

NO. 13

Ny Strømsvei. Motorvei Karihaugen - Furuset - Ulvenkrysset.

10. del: Jernbanebru, Alnabru.

R - 546

4. april 1966.

Tilhører Undergrunnskartverket
Må ikke fjernes

overført kartet.
Febru 1966

NO: i 3



OSLO KOMMUNE
GEOTEKNISK KONSULENT

Reg.



OSLO KOMMUNE

GEOTEKNISK KONSULENT

Kingsgt. 22, 1 Oslo 4

Tlf. 37 29 00

RAPPORT OVER:

Ny Strømsvei. Motorvei Karihaugen - Furuset - Ulvenkrysset.

10. del: Jernbanebru, Alnabru.

R - 546.

31. mars 1966.

- Bilag A, B og C: Beskrivelse av **hormetoder** og laboratorieundersøkelser
- " 56: Situasjons- og borplan
 - " 57: Borprofil. Hull 311
 - " 58: Vinge boring Hull 311
 - " 59-60: Korrosjonssondering. Hullene 311 og 315
 - " 61: Lengdeprofil langs brøakse.

I forbindelse med prosjekteringen av ny jernbanebru over eksisterende Strømsvei og prosjektert motorvei ved Alnabru har geoteknisk konsulents kontor foretatt grunnundersøkelser.

Grunnundersøkelsene er utført for å klarlegge grunnforholdene samt fundamenteringen og utførelsen av grunnarbeidene for brua.

I tidligere rapport R-460-61 av 16/5-62 er det redegjort for tidligere utførte undersøkelser i området. Resultatet av disse undersøkelsene er tatt med i denne rapport i den utstrekning de har interesse for bruprojektet.

MARKARBEIDET OG LABORATORIEUNDERSØKELSENE:

Borlag fra kontorets markavdeling har nå utført 5 dreieboringer, en prøveserie, en vingeboring og to korrosjonssonderinger. Firmaet Entreprenørservice A/S har utført 3 lindøboringer til og i fjell for sikker fjellbestemmelse. De sist utførte boringene er på situasjons- og borplanen, bilag 56, nummerert 311 - 315.

På situasjons- og borplanen er vist resultatene av boringene med angivelse av terrengkote, boreddybde og antatt fjellkote.

På bilag A og B er gitt en beskrivelse av bormetodene.

Den utførte prøveserie er undersøkt i vårt laboratorium etter beskrivelsen på bilag C, og resultatet er gitt på borprofilen, bilag 57.

Resultatet av vingeboring 311 er vist på bilag 58, og resultatet av korrosjonssonderingene er vist på bilagene 59 - 60.

GRUNNFORHOLDENE:

Løsmassene i området består øverst av en 3 - 4 m tykk naturlig tørrskorpe. På den naturlige tørrskorpen ligger jernbanefyllingen som vesentlig består av tørrskorpeleire.

Under den naturlige tørrskorpen er det siltig leire som under ca. 10 - 15 m dybde er kvikk. Mot fjell er leiren noe sand- og grusblandet og lite sensitiv.

Skjærfastheten i leiren synker til 2.0 - 2.5 t/m² i 6 - 10 m dybde og er omtrent konstant ned til 15 - 20 m dybde der skjærfastheten øker mot fjell.

Vanninnholdet i leiren er 30 - 35 % og leiren er middels plastisk.

Dybdene til fjell er bestemt ved pilarene og landkarene og kontrollert med lindøboringer. Resultatene er vist på situasjons- og borplanen, bilag 56. Dybdene varierer fra ca. 25 - ca. 50 m med største dybde i syd.

STABILITETSBEREGNINGER:

På lengdeprofilen, bilag 61, er vist den prosjekterte brua med landkar og pilarer.

Utførte stabilitetsberegninger viser utilfredsstillende stabilitet av det søndre landkaret for den ferdige konstruksjon da sikkerhetsfaktoren er 1.16. I anleggstiden med opparbeidelsen av veiene og utgraving til traubunn vil sikkerhetsfaktoren være 1.0. Ved bruk av lette fyllmasser inntil landkaret kan man oppnå tilfredsstillende stabilitet. De lette fyllmassene (Leca $\gamma = 0.8 \text{ t/m}^3$) må legges ut i en dybde på 3 m ca. 25 m sydover fra landkaret og i en total bredde av ca. 30 m.

KORROSIJONSUNDERSØKELSE:

For å undersøke hvorvidt løsmassene er korrosjonsfarlige for eventuelle stålpeleer er det foretatt korrosjonsundersøkelser ved begge landkarene. Til korrosjonsundersøkingen er benyttet N G I's korrosjonssonde og det er målt motstand og strømstyrke for hver meter sonden er trykket ned i løsmassene.

Ut fra de målte verdier for strømstyrke og motstand er bestemt depolarisasjonen og spesifikk jordmotstand. Verdiene for depolarisasjonen og spesifikk jordmotstand gir tilsammen et uttrykk for korrosjonshastigheten K. Verdiene er gitt på bilagene 59 og 60.

Korrosjonshastigheten er relativt liten slik at det ikke skulle være nødvendig med beskyttelse av stålpeleer.

FUNDAMENTERINGEN AV BRUA:

Jernbanebrua er prosjektert i 4 spenn med 16 m spenn i sydenden og 24 m på de 3 andre spennene. Største belastning på fundamentene opptrer ved de største spennene og vi har fått oppgitt av byggeteknisk konsulent, dr.ing. Aas-Jakobsen, at belastningene er maksimalt 140 t/m ved pilarene. Anleggsarbeidet med brua må utføres med trafikk på 3 jernbanespor hvorav et er et provisorisk spor.

Det kan bli tale om tre alternative fundamenteringsmåter:

- I. Direkte fundamentering på såler.
- II Svevende peler.
- III Spissbærende peler til fjell.

I. Direkte fundamentering på såler vil kreve relativt store såler. Tillatt belastning på grunnen i fundamentnivå kan settes til 14 t/m^2 , og dette medfører at sålene blir ca. 10 m brede.

Setningene under sålene antas å bli relativt små. I fundamentnivå er det i dag et trykk fra vekten av de overliggende masser av omtrent samme størrelse som den tillatte belastning på sålene. Rent vurderingsmessig vil vi anta at de maksimale setningene vil bli av ca. 10 cm størrelse og erfaringsmessig kan en regne med at ca. 30 % av denne størrelse vil opptre som differenssetninger.

Med de store fundamentene kan det bli vanskeligheter med anleggsarbeidet, idet bare ett og ett spor kan ombygges. Utførelsen av fundamentene vil derfor kreve et relativt omfattende avstivningsarbeide. Dertil kommer at sikkerheten mot grunnbrudd i form av oppressing av bunnen av fundamentgropene er dårlig.

II. Svevende peler benyttes der man med moderate pelere lengder kan oppnå tilfredsstillende bæreevne av pelene.

Dersom man vil benytte svevende trepeler for fundamenteringen av brua og en velger peler med 6" topp trenger man ca. 100 lm peler for hver m bredde av brua ved pilarene. Gjennomsnittlig verdi av skjærfastheten langs pelen er satt til $2,5 \text{ t/m}^2$.

Svevende peler synes derfor ikke å være en tilfredsstillende løsning i dette tilfelle.

III. Spissbærende peler til fjell vil gi en setningsfri konstruksjon. Ved valg av peler kan man benytte betongpeler eller stålpeler eller en kombinasjon av disse. Betongpilarer støpt i bakken antas ikke å være en tilfredsstillende løsning med de relativt store dybdene til fjell.

Ved ramming av peler vil leirens fasthet bli redusert, dels p.g.a. omrøring og dels p.g.a. øket porevannstrykk. Ved landkarene, og da spesielt ved det søndre landkaret vil en senkning av sikkerhetsfaktoren for utglidning være meget ugunstig. Det er ikke mulig å beregne hvor mye sikkerhetsfaktoren vil bli redusert p.g.a. pelerammingen. Reduksjonen er bl.a. sterkt avhengig av pelenes massefortrengning. Rent vurderingsmessig er det realistisk å anta at sikkerhetsfaktoren vil bli redusert 5 - 15 % avhengig av peletype.

Av denne grunn anser vi det mest gunstig å benytte massive stålpeler f.eks. DIP-profil, da denne peletype vil medføre bare ca. 1/10 - del av betongpelens massefortrengning.

Løsmassene er undersøkt med hensyn til korrosjonsfaren, og resultatene viser at stålpelene kan benyttes uten beskyttelse.

UTGRAVING FOR FUNDAMENTENE:

Utgravingen for fundamentene er prosjektert utført for ett og ett av de eksisterende jernbanesporene. For å spare spunt vil en grave ut bare så mye at man kan plasere brubjelkene på støttene. Utgravningen for veiene under brua er prosjektert utført når hele brua er ferdig og jernbanetrafikken er ført over på den nye brua.

Vi vil i denne rapporten ikke gå detaljert inn på utgravingsarbeidet, men vi anser den prosjekterte fremgangsmåte for gjennomførbar.

Faren for bunnoppressing er størst ved det midtre fundamentet som er prosjektert utgravet i en 5 x 5 m sjakt til ca. 8,5 m dybde. Sikkerhetsfaktoren mot bunnoppressing blir 1,3 når en forutsetter en skjærfasthet i bruddsonen $s = 2,75 \text{ t/m}$. Verdien av s er noe høy sammenliknet med de målte verdier av skjærfastheten i området, og det er ikke vurdert hvor mye pelemrammingen kan nedsette denne skjærfasthetsverdi.

Den detaljerte plan for utgravingen er ikke bestemt, men vi vil gjerne være med på å utarbeide utgravingsplanen.

KONKLUSJON:

Det er utført grunnundersøkelser for ny jernbanebru over motorveien ved Alnåbru.

Løsmassene i området består av leire som fra 10 - 15 m dybde er kvikk. Mot fjellet er leiren sand- og grusblandet og mindre sensitiv igjen. Dybdene til fjell er kontrollert med lindøboringer og funnet å variere fra ca. 25 m i nord til ca. 50 m i syd.

Stabilitetsberegningene viser at med utskifting med lette masser bak det søndre landkaret vil det være tilfredsstillende sikkerhet mot utglidning av den fremtidige konstruksjon.

Utgravningen for landkar og brokar må utføres for ett og ett spor av gangen. For det midtre brokar er den beregningsmessige sikkerhetsfaktor 1.2 - 1.3 og det er da ikke tatt hensyn til omrøring av leiren fra pelerammingen. Den detaljerte utgravningsplan er ikke bestemt og vi vil gjerne være med på utarbeidelsen av denne.

Vi anser gunstigste fundamenteringsmåte for brua å være peler til fjell. Ved valg av peletype antar vi at stålpeleer av profilstål (f.eks. DIP) vil være den mest hensiktsmessige. Stålpelene vil ikke medføre store massefortrengninger som kan nedsette stabiliteten av utgravninger og landkar i nevneverdig grad.

Utførte korrosjonssonderinger viser at stålpeleer kan benyttes uten beskyttelse.

Vi hører gjerne fra Dem under den videre prosjektering og utførelse.

Geoteknisk konsulent



Asmund Eggestad

Svein Frode Nilsen

Beskrivelse av sonderingsmetoder.

DREIEBORING:

Det anvendte borutstyr består av 20 mm borstenger i 1 m lengde som skrues sammen med glatte skjøter. Boret er nederst forsynt med en 20 cm lang pyramideformet spiss med største sidekant 30 mm. Spissen er vridd en omdreining.

Boret presses ned av minimumsbelastning, idet belastningen økes trinnvis opp til 100 kg. Dersom boret ikke synker for denne belastning foretas dreining. Man noterer antall halve omdreining pr. 50 cm synkning av boret.

Ved opptegning av resultatene angis belastningen på venstre side av borhullet og antall halve omdreining på høyre side.

HEJARBORING: (RAMSONDERING).

Et Ø 32 mm borstål rammes ned i marken ved hjelp av et fall-lodd. Borstålet skrues sammen i 3 m lengder med glatte skjøter, og borstålet er nederst smidd ut i en spiss. Ramloddets vekt er 75 kg. og fallhøyden holdes lik 27 - 53 eller 80 cm, avhengig av rammemotstanden.

Hvor det er relativt store dybder (7-8 m eller mer) anvendes en løs spiss med lengde 10 cm og tverrsnitt 3.5 x 3.5 cm. Den større dimensjon gjør at friksjonsmotstanden langs stengene blir mindre og boret vil derfor lettere registrere lag av varierende hardhet. Videre medfører denne løse spiss at boret lettere dras opp igjen idet spissen blir igjen i bakken.

Antall slag pr. 20 cm synkning av boret noteres og resultatet kan fremstilles i et diagram som angir rammemotstanden Q_0 .

Rammemotstanden beregnes slik: $Q_0 = \frac{W \cdot H}{\Delta s}$ hvor W er loddets vekt,

H er fallhøyden og Δs er synkning pr. slag. Dette diagram blir ikke opptegnet hvis man bare er interessert i dybden til fjell eller faste lag.

COBRABORING:

Det anvendte borutstyr består av 20 mm borstenger i 1 m lengde som skrues sammen med glatte skjøter. Boret er nederst forsynt med en spiss.

Dette utstyr rammes til antatt fjell eller meget faste lag med en Cobra bormaskin.

SLAGBORING:

Det anvendte borutstyr består av et sett 25 mm borstenger med lengdene 1, 2, 3, 4, 5 og 6 m. Stengene blir slått ned inntil antatt fjell er nådd. (Bestemmes ved fjellklang).

SPYLEBORING:

Utstyret består av 3 m lange $\frac{1}{2}$ " rør som skrues sammen til nødvendige lengder.

Gjennom en spesiell spiss som er skrudd på rørene, strømmer vann under høyt trykk, og løsner jordmassene foran spissen under nedpressing av rørene. Massene blir ført opp med spylevannet. Bormetoden anvendes i finkornige masser til relativt store dyp.

Beskrivelse av prøvetaking og måling av skjærfasthet og porevannstrykk i marken.

PRØVETAKING:

A. 54 mm stempelprøvetaker Med dette utstyr kan man ta opp uforstyrrede prøver av finkornige jordarter. Prøven tas ved at en tynnvegget stålsylinder med lengde 80 cm og diameter 54 mm presses ned i grunnen. Sylinderen med prøven blir forseglet med voks i begge ender og sendt til laboratoriet.

B. Skovelbor Dette utstyr kan anvendes i kohesjonsjordarter og i friksjonsjordarter når disse ligger over grunnvannsnivået. Det tas prøver (omrørt masse) for hver halve meter eller av hvert lag dersom lagtykkelsen er mindre.

C. Kannebor Prøvetakeren består av en ytre sylinder med en langsgående skjærformet spalteåpning, løst opplagret med en dreiefrihet på 90° på en indre fast sylinder med langsgående spalteåpning. Prøvetakeren fylles ved at skjæret ved dreining skrapper massen inn i den indre sylinder. Utstyret kan anvendes ved friksjons- og kohesjonsjordarter.

VINGEBORING:

Skjærfastheten bestemmes i marken ved hjelp av vingebor. Et vingekors som er presset ned i grunnen dreies rundt med en bestemt jamn hastighet inntil en oppnår brudd. Maksimalt torsjonsmoment under dreiningen gir grunnlag for beregning av skjærfastheten. Grunnens skjærfasthet bestemmes først i uforstyrret og etter brudd i omrørt tilstand. Målingene utføres i forskjellige dybder. Ved vurdering av vingeborresultatene må en være oppmerksom på at målingene kan gi gale verdier dersom det finnes sand, grus eller stein i grunnen. Skjærfasthetsverdien kan bli for stor dersom det ligger en stein ved vingen, og den målte verdi kan bli for lav dersom det presses ned en stein foran vingen, slik at leira omrøres før målingen.

PIEZOMETERINSTALLASJONER:

Til måling av poretrykket i marken anvendes et utstyr som nederst består av et porøst \varnothing 32 mm bronsefilter. Dette forlenges oppover ved påskrudde rør. Fra filteret føres plastslange opp gjennom rørene. Filteret med forlengelsesrør presses eller rammes ned i grunnen. Systemet fylles med vann og man måler vanntrykket ved filteret ved å observere vannstanden i plastslangen. Poretrykksmålinger må som regel foregå over lengre tid for å få registrert variasjoner med årstid og nedbørsforhold.

Beskrivelse av vanlige laboratorieundersøkelser:

I laboratoriet blir prøvene først beskrevet på grunnlag av besiktigelse. For sylindrerprøvenes vedkommende blir det skåret av et tynt lag i prøvens lengderetning. Derved blir eventuell lagdeling synlig.

Dernest blir følgende bestemmelser utført:

Romvekt γ (t/m^3) av naturlig fuktig prøve.

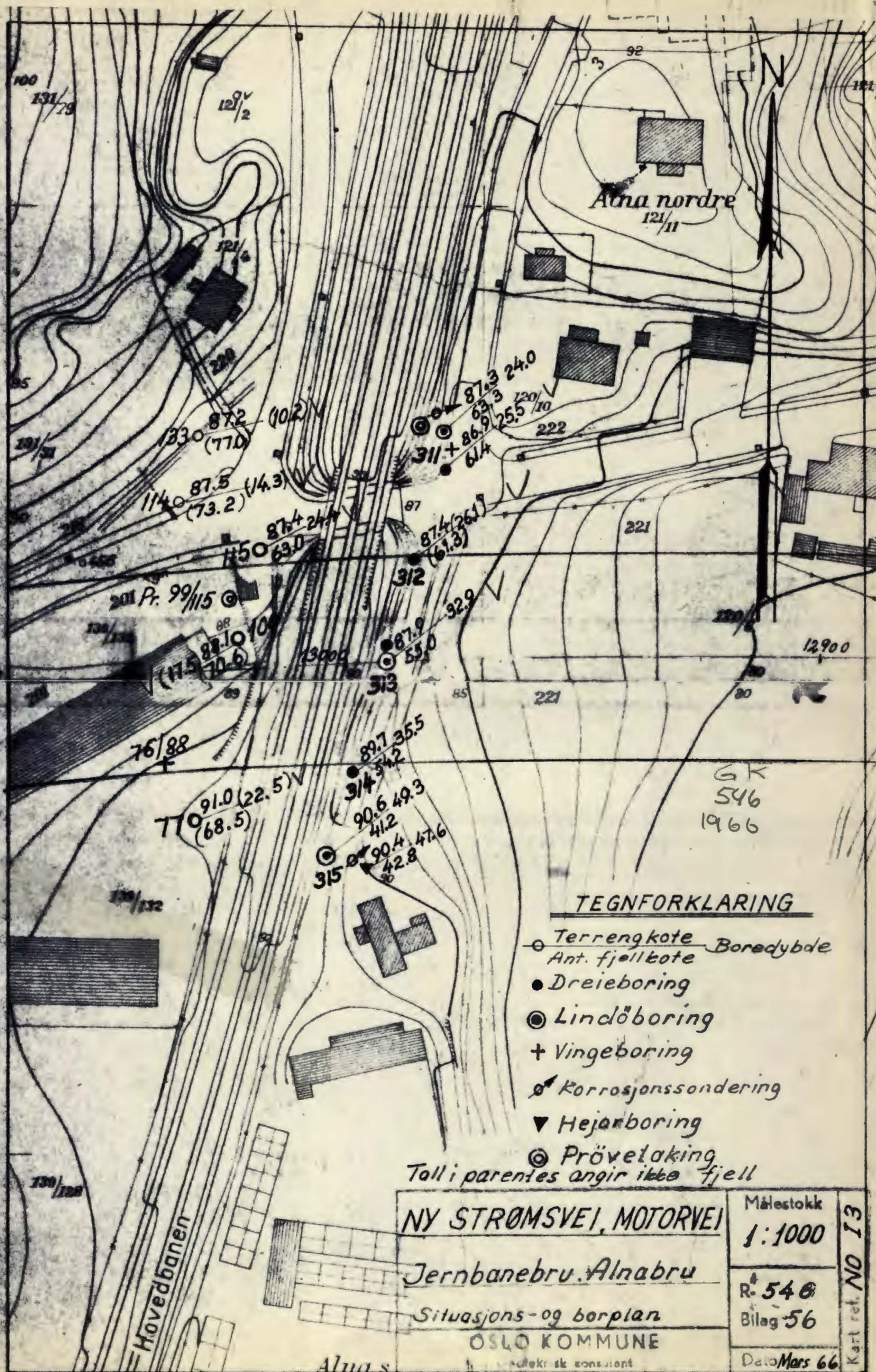
Vanninnhold w (%) angir vekt av vann i prosent av vekt av fast stoff. Det blir utført flere bestemmelser av vanninnhold fordelt over prøvens lengde.

Flytegrensen w_L (%) og utrullingsgrensen w_p angir henholdsvis høyeste og laveste vanninnhold for plastisk område av omrørt materiale. Plastisitetsindeksen I_p er differansen mellom flyte- og utrullingsgrensen. Disse konsistensgrenser er meget viktige ved en bedømmelse av jordartenes egenskaper. Et naturlig vanninnhold over flytegrensen viser f.eks. at materialet blir flytende ved omrøring. Konsistensgrensene blir vanligvis bestemt på annenhver prøve.

Skjærfastheten s (t/m^2) er bestemt ved enaksede trykkforsøk. Prøven med tverrsnitt 3.6×3.6 cm og høyde 10 cm skjæres ut i senter av opptatt prøve, \varnothing 54 mm. Det er gjennomgående utført to trykkforsøk for hver prøve. Det tas hensyn til prøvens tverrsnittssøking under forsøket. Skjærfastheten settes lik halve trykkfastheten.

Videre er 'uforstyrret' skjærfasthet s og omrørt skjærfasthet s' bestemt ved konusforsøk. Dette er en indirekte metode til bestemmelse av skjærfastheten, idet nedsynkningen av en konus med bestemt form og vekt måles og den tilsvarende skjærfasthetsverdi tas ut av en tabell.

Sensitiviteten $S_t = \frac{s}{s'}$, er forholdet mellom skjærfastheten i uforstyrret og omrørt tilstand. I laboratoriet er sensitiviteten bestemt på grunnlag av konusforsøk. Sensitiviteten bestemmes også ut fra vingeborresultatene. Ved små omrørte fastheter vil imidlertid selv en liten friksjon i vingeboret kunne influere sterkt på det registrerte torsjonsmoment, slik at sensitiviteten bestemt ved vingebor blir for liten.



TEGNFORKLARING

- Terrengkote Boreddybde
 - Ant. fjellkote
 - Dreieboring
 - ⊙ Lindøboring
 - + Vingeboring
 - ⊗ Korrosjonssondering
 - ▼ Hejorboring
 - ⊙ Prøvetaking
- Tall i parentes angir ikke fjell

NY STRØMSVEI, MOTORVEI

Jernbanebru Alnabru

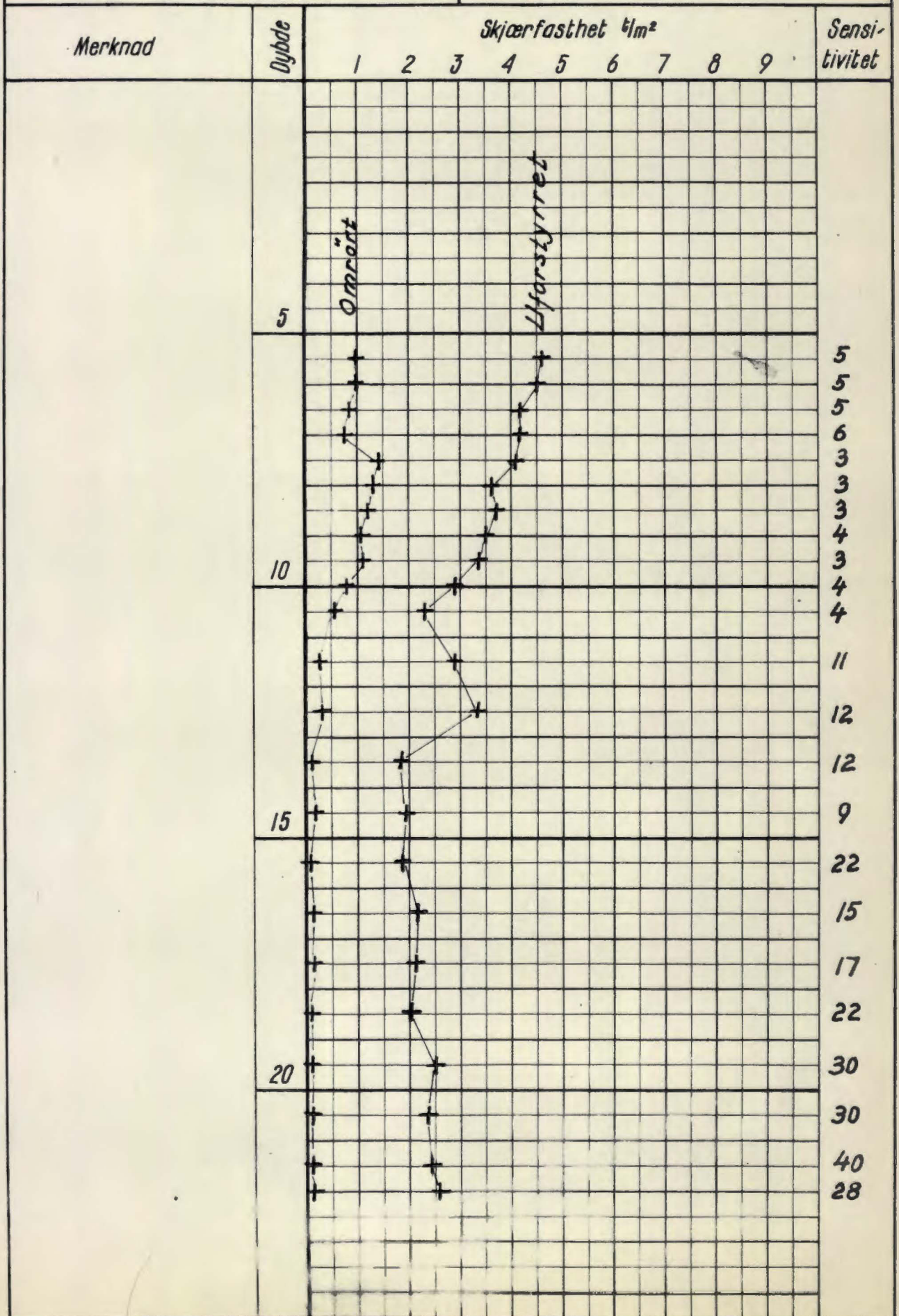
Situasjons- og borplan
OSLO KOMMUNE

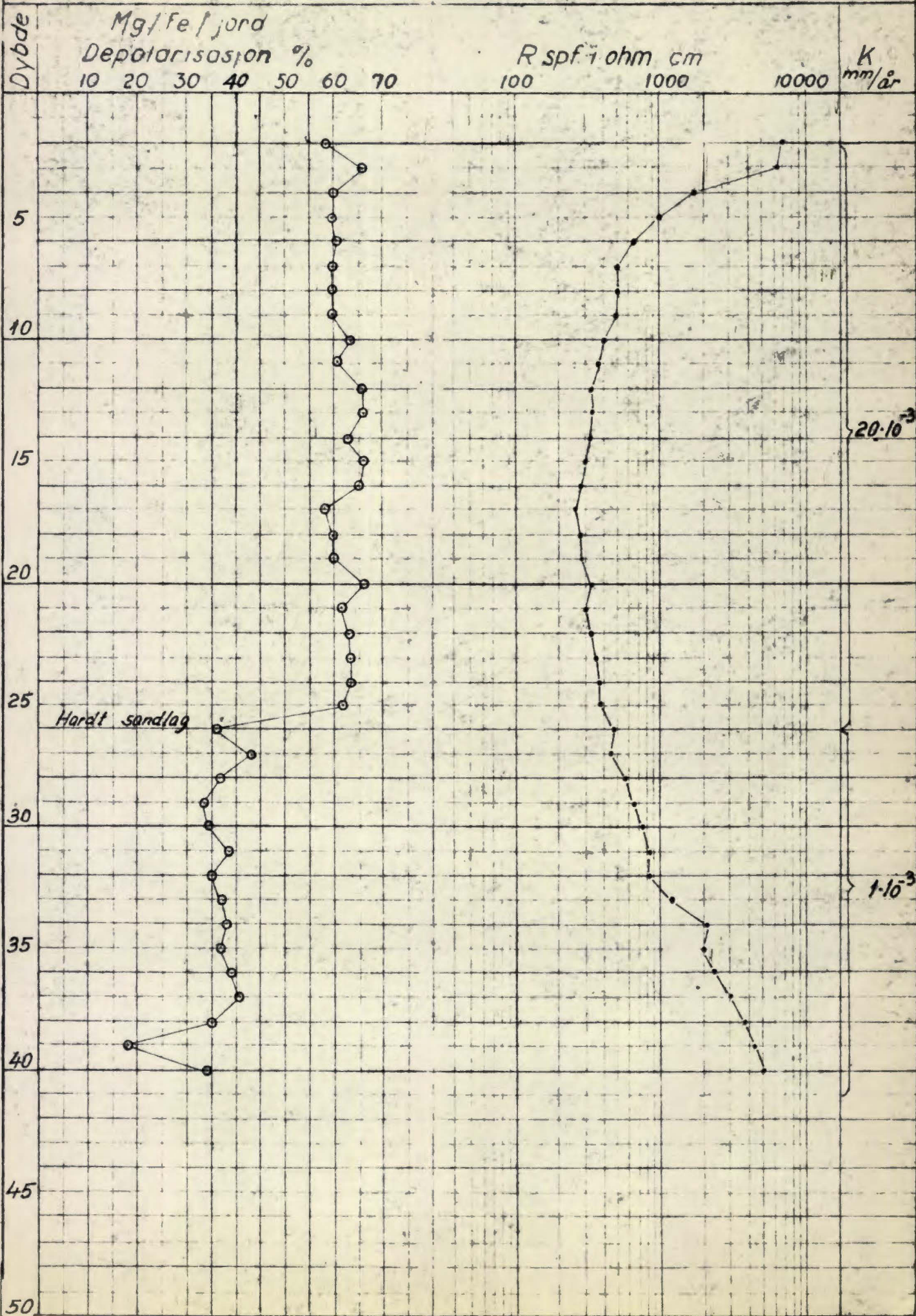
Målestokk 1:1000	Kart ref. NO 13
R. 540 Bilag 56	
Dato Mars 66	

Alna s

OSLO KOMMUNE
 GEOTEKNISK KONSULENTS KONTOR
VINGEBORING
 Sted: **JERNBANE BRU ALNABRU**

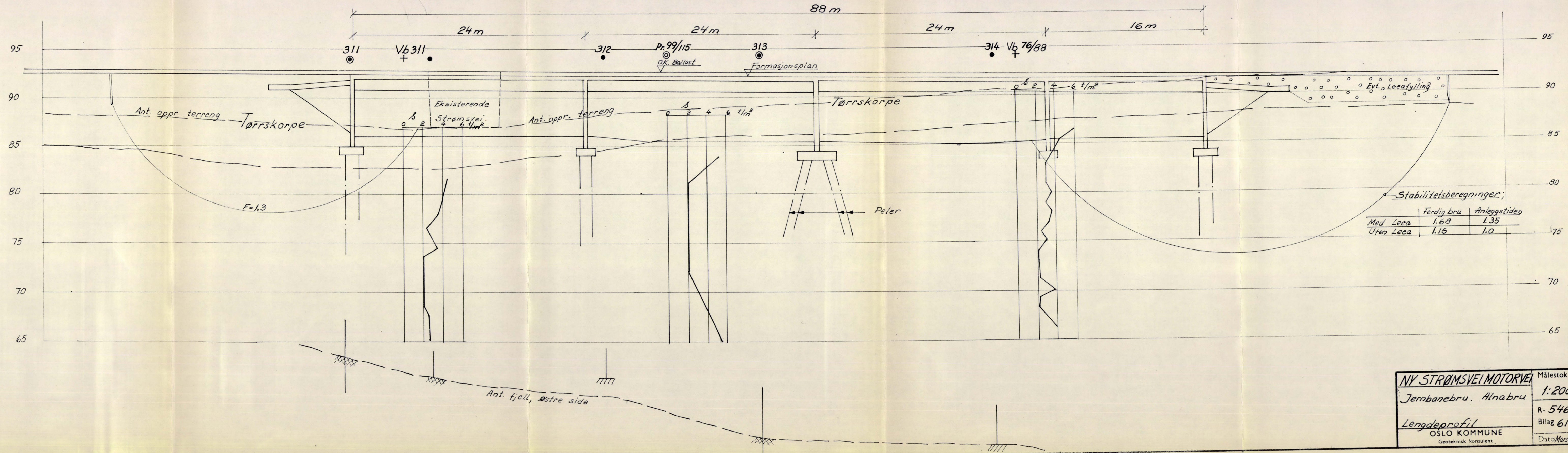
Hull: **311** Bilag: **58**
 Nivå: **86.9** Oppdr.: **R-546**
 Ving: **65x130mm** Dato: **Jan. 66**





Nord ←

→ Syd



Stabilitetsberegninger;

	Ferdig bru	Anleggstiden
Med Leca	1.68	1.35
Uten Leca	1.16	1.0

NY STRØMSVEI MOTORVEI
 Jernbanebru. Alnabru
 Lengdeprofil
 OSLO KOMMUNE
 Geoteknisk konsulent.

Målestokk
1:200
 R-546
 Bilag 61
 Dato Mars 66

Kart ref. NO 13