© 1995 Svenska Bergteknikföreningen och författare

LUNDBYTUNNELN – VAL AV UTRUSTNING SAMT PLANERAT GENOMFÖRANDE

Stig Eriksson , Skanska

1. INLEDNING

Lundbyprojektet består av två parallella tunnlar som vardera är drygt två kilometer långa och har en tvärsnittsarea av 88 respektive 92 m2.
Ett ventilationsschakt finns ungefär 500m från den västra förskärningen i Bräcke samt en cirka 240m lång ventilationstunnel med arean 33 m2 nära Sannegården i öster.
Tunnlarna är utförda i granitiskt berg av relativt god kvalitet.
Täthetskraven är mycket stränga och varierar längs tunneln från 0.5 l/min och 100m upp till maximala 2.5 l/min . För att klara täthetskraven utförs injekteringstrumpeter med minsta spetsavståndet 1m för de tunnelsektioner som har de strängaste täthetskraven samt med största spetsavståndet 2m för täthetskravet 2.5 l/min (antalet hål i en trumpet varierar därigenom mellan 30 och 61).
Sprängningsarbetet är också indelat i olika sprängklasser längs tunneln och generellt gäller den skonsammaste sprängklassen för tunnelsektionerna med de högsta täthetskraven.

2. VAL AV UTRUSTNING

Vägverket Väst hade specifiserat kraven på borraggregaten så att de skulle vara utrustade med riktinstrument av typ Bever data eller motsvarande samt att kontroll av tunnelprofilen skulle ske med hjälp av Bever scanner eller motsvarande system.

För Lundbyprojektet har vi inköpt ny eller nästan ny utrustning för att uppfylla ovan nämnda krav men även för att möta liknande krav vid framtida projekt.

För borrningsarbetet vilket uppskattas till ungefär 1.000.000 bm salvborrning samt nästan 500.000 bm skarvstångsborrning för injektering och sondering valde vi :
– 2 st Atlas Copco Robotboomer 185 utrustade med cop 1838 borrmaskiner, Atlas data riktinstrument samt hydrauliska borrstöd för ytterbommarna.
– 1 st Atlas Copco Rocketboomer 353 utrustad med cop 1838 borrmaskiner, Bever data riktinstrument samt Ras skarvstångssystem för ytterbommarna.

För kontroll av tunnelprofilen samt för övrig kontroll av borrningsarbetet beställde vi för projektet:
– 2 st Geotronics Geodimeter

© 1995 Svenska Bergteknikföreningen och författare

- 1 st Bever scanner (levereras feb/mars 1995)

Kontroll av injekteringsborrhål utfördes i början av projektet av TGB med hjälp av Maxibor mätinstrument men från januari 1995 har vi utfört mätningarna med ett helt nytt instrument framtagit av Transtronic för Lundbyprojektet.

För injekteringsarbetet införskaffades två Stabilator multihålsanläggningar.

Förstärkningsarbetet kommer att utföras med hjälp av ett Atlas Copco bultaggregat samt en Stabilator sprutbetongrobot. All betong kommer att blandas vid egen anläggning.

3. SALVBORRNING

Borraggregaten är utrustade med 16 fots matare och salvborrningen utförs generellt med 16 fots drifters och 45 – 48 mm borrkrona.
Borrtoleransklass 1 (hålet ansätts 60–140 mm utanför teoretisk konturlinje med 200 mm stickmått och med en borravvikelse av mindre än 20 mm/m utefter hålets längd) gäller för projektet vilket är mycket svårt att klara även med moderna borraggregat på grund av framförallt följande två punkter:
– Riktinstrument av typ Bever och Atlas data klarar teoretiskt en tolerans av storleksordningen plus–minus 50 – 100 mm beroende på tunnelarean.
– Den fysikaliskaliska nedböjningen och vridningen av bommen är av storleksordningen 0 – 200 mm beroende på bomutskjut, matarutskjut och position. Dessutom minskar stickvinkeln omkring 1 till 2 grader jämförrt med teoretiskt inställt. Självfallet blir effekterna större vid stora utskjut av bom och matare.
Toleransen beroende på riktinstumenten kan inte entreprenören påverka utan detta kan endast styras av leverantörerna och lämnas därför åt dessa.
Effekterna av nedböjningen och vridningen kan minskas genom olika åtgärder och nedan nämns några av dessa:
– Kompensationstabell byggs in i data systemet.
– Borrplanen modifieras för att ta hänsyn till effekterna, dvs ej teoretisk borrplan.
– Inställningen av aggregatet vid borrning görs med referenspunkten i extrem position (dvs med stort bomutskjut).
– Kalibreringen av borragregat och riktinstrument görs med bom och matare i mer extrema lägen än vad som normalt brukas.
Idag används vanligen någon av de tre senare eller en kombination av dessa för att minimera effekterna vid stora bom och matar–utskjut.

Under borrningen lagras alla data från borrningen i borraggregaten för senare analys och kontroll.
Data från varje salvborrning överlämnas till beställaren i pappers– och/eller diskettform.
Exempel på utskrifter i grafisk och tabellform finns redovisade i appendix 1.

© 1995 Svenska Bergteknikföreningen och författare

Ibland uppstår missförstånd mellan datasystemet och borraggregatet/operatören vilket kan resultera i felaktiga och/ eller saknade data.

Förutom kontroll och analys av data från borrningen sker också kontroll av tunnelprofilen via automatisk scanning med en meters mellanrum längs tunnellinjerna för att hålla efter underbreak och för att verifiera att tunnelprofilen uppfyller de uppställda kraven.
Den automatiska scanningen utförs idag med hjälp av Geodimeter och kommer senare även att göras med Bever scanner. Tunnelprofiler ritas upp för varje tunnelmeter och överlämnas även till beställaren, se appendix 2.

4. INJEKTERINGSBORRNING

Vägverket har upprättat omfattande beskrivningar och krav beträffande injekteringens utförande, injekteringsskärmarnas utformning samt injekteringshålens precision.

De krav som gällde för injekteringshålen var att spetsläget skall ligga maximalt 80 mm från avsedd spetsposition. Olika borrkronor och borrstål samt varierande värden på borrparametrarna har prövats och för Lundbyleden har vi fått den bästa precisionen med hjälp av guide-retrac kronor 51 mm följt av ett 10 fots R32 tacc-rör varefter vi använt normala R32 speedrod skarvstål alternativt guide-retrac kronor 64 mm och T38 speedrod skarvstål. Borrparametrarna har även reducerats för att eftersträva rakare hål och borrsjunkningen varierar idag ungefär från 1.5 till 1.9 meter per minut.

Ansättning och inriktning av borrhålen sker med hjälp av riktinstrumenten (Bever respektive Atlasdata) och borrplanerna för alla förekommande typer av injekteringstrumpeter finns förberedda och lagrade på diskett. Atlas Copco har medverkat genom att modifiera datasystemet för att även klara injekterings-borrningen. I Bever data använder vi oss av fiktiva borrhål för att få borrhålens riktning i datasystemet så informativ och bra som möjligt.

Borrningen loggas kontinuerligt och lagras på diskett och redovisas grafiskt enligt appendix 3. Även vid injekteringsborrningen kan missförstånd uppstå mellan datasystemet och operatören varvid loggningen kan visa resultat enligt appendix 4. För inmätningen av spetspositionen används Transtronics rakhetsmätare vilken visar mätresultatet direkt vid stuff på dataskärmen enligt appendix 5. Resultatet kan senare lyftas över till en vanlig PC för utskrift.

Vid injekteringsborrningen utförs vissa hål som sonderingshål och borrparametrarna loggas för senare utskrift vilken används för tolkning av framförliggande bergkvalitet samt även jämförs med karteringen för att förbättra tolkningen av sonderinsborrningen.

© 1995 Svenska Bergteknikföreningen och författare

5. PLANERAT GENOMFÖRANDE

Schaktarbetet med förskärningarna påbörjades under augusti 1994 och tunnelarbetet påbörjades i Bråcke under oktober och i Sannegården under november 1994. Både Sannegården och Bräcke drivs som dubbel fronter och indrifterna är beräknade att variera från 40 till 70 meter per månad och tunnelfront beroende på aktuell injekteringsklass och sprängklass. Genom att införa en tillfartstunnel kommer ventilationstunneln att drivas separat som en enkel front med start under mars 1995.

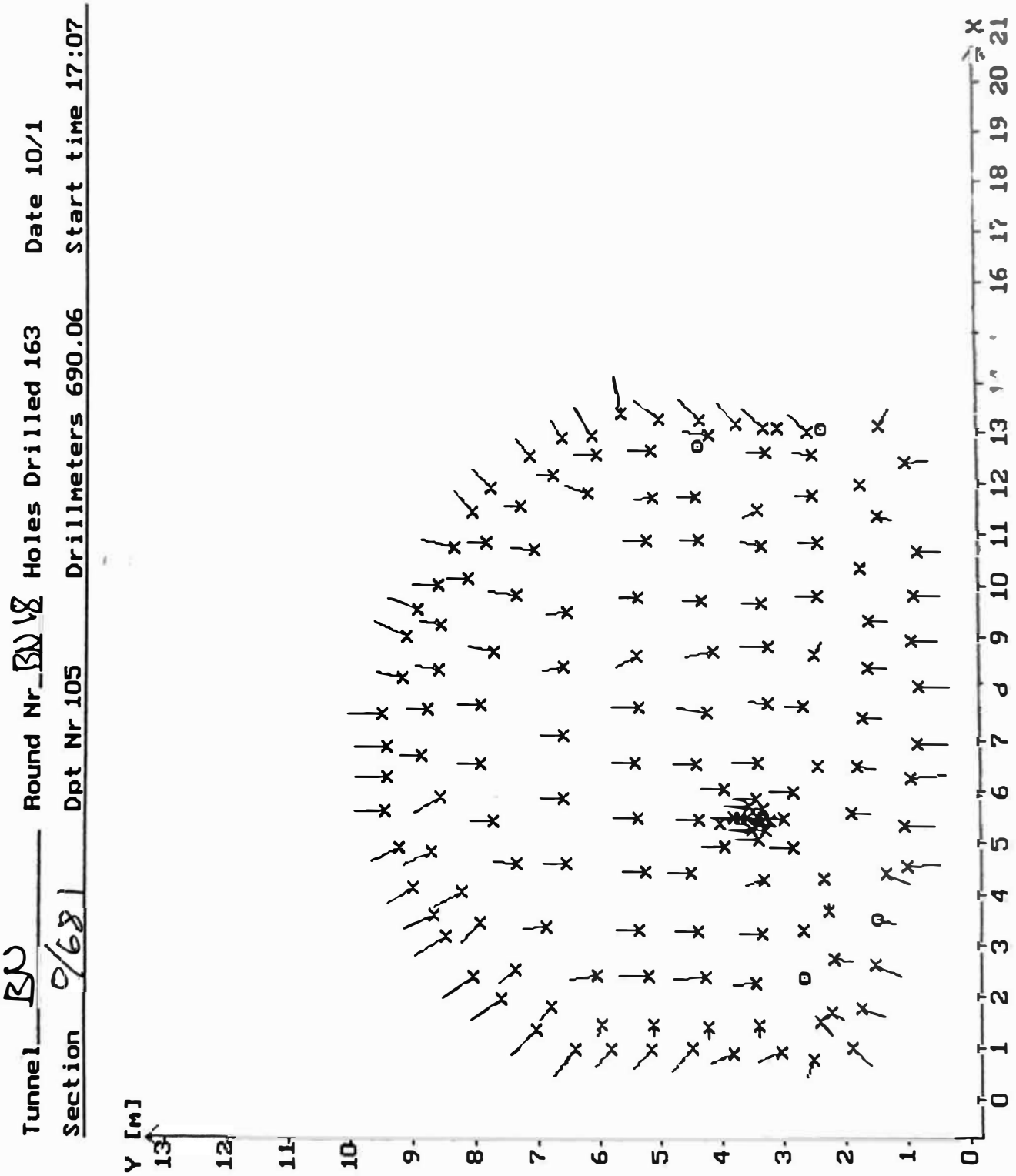
Den totala indriften för alla tunnelfronter kommer att pendla omkring 200 meter per månad och samtliga sprängningsningsarbeten är planerade att vara färdiga under oktober 1996.

För Lundbyleden finns ett omfattande kvalitetssystem som framtagits i samarbete med Vägverket under hela hösten 1994 parallellt med uppstarten av projektet. Idag är systemet i full funktion och fungerar tillfredsställande och används som hjälpmedel för att klara de kvalitetskrav som Vägverket har ställt. De kontroller och mätningar som redovisats tidigare är fullt integrerade i detta kvalitetssystem.

Mängden data från samtliga kontroller och mätningar är mycket omfattande och under projekttiden kommer säkert mängden data som dokumenteras att ändras till en nivå som är lämplig och användbar för projektet.

© 1995 Svenska Bergteknikföreningen och författare

APPENDIX 1



© 1995 Svenska Bergteknikföreningen och författare

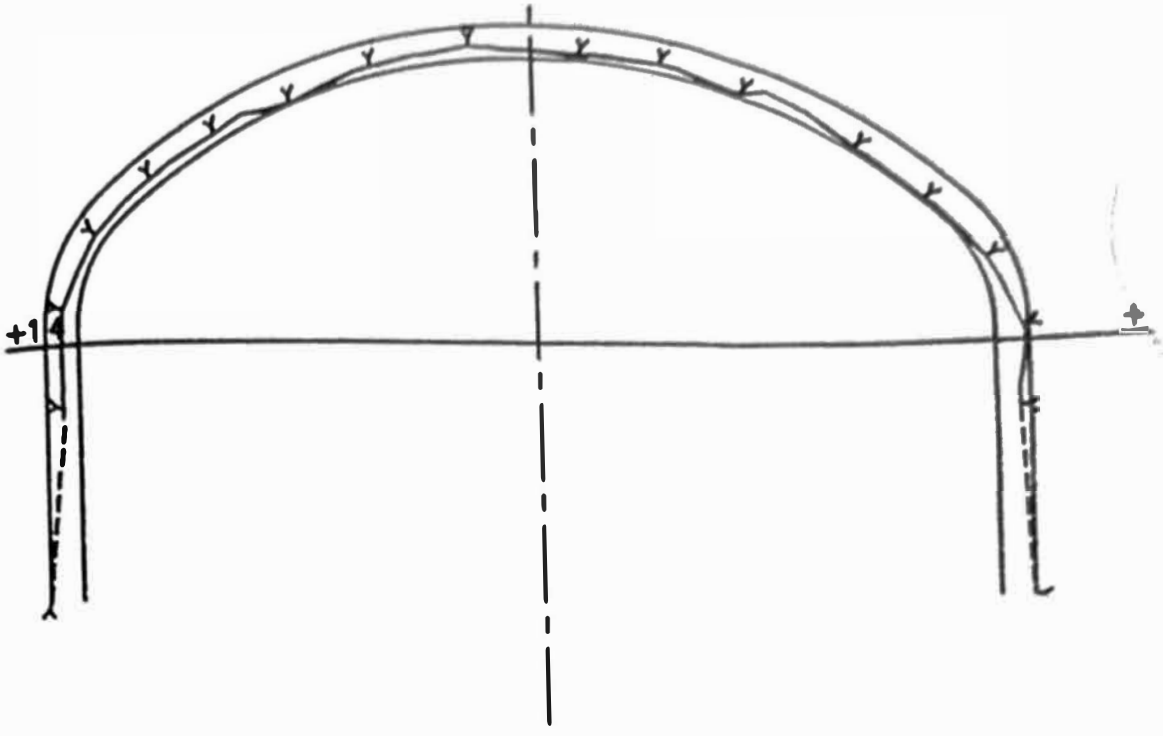
APPENDIX 1

Boom nr	Hole nr	Hole status	Depth drilled	X pos	Y pos	Lookout angle	Lookout dir.	Hole type
2	42	successful	4.45	7154	-1	6.6	-92	bottom
3	40	successful	4.50	8947	63	5.3	-86	bottom
1	46	successful	4.51	3519	574	5.8	-61	bottom
2	43	successful	4.38	6054	45	6.8	-93	bottom
3	41	successful	4.45	8048	132	5.7	-88	bottom
1	47	failed	3.87	2630	709	5.0	-77	bottom
2	-10	successful	4.49	5360	153	7.3	-99	unspec
1	-11	successful	4.43	1753	758	6.5	-61	unspec
2	45	successful	4.48	4465	250	6.6	-90	bottom
3	39	successful	4.40	9789	-6	5.2	-89	bottom
1	49	successful	4.58	907	971	5.2	-66	bottom
2	-14	successful	4.47	3686	209	6.7	-96	unspec
1	1	successful	4.52	119	1103	6.1	-43	contour
3	38	successful	4.55	10766	9	4.8	-94	bottom
2	77	successful	4.57	3894	1165	4.3	-90	helper
3	-16	successful	4.55	11516	204	4.8	-99	unspec
[illegible]	50	successful	4.40	645	1629	4.4	-39	helper
[illegible]	80	successful	4.55	6541	922	4.1	-84	helper
1	51	successful	4.55	556	2629	3.2	0	helper
3	36	successful	4.55	12222	610	5.1	-154	contour
2	81	successful	4.57	7489	830	4.1	-86	helper
[illegible]	35	failed	0.68	12157	1518	6.6	142	contour
[illegible]	53	successful	4.40	551	4318	3.2	1	helper
1	54	successful	4.51	558	5169	3.3	19	helper
3	33	successful	4.54	12273	2877	6.6	144	contour
2	152	successful	4.61	5593	1618	0.2	15	stope
3	32	successful	4.54	12321	3465	7.0	138	contour
1	52	successful	4.52	544	3443	3.2	0	helper
2	151	successful	4.50	5631	2587	5.2	90	stope
3	34	succesful	0.14	12194	2235	6.3	138	contour
1	55	successful	4.29	918	6011	4.8	35	helper
3	-18	successful	4.53	12190	2461	6.8	137	unspec
2	107	successful	4.55	5593	3583	5.1	89	stope
1	56	successful	4.28	1606	6599	5.5	43	helper
3	-21	successful	4.49	12094	1751	6.2	139	unspec
2	115	successful	4.56	5612	4579	5.0	92	stope
1	57	successful	3.92	2481	7135	7.5	38	helper
1	2	failed	0.08	-109	1754	4.6	20	contour
[illegible]	114	successful	4.60	4531	4570	5.1	91	stope
3	31	successful	4.54	12336	4146	7.2	133	contour
1	2	successful	4.52	-109	1754	4.6	21	contour
3	30	failed	0.09	12456	4774	18.5	170	contour
2	140	successful	4.39	4576	3003	5.0	89	cut
[illegible]	3	successful	4.53	58	2267	5.5	59	contour
2	141	successful	4.47	4560	2793	5.2	88	large
3	30	successful	4.03	12456	4774	11.2	171	contour
1	4	successful	4.55	26	3041	5.5	62	contour
1	5	failed	0.25	-84	3617	5.9	50	contour
2	142	successful	4.48	4545	2593	5.0	93	large
1	5	failed	0.61	133	3697	6.1	43	contour
3	25	successful	4.54	10496	7219	6.5	144	contour
1	5	successful	4.52	133	3697	7.3	35	contour
3	26	failed	1.74	10965	6909	6.0	133	contour
3	26	failed	2.02	10965	6909	5.9	133	contour
1	6	successful	4.51	91	4372	6.4	38	contour
3	26	successful	4.38	10965	6909	6.5	140	contour
2	143	successful	4.54	4537	2410	4.5	85	large

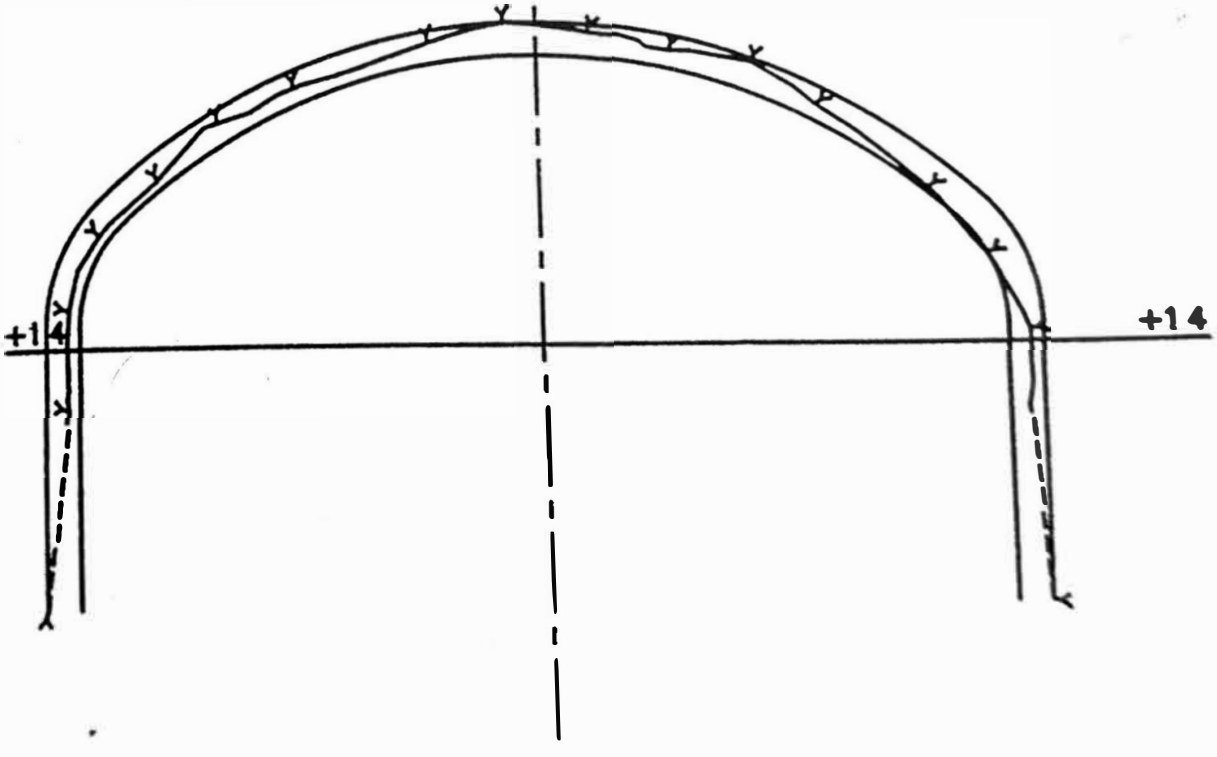
© 1995 Svenska Bergteknikföreningen och författare

APPENDIX 2

Sektion 2/647



Sektion 2/648

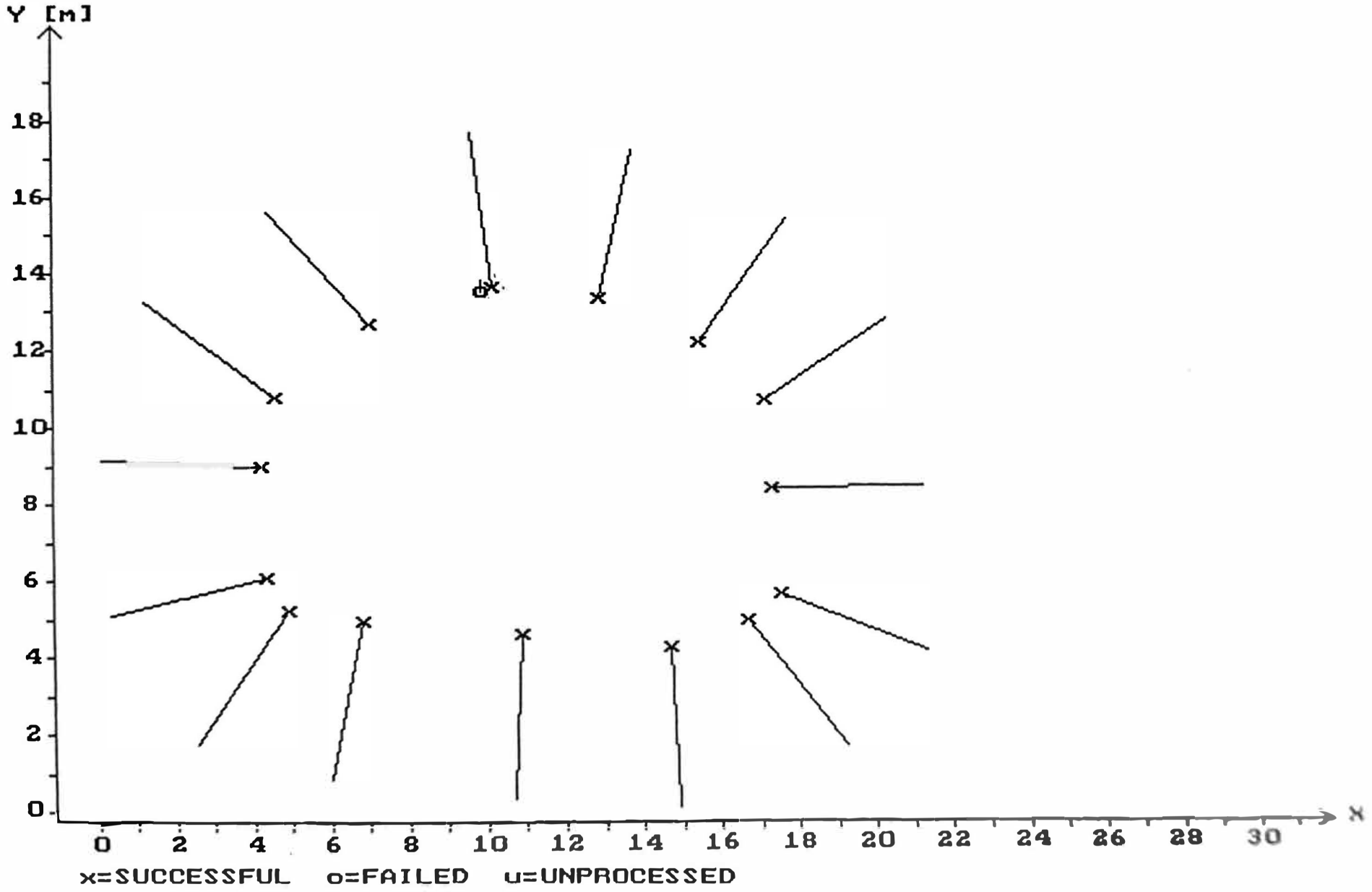


INRE LINJE = TEORETISK

YTTRE LINJE = + 430 MM

Tunnel LUNDBY Round Nr BU 21 Holes Drilled 16 Date 12/1

Section 0/687 Bäcke Dpt Nr 630 Drillmeters 195.59 Start time 13:49

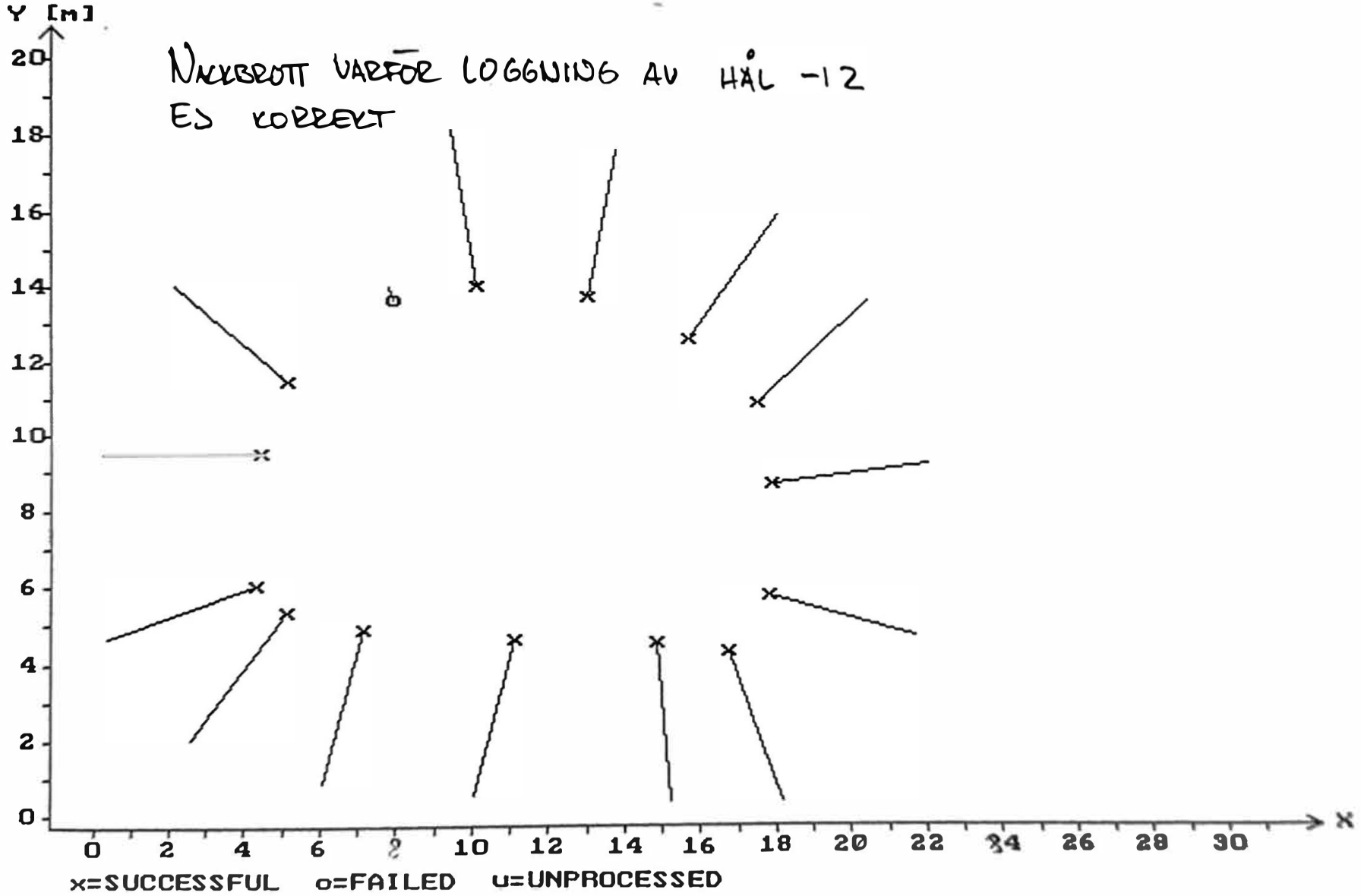


APPENDIX 3

© 1995 Svenska Bergteknikföreningen och författare

Tunnel LUNDBY Round Nr BN 19 Holes Drilled 15 Date 9/1

Section NO/67815 Dpt Nr 630 Drillmeters 183.24 Start time 14:07

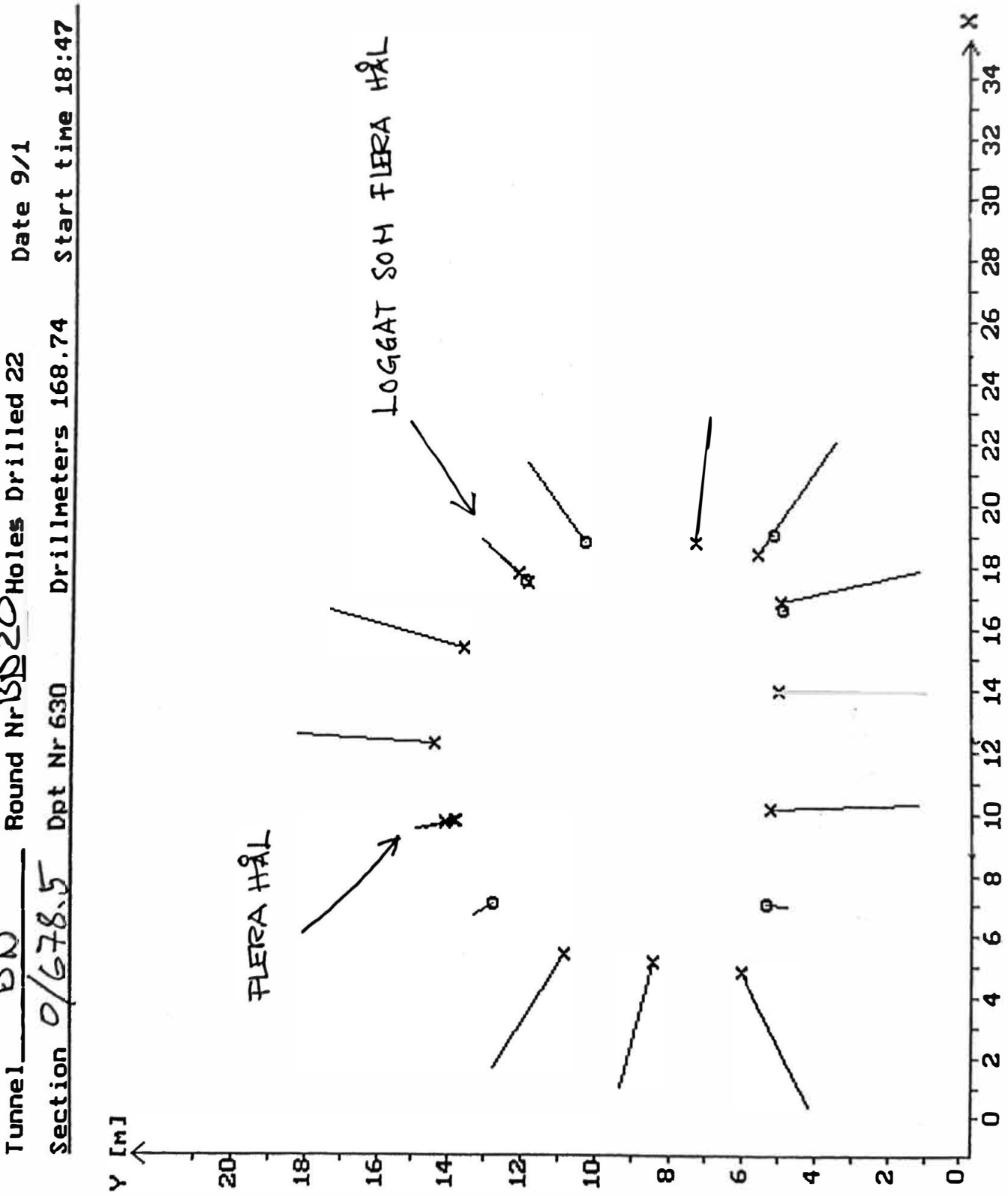


APPENDIX 4

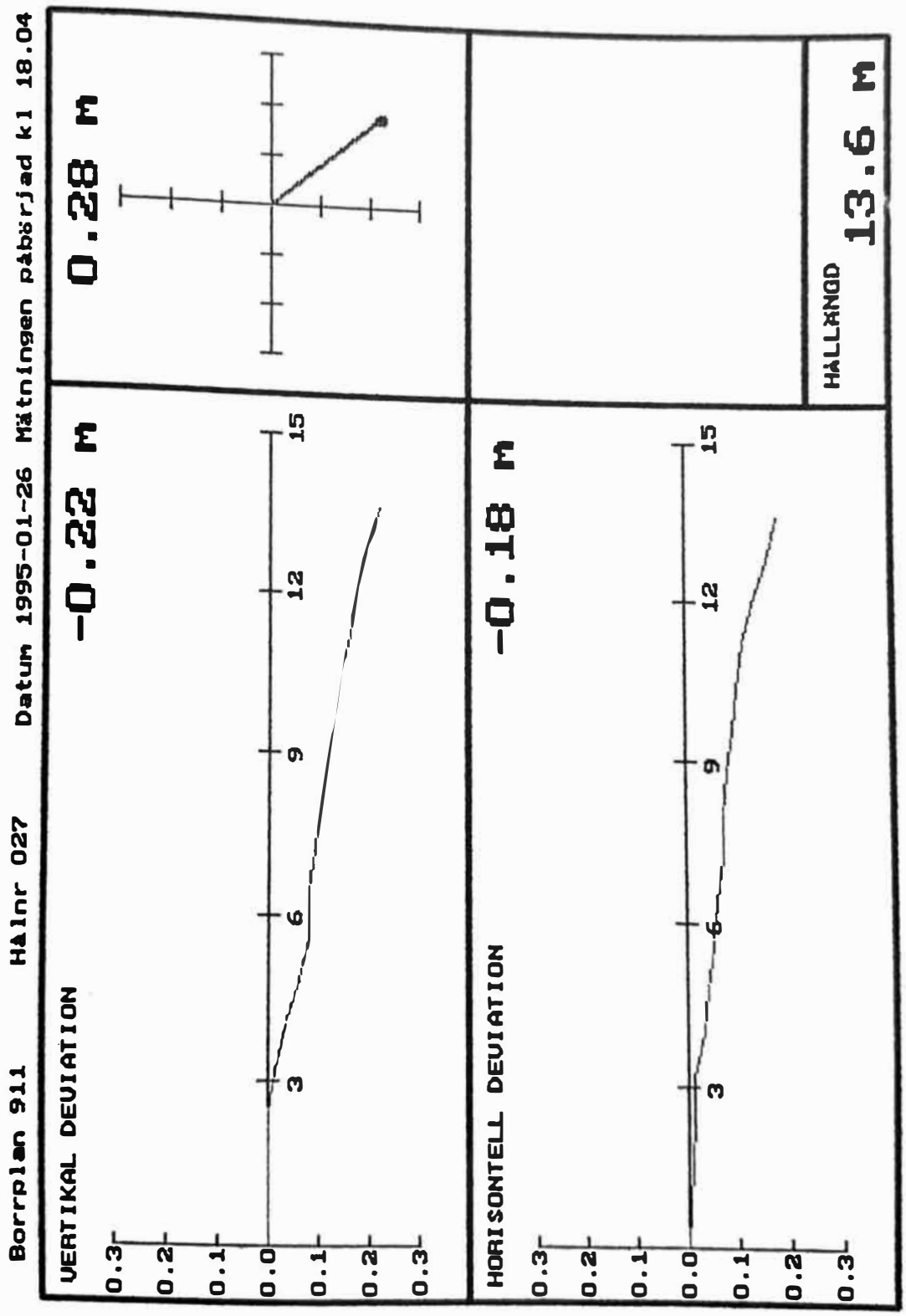
© 1995 Svenska Bergteknikföreningen och författare

© 1995 Svenska Bergteknikföreningen och författare

APPENDIX 4



© 1995 Svenska Bergteknikföreningen och författare

SKANSKA

APPENDIX 5