

**TRILLHUS
GRUNNUNDERSØKELSER FOR KULVERT
DATARAPPORT**

24.11.97

Arkiv ref.: **Gk4516**
Prosjekt nr. II: **097062**
Rapport: **Gk4516-1**
Oppdragsgiver: **Jernbaneverket Region Vest**
Prosjekt: **Trillhus**
Grunnundersøkelser for kulvert

Dato: **24.11.1997**

Rapporten omhandler (stikkord):


Grunnundersøkelser

For Jernbaneverket Ingeniørtjenesten

Prosjektansvarlig:


Håkon Heyerdahl

Prosjektleder:


Kari Tilrem

Rapport utarbeidet av:


Kari Tilrem

INNHold

1. INNLEDNING.....	3
2. UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER	3
3. GRUNNFORHOLD	3

BILAG

1. Geotekniske bormetoder og laboratorieundersøkelser
2. Oversiktskart med planlagt kulvert

TEGNINGER

Gk4616-00	Oversiktskart
Gk4516-01	Borplan / kart
Gk4516-02 til -04	Borprofiler

1. Innledning

Som et ledd i krengetogtilpasning er det planlagt sanering av planovergang ved Trillhus mellom Gol og Torpo. Denne rapporten omhandler grunnundersøkelser for planlagt kulvert under jernbanen.

Oppdragsgiver har vært Jernbaneverket Region Vest ved Eirik Øen.

2. Utførte grunnundersøkelser

Grunnundersøkelsene ble utført i november 1997.

Det er utført 7 totalsonderinger og nedsettelse av 2 vannstandsrør. Videre ble det forsøkt å hente opp prøver med skovlboring, men dette viste seg vanskelig på grunn av stein og grove masser.

For sonderingene er det benyttet beltegående hydraulisk borrhogg av type Geotech 710.

En sammenstilling av de utførte grunnundersøkelsene er vist i tabellen nedenfor.

Borpunkt:	Boret dybde	Type boring	Kommentar
1	11,2	Totalsondering	Sand/grus og stein. Ikke fjell.
2	15,0	Totalsondering	Sand/grus og stein. Ikke fjell,
3	11,0	Totalsondering	Sand/grus og stein. Ikke fjell. Forsøk på skovling, men vanskelig pga. stein.
3	2,85	Vannstandsrør	Målt 13.11.97. Tørt.
4	11,1	Totalsondering	Sand/grus og stein. Ikke fjell.
6	11,1	Totalsondering	Sand/grus og noe stein. Ikke fjell.
7	11,1	Totalsondering	Sand/grus og stein. Ikke fjell.
8	11,0	Totalsondering	Sand/grus og stein. Ikke fjell.
8	2,20	Vannstandsrør	Målt 13.11.97. Tørt.

Borpunktene plassering er vist på tegning Gk4516-01. Resultater fra boringene er vist på tegning Gk4516-03 og -04.

Geotekniske bormetoder og laboratoriemetoder er nærmere beskrevet i bilag 1.

3. Grunnforhold

Resultater fra boringene er vist på tegning Gk4516-03 og -04. Tegningene viser profiler (A og B, se tegning Gk4516-02) på tvers av jernbanelinjen ved planlagt plassering av kulverten.

Boringene viser at grunnen består av svært faste masser. Boringene indikerer at grunnen består av sand/grus og stein. I borpunkt 2, hvor det er utført boring til 15 m, antas det å være morenegrus fra ca. 13.5 m. Grunnen antas å bestå av elveavsatt materiale over morene.

Boring 2 er utført til 15 m, mens resten er utført til ca. 11 m. Det er ikke påtruffet fjell i noen av borpunktene.

I borpunkt 1 ble det forsøkt å hente opp prøver. Det ble forsøkt med forboring ned til ca. 2.5 m, men massene viste seg å være for grove («rundstein» over 200 mm).

Vannstandsør er satt ned i punktene 3 og 8 til hhv. 2.85 og 2.20 m dybde. På grunn av grove masser kom en ikke lenger ned med rørene. Måling av grunnvannstand ble utført 13.11.97, men det ble ikke påvist grunnvann i noen av rørene. Grove masser og fall mot elven kan indikere lavt grunnvannsspeil.

REFERANSESIDE

Oppdrag	-rapport	-dato	-antall sider	-revisjon
097062	Gk 4516-1	24.11.1997	5	

Oppdragsgiver: Jernbaneverket Region Vest
Kontaktperson: Eirik Øen
Kontrakt: 30.10.97

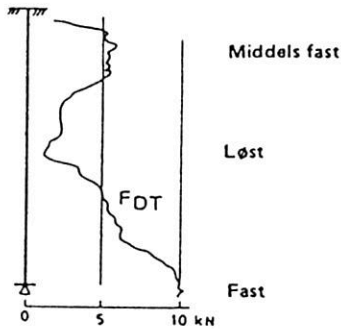
Distribusjon: Jernbaneverket Region Vest ved Eirik Øen: 3 eks

Geografiske opplysninger

Fylke: Buskerud
Kommune: Ål
Sted: Trillhus
Kartblad: 1616 III
Banestrekning: Bergensbanen
Km: 213,1

BILAG

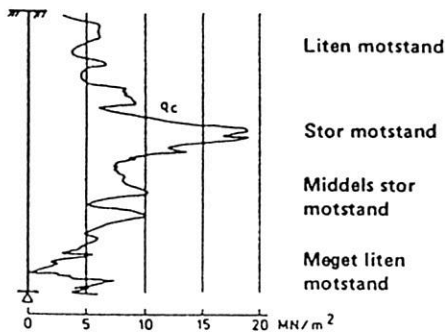
BORMETODER



▽ **DREIETRYKKSONDERING**

utføres med skjøtbare borstenger (36 mm) med utvidet sonderspiss. Borstangen presses ned med en hastighet på 3 m/min. og roteres samtidig 25 omdr./min.

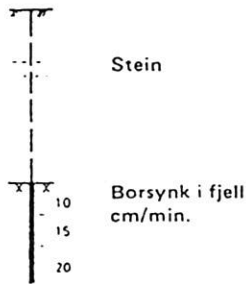
Motstanden mot nedtrengning F_{DT} registreres automatisk og angis i kN.



▽ **TRYKKSONDERING**

utføres med skjøtbare borstenger (36 mm) med kon spiss som trykkes ned med jevn hastighet (2 cm/sek). Spissen har 10 cm² tverrsnitt og 60° vinkel. Over spissen er en friksjonshylse med 150 cm² overflate. Spissmotstand (q_c) og lokal sidefriksjon (f_s) registreres kontinuerlig. En skriver tegner opp q_c og f_s direkte. Forholdet f_s/q_c % gir orientering om jordarten.

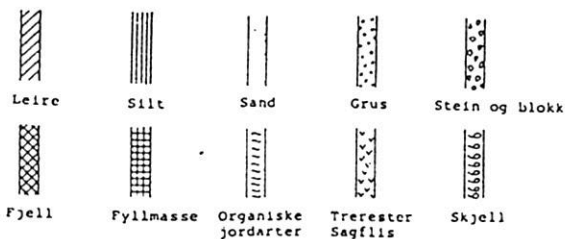
Friksjonsmantelen kan erstattes av en poretrykksmåler slik at poretrykket kan registreres og tegnes opp kontinuerlig.



☆ **FJELLKONTROLLBORING**

utføres med fjellbor (36 mm) med 51 mm hardmetall kryss-skjær. Det benyttes en tung, pneumatisk eller hydraulisk borhammer med høytrykks vannspyling. Boring gjennom ulike lag (leire, grus) kan registreres, likeså gjennom større steiner.

For sikker registrering av fjell bores 3-5 m i fjell under registrering av borsynk (i cm/min).

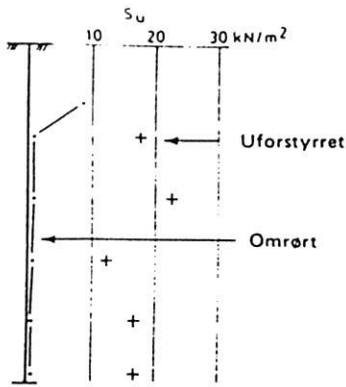


◎ **PRØVETAKING**

Den mest brukte prøvetaker er en tynnvegget stålsylinder (60-90 cm lang, 54 mm diameter) med innvendig stempel. I ønsket dybde blir sylindren presset ned uten at stemplet følger med.

Jordprøven som dermed skjæres ut heises opp med borstrengen til overflaten, hvor den forsegles for avsendelse til laboratoriet.

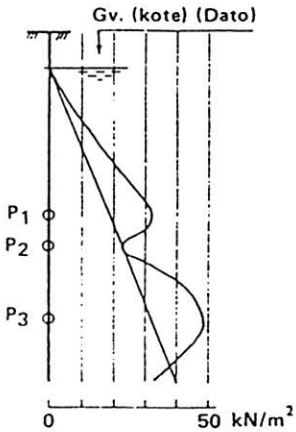
Avhengig av grunnforholdene benyttes andre typer prøvetakere.



⊕ VINGEBORING

utføres ved at et vingekors (normalt 65x130 mm) presses ned i jorden (leiren) og dreies rundt med et instrument som måler dreiemomentet. Udrenert skjærstyrke (S_{uv} kN/m²) beregnes ut fra dreiemoment ved brudd.

Målingen gjøres 2 ganger i hver dybde, annen gang etter omrøring.

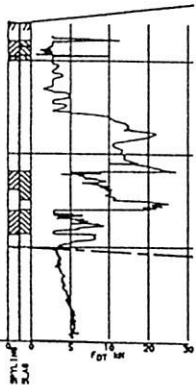


⊖ MÅLING AV GRUNNVANNSSTAND OG PORETRYKK

utføres med standrør med filterspiss eller med hydraulisk eller elektrisk piezometer. Hvilket utstyr som er egnet avhenger av både grunnforhold og formålet med målingene.

Filteret eller piezometerspissen trykkes ved hjelp av rør til ønsket dybde. Poretrykket registreres som vannets stighøyde i røret eller i en tynn plastslange eller ved elektriske signaler.

Boroperasjonene utføres med håndkraft, lettere motordrevet utstyr eller med tyngre, terrenggående borrygger.



💡 TOTALSONDERING

Metoden kan sies å kombinere dreietrykkssondering og fjellkontrollboring. Det utføres dreietrykks-sondering til nedtrengningen stopper i et fast lag, deretter går man over til fjellkontrollboring med slag og spyling. Man kan veksle mellom de to boremetodene etter behov. Ved hjelp av en geoprinter registreres synk på boret i m/min, rotasjonshastighet, dreiemoment på borstang, vannmengde og trykk ved spyling.

LABORATORIEUNDERSØKELSER

MINERALSKE JORDARTER

klassifiseres på grunnlag av komgraderingen. Betegnelsen på de enkelte fraksjoner er:

Fraksjon	Leire	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørrelse mm	<0.002	0.002-0.06	0.06-2	2-60	60-600	>600

En jordart kan inneholde en eller flere kornfraksjoner og betegnes med substantiv for den fraksjon som har størst betydning for dens egenskaper og med adjektiv for medvirkende fraksjoner (eksempel: siltig og sandig leire).

Morene er en usortert istidsavsetning som kan inneholde alle fraksjoner fra leire til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen (eksempel: grusig morene, moreneleire).

ORGANISKE JORDARTER

klassifiseres på grunnlag av jordartens opprinnelse og omdanningsgrad. De viktigste typer er:

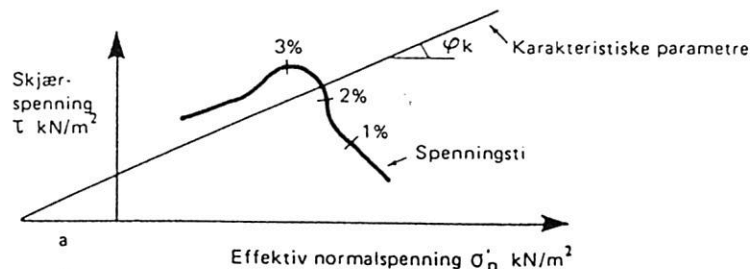
Torv	<i>Myrplanter, mindre eller mer omdannet (fibertorv, mellomtorv, svartorv).</i>
Gytje, dy	<i>Omdannede, vannavsatte plante- og dyrerester</i>
Mold	<i>Organisk materiale med løs struktur</i>
Matjord	<i>Det øvre, moldholdige jordlag</i>

SKJÆRSTYRKE

Skjærstyrken på et plan avhenger av effektiv normalspenning på planet (totaltrykk+poretrykk) og av jordens

Skjærstyrkeparametre (a og ϕ)

Disse bestemmes ved treksiale trykkforsøk på representative prøver. Forsøksresultatene fremstilles som "spenningsstier", dvs. utviklingen av skjærspenningen på et plan vises som funksjon av en effektiv hovedspenning eller av normalspenningen. På dette og annet grunnlag fastsettes karakteristiske parametre for det aktuelle problem.



Udrenert skjærstyrke (S_u kN/m²)

gjelder ved raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk, og bestemmes i laboratoriet ved enkle trykkforsøk, konusforsøk, laboratorie-vingeforsøk eller udrenerte treksialforsøk.

SENSITIVITET (S)

er forholdet mellom en leires udrenerte skjærstyrke i uforstyrret og i omrørt tilstand, bestemt ved konus- eller vingeforsøk. Leire som blir flytende ved omrøring betegnes kvikkleire.

VANNINNHold (W %)

Angir massen av vann i % av massen av fast stoff i prøven, og bestemmes ved tørking ved 110°C.

FLYTEGRENSE (W_L %)

PLASTISITETSGRENSE (W_p %)

(Atterbergs grenser) angir det vanninnhold hvor en omrørt leire går over fra plastisk til smuldrende konsistens.

PORØSITET (n %)

er volumet av porene i % av totalvolumet av prøven.

DENSITET (ρ t/m³)

er massen av prøven pr. volumenhet.

TØRR DENSITET (ρ_D t/m³)

er massen av tørrstoff pr. volumenhet.

TYNGDETETHET (romvekt) (γ kN/m³)

er tyngden av prøven pr. volumenhet ($\gamma = \rho g$ hvor $g \approx 10$ m/s²)

TØRR TYNGDETETHET (tørr romvekt) (γ_D kN/m³)

er tyngden av tørrstoff pr. volumenhet ($\gamma_D = \rho_D g$ hvor $g \approx 10$ m/s²)

KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

for en jordart undersøkes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Proctor-forsøk). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet som funksjon av vanninnhold. Den maksimale tørre densitet som oppnås benyttes ved spesifisering av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider.

CBR (California Bearing Ratio)

er et uttrykk for relativ bæreevne av et jordmateriale. Et stempel presses ned fra overflaten av det pakke materiale med en bestemt hastighet. CBR-verdien angir nødvendig kraft for en bestemt deformasjon i % av en forhåndsbestemt kraft for tilsvarende deformasjon på et standard materiale av knust stein. CBR benyttes til dimensjonering av overbygning for veier og flyplasser,

HUMUSINNHOLD (O_{Na})

bestemmes ved en kolorimetrisk natronlutmetode og angir innholdet av humufiserte organiske bestanddeler i en relativ skala. Glødning og andre metoder kan også benyttes.

KOMPRESSIBILITET

Relasjonen spenning/deformasjon måles ved ødometerforsøk eller ødotreaksialforsøk i laboratoriet. Motstanden mot sammenpressing defineres ved modulen $M = \text{spenningsendring/deformasjonsendring}$. Måleresultatene uttrykkes ved en regnemodell med en parameter m (modultallet). 3 regnemodeller er tilstrekkelig for å representere normalt forekommende jordarter.

For leire og silt kan paramteren $N_e = \text{deformasjonsendring/log spenningsendring}$ benyttes.

KORNFORDELINGSANALYSE

utføres ved sikting av fraksjonene større enn 0.125 mm. For de mindre partikler bestemmes den ekvivalente korndiameter ved hydrometeranalyse. Materialet slemmes opp i vann, densiteten av suspensjonen måles med bestemte tidsintervaller og kornfordelingen kan dernest beregnes ut fra Stoke's lov om partiklenes sedimentasjonshastighet.

TELEFARLIGHET

bestemmes ut fra kornfordelingen eller ved å måle den kapillære stighøyde. Telefarligheten graderes i gruppene T1 (ikke telefarlig), T2 (lite telefarlig), T3 (middels telefarlig) og T4 (meget telefarlig).

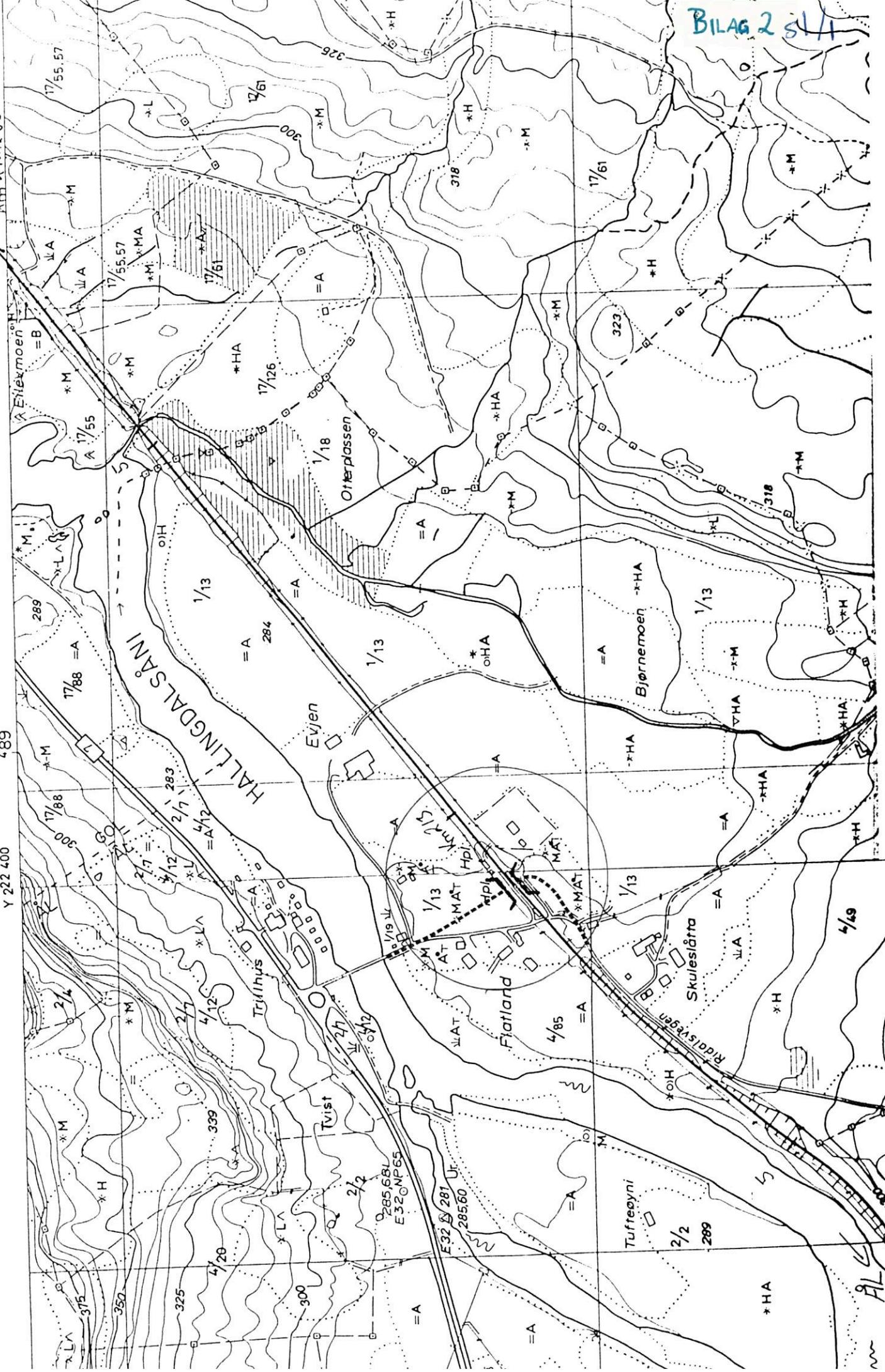
PERMEABILITETEN (k cm/s eller m/år)

bestemmer den vannmengde q som vil strømme gjennom en jordart under gitte betingelser (betegnelsen "hydraulisk konduktivitet" benyttes også).

$$q = k i \quad \text{hvor} \quad A = \text{bruttoareal normalt strømrretningen} \\ i = \text{gradient i strømrretningen}$$

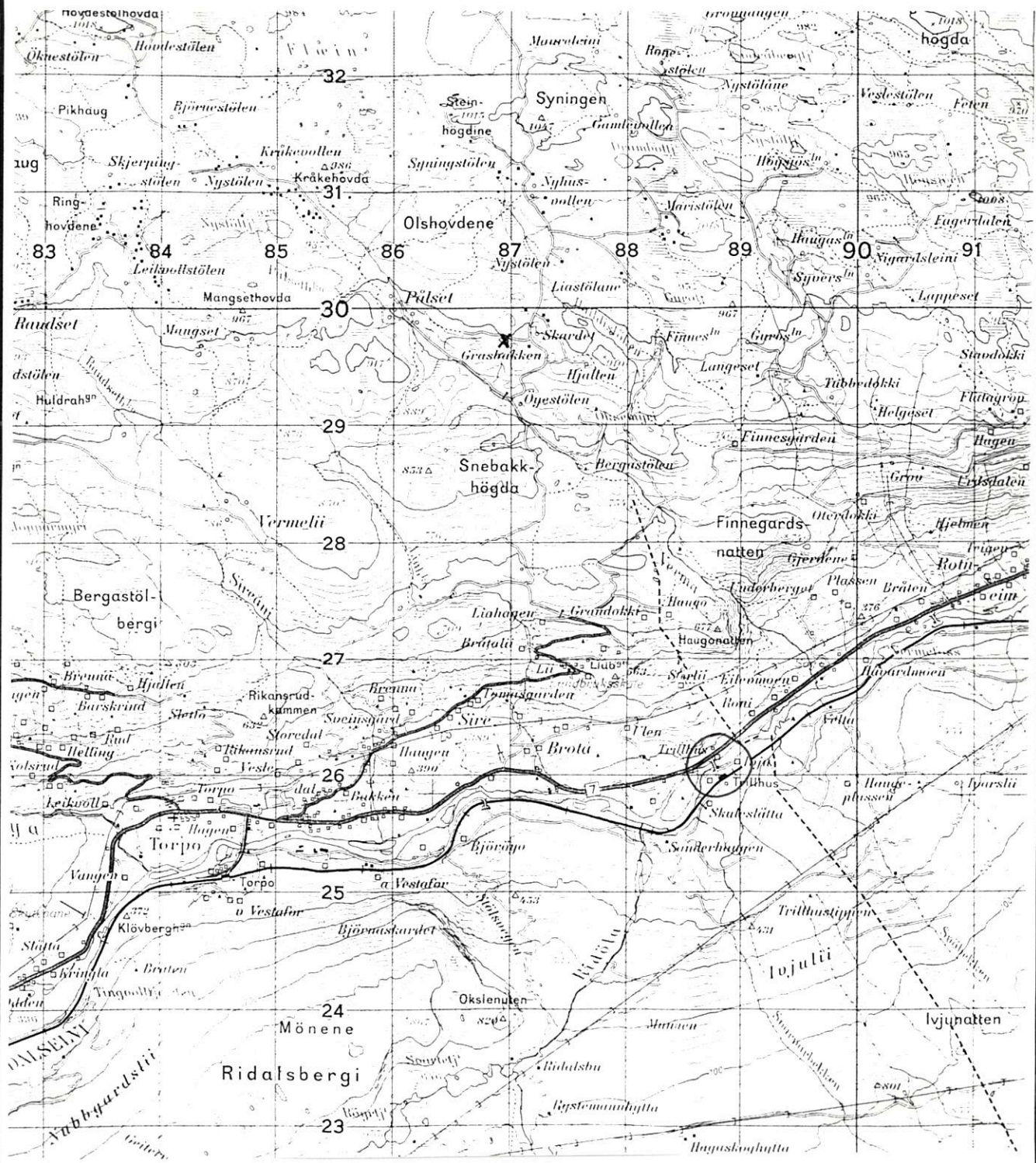
Gol
Km 212.260

Y 222 400
489

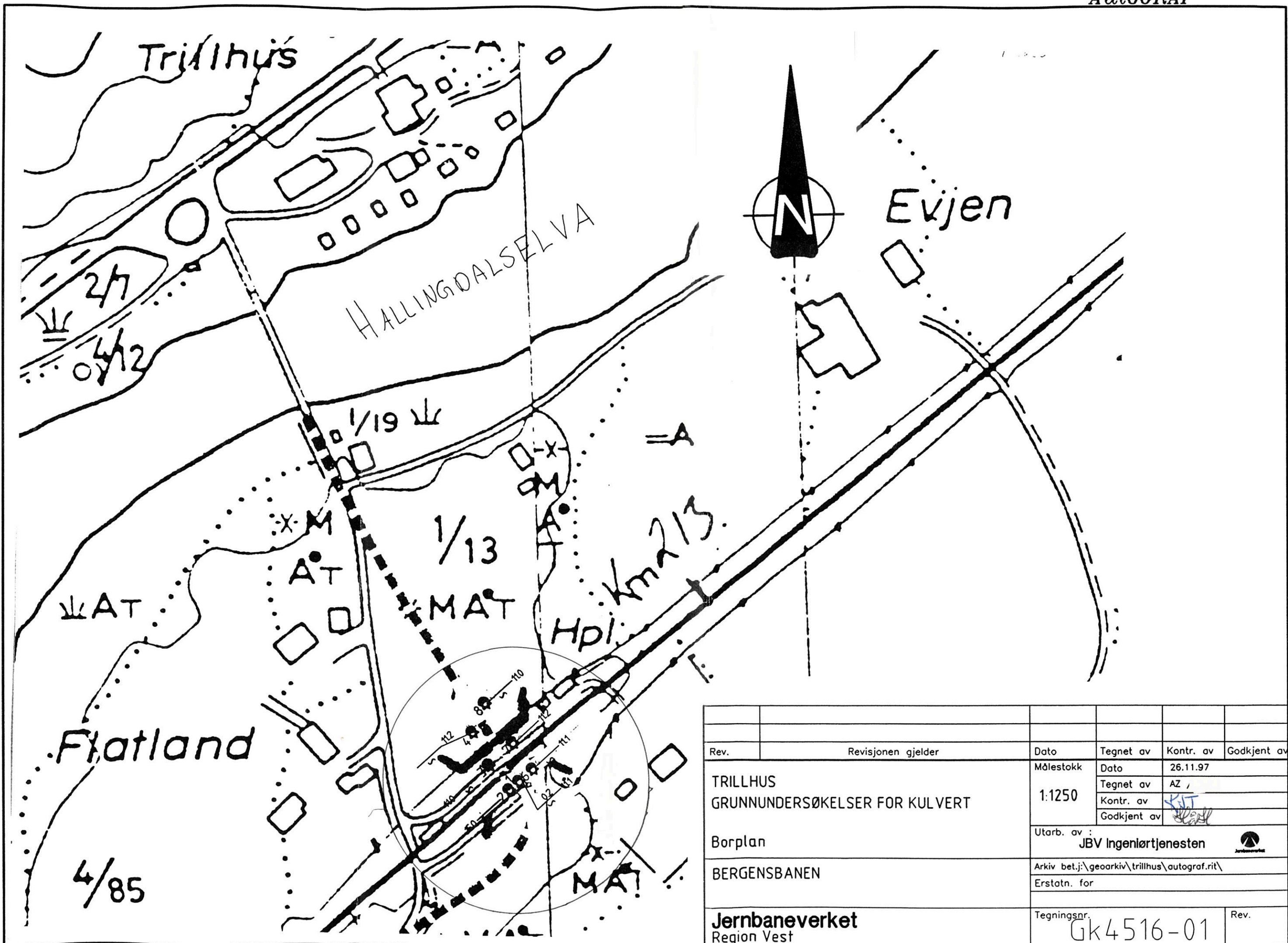


AL

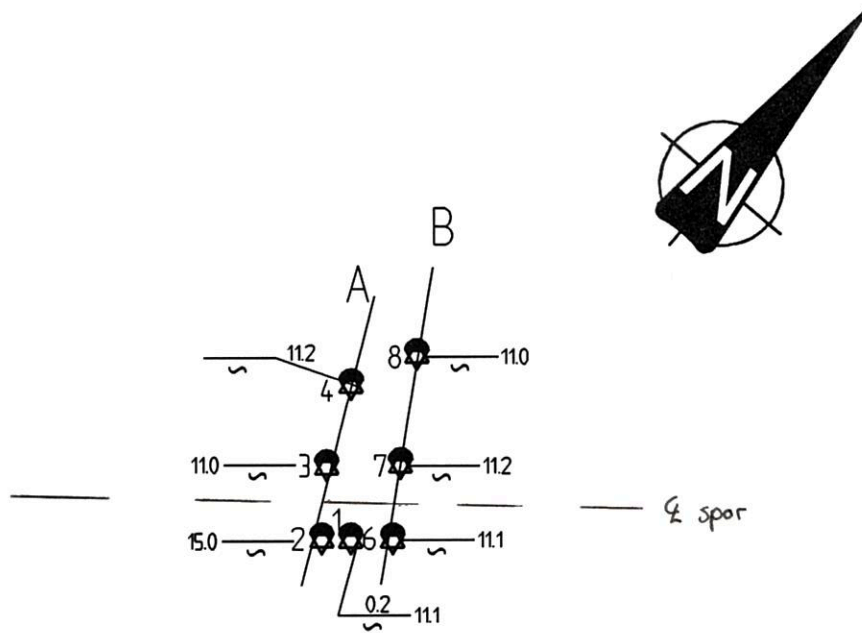
TEGNINGER



Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent av
TRILLHUS GRUNNUNDERSØKELSER FOR KULVERT Oversiktskart BERGENSBANEN		Målestokk	Dato	24.11.97	
		1:50.000	Tegnet av	AZ / KJT	
			Kontr. av	<i>[Signature]</i>	
			Godkjent av	<i>[Signature]</i>	
		Utarb. av : JBV Ingeniørtjenesten 			
		Arkiv bet.j:\gearkiv\trillhus\autograf.rit\ Erstatn. for			
Jernbaneverket Region Vest		Tegningsnr.	Gk 4516-00		Rev.



Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent av
	TRILLHUS GRUNNUNDERSØKELSER FOR KULVERT	Målestokk 1:1250	Dato 26.11.97	Tegnet av AZ	Kontr. av KST
	Borplan	Utarb. av : JBV Ingeniørtjenesten			
	BERGENSBANEN	Arkiv bet.j:\geoarkiv\trillhus\autograf.rit\ Erstatn. for			
	Jernbaneverket Region Vest	Tegningsnr. Gk4516-01	Rev.		



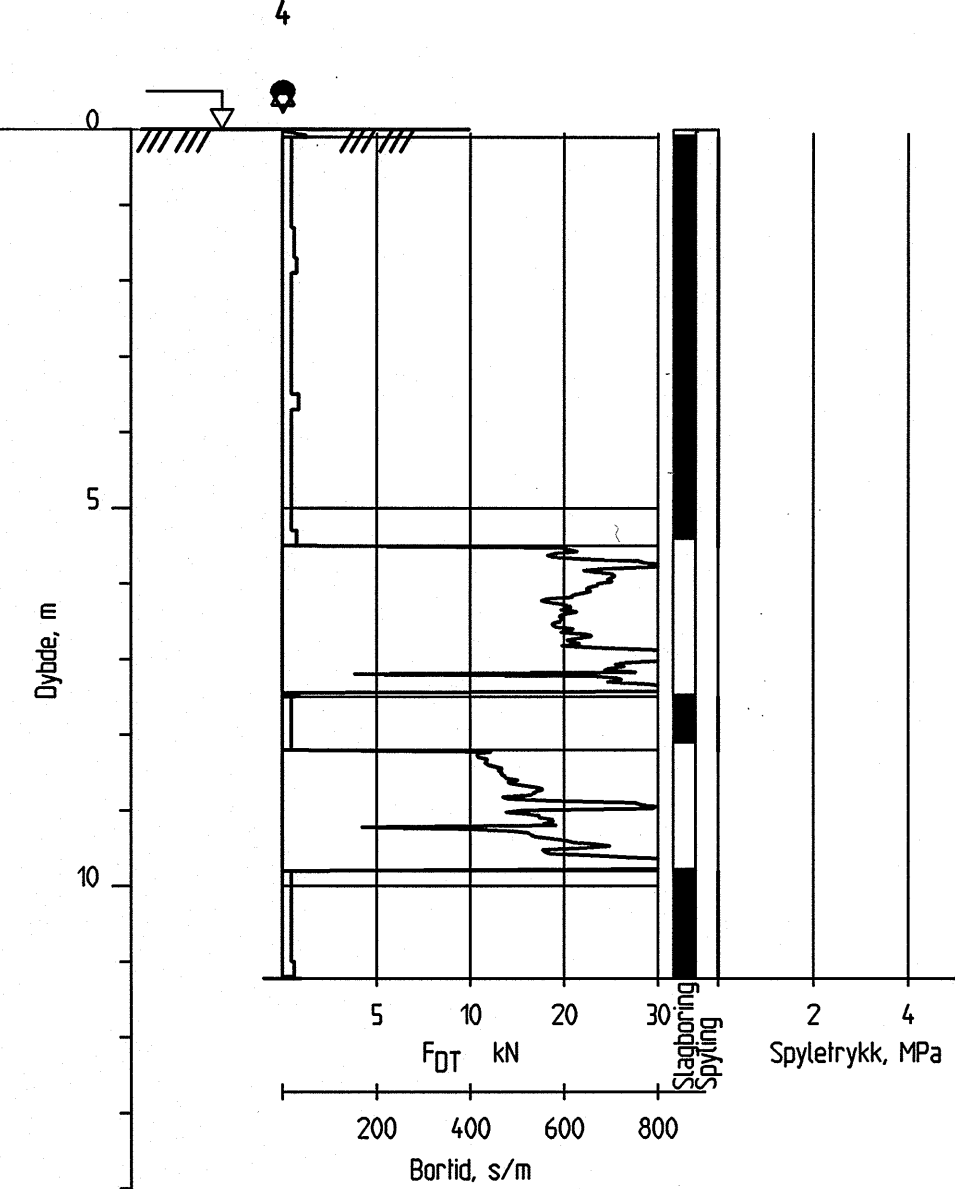
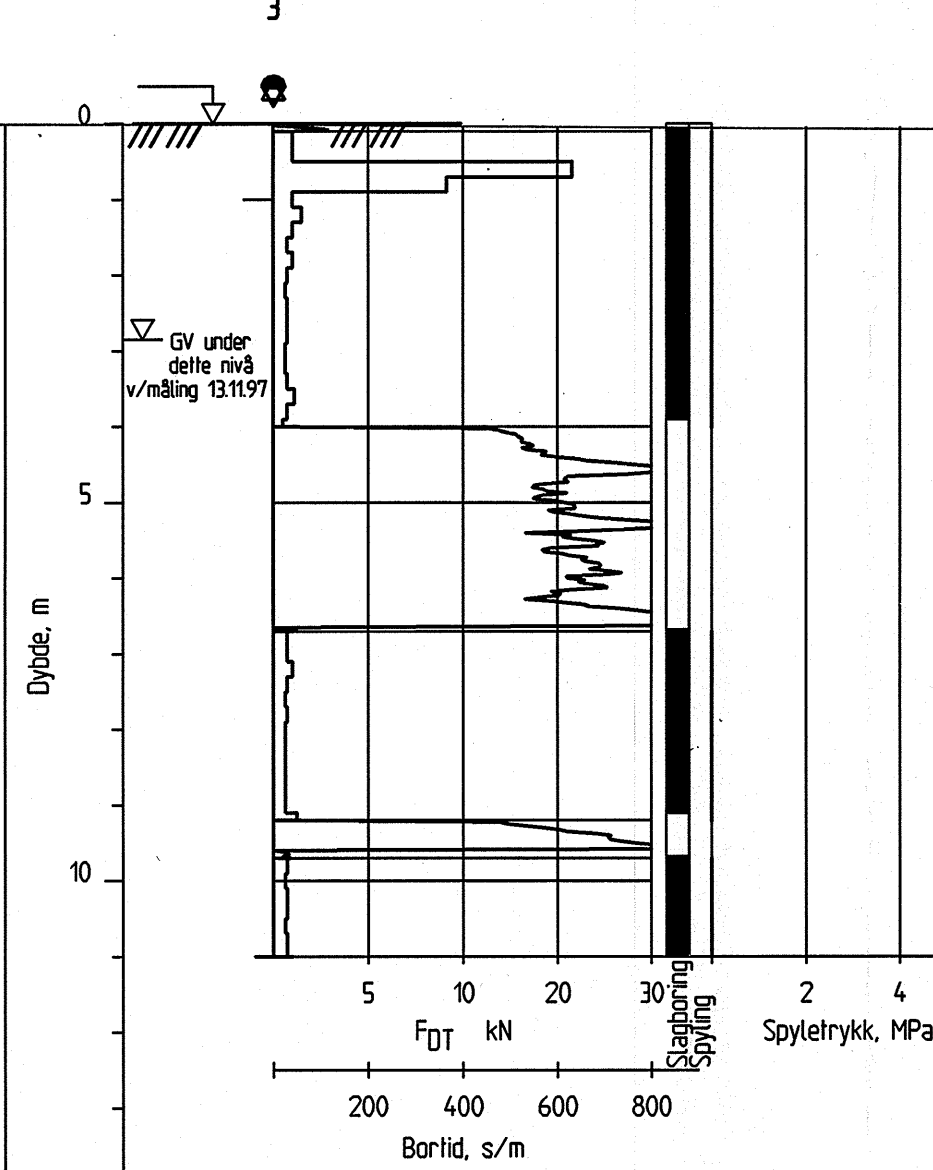
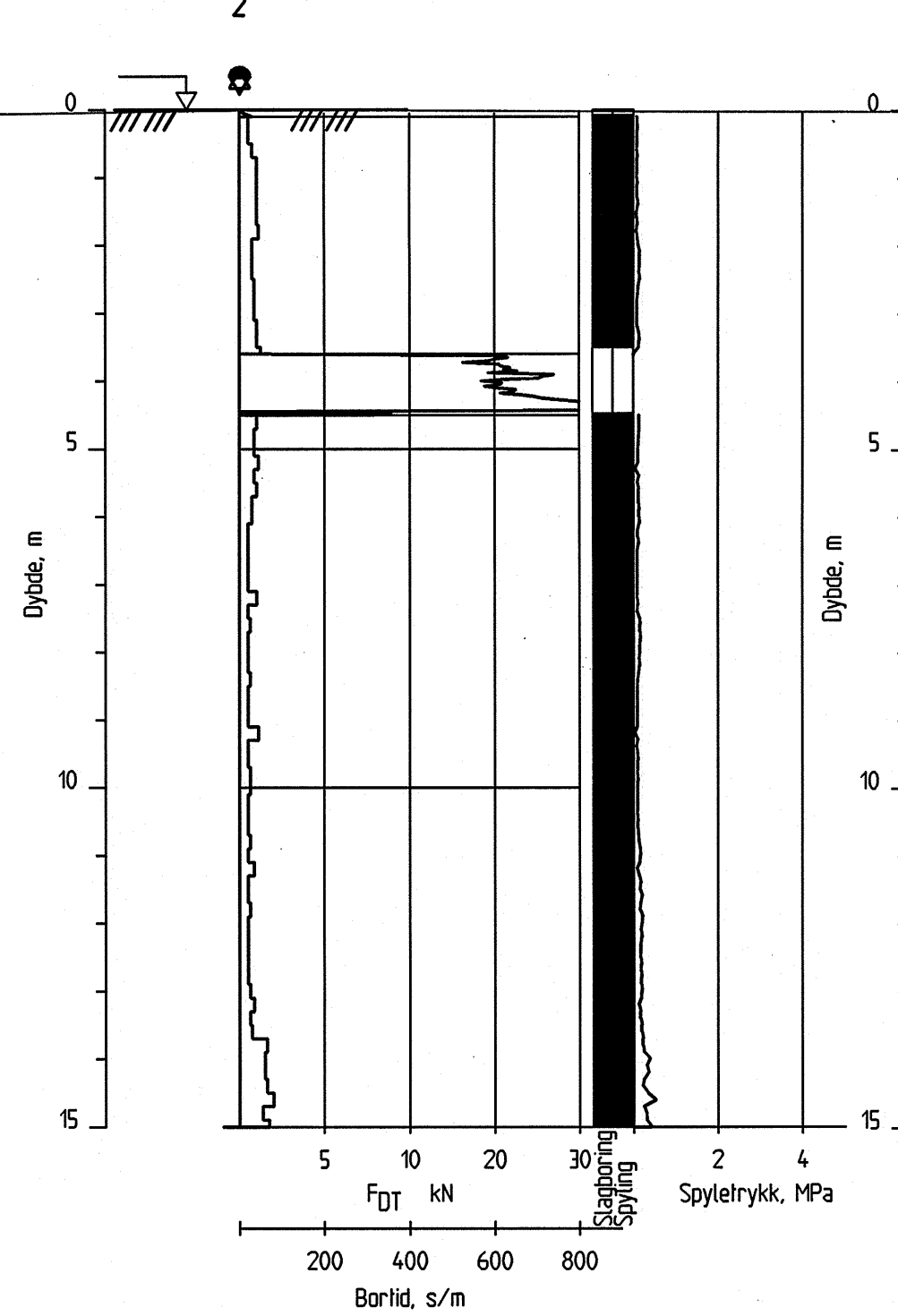
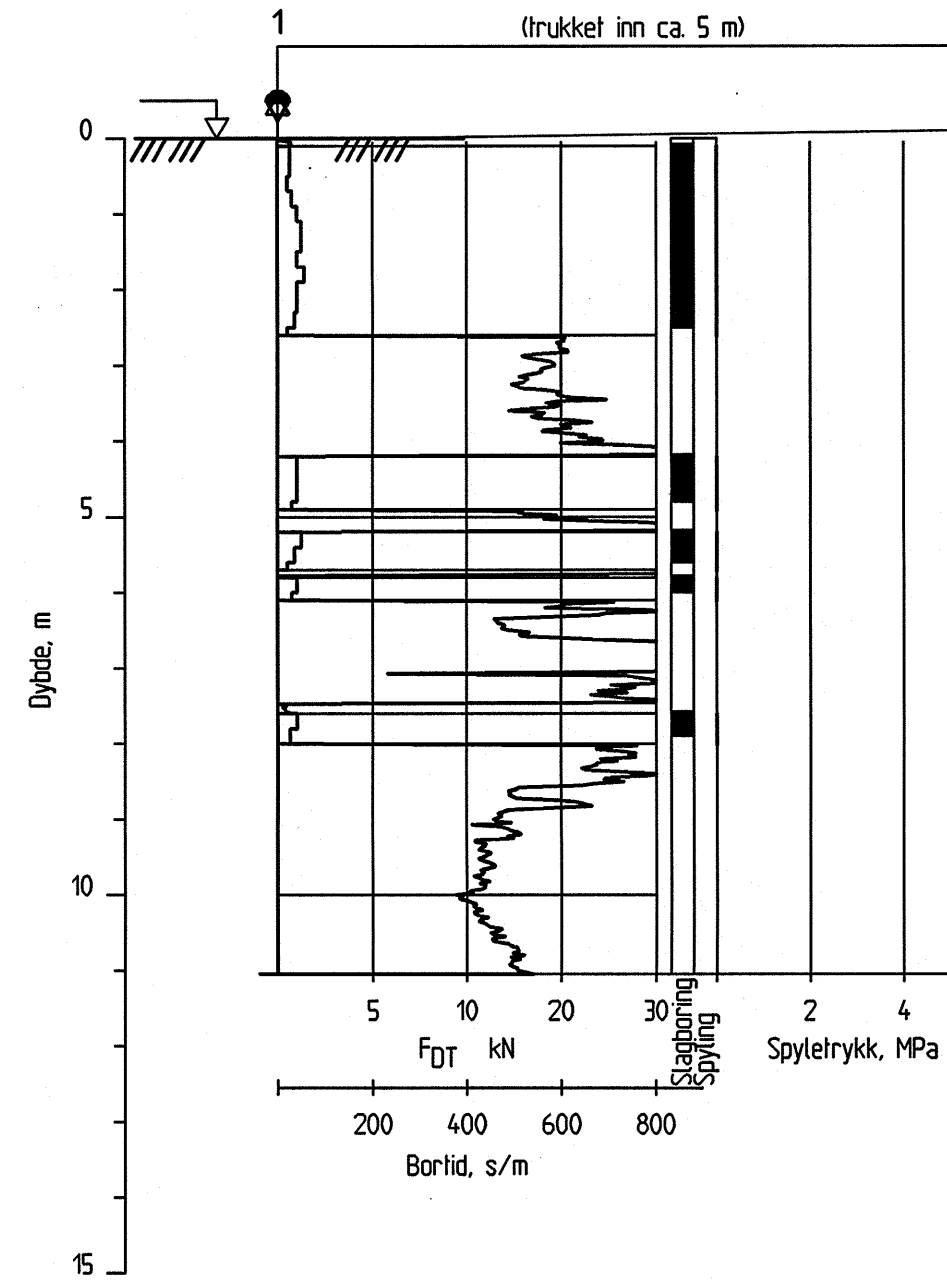
Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent av
TRILLHUS GRUNNUNDERSØKELSER FOR KULVERT		Målestokk	Dato	24.11.97	
		1:1250	Tegnet av	AZ / KJT	
			Kontr. av	<i>[Signature]</i>	
			Godkjent av	<i>[Signature]</i>	
Profiler		Utarb. av : JBV Ingeniørtjenesten			
BERGENSBANEN		Arkiv bet.j:\geoarkiv\trillhus\autograf.rit\			
		Erstatn. for			
Jernbaneverket Region Vest		Tegningsnr. Gk 4516-02			Rev.

Km 213.098
 Avst. senter spor: 6 m venstre
 Høyde: 1.3 m under sville ok

Km 213.103
 Avst. senter spor: 5.8 m venstre
 Høyde: 1.0 m under sville ok

Km 213.102
 Avst. senter spor: 6.0 m høyre
 Høyde: 1.0 m under sville ok

Km 213.098
 Avst. senter spor: 19.4 m høyre
 Høyde: 1.0 m under sville ok

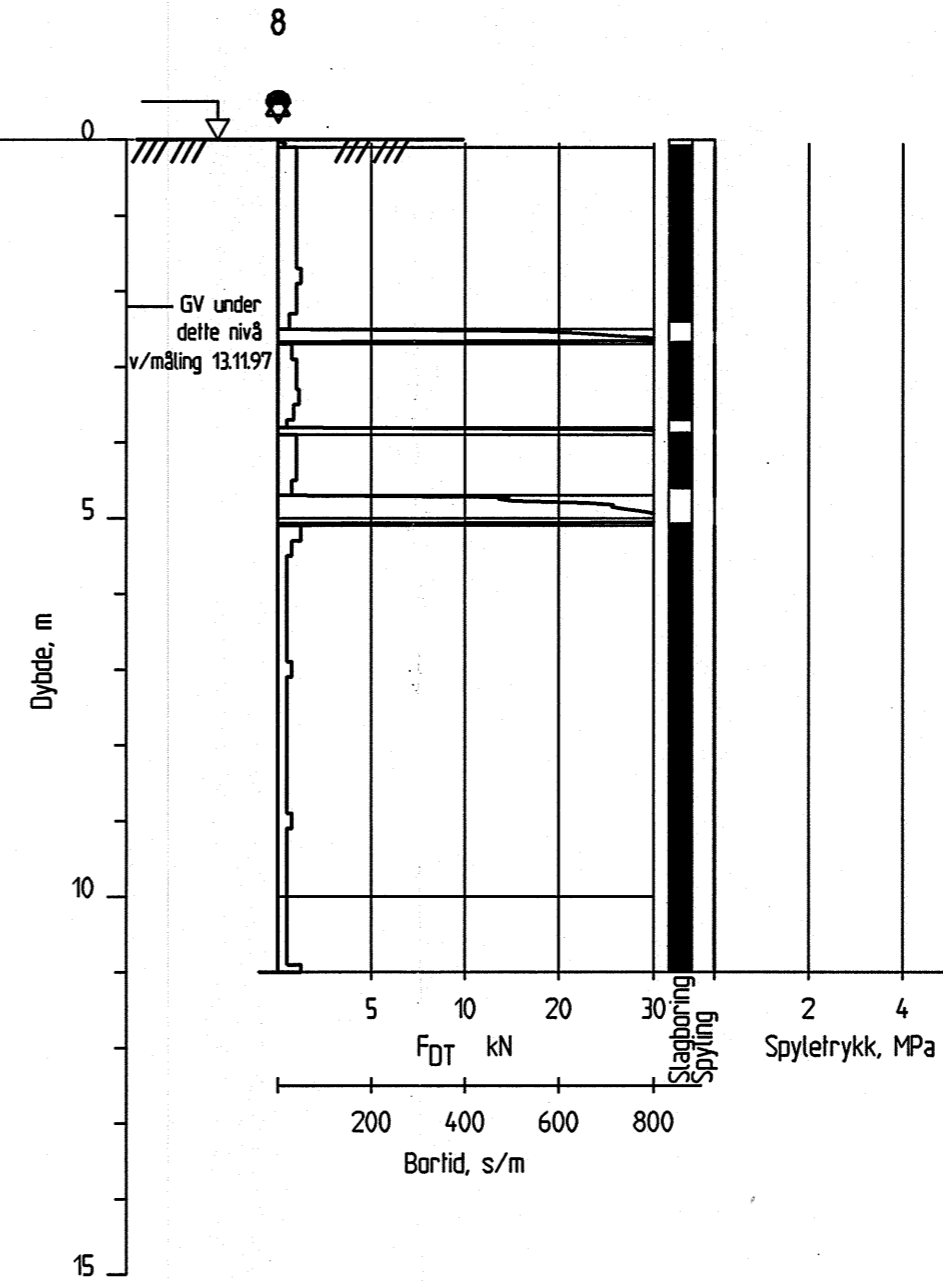
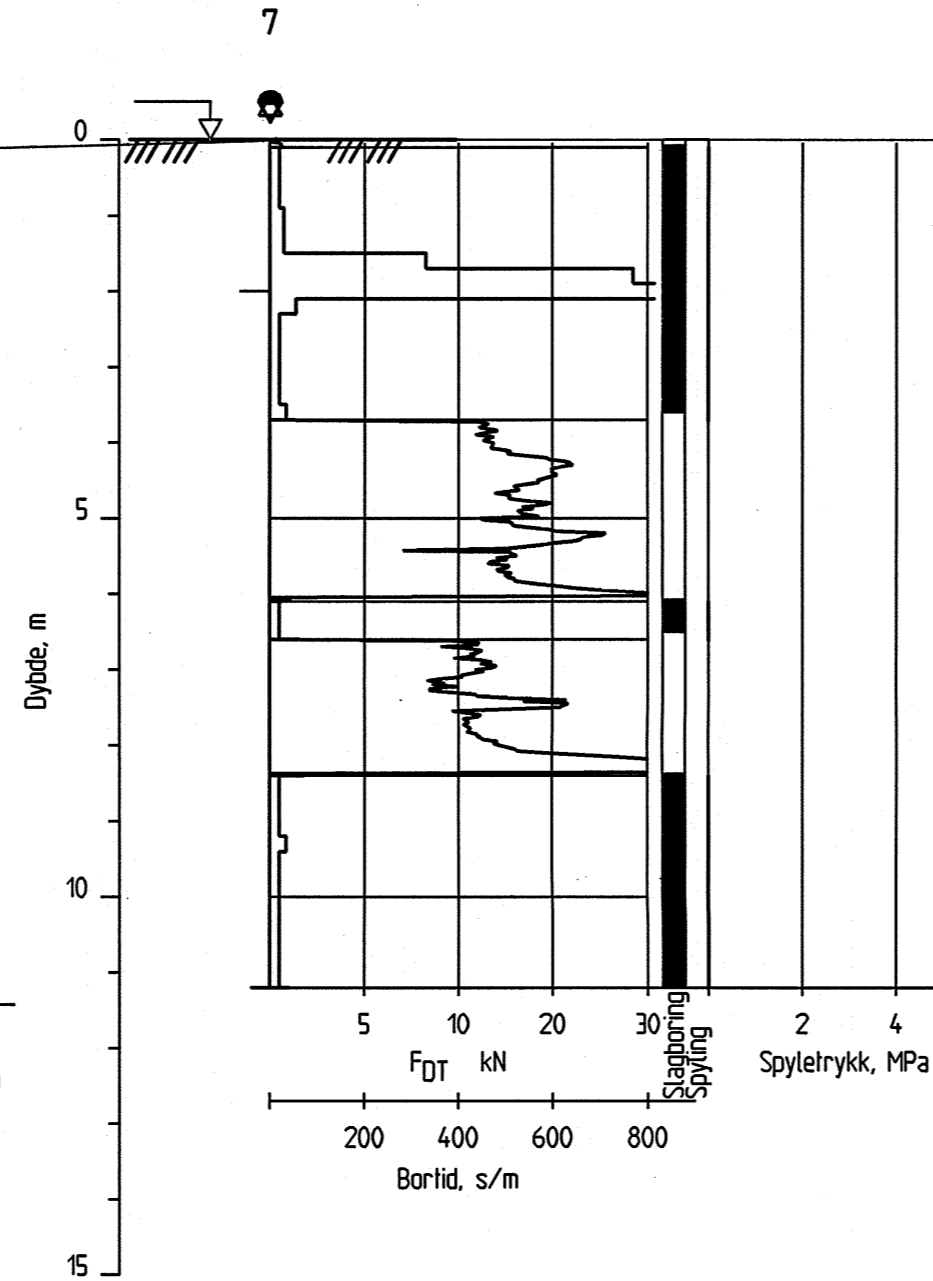
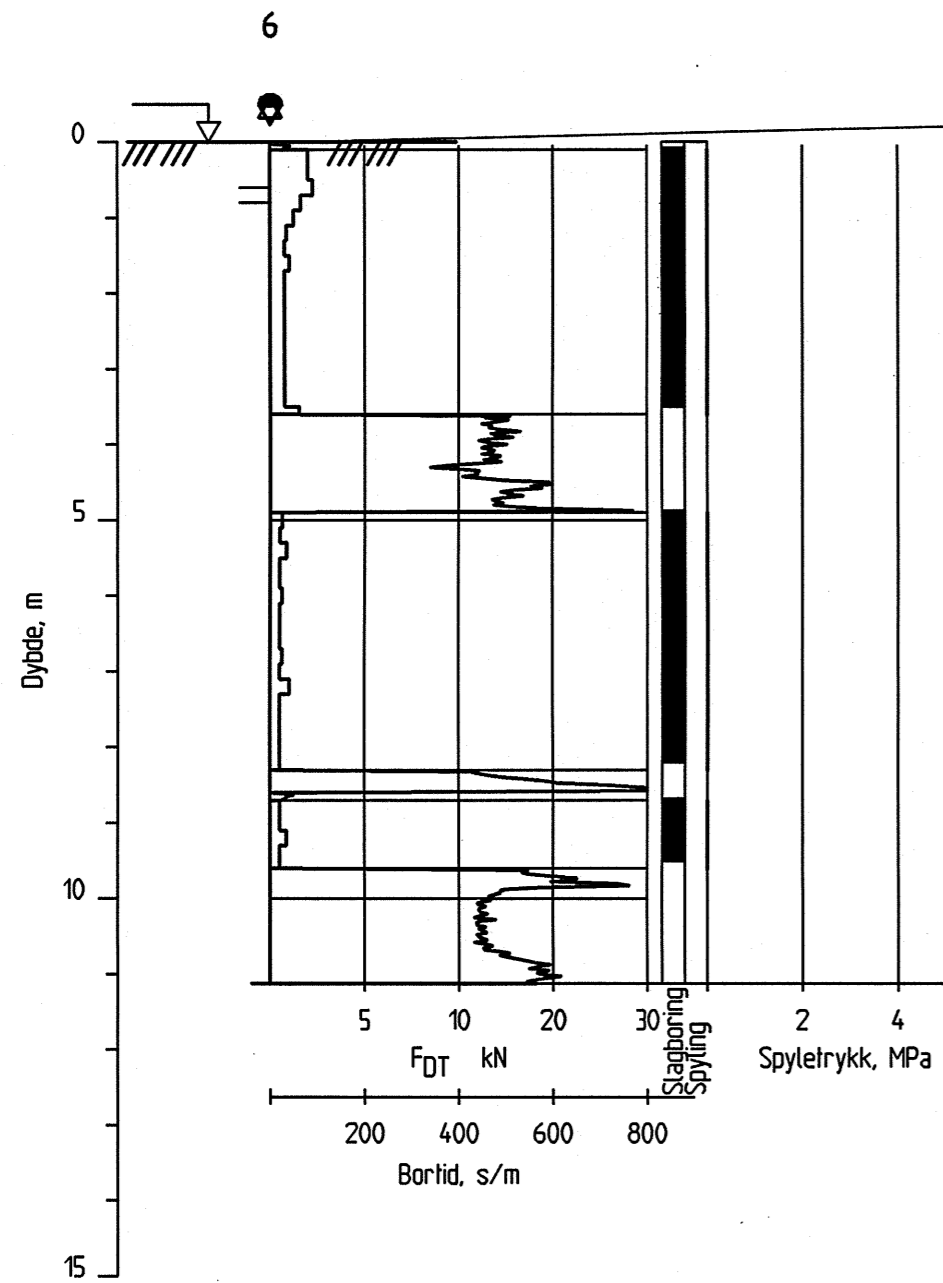



Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent av
		Målestokk	Dato	24.11.97	
		1:100	Tegnet av	AZ / KJT	
			Kontr. av	ED	
			Godkjent av	[Signature]	
		Utarb. av :	JBV Ingeniørtjenesten		
		Arkiv bet.j:\geoarkiv\trillhus\autograf.rit\			
		Erstatn. for			
		Tegningsnr.	Gk4516-03	Rev.	
		Jernbaneverket Region Vest			

Km 213.091
 Avst. senter spor: 6.0 m venstre
 Høyde: 1.3 m under sville ok

Km 213.090
 Avst. senter spor: 6.5 m høyre
 Høyde: 1.0 m under sville ok

Km 213.087
 Avst. senter spor: 24.4 m høyre
 Høyde: 1.0 m under sville ok



Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent av
	TRILLHUS GRUNNUNDERSØKELSER FOR KULVERT	Målestokk 1:100	Dato 24.11.97	Tegnet av AZ / KJT	Godkjent av <i>[Signature]</i>
	Profil B	Utarb. av :	JBV Ingeniørtjenesten 		
	BERGENSBANEN	Arkiv bet.j:\geoarkiv\trillhus\autograf.rit\ Erstatn. for			
	Jernbaneverket Region Vest	Tegningsnr. Gk4516-04	Rev.		