

BUØEN
GRUNNUNDERSØKELSER FOR OVERGANGSBRU
RAPPORT GK4517-1

Dato: 27/11-1997

Arkiv ref.: **Gk4517**
Prosjekt nr. JI: **097062**
Rapport: **Gk4517-1**
Oppdragsgiver: **Jernbaneverket Region Vest**
Prosjekt: **Buøen**
Grunnundersøkelser for overgangsbru
Dato: **27.11.1997**


Rapporten omhandler (stikkord):

Grunnundersøkelser

For Jernbaneverket Ingeniørtjenesten

Prosjektansvarlig: 
Håkon Heyerdahl

Prosjektleder: 
Kari Tilrem

Rapport utarbeidet av: 
Kari Tilrem/ Aiga de Zeeuw

INNHOOLD

1. INNLEDNING.....	3
2. UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER	3
3. GRUNNFORHOLD	4

BILAG

1. Geotekniske boremetoder og laboratorieundersøkelser
2. Oversiktskart med plassering av overgangsbru inntegnet

TEGNINGER

Gk4617-00	Oversiktskart
Gk4517-01	Borplan / kart
Gk4517-02	Borplan uten kartgrunnlag
Gk4517-03	Profil A, totalsondering borpunkt nr. 1, 2
Gk4517-04	Profil B, totalsondering borpunkt nr. 4, 5, 6
Gk4517-05	Skovlboring borpunkt nr. 2, 5

1. Innledning

Som et ledd i krengetogtilpasning er det planlagt ei overgangsbru ved Buøen (Flå kommune). Denne rapporten omhandler grunnundersøkelser for planlagt den planlagte brua over jernbanen.

Oppdragsgiver har vært Jernbaneverket Region Vest ved Eirik Øen.

2. Utførte grunnundersøkelser

Grunnundersøkelsene ble utført i november 1997.

Det er utført 5 totalsonderinger og 2 skovlboringer. Videre ble det satt ned 2 vannstandsrør.

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

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

Borpunkt:	Boret dybde	Type boring	Kommentar
1	15,35	Totalsondering	Sand/grus. Ikke fjell.
2	15,35	Totalsondering	Sand/grus. Ikke fjell,
2	4,00	Skovlboring	Grus/sand
2	4,00	Vannstandsrør	Målt 12.11, 13.11 og 16.11.97. Artesisk overtrykk i grunnvann; vann steg opp av røret ved avlesning.
4	15,30	Totalsondering	Sand/grus. Ikke fjell,
5	15,50	Totalsondering	Sand/grus. Ikke fjell,
5	4,00	Skovlboring	Grus/sand
5	1,00	Vannstandsrør	Målt 16.11.97. Tørt
6	15,40	Totalsondering	Sand/grus. Ikke fjell,

Borpunktene plassering er vist på tegning Gk4517-01 og Gk4517-02. Resultater fra boringene er vist på tegning Gk4517-03 Gk4517-04 og Gk4517-05.

Geotekniske boremetoder er nærmere beskrevet i bilag 1.

3. Grunnforhold

Resultater fra boringene er vist på tegning Gk4517-03 og Gk4517-04. Tegningene viser profiler (A og B, se tegning Gk4517-02) langs jernbanelinjen ved planlagt plassering av brua.

Det er utført totalsonderinger til ca. 15 m dybde. Totalsonderingene viser at grunnen øverst består av svært faste masser. Videre nedover indikeres faste masser, antatt sandig/grusig materiale.

Skovlboringer til 4 m i punktene 2 og 5 viser at grunnen består av sandig-grusig materiale.

Det er ikke påtruffet fjell i noen av boringene.

I borpunkt 2 og 5 ble det installert vannstandsør til hhv. 4m og 1m dybde. Måling av grunnvannsstand ble utført 12.11, 13.11 og 16.11.1997. I punkt 5 ble det ikke påvist grunnvann. I punkt 2 steg grunnvann opp av røret. Topp rør er 75 cm over terreng. Det antas artesisk grunnvann (overtrykk) i et vannførende lag i grunnen. Dette laget antas punktert ved installering av vannstandsørret.

REFERANSESIDE

Oppdrag	-rapport	-dato	-antall sider	-revisjon
097062	Gk 4517-1	27.11.1997	5	

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

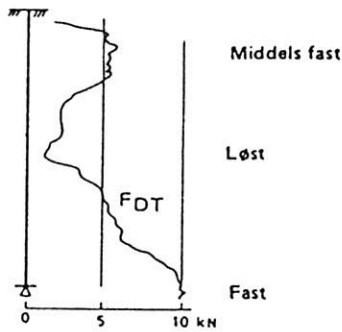
Distribusjon: Jernbaneverket Region Vest ved Eirik Øen: 3 eks

Geografiske opplysninger

Fylke: Buskerud
Kommune: Flå
Sted: Buøen
Kartblad: 1715 IV
Banestrekning: Bergensbanen
Km: 149,8

BILAG

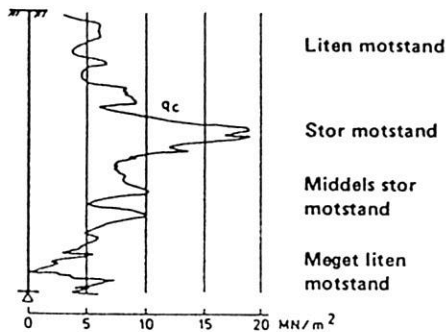
BORMETODER



▽ DREIETRYKKSONDERING

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

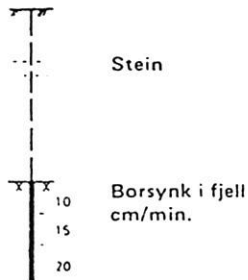
Motstanden mot nedtrengning F_{DT} registreres automatisk og angis i kN.



▽ 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.

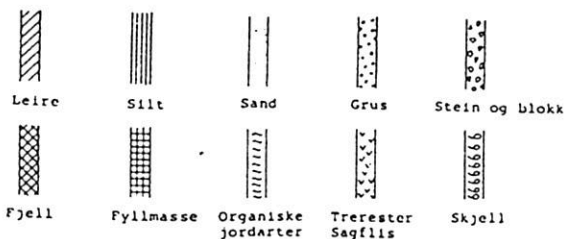
Friksjonsmantelen kan erstattes av en poretrykksmålør slik at poretrykket kan registreres og tegnes opp kontinuerlig.



☆ 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.

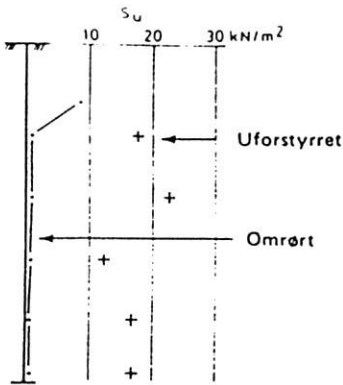
For sikker registrering av fjell bores 3-5 m i fjell under registrering av borsynk (i cm/min).



◎ PRØVETAKING

Den mest brukte prøvetaker er en tynnvegget stålsylinder (60-90 cm lang, 54 mm diameter) med innvendig stempel. I ønsket dybde blir cylinderen 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.

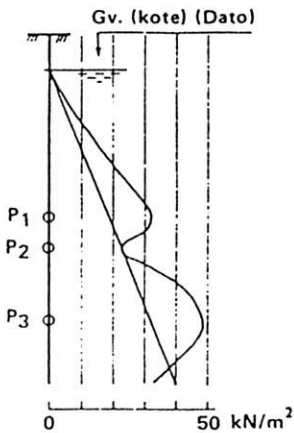
Avhengig av grunnforholdene benyttes andre typer prøvetakere.



+ 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.

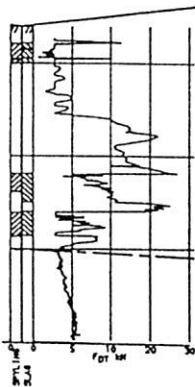


⊖ MÅLING AV GRUNNVANNSTAND OG PORETRYKK

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 borrhjeller.



💡 TOTALSONDERING

Metoden kan sies å kombinere dreietrykksondering og fjellkontrollboring. Det utføres dreietrykksondering 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:

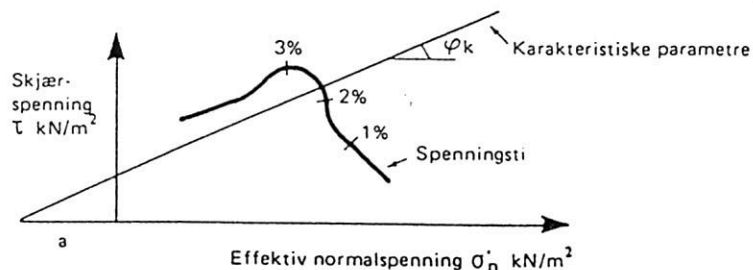
Torv	<i>Myrplanter, mindre eller mer omdannet (fibertorv, mellomtorv, svarttorv).</i>
Gytje, dy	<i>Omdannede, vannavsatte plante- og dyrerester</i>
Mold	<i>Organisk materiale med løs struktur</i>
Matjord	<i>Det øvre, moldholdige jordlag</i>

SKJÆRSTYRKE

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

Skjærstyrkeparametre (a og ϕ)

Disse bestemmes ved treaksiale 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 treaksialforsøk.

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 $g = 10$ m/s²)

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

er tyngden av tørrstoff pr. volumenhet ($\gamma_D = \rho_D g$ hvor $g = 10$ 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 pakkede 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 regnemodel med en parameter m (modultallet). 3 regnemodeller er tilstrekkelig for å representere normalt forekommende jordarter.

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

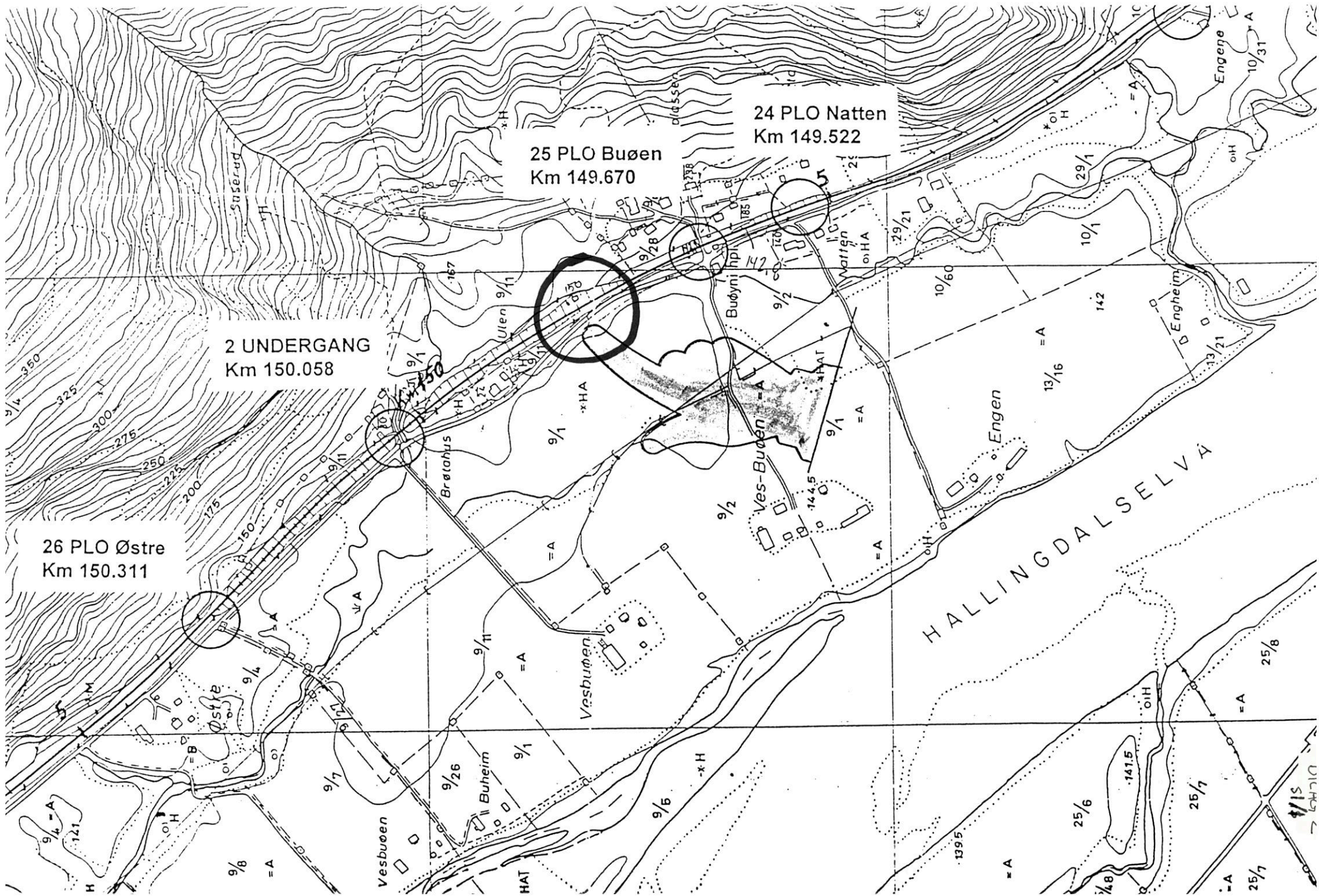
bestemmes ut fra kornfordelingen eller ved å måle den kapillære stighøyde. Telefarligheten graderes i gruppene T1 (ikke telefarlig), T2 (lite telefarlig), T3 (middels telefarlig) og T4 (meget telefarlig).

PERMEABILITETEN (k cm/s eller m/år)

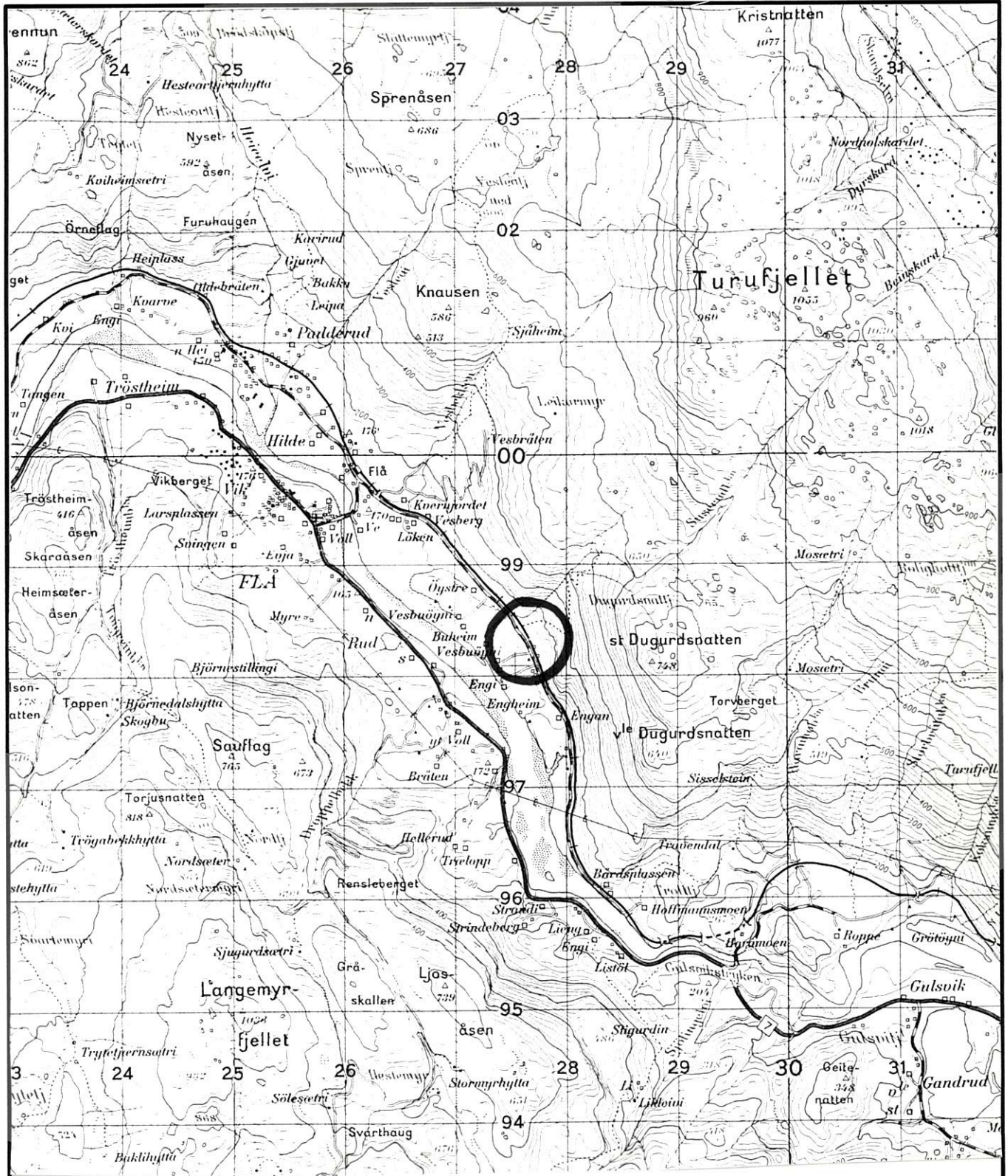
bestemmer den vannmengde q som vil strømme gjennom en jordart under gitte betingelser (betegnelsen "hydraulisk konduktivitet" benyttes også).

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

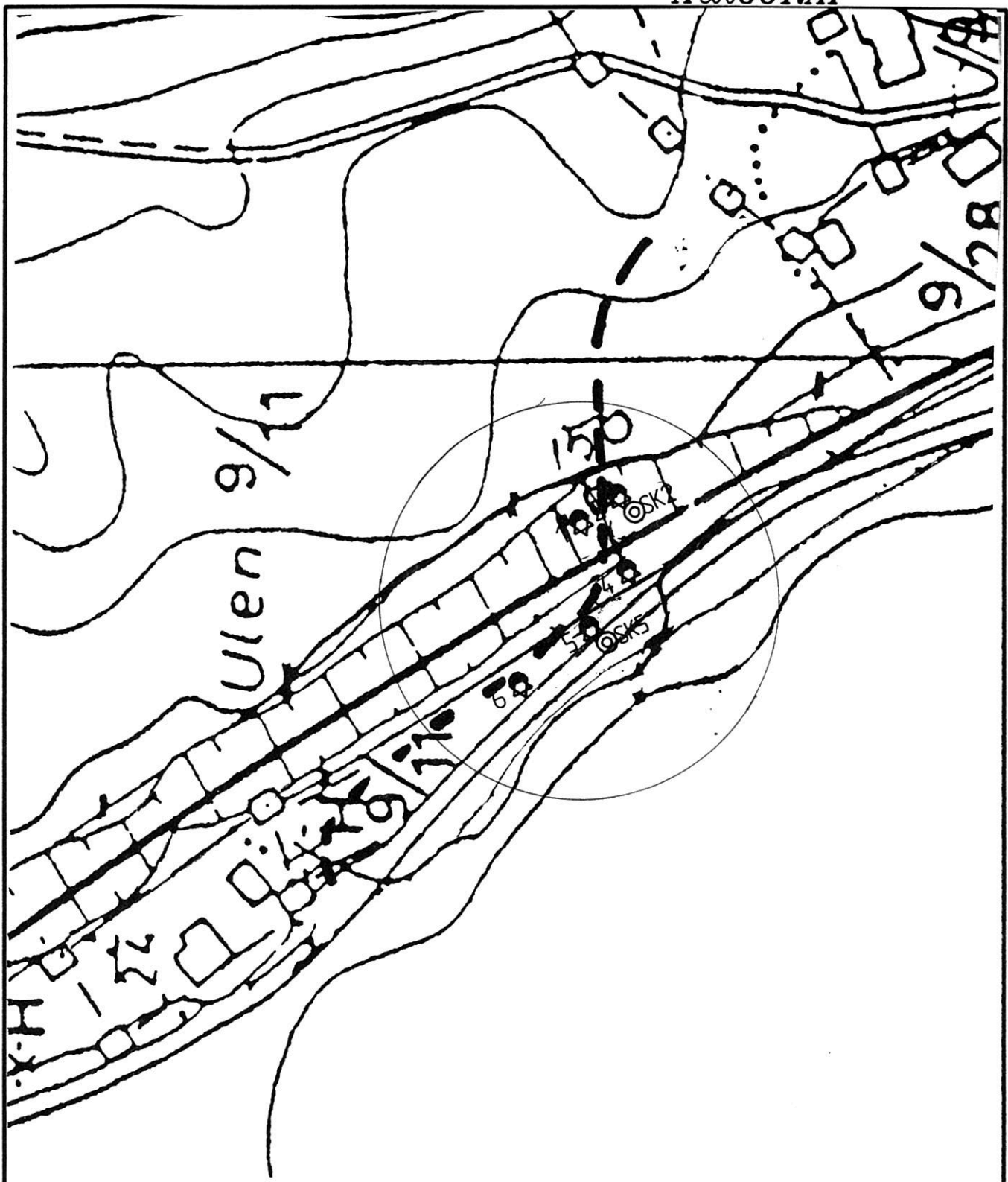
$$i = \text{gradient i strømrretningen}$$



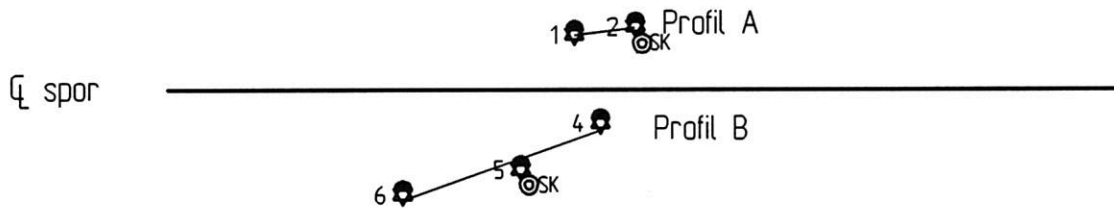
TEGNINGER



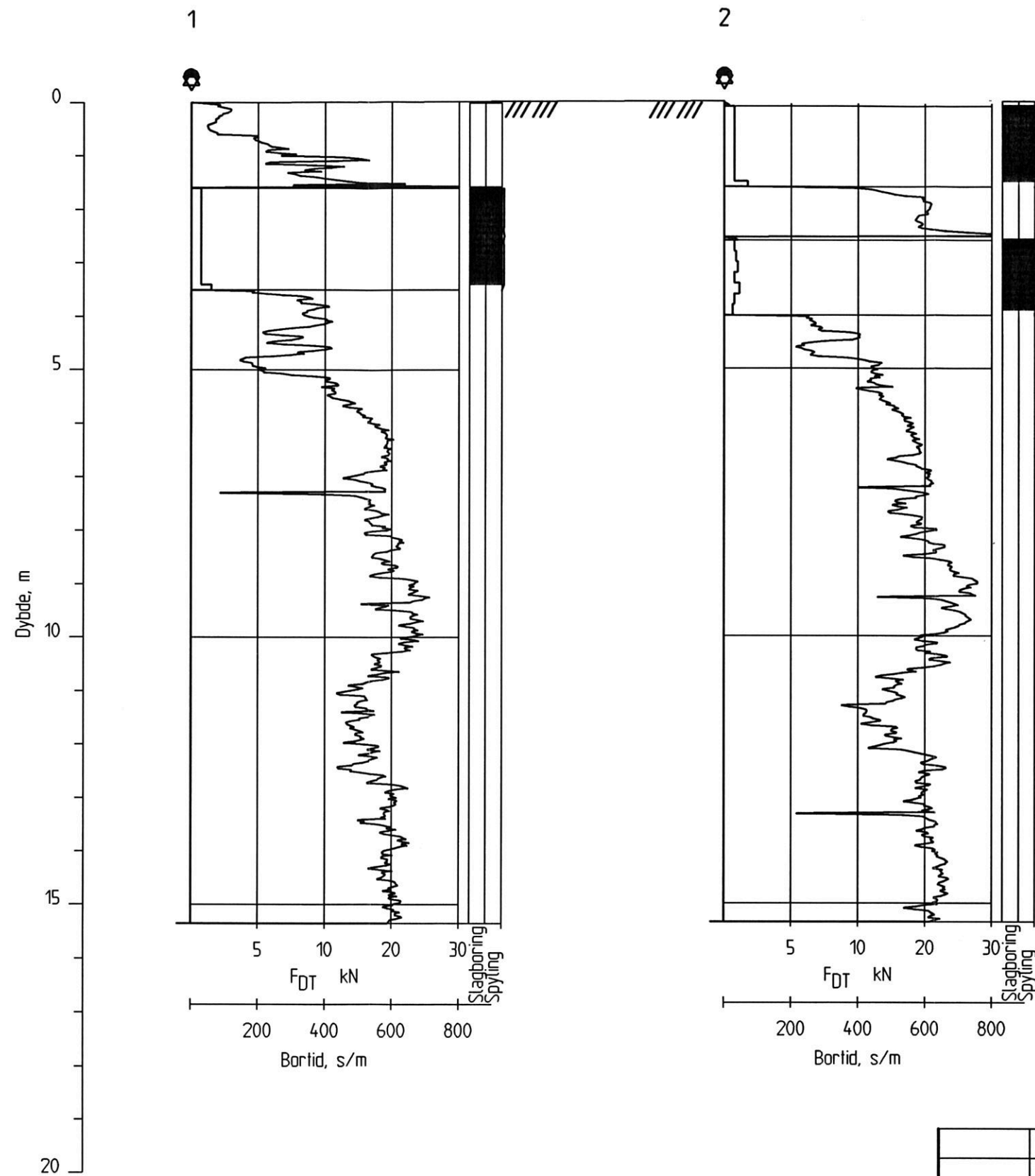
Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent av
BUØEN GRUNNUNDERSØKELSER FOR OVERGANGSBRU OVERSIKTSKART BERGENSBANEN		Målestokk	Dato	24.11.97	
		1:50 000	Tegnet av	AZ	
			Kontr. av	KJT	
			Godkjent av	[Signature]	
		Utarb. av :	JBV Ingeniørtjenesten		
		Arkiv bet.j:\geoarkiv\flo\autograf.rit\			
		Erstatn. for			
Jernbaneverket Region Vest		Tegningsnr.	Gk4517-00		Rev.




Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent av
BUØEN GRUNNUNDERSØKELSER FOR OVERGANGSBRU BORPLAN/KART BERGENSBANEN		Målestokk	Dato	24.11.97	
		1:1 250	Tegnet av	AZ	
			Kontr. av	KVT	
			Godkjent av	[Signature]	
		Utarb. av :	JBV Ingeniørtjenesten 		
		Arkiv bet.j:\geoarkiv\flo\autograf.rit\			
		Erstatn. for			
Jernbaneverket Region Vest		Tegningsnr.	Gk4517-01		Rev.

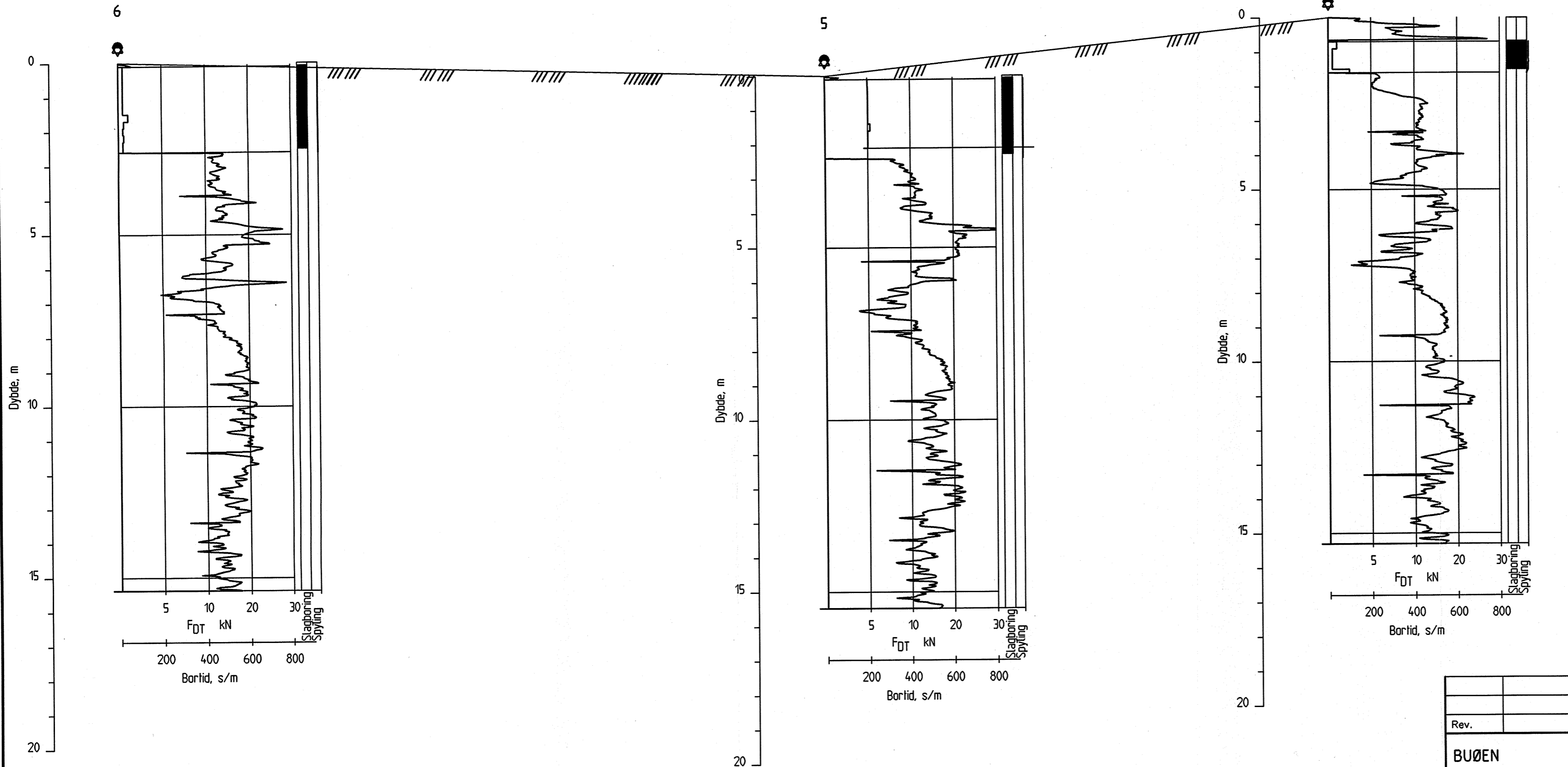


Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent av
BUØEN GRUNNUNDERSØKELSER FOR OVERGANGSBRU BORPLAN UTEN KARTUNDERLAG BERGENSBANEN	Målestokk	Dato	24.11.97		
	1:1 250	Tegnet av	AZ		
		Kontr. av	KJT		
		Godkjent av	[Signature]		
Utarb. av :		JBV Ingeniørtjenesten			
Arkiv bet.j:\geoarkiv\flo\autograf.rit\		Erstatn. for			
Jernbaneverket Region Vest		Tegningsnr.	Gk4517-02		Rev.



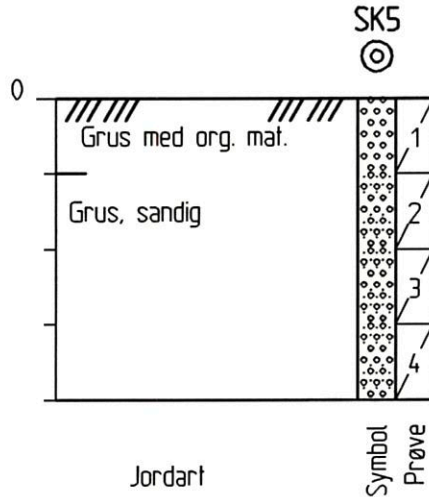
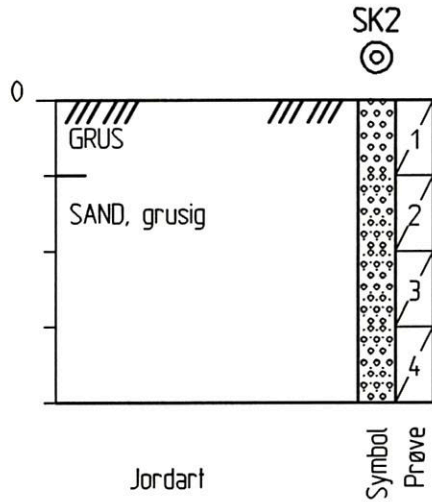
Borpunkt	Spor-km	Plassering
1	149,827	9 m høyre
2	149,817	10 m høyre


Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent av
BUØEN GRUNNUNDERSØKELSER FOR OVERGANGSBRU Profil A, totalsonderinger borpunkt nr.1,2 BERGENSBANEN Jernbaneverket Region Vest		Målestokk	Dato	24.11.97	
		1:100	Tegnet av	AZ	
			Kontr. av	KJT	
			Godkjent av	[Signature]	
		Utarb. av :	JBV Ingeniørtjenesten 		
		Arkiv bet.j:\geoarkiv\flo\autograf.rit\			
		Erstatn. for			
		Tegningsnr.	Gk4517-03		Rev.



Borpunkt	Spor-km	Plassering
4	149,823	5,5 m venstre
5	149,836	13,3 m venstre
6	149,817	17,3 m venstre

Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent av
BUØEN GRUNNUNDERSØKELSER FOR OVERGANGSBRU		Målestokk	Dato	24.11.97	
Profil B, totalsonderinger borpunkt nr. 4,5,6		1:100	Tegnet av	AZ	
BERGENSBANEN		Utarb. av	Kontr. av	KJT	
		Erstatn. for	Godkjent av	[Signature]	
Jernbaneverket Region Vest		Arkiv bet.j:\geoarkiv\flo\autograf.rit\ Erstatn. for	Tegningsnr.	Gk4517-04	Rev.



Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent av
BUØEN GRUNNUNDERSØKELSER FOR OVERGANGSBRU Skovlboringer boringpunkt nr. 2, 5	BERGENSBANEN	Målestokk	Dato	24.11.97	
		1: 100	Tegnet av	AZ	
			Kontr. av	KJT	
			Godkjent av	[Signature]	
Jernbaneverket Region Vest		Utarb. av :	JBV Ingeniørtjenesten 		
		Arkiv bet.j:\geoarkiv\flo\autograf.rit\			
		Erstatn. for			
		Tegningsnr.	Gk4517-05		Rev.