



RAPPORT FRA GRUNNUNDERSÖKELSER FOR KRYSSING AV MJÖNESE
Mo-Bodø pel 18215

Vedlagt tegning Gk: 2179.1 og 2179.2

Prosjekterte arbeider.

Mjøneselva er forutsatt lagt i lukket kulvert under jernbanen. Jernbanen vil på strekningen pel ca.18212+5 til 18217 ligge på en ca. 4,5 m høy fylling.

Tidligere skredvirksomhet.

I området like til venstre for linjen ved pel 18211 til pel 18215 er det gått et ras i den naturlige skråning. Tidspunktet kan ikke fastslås med sikkerhet, men det er sannsynlig at det er foregått å 1953.

Det er på tegning Gk.2179.1 opptegnet et profil gjennom den gamle rasgrop, og rasets begrensning er angitt med stiplet linje på situasjonsplanen. Det foreligger ingen opplysninger om hvorledes raset har oppstått eller utviklet seg. På grunnlag av de utførte undersøkelser kan man uten at det er foretatt noen etterberegning av stabiliteten, lett innse at raset kan forklares som et vanlig sirkulærsylindrisk skred, hvor den utløsende faktor har vært erosjon i elvekanten.

Grunnforhold.

Det er sommeren 1955 utført grunnundersøkelser. Ialt er det utført tilsammen 24 sonderboringer med belastet dreiebor, og opptatt prøveserier i 6 borhull. Det er boret i en rekke profiler fra pel 18213 til pel 18217+5, foruten i et profil gjennom den gamle rasgrop.

Brunnen består overveiende av kvikkleire, under en lite utviklet tørrskorpe på ikke mere enn ca. 1 m tykkelse. Kvikkleirens skjærfasthet er USEDVANLIG LAV. For de svakeste prøveserier kan man ikke regne med høyere gjennomsnittlig skjærfasthet enn 0,9 t/m² i kvikkleiren.

Kvikkleirelagets tykkelse er ved pel 18213 ca. 8 m. Herunder har man mjele med til fjell, som ligger på ca. 17 m dybde. Ved pel 18215+5 er kvikkleirelagets tykkelse 3-5 m. Dybden til fjell er her 8-10 m.

Ved pel 18217+5 er leiren fastere. Det er her ikke påvist

kvikkleire. Dette er forklaringen på at den forholdsvis bratte skråningen fra pel 18216+5 til pel 18217+5 er stabil. Dybden til fjell er her ca. 9 m.

De utførte boringer i rasgropen viser at man her har kvikkleire av samme beskaffenhet som i jernbanens trasé.

Stabilitetsforhold.

En stabilitetsundersøkelse viser at det ikke er mulig å utføre den projekteerte fylling uten omfattende sikkerhetsforanstaltninger. Grunnforholdene er så usedvanlig dårlige at grunnen ikke vil bære høyere fylling enn ca. 1,5 m, med vanlig jordskråning inklusive trafikkbelastning.

Man har overveiet følgende alternativer for oppnåelse av en stabil fylling:

1. Kontrafylling.
2. Drenering med vertikale sanddren.
3. Peling med trepeler til fjell.
4. Fundamentering av fyllingen på armert betongplate på peler til fjell.
5. Nedsprenkning av fyllingen.
6. Bru ca. 40 m lengde. Eventuelt landkar med rammekonstruksjon på peler og som i lengderetningen dekker ca. 40 m.

Alt.1. Som følge av de topografiske forhold i forbindelse med hensynet til elveløpet synes det ikke mulig å kunne utføre en stabilisering ved hjelp av kontrafylling. Vanskeligheten ligger i at elven løper parallelt med fyllingen, nettopp på det sted hvor det var nødvendig å plasere kontrafyllingen. Man har foretatt en stabilitetsberegning under forutsetning av at det foretas en elveregulering, idet elven legges så langt ut fra fyllingen som det er praktisk gjennomførbart. Hverken en horisontal kontrafylling eller en utalakning av fyllingsskråningen til 1:4 er tilstrekkelige foranstaltninger til å oppnå stabilitet. Dette bekreftes av det faktum at det nærliggende rasparti hadde en såvidt slak skråning som 1:5. Alternativet er således ikke aktuelt.

Alt.2. Farligste glidesnitt går i en dybde av ca. 10 m. Eventuell vertikal sanddrenering må således føres ned til 8 à 9 m for å oppnå en effektiv virkning. Regner man med full konsolidering og et Δs -forhold = 0,15 får vi

$$\Delta s = 0,15 \cdot \Delta p = 0,15 \cdot \gamma \cdot h = 0,15 \cdot 1,8 \cdot 4,5 = 1,2 \text{ t/m}^2$$

$$s = c + \Delta s = 0,9 + 1,2 = 2,1 \text{ t/m}^2$$

Drenering med vertikale sanddren måtte således utføres i forbindelse med en mindre kontrafylling, og man støter da på de samme vanskeligheter med hensyn til elveløpet, og alternativet anses ikke gjennomførbart.

{ Denne fasthet er tilstrekkelig bare for en ca. 3 m høy jernbafylling med sikkerhetskoeffisient 1,3.

Alt. 3. Forsterkning av grunnen ved trepeler til fjell.

Man kan ikke regne med at grunnen med sikkerhetskoeffisient 1,3, tåler større belastning enn 1 m høy jernbanefylling + toglast. Den resterende belastning $= \gamma \cdot (h-1)$ må således opptas av pelene, gjennom pelenes kohesjonsmotstand + den last som overføres fra fyllmasser til pelens øvre overflate.

$$\gamma \cdot (h-1) = 1,8 \cdot 3,5 = 6,3 \text{ t/m}^2.$$

Regner man med en gjennomsnittlig skjærfasthet 1,2 langs hele pelens overflate, og pel med 6" toppdiam., overflate $= 6,5 \text{ m}^2$ får vi

$$c.o = 1,2 \cdot 6,5 = 7,8 \text{ t.}$$

Med sikkerhetskoeffisient 1,3 får vi $7,8/1,3 = 6,0 \text{ t.}$

Regner vi med en rotdiam. av 30 cm får vi overført en belastning til pelens øvre overflate = vekten av en sylinder av fyllmassen med diam. 30 cm, og høyde = fyllingens høyde.

$$\gamma \cdot h \cdot \pi \cdot \frac{D^2}{4} = 1,8 \cdot 4,5 \cdot \pi \cdot \frac{0,30^2}{4} = 0,6 \text{ t.}$$

Den totale belastning som vi kan regne med overføres til pelen er således 6,6 t/pr.pel.

Avstanden mellom pelene blir følgelig 1,0 m midt under fyllingen, og noe større under fyllingsskråningene. Forutsettes peling på en legde av 35 m (inkludert peling for kulverten) kommer man opp i det store antall av -9-14 peler pr.m eller tilsammen ca. 400 peler. Regner man med en gjennomsnittlig pris av kr. 230,- pr. pel, alt inkludert, kommer man opp i et beløp av ca. kr. 90 000.

Alt. 4. Ved fundamentering på hel armeret betongplate på peler til fjell kan pelenes antall reduseres vesentlig. Det kan benyttes trepeler eller stål peler, f.eks. i form av utrangerte jernbaneskinner. Trepeler anses å kunne dimensjoneres med en trykkspenning på 90 kg/cm² regnet etter pelens minste tverrsnitt, d.v.s. for en pel med 6" toppdiameter, 15 t/pr.pel, eller med 7" toppdiameter, 20 t/pr.pel. 7" toppdiameter bør anvendes og man får da en avstand mellom pelene = ca. 1,6 m midt under fyllinga, og noe større på sidene. Dette svarer til et samlet antall av ca. 180 peler.

Jernbaneskinner som peler kan dimensjoneres etter en trykkspenning av 700 kg/cm². For 41 kg skinner fra Dunderlandsbanen med 52 cm² tverrsnitt blir tillatt belastning pr.pel $= 52 \cdot 0,7 = 36 \text{ tonn.}$ Dette svarer til et samlet antall av ca. 100 peler. Noen fare for korrosjon synes ikke å være tilstede. Som en sikkerhetsforanstaltning kan det imidlertid komme på tale å forbinde pelene elektrisk ved tilsveising av armeringsjern til pelhodene, for å holde muligheten åpen for katodisk beskyttelse. Det forutsettes da samti-

N S B Geoteknisk kontor.

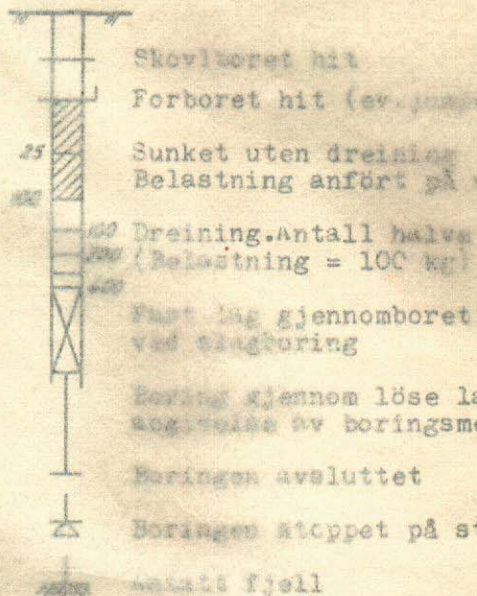
TEGNFORKLARING OG JORDARTSBETEGNELSER

BETEGNELSER PÅ SITUASJONSPLAN:

- Dreiesondering
- ⊙ Prøvetaking (ev. med dreiesonde)
- ⊕ Vingeboring
- ⊙ Spyleboring
- Slagboring
- ⊙ Piezometerinnstallasjon
- ⊙ Skovlboring

OPPTEGNING AV BORINGSRESULTATER

Dreiesondering. (H.M. 1:200)



BOKSTAVS

- * = vanninnhold i vektprosent av tørrsubstans.
- n = vanninnhold i volumprosent = porøsitet.
- F = relativ finhet.
- H₁ = relativ fasthet i omrørt prøve.
- H₂ = relativ fasthet i uforstyrret prøve.
- Cl.t. = klump i vektprosent av tørr -

dig at det nedsettes prøvepeler for senere opptrekking og kontroll av korrosjonen. Disse foranstaltninger medfører ubetydelige ekstrakostninger.

Med hensyn til dimensjonene av den armerte plate kan henvises til lignende arbeider utført i Sverige, etter skredulykken ved Guntorp i 1953. Den anvendte platetykkelse var her 20 cm med vouter for pelehodene av tykkelse 17,5 cm.

Alt. 5. Nedsprengning av fyllingen har vært benyttet her i landet ved utfylling over gytje. Såvidt vites har det ikke vært benyttet ved utfylling på kvikkleire. Det bør imidlertid undersøkes nærmere, hvorvidt denne metode kan anses forsvarlig, idet forutsetningen må være at avstanden til nærmeste bebyggelse er så stor at man ikke kan risikere å påføre skader på nabo-eiendom. (Kfr. den nærliggende rasgrop fra 1953). Av hensyn til elveløpet antas utfyllingen å måtte foregå fra øst, fremover til pel ca. 16, hvorefter kulverten blir utgravet gjennom fyllmassene. Kulvertens midtlinje må da ligge omtrent ved pel 14. Etter at kulverten er ferdig støpt utfylles den gjenstående del av fyllingen over det gamle elveløp. Denne fremgangsmåte medfører den fordel at kulverten kan fundamenteres direkte, uten peler, men det kan på den annen side innvendes at det oppnådde resultat etter en nedsprengning ikke alltid er lett å kontrollere.

Det må overveies om det foreligger noen mulighet for senkning av linjens vertikaltrasé. En eventuell senkning på 1,0 m eller mere gjør det berettiget å ta alternativene 1 og 2 opp til fornyet overveielse.

Den lave fylling mellom planovergangen ved pel 18 207+5 og pel 18212+5 må sikres ved en lav kontrafylling av stein mot Mjoneselvnes løp. Denne vil samtidig tjene som erosjonsbeskyttelse. Eventuell erosjonsbeskyttelse forøvrig må tas opp til overveielse når alternativ for sikring av fyllingen er fastlagt.

s_u = udrenert skjærfasthet i t/m².
 γ = volumvekt i t/m³ (romvekt).
 c = utført organisk stoff i vektprosent.
 w_u = utført vann i vektprosent.
 s_u = utført skjærfasthet i t/m².

Oslø 21. 1956
 W. Skavia-Kang.

TEGNFORKLARING OG JORDARTSBETEGNELSER.

BETEGNELSER PÅ SITUASJONSPLAN:

- Dreiesondering
- ⊙ Prøvetaking (ev.med dreiesondering)
- ⊕ Vinge boring " " "
- Spyleboring
- Slagboring
- ⊙ Piezometerinnstallasjon
- Skovlboring

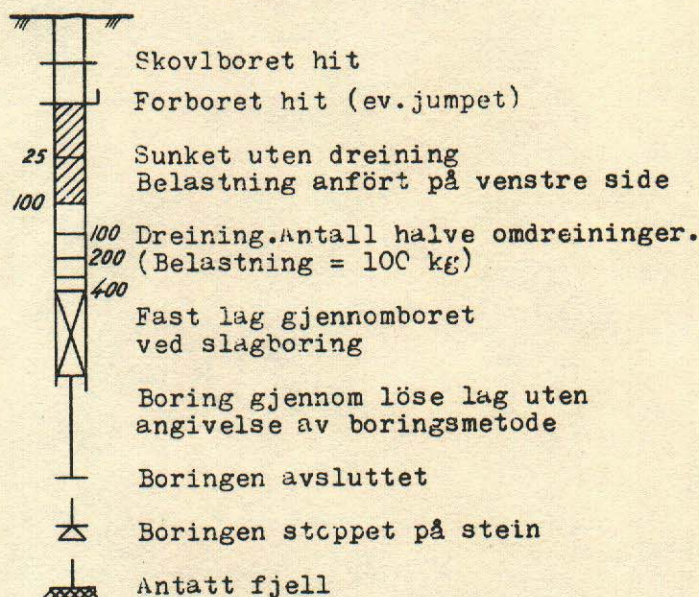
MINERALJORDARTENES INNDELING

ETTER KORNDIAMETER:

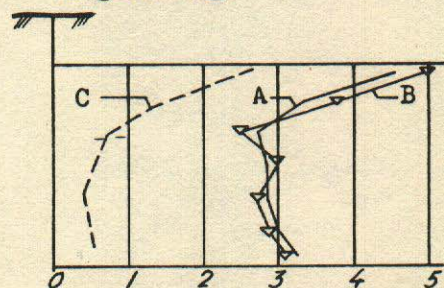
20 - 6 mm	grov	}	Grus
6 - 2 "	fin		
2 - 0,6 mm	grov	}	Sand
0,6 - 0,2 "	fin		
0,2 - 0,06 mm	grov	}	Mo
0,06 - 0,02 "	fin		
0,02 - 0,006 mm	grov	}	Mjele
0,006 - 0,002 "	fin		
< 0,002 mm			Leire

OPPTEGNING AV BORINGSRESULTATER I PROFIL:

Dreiesondering. (H.M. 1:200)



Vinge boring.



A. Skjærfasthet bestemt med vinge bor.

B. Skjærfasthet bestemt ved konusmetoden.

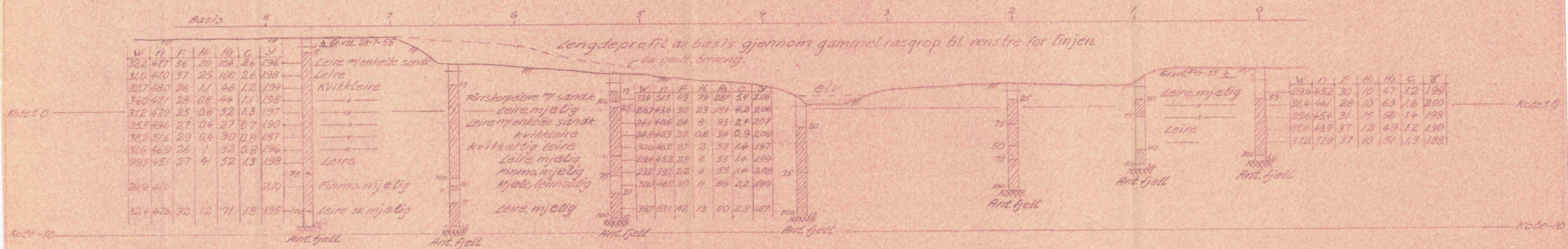
C. Omrørt skjærfasthet med vinge bor.

Tallene angir skjærfasthet i t/m^2 .

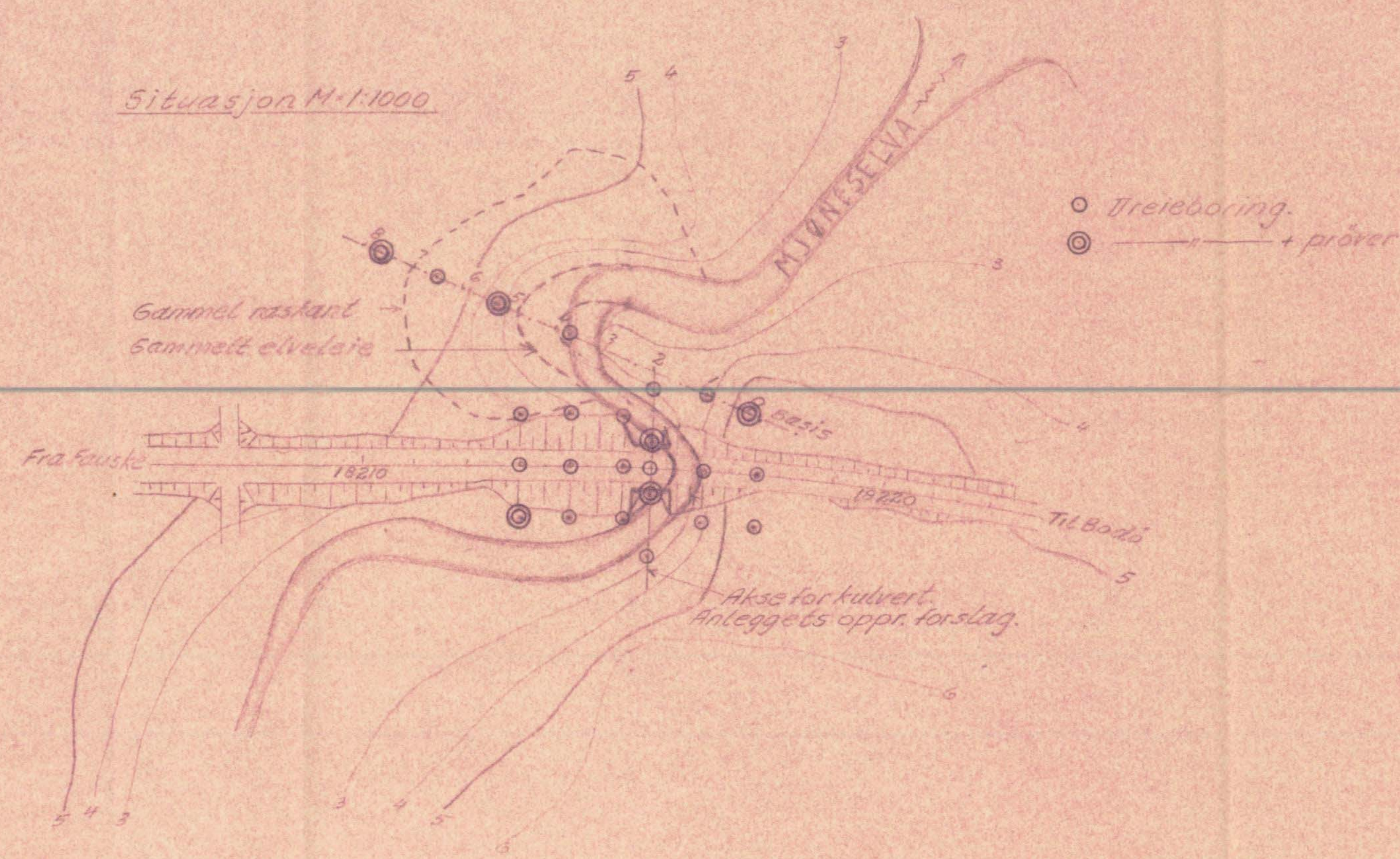
BOKSTAVSYMBOLER:

- w = vanninnhold i vektprosent av tørrsubstans.
- n = vanninnhold i volumprosent = porøsitet.
- F = relativ finhet.
- H_1 = relativ fasthet i omrørt prøve.
- H_3 = relativ fasthet i uforstyrret prøve.
- Gl.t. = glødetap i vektprosent av tørrsubstans.

- s_u = udrenert skjærfasthet i t/m^2 .
- γ = volumvekt i t/m^3 (romvekt).
- o = humufisert organisk stoff i vektprosent av tørrsubstans.
- w_L = flytegrense.
- w_p = utrullingsgrense.



Situasjon M. 1:1000



w = vanninnhold i vektprosent av tørrsubstans.
 n = " " i volumprosent = porøsitet.
 F = relativ finhet.
 H₁ = " fasthet i omrørt prøve.
 H₂ = " " i uomrørt " "
 c = kohesjonsskjærfasthet i prøven, uttrykt i tonn pr. m².
 γ = volumvekt i tonn pr. m³.
 o = humifisert organisk stoff i vektprosent av tørrsubstans.
 w_L = flytegrense.
 w_p = utrullingsgrense.

Til dreieboringen er brukt borchengder og spise med henholdsvis 10 og 80 mm. diameter. Skravert borchull betyr at boret har sunket uten å dreies, med den belastning på boret som er skrevet på borchullens venstre side. Største belastning er 100 kg. Denne belastning brukes alltid når motstanden som boret møter er så stor at boret må gå ned. Antall halve omdreining er skrevet på høyre side av borchull.

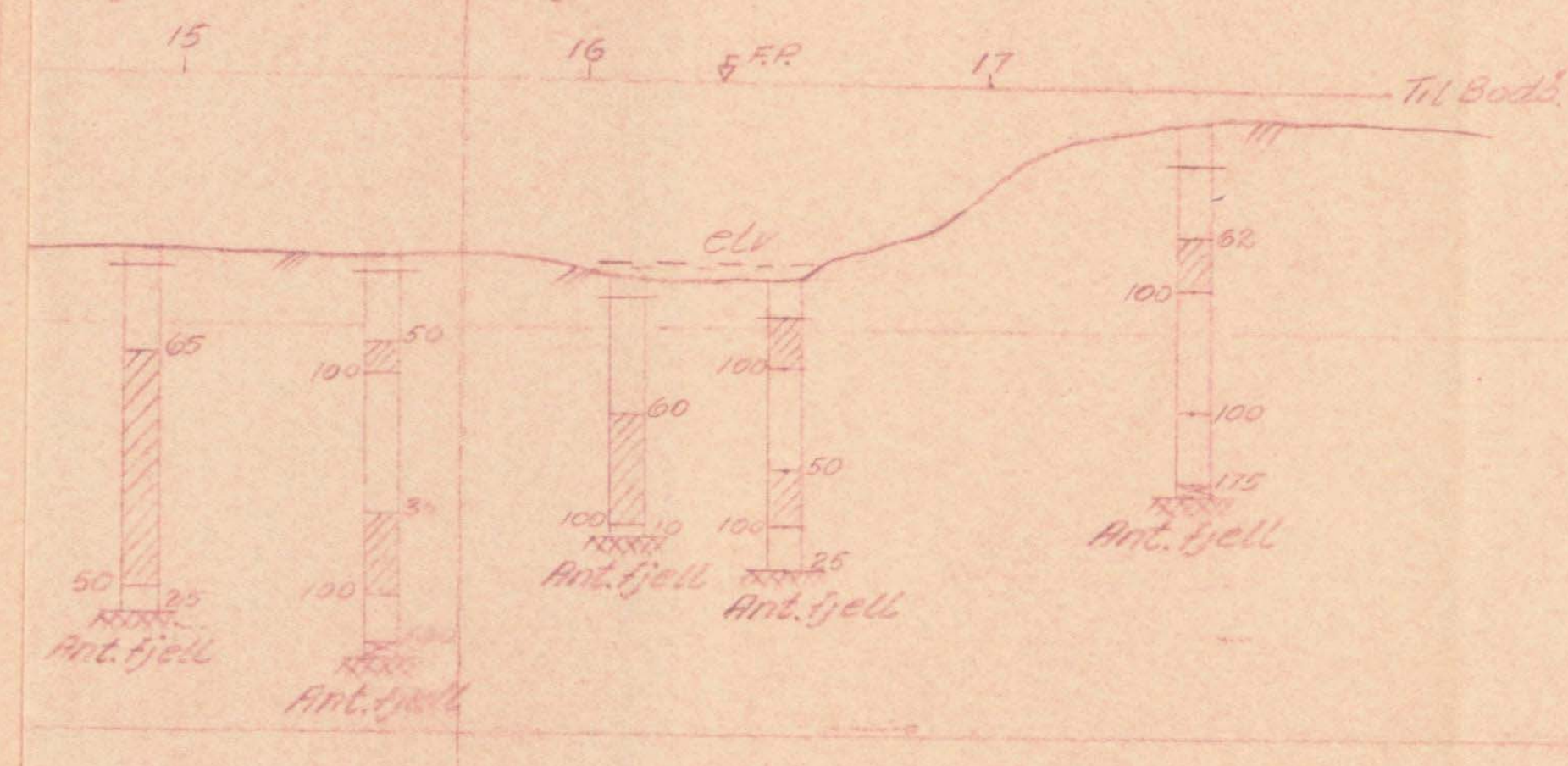
Km. 699/180 Lab. nr. 28-43/181 og 9-43/190 2. bøger.

Krysning av Mjoneselva	Målestokk 1:200	Tegn. B. M. 29/10-55
Nordlandssk. No-Bodo pel. 182/545	1:1000	Bort. L. O. M. Sept. 55
Grunnundersøkelser.		H. H. Skarvick

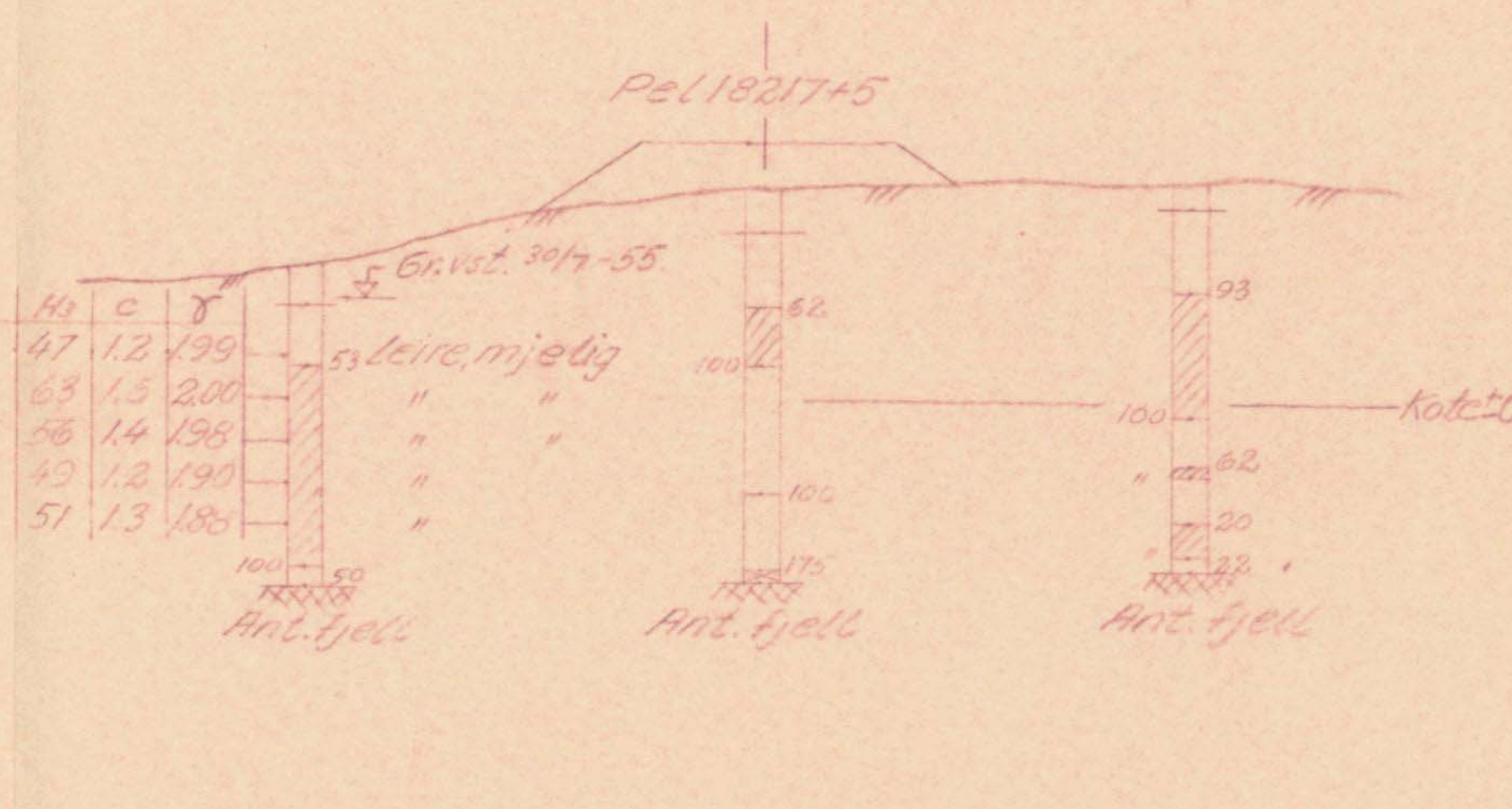
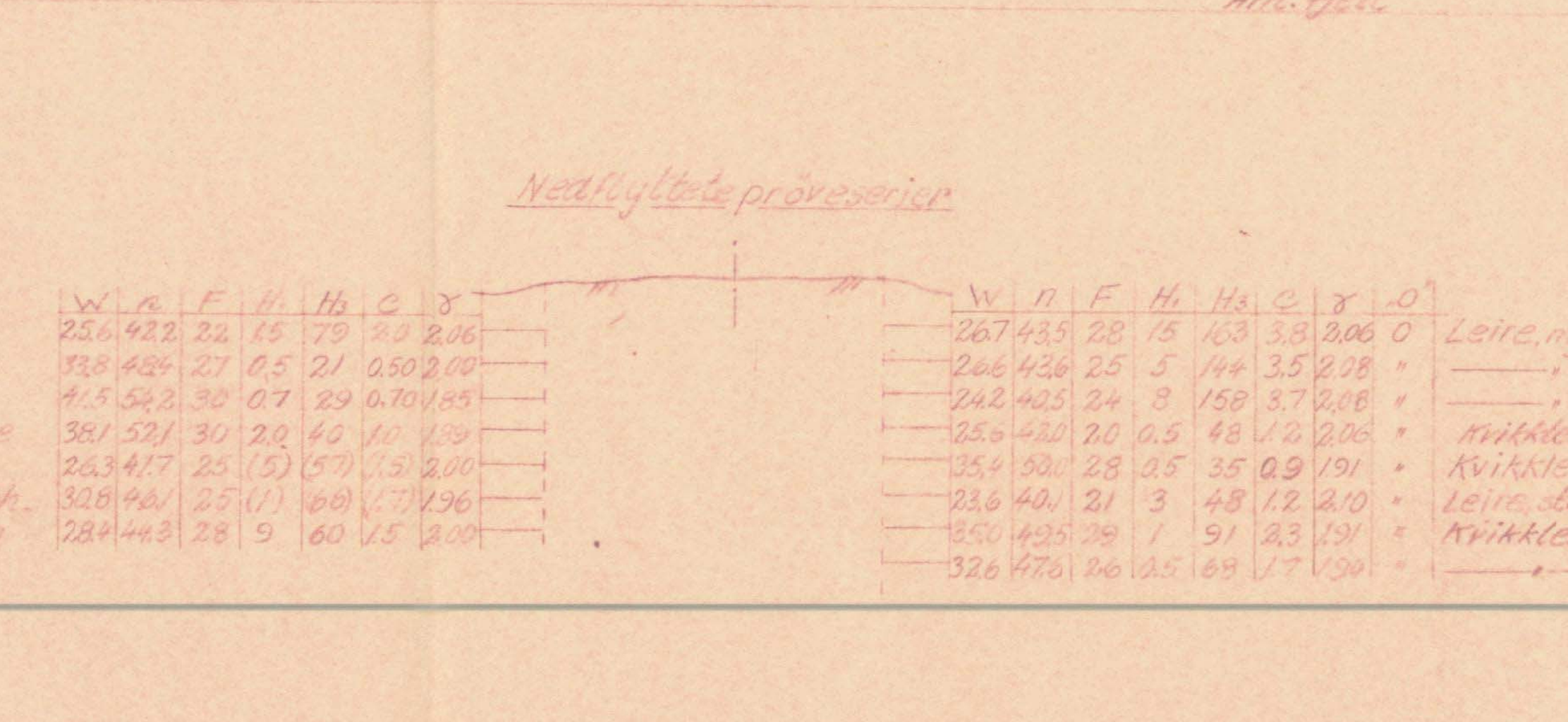
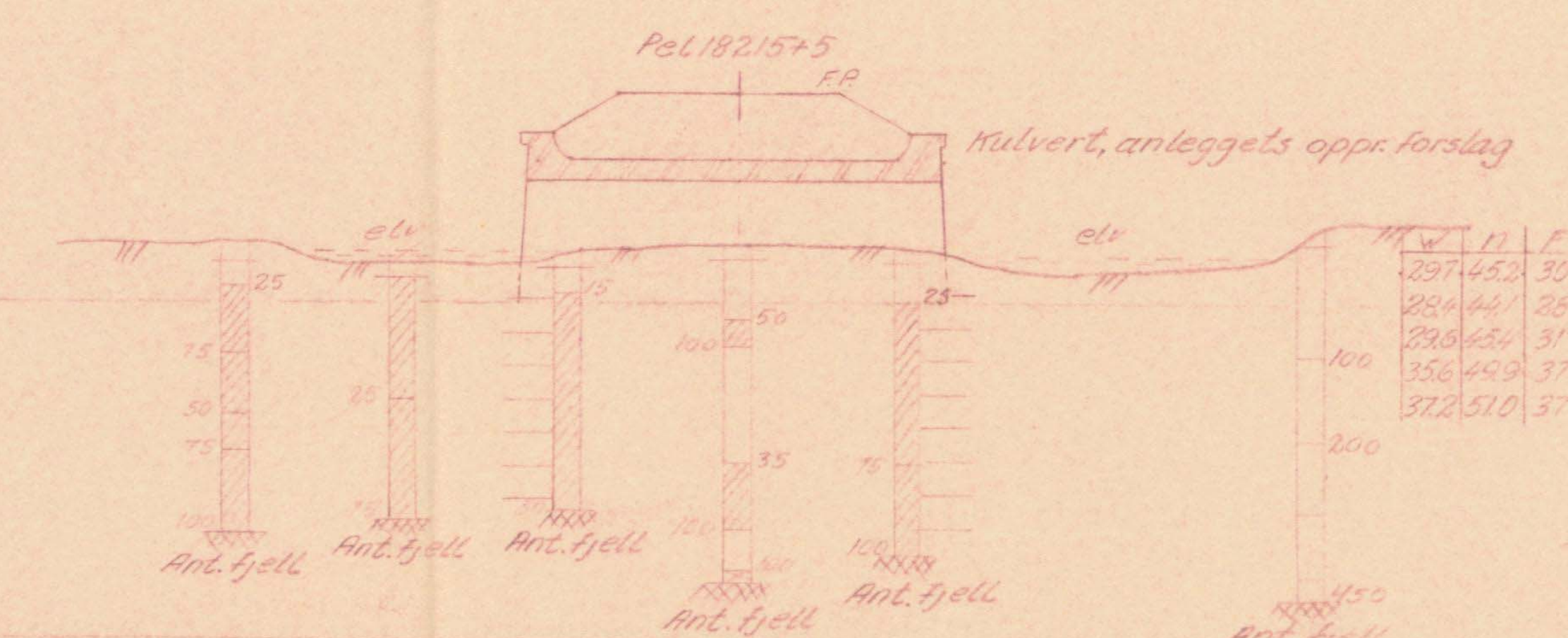
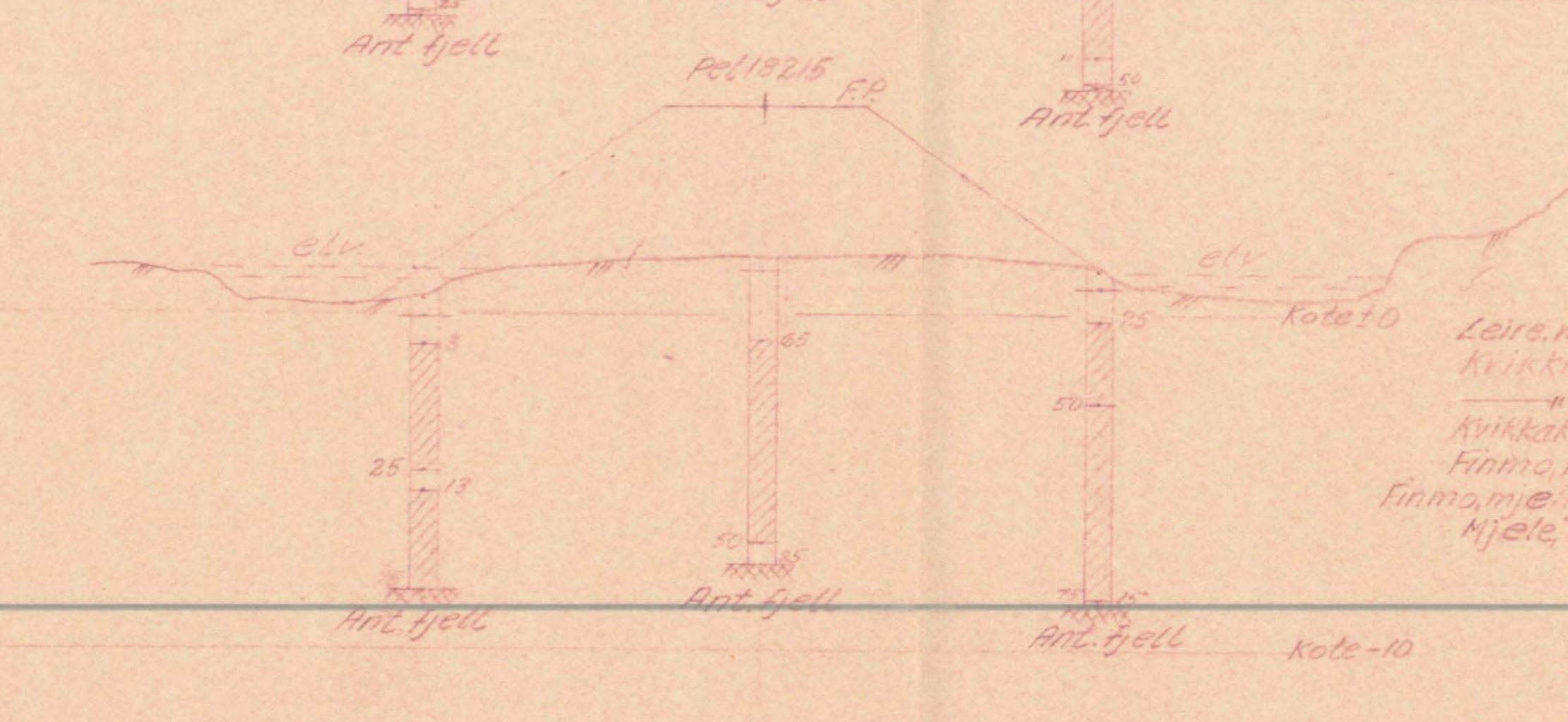
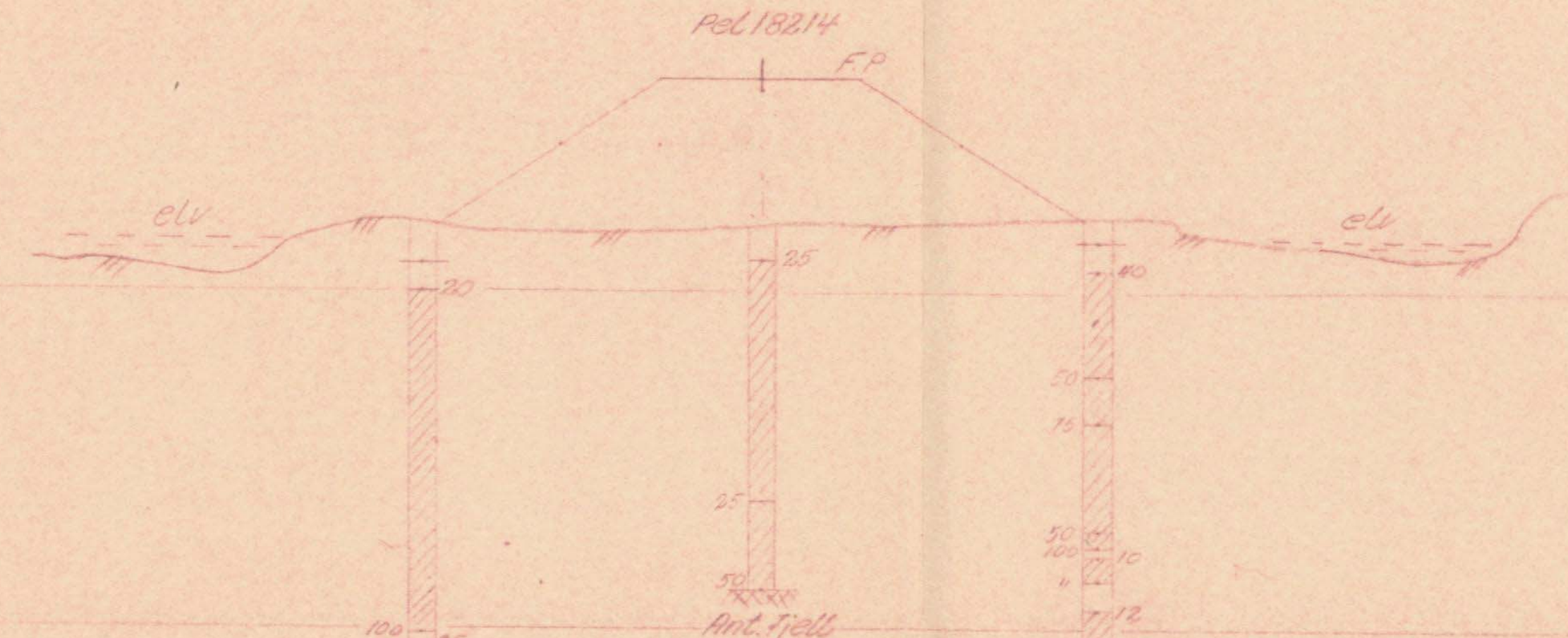
Landes Statshøiher - Generaldirektøren
 Bente Knutsens kontor
 5/11 - 1956

Erstatning for:
Gk 2179.1
 Erstatet av:
 To 1/21 Formel A

engdeprofil i linjen.



W	R	F	H ₁	H ₂	C	δ	
216	469	26	10	48	12	126	Kvikkleire
259	500	28	0.4	26	0.7	159	"
380	515	30	0.5	32	0.8	188	"
354	505	29	0.8	38	1.0	193	"
350	501	25	0.4	38	1.0	193	"
378	520	30	0.5	26	0.7	159	"
394	525	30	0.8	31	0.8	189	"
412	472	30	8	36	0.9	198	Mjelle
400	459	31	14	127	3.1	199	"
263	448	30	15	107	2.7	200	"



Nedflytteste prøveserier

W	R	F	H ₁	H ₂	C	δ
256	422	22	15	79	2.0	2.06
328	428	27	0.5	21	0.50	2.00
415	542	30	0.7	29	0.70	1.85
381	521	30	2.0	40	1.0	1.39
263	417	25	(5)	(57)	(1.5)	2.00
328	461	25	(1)	(60)	(1.7)	1.96
284	443	28	9	60	1.5	2.00

W	R	F	H ₁	H ₂	C	δ	O
267	435	28	15	163	3.8	2.06	0
266	436	25	5	144	3.5	2.08	"
242	425	24	8	158	3.7	2.08	"
256	420	20	0.5	48	1.0	2.06	"
354	500	28	0.5	35	0.9	1.91	"
236	401	21	3	48	1.2	2.10	"
350	425	29	1	91	2.3	1.91	"
326	476	26	12.5	69	1.7	1.90	"

W = vanninnhold i vektprosent av tørrsubstans.
 R = " " " volumprosent = porøsitet.
 F = relativ finhet.
 H₁ = " fasthet i omrørt prøve.
 H₂ = " " i uomrørt " "
 C = kohesjonsskjerfasthet i prøven, uttrykt i tonn pr. m².
 δ = volumvekt i tonn pr. m³.
 O = humifisert organisk stoff i vektprosent av tørrsubstans.
 w_l = flytegrænse.
 w_p = utvellinggrænse.

Til dreieboringen er brukt borlengder og spira med henholdsvis 10 og 30 mm diameter. Skravert borchull betyr at boret har sunket, uten å dreies, med den belastning på boret som er skrevet på borchullens venstre side. Største belastning er 100 kg. Denne belastning brukes alltid når motstanden som boret møter er så stor at boret må dreies ned. Antall halve omdreining er skrevet på høyre side av borchullet.

Krm. 699.180 Lab. nr. 28-49/181 og 9-43/190 2. boker

Krysning av Mjoneselva	Skjematisk	1:200	2. b. 18.5
Norlandsf. Mo-Bode pel. 18215+5	Top. 0.18	1:200	2. b. 18.5
Erstatningsb. 18.5			
Norges Statobanner - Genodirektøren		Erstatning for:	
Geoteknisk kontor		Gk 21792	
11. 5/1 - 18. 5/1		Erstatet av:	
H. Havn-Lang.		28. 5/1	