20	65 V	Sprekk	Plan, glatt
M-22	130	72 N	Sprekk	Plan, glatt
M-22	42	80 S	Sprekk	Plan, glatt, 3/m
M-22	140	90	Sprekk	Plan, glatt, 3/m
M-23	33	90	Sprekk	Plan, glatt, gjennomsettende, 1/m
M-23	176	90	Sprekk	Plan, glatt, gjennomsettende, 2/m
M-23	160	84 V	Sprekk	Plan, glatt
M-23	38	84 Ø	Sprekk	Plan, glatt, 2/m
M-23	155	85 V	Forkastning	Bredde 1 m, ingen parallelle sprekker
M-24	42	90	Sprekk	Glatt, plan, 3-6/m
M-24	130	78 N	Sprekk	Korte, uregelmessige sprekker
M-24	40	80S	Sprekk	Plan, glatt
M-24	44	74 Ø	Sprekk	Plan, glatt, gjennomsettende, parallel med forkastning 6?
M-25	13	70 V	Forkastning	Siktmålt, bredde ½ m Forkast. 7?
M-25	116	35 N	Sprekk	Ruglet, rel. plan, gjennemsettende i flere plan m. avst. ½-4 m.
M-25	135	82 N	Sprekk	Plan, glatt, gjennomsettende
M-25	46	78 S	Sprekk	Plan, glatt, gjennomsettende, 2/m
M-25	142	84 N	Svakhetssone	10 cm bred sone

VEDLEGG 5

STED	STRØK	FALL - RETNING	HVA MÅLT	EGENSKAPER
M-26	5	80 Ø	Sprekk	Buet, ruglet, gjennomsettende
M-26	40	90	Sprekk	Plan, ru, gjennomsettende
M-27	10	86 Ø	Sprekk	Plan, kort
M-27	144	82 Ø	Sprekk	Glatt, noe buet
M-28	166	78 Ø	Sprekk	Plan, ruglet, gjennomsettende
M-29	28	80 V	Sprekk	Buet, ruglet, gjennomsettende, 2-5/m
M-29	34	78 V	Sprekk	Plan, glatt, gjennomsettende

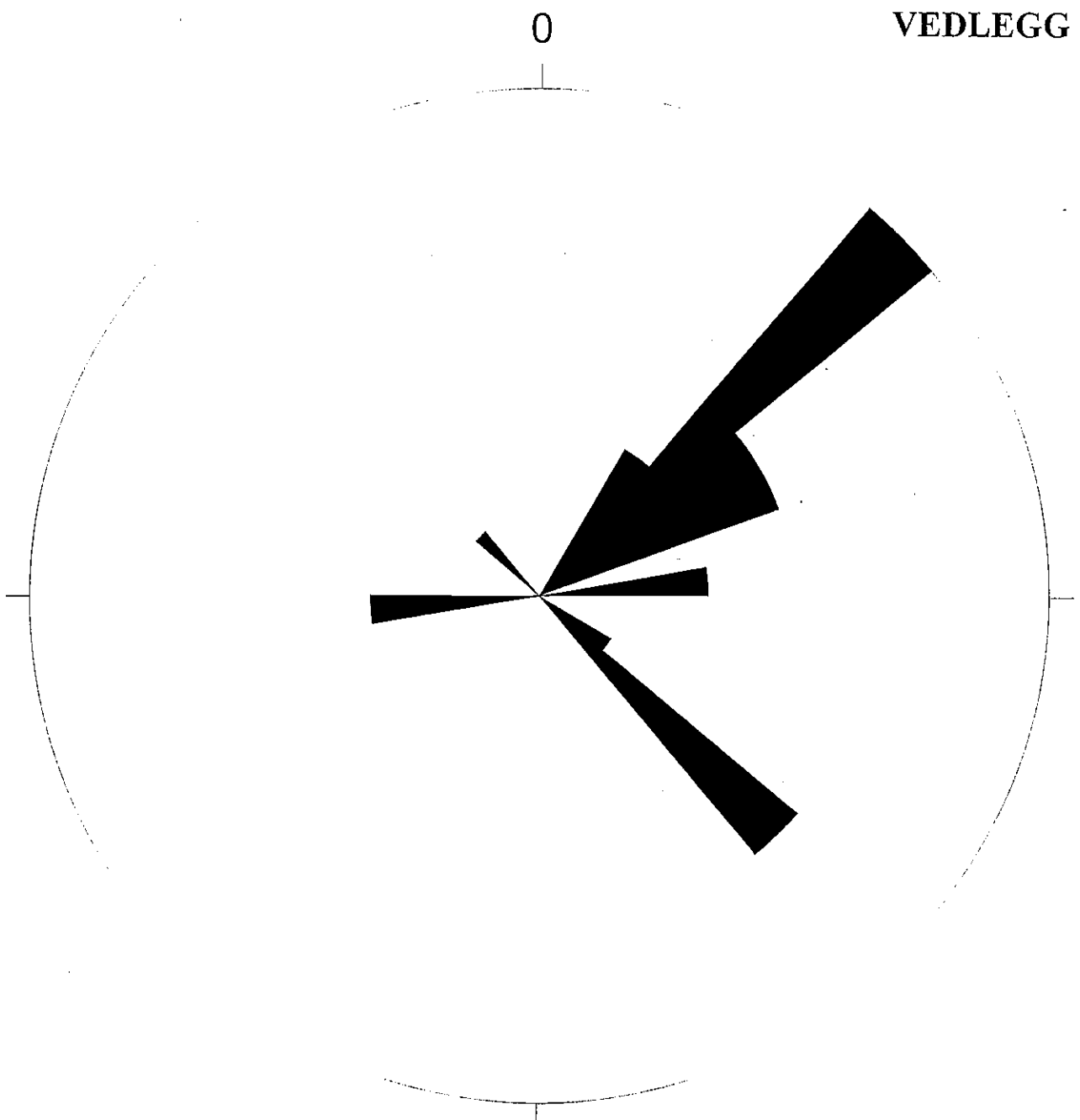
Nesten alle sprekkflater har et forvitningsbelegg, sannsynligvis en jernforbindelse.



Equal area projection, lower hemi

FALKENTUNNELEN

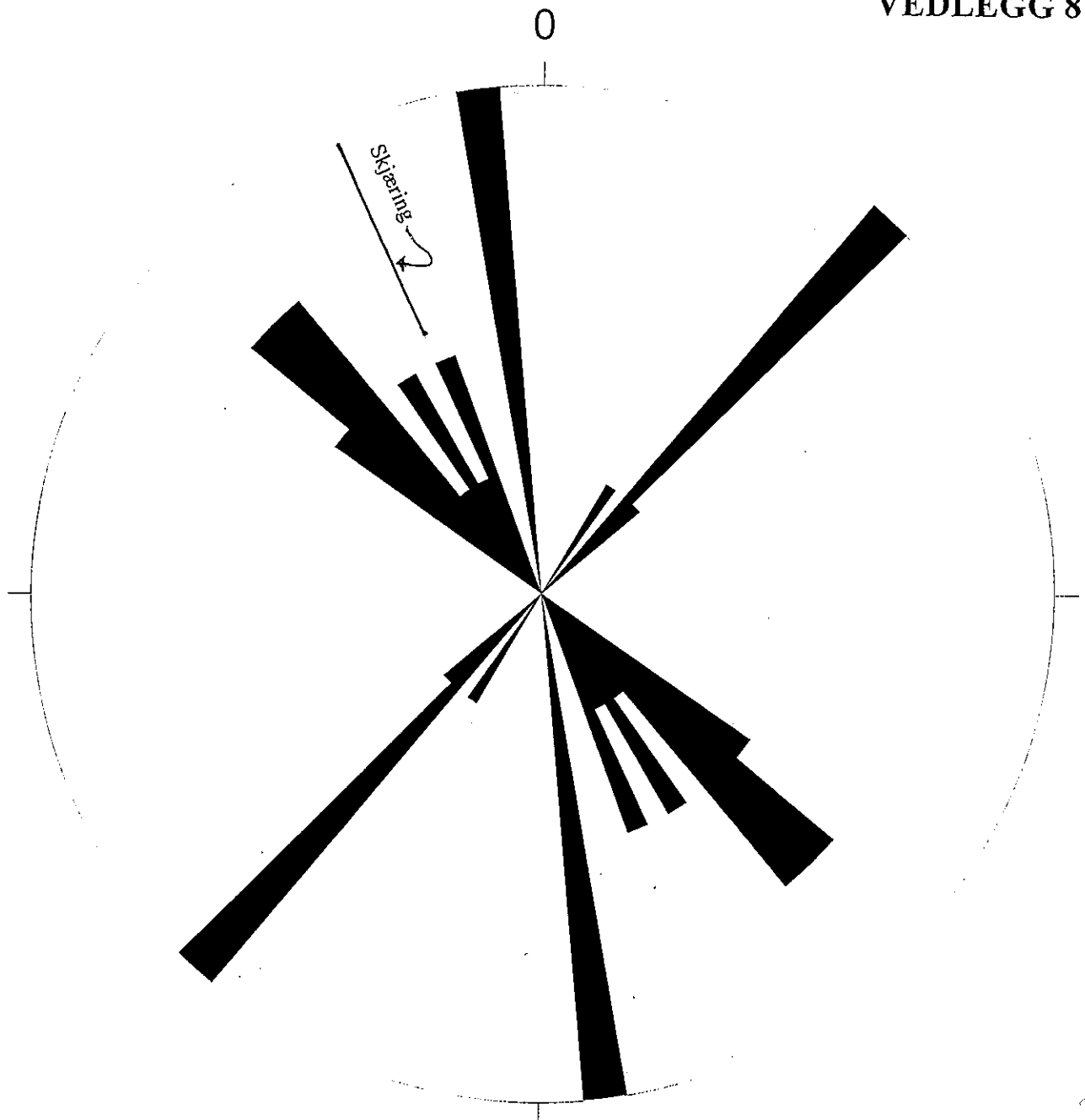
Polarkoordinatene for forskjæringens sprekker



Dip Direction: 10 ° classes

**SØNDRE FORSKJÆRING
FOR FALKENTUNNELEN**

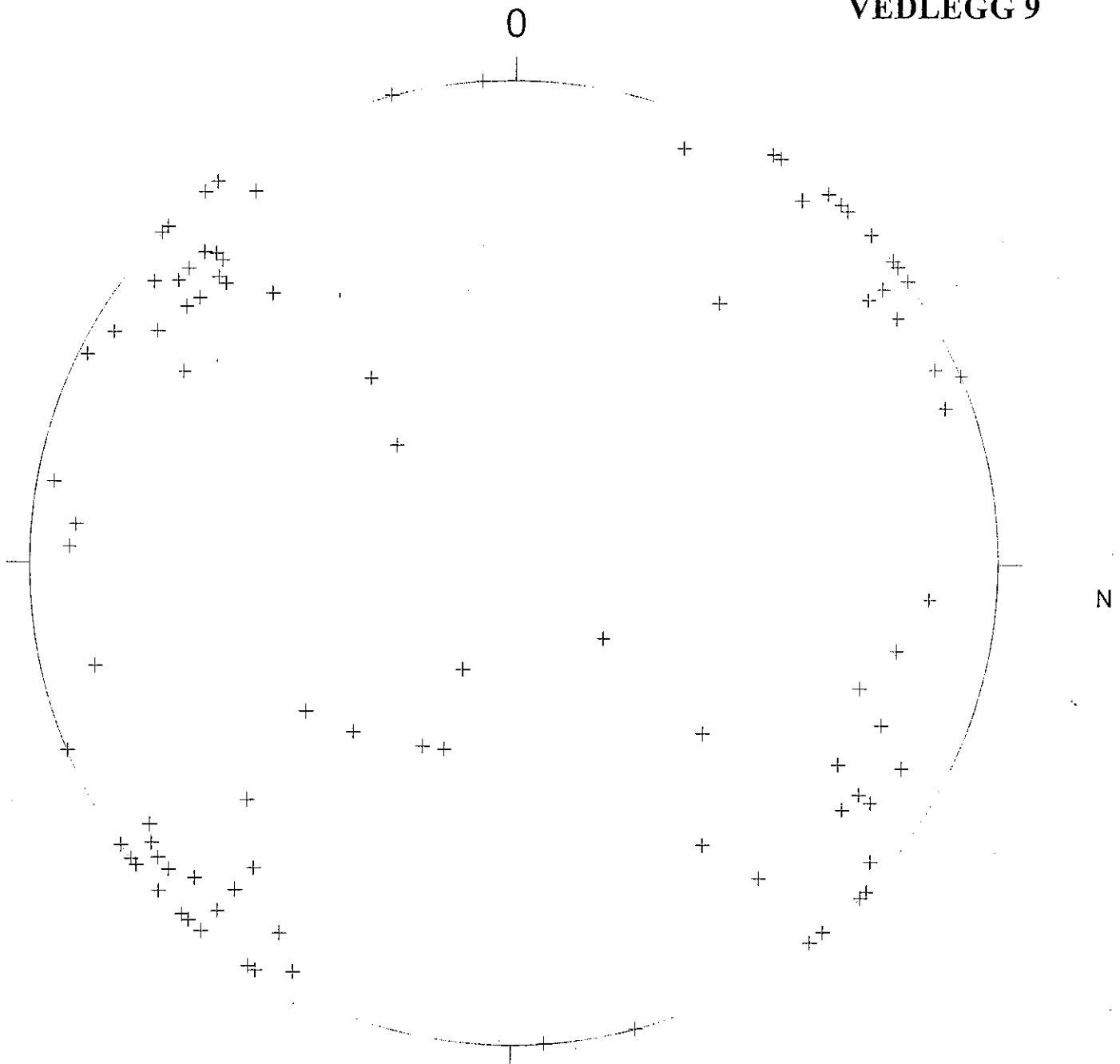
**Diagram over fallretningene for
forskjæringsområdet i sør**



Strike Direction: 5.0 ° classes

**SØNDRE FOSKJÆRING
FOR FALKENTUNNELEN**

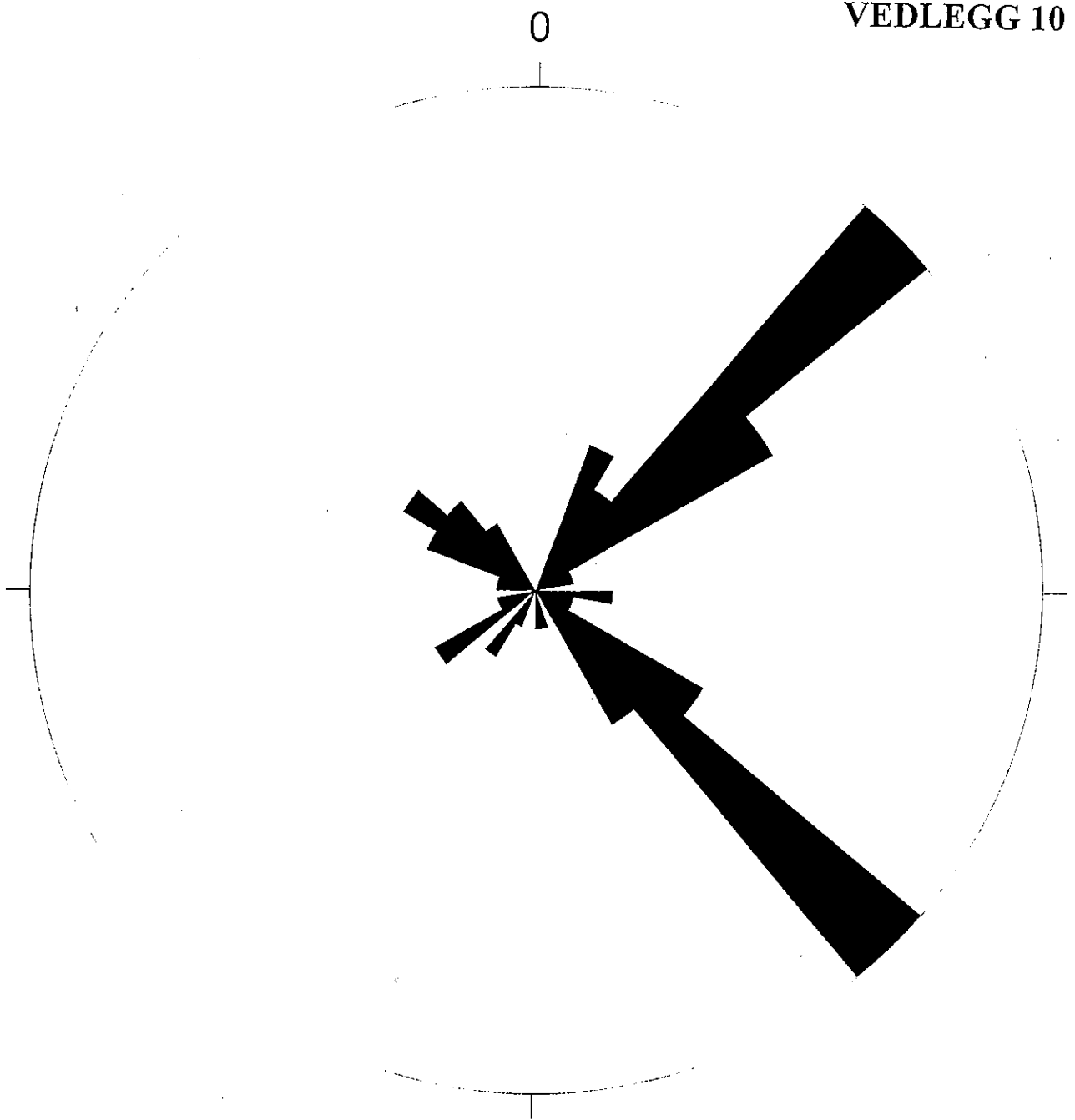
Rosediagram forskjæringsområde i sør
Viser strøkretningene for sprekene



Equal area projection, lower hemi

FALKENTUNNELEN

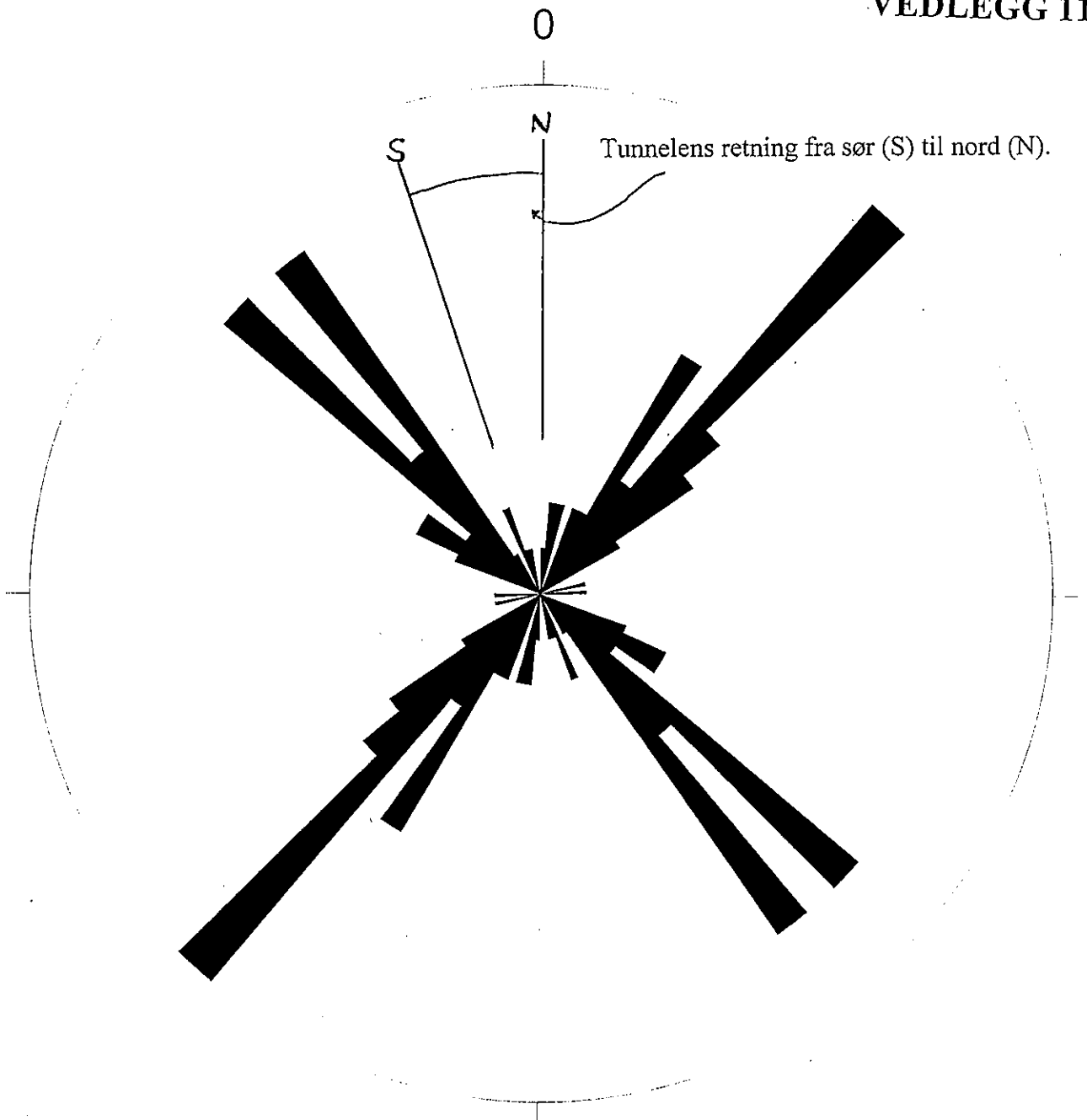
Polarkoordinatene for tunnelens sprekker



Dip Direction: 10 ° classes

FALKENTUNNELEN

**Diagram over fallretningen
for sprekke i tunnelen**



Strike Direction: 5.0 ° classes

FALKENTUNNELEN

**Rosediagram for tunnelen
Viser strøkretningene for sprekke**

VEDLEGG 12



BILDE 1

VEDLEGG 13



BILDE 2