

NORGES STATSBANER
GEOTEKNISK KONTOR

DRIFTSBANEGÅRD LODALEN GK 779
GRUNNUNDERSØKELSER OG STABILITETSBEREKNINGER

H i s t o r i s k o v e r s i k t

Lodalen er geologisk sett en stor dyprenne beliggende mellom Ekeberg og Vålerengas høytliggende fjellpartier. Dyprennen er fylt med marine leiravsetninger av stor mektighet. Loelva slyngget seg tidligere gjennom dalføret, men ble for ca. 30 år siden lagt i lukket rør og arealet i bunnen av dalen ble utlagt til driftsbanegård.

Dalsidene er gjennom årenes løp formet ved erosjon og skred. Det eldste skred som er påvist i Lodalen skriver seg helt fra antagelig 3000 år før vår tidsregning. Dette skred gikk i Gamlebyen og medførte at Loelva forandret løp. Dr. Rosenqvist ved Norges Geotekniske Institutt omtaler dette skred i "Naturen nr. 8, 1955".

De første opptegnelser om skred i Lodalen skriver seg fra 1785. I dette år gikk det et skred som tvang Loelva til å ta et vestligere løp ved Kværner, slik at møllekvernens vannhjul ble liggende tørre. Grunnen til at begivenheten er opptegnet skriver seg fra den omstendighet at det ble nedsatt en skjønnsrett til å takserer eiendommen noen år etter skredet. Skredet er omtalt i rettsprotokollen fra 1899 (Christian Anker Olsen: Kværner Brug gjennom 100 år, Oslo 1953).

I den siste halvdel av det 18. århundre forekom der også endel større flomkatastrofer i Lodalen, disse flommer førte til at elven forandret løp og gravet seg inn i leirbakkene (O. Delphin Amundsen: Kværner ved Loelven før 1853, Oslo 1953).

I 1876 gikk det et leirskred ved Svendengen Teglverk (Onsum Teglverk). Dette skred er omtalt i "Naturen" i april 1878. Skredet var forårsaket av graving i teglverkets leirtak. Da utrasingen inntraff skal skråningen mellom leirtakets bunn og jernbanelinjen ha vært 1:3.

Jernbanelinjen er i dette tilfelle Hovedbanen. For å hindre at banelegemet gled ut ble det nødvendig å bygge en støttemur tvers over skredgropen. Denne muren ble ført ned til fjell. Stedet ligger like bak den nåværende lok.stall.

Under arbeidet med tunnelen for Loelven under Ekeberg gikk det et ras den 8.7.21. Raset forplantet seg bakover på Renholdsverkets eiendom, Konowsgt. 66, så langt inn som 15 m fra materialforvalterens bolig.

Den 13.7. året etter gikk det et nytt ras. Denne gangen ble adkomstveien fra Konowsgt. til Renholdsverkets eiendom avsperrert,

da den var sterkt truet av det nye raset.

Den 29.1.24 gikk det et stort leirras i Lodalen hvor 7 jernbanevognen ble helt eller delvis ødelagt. Raset gikk et lite stykke ovenfor Oslobroen, hvor det pågikk planeringsarbeider. Dette raset står omtalt i Tidens Tegn for nevnte dato og i boken "En undersøkelse om glidninger i leirterreng og disses årsaker" av B.Haukelid, Oslo 1930.

I 1927 gikk det et skred noe lenger opp ved elva og det skyldtes elvas erosjonsarbeid.

Det siste store skred skjedde i 1954. Skredet er utførlig omtalt, bl.a. i "Tekniske Meddelelser" nr. 2 1956 av sivilingeniør R.A. Sevaldson.

Før de store byggearbeidene i Lodalen tok til hadde terrenget en naturlig dosering på 1:2,5, men da det stadig foregikk glidninger i skråningene, kan man ikke si at disse skråninger var stabile. Fra skredet i 1876 er det referert at skråningen før skredet var 1:3. Selv en så slak skråning har altså heller ikke bestandig vært stabil. Etter opparbeidelsen av driftsbanegården er skråningene enkelte steder strammet opp til 1:2. Det var også tilfelle i skredpartiet fra 1954.

Tidligere grunnundersøkelser i Lodalen

Det skal her bare medtas de undersøkelser som kan tenkes å ha interesse for den prosjekterte utvidelse av driftsbanegården. Dette gjelder undersøkelser i eller i nærheten av skråningene mot Konowsgt. og Kvernner Brug.

Tegning Gk. 779, 1-2 og 3 omfatter boringer langs hele skråningen mot syd mellom lyntoghallen og Kvernner Brug.

Den tilhørende rapport datert 21.10.50, som er skrevet uten de senere erfaringer i forbindelse med raset, konkluderer med at skråningen kan doseres med 1:2 under forutsetning av at et nærmere angitt parti langs omlagt Kvernnerveg avlastes til kote +22. Med en slik avlastningsbankett var beregnet en sikkerhetskoeffisient på henholdsvis 1,12-1,17 og 1,08 for de presumptivt farligste glide snitt. Det var da medtatt et friksjonstillegg på $\phi = 3^\circ$ til de funne kohesjonsverdier. I betraktning av at prøveopptakningsmetodene ikke var fullkomne mente man at sikkerhetskoeffisientene i virkeligheten ble litt større.

Rapporten tar videre forbehold om at "utgravningen skal utføres på en forsiktig og forsvarlig måte. Gravingsarbeidet bør utføres i to eller tre avsatser, i øverste avsats bør gravingsarbeidet være helt ferdig før arbeidet i neste avsats begynner. Bratte gravefronter bør unngås".

Tegning Gk. 779, 4-7 viser grunnboringer utført etter skredet i Lodalen den 6.10.54. Den tilhørende rapport er datert 7.2.55.

Tekniske Meddelelser NSB nr. 2 1956, inneholder artikkel av sivilingeniør R.A. Sevaldson ved NGI: "Raset i Lodalen 6. oktober 1954". Artikkelen er også gjengitt på engelsk i tidsskriftet "Geotechnique" nr. 4 1956.

Supplerende grunnundersøkelser i enkelte profiler ble foretatt

vinteren 1957.

Alle undersøkelser som er utført av geoteknisk kontor til forskjellige tidspunkter er samlet og opptegnet på vedlagte tegninger, Gk. 779,11-20.

K o r t r e s y m é a v g r u n n f o r h o l d e n e

Grunnen består av leire med tynne lag og innslag av mjøle, mo og sand. Fjellet er synlig i dagen på oversiden av Konowsgate, men faller bratt av i Lodalens dyprenne. Løsskråningsfot er de målt dybder til fjell på over 25 m. For mere detaljert opplysning om grunnforholdene henvises til ovenfor nevnte rapporter. Det skal her bare beskrives tre karakteristiske profiler som samtidig er de mest kritiske med hensyn til stabiliteten. De tre profiler er kalt pel 42, pel 56 og pel 16.

P e l 4 2

Tegning Gk.779,13

Skråningen har her en gjennomsnittlig dosering 1:3. Såvidt man kan skjønne er dette en skråning som naturen selv har tildannet.

I skråningen består de øverste 3-4 m av tørrskorpefast masse av leire, mjøle og mosand. Herunder er det leire som blir løsere desto mere vi nærmer oss inn mot fjellet. Under Konowsgate er det kvikkleire i en mektighet av ca. 10 m. Det er i kvikkleirelaget påvist spredte klumper av fast tørrskorpeaktig leire. Dette tyder på at leiren her består av gamle skredmasser som er blitt veltet om slik at tørrskorpeflak er kommet inn i de dypere leirlag.

Leirens skjærfasthet er angitt ved koter på tegning Gk.779,21. Skjærfasthet under 3,0 tonn pr.m² er markert ved skyggelegging. Det skyggelagte parti representerer dessuten for dette profil stort sett kvikkleirepartiet.

Under skråningsfot er det konstatert fast grunn helt ned til fjell med skjærfasthet større enn 5 tonn/m².

Fjellet ligger i et fall på ca. 45° med en dybde av 10-15 m under Konowsgate.

P e l 5 6

Tegning Gk.779,15

Profilen representerer et typisk profil gjennom rasgropen av 1954. Samtlige grunnboringer i dette profil er utført umiddelbart etter raset.

Skråningen hadde før raset en dosering av 1:2, og denne skjærings-skråningen var tatt ut 5 år før raset.

Det er også her noe tørrskorpe øverst, idet tørrskorpen ligger intakt på oversiden av raset. Tørrskorpeflaket er også noenlunde intakt i selve rasgropen, men har forskjøvet seg nedover med raset.

Under tørrskorpen har vi også her løs leire. Skjærfastheten er angitt med koter på tegning Gk. 779,24.

Det er her ikke påvist kvikkleire, men leiren er meget sensitiv og sensitiviteten øker i retning mot Konows gate. Det løseste

partiet ligger nærmest fjell, og inn under Konowsgate, hvor skjærfastheten er nede i mindre enn 2,0 tonn/m².

Mikropaleontologiske undersøkelser utført av NGI i dette område viser at det er foregått skred også tidligere enn det kjente skredet i 1954.

Fjellet ligger i en vinkel på ca. 25° og dybden til fjell under Konowsgate er ca. 12 m.

P e l 1 6

Tegning Gk. 779,19.

Profilen pel 16 er meget nær identisk med et eldre boringsprofil gjengitt på tegning Gk. 746. Det sistnevnte profil er lagt mere vinkelrett på skråningsretningen enn profil 16, og er derfor benyttet ved stabilitetsberegningene. Profilet er forlenget i retning av Konowsgate, hvor profilet er supplert med boringer utført av Norsk Teknisk Byggekontroll etter oppdrag fra Oslo Kommune.

Det er her prosjektert betydelige utgravninger og den fremtidige skjæringsskråningen vil bli beliggende på et kritisk parti i profilet, idet Loelvas tunnel krysser profilet like innenfor skjæringsskråningen.

I likhet med hva som er tilfelle for de tidligere nevnte profiler er det også her løsere leire desto lenger man kommer inn mot fjellet. Det er konstatert et kvikkleirelag på 8-10 m tykkelse. Leirens skjærfasthet er angitt ved koter på tegning Gk. 779,27.

Ved den nåværende skråningsfot er det fjell i dagen. Fjellet faller innover, hvorefter det igjen stiger og blir synlig i dagen innenfor Konowsgate. Største dybde til fjell er ca. 20 m.

S t a b i l i t e t s f o r h o l d

Det er utført stabilitetsberegninger for et stort antall potensielle glideflater.

Beregningene er utført både etter s_u -analyse og c/ϕ -analyse.

Ved s_u -analysen er skjærfastheten bestemt ut fra direkte målte fastheter in situ eller i laboratoriet. Denne analysemetode har tidligere vært anerkjent for leires stabilitet i sin alminnelighet. Ifølge de senere års forskning på det geotekniske område anses metoden bare riktig for byggetilstanden, det vil i dette tilfelle si for tidspunktet umiddelbart etter at skjæringen er tatt ut.

Ved c/ϕ -analyse bestemmes skjærfastheten på grunnlag av laboratoriemessig målte parametere for "sammekohesjon" og "friksjonsvinkel" i leirprøven. Ved denne analysemetode er det anledning til å ta hensyn til de forandringer som skjærfastheten undergår på langt sikt, f.eks. som følge av at gjenliggende leire under uttatte skjæringsmasser blir avlastet. Ved denne metode er det mulig å beregne langtidsstabiliteten av en skjæringsskråning.

I denne forbindelse skal nevnes at skredet 1954 i Lodalen som gikk i en skråning med dosering 1:2 5 år etter at skråningen var tatt og uten påviselig ytre påvirkning anses å være et langtidsfenomen. (Sevaldson: Raset i Lodalen 6. oktober 1954. Tekniske meddelelser, nr. 2, 1956).

De utførte stabilitetsberegninger etter denne siste metode som jernbanens geotekniske kontor har utført bygger på et meget begrenset antall laboratorieundersøkelser utført av NGI. Skjærfasthetsparameterene er bestemt for leirprøver tatt i skredgroppen 1954. Verdien er hentet fra sivilingeniør Sevaldssons avhandling i "Tekniske meddelelser".

Det skal nevnes at for skråningen som raste ut i 1954 er det i ovennevnte artikkel påvist tilnærmet labil likevekt såvel med s_u -analyse som med $c\phi$ -analyse.

Ved beregningene er sett helt bort fra de foreliggende prosjekter for driftsbanegården Lodalen, som alle synes ugjennomførlige i sin nåværende utforming. Man har i stedet valgt den fremgangsmåte å undersøke hvilke muligheter som foreligger sett fra et geoteknisk synspunkt.

Det er helt på det rene at skråningens dosering må være mindre enn 1:2. De mange leirskred og spesielt det siste i 1954 bekrefter fullt ut at skråningen må ha et slakere fall for å være stabil. Som tidligere omtalt hadde opprinnelig skråningene en naturlig dosering på 1:2,5. De naturlige skråningene kan på ingen måte sies å ha vært stabile med de krav til sikkerhet som man må forlange i et bebygget strøk med såvel jernbane- som vegtrafikk. Skredet i 1876 tyder på at selv en dosering på 1:3 kan være for bratt. Hvis det i det hele tatt skal være mulig å kunne foreta noen langtidsstabil utvidelse av driftsbanegården i Lodalen, må det være anledning til å grave med en beskjedne dosering. Det er derfor i de følgende beregninger forutsatt dosering 1:3, eller brattere dosering med avtrapping svarende til en gjennomsnittlig skråning 1:3.

P e l 4 2.

Ved s_u -analyse (Gk.779,22) går det farligste glidesnitt ned til en dybde av 15 m under terreng og inn under Konowsgate. Den beregnede sikkerhetskoeffisient $F_s = 1,17$.

Ved $c\phi$ -analysen er beregnet en sikkerhetskoeffisient $F_s = 1,4$ og det farligste glidesnitt går da vesentlig grunnere. Jordarten ved pel 42 er kvikkleire, mens vi har en annen leirtype i skredgroppen. De nyttede parametere kan derfor ikke sies å være representative for dette profil, og $c\phi$ -beregningene kan derfor bare betraktes som en foreløbig orientering.

P e l 5 6

Det er utført s_u -analyse for Kværners forslag til skråningsprofil, for geoteknisk kontors opprinnelige forslag fra før skredet, og et alternativ med dosering 1:3, (Gk.779,25).

Med full trafikkbelastning på Konowsgate er det ikke tilstrekkelig sikkerhet mot skred ved noen av alternativene. Den farligste glideflate er i alle tre tilfelle en sammensatt glideflate i ca. 10 m dybde som går helt inn til fjell.

Ved $c\phi$ -analyse blir også den farligste glideflate en sammensatt flate i ca. 10 m dybde. Sikkerhetskoeffisienten er avhengig av poretrykket. Det er foretatt beregninger med hydrostatisk trykkfordeling i forhold til en bestemt grunnvannstand. Sikkerhetskoeffisienten blir da henholdsvis 1,09, 1,14 og 1,33 etter som

denne grunnvannstand legges i liten, middels eller stor dybde under terreng.

Forutsetning III for poretrykkets nivålinje, som gir største sikkerhetskoeffisient 1,33, kan gjøres om grunnvannstrykket senkes kunstig svarende til 2,5 m under overflaten i hele skråningen. I praksis kan dette skje ved å ta drengrofter i skråningen og fra grøftenes bund å utføre endel vertikale drener.

De benyttede parametere for skjærfastheten kan her sies å være representative, da NGI's prøver for triaxialforsøk nettopp er tatt i dette område.

P e l 1 6

Sikkerhetskoeffisient er for dette profil funnet å være under 1,0 ved s_u -analyse (Gk. 779,28).

Ved $c\phi$ -analyse er det funnet tilstrekkelig sikkerhet mot utglidning under antagelse av de samme parametere som tidligere (Gk. 779,29).

Boringene viser av Konowsgate på dette parti ligger på god grunn. Norsk Teknisk Byggekontroll konkluderer i sin rapport med at Konowsgate på dette parti ligger trygt.

Den gamle gårdsbebyggelse, Konowsgate 56, ligger imidlertid svært utsatt. Man er kjent med at Kvarner Brug har planer om utvidelse av sin bedrift i retning innover mot Konowsgate og at det da kan bli nødvendig å foreta en avsjaktning av den høye leirterrassen ved Konowsgate 66. Jernbanen skulle i høy grad være interessert i at det blir foretatt en avlastning på dette parti.

S a m m e n d r a g

Tidligere inntrufne skred i Lodalen viser at skråninger 1:2 ikke har vært stabile. Ved den planlagte utvidelse av søndre skråning inn til Konows gate blir skjæringshøyden opp til 20 m, man når inn i løs og sensitiv leire og man må også ta hensyn til trafikklasten fra Konows gate som får en utsatt beliggenhet helt ute mot skråningskanten.

De utførte stabilitetsberegninger viser at skråninger ikke må være brattere enn 1:3 og med en slik skråning vil to eller tre av de planlagte spor gå tapt.

Skråningsfotens beliggenhet ved dosering 1:3 er vist med blått på vedlagte kopi av tegning O.S.a.460.6. Selv en såvidt slak skråning som dette er ikke uten videre varig stabil. En foreløbig overslagsberegning ved hjelp av $c\phi$ -analyse viser at det er mulig å stabilisere skråningen ved at man på kunstig måte holder porevannstrykket nedå på et lavt nivå. Skråningens stabilitet er da betinget av at det i praksis er mulig å gjennomføre en effektiv drenering av leiren.

Det er flere tenkbare løsninger, men det er sannsynlig at den allerede nevnte metoden, ved grøfter i skråningen å senke grunnvannsnivået ned til 2,5 m og fra grøftebunn å utføre vertikale sanddrener som reduserer porevannstrykket tilsvarende, er den metode som har størst praktisk interesse.

Det påtenkte spor til Kværner Brug vil under disse omstendigheter ikke la seg gjennomføre uten at man går glipp av enda flere spor på driftsbanegården. En mur i foten av skråningen vil ikke i nevneverdig grad svekke den totale skrånings stabilitet og man kan ved en mur innvinne f.eks. en sporbredde.

Jernbanens foreløbige planer, 1.byggestadium, O.S.a 461.6, gir ikke plass for skråning 1:3 opp til Konows gate når det gjelder strekningen fra motorvognhallen og ca. 230 m østover. Planene må selv for 1.byggestadium omarbeides for dette parti. Det er mulig at det for Kværnersporet finnes løsninger som ikke legger beslag på så stor plass av søndre skråning, men det vil antakelig bli løsninger som ikke er fullt så tilfredsstillende. Imidlertid er også Oslo kommune interessert, idet Konows gate med sin nåværende beliggenhet og spesielt under hensyn til fremtidig økende trafikk ikke har noen overbevisende sikker beliggenhet. Det foreligger planer for at Europavegen skal krysse Konowsgt. i dette område og hvis disse planer kommer til utførelse må det foretas omreguleringer og ekspropriasjoner.

Med de store interesser som knytter seg til dette område både for jernbanen, Kværner Brug og Oslo kommune synes det riktig å undersøke muligheten av å legge Konows gate inn på fast fjell på kritiske partier. Jernbanen vil da stå mere fritt med hensyn på disponeringen av sitt område og det er sannsynlig at det vil bli plass til Kværnersporet i skråningen.

Et annet alternativ som også bør overveies er en radikal utdrenning av leiren under og utenfor Konows gate ved hjelp av en drenstunnel like under fjelloverglatten. Grunnvannstrykket forutsettes nedtappet gjennom sprekker i fjellet eventuelt gjennom borhull i fjell. Leirens konsolidering vil medføre fasthetsøkning, men også langtidssetninger. Det anses sannsynlig at man etter en tid kan konstatere poretrykksminskning og fasthetsøkning som gjør det forsvarlig å ta leiren ut med skråninger 1:2. Forholdene synes å ligge tilrette for drenstunnel på strekningen pel ca.42-60.

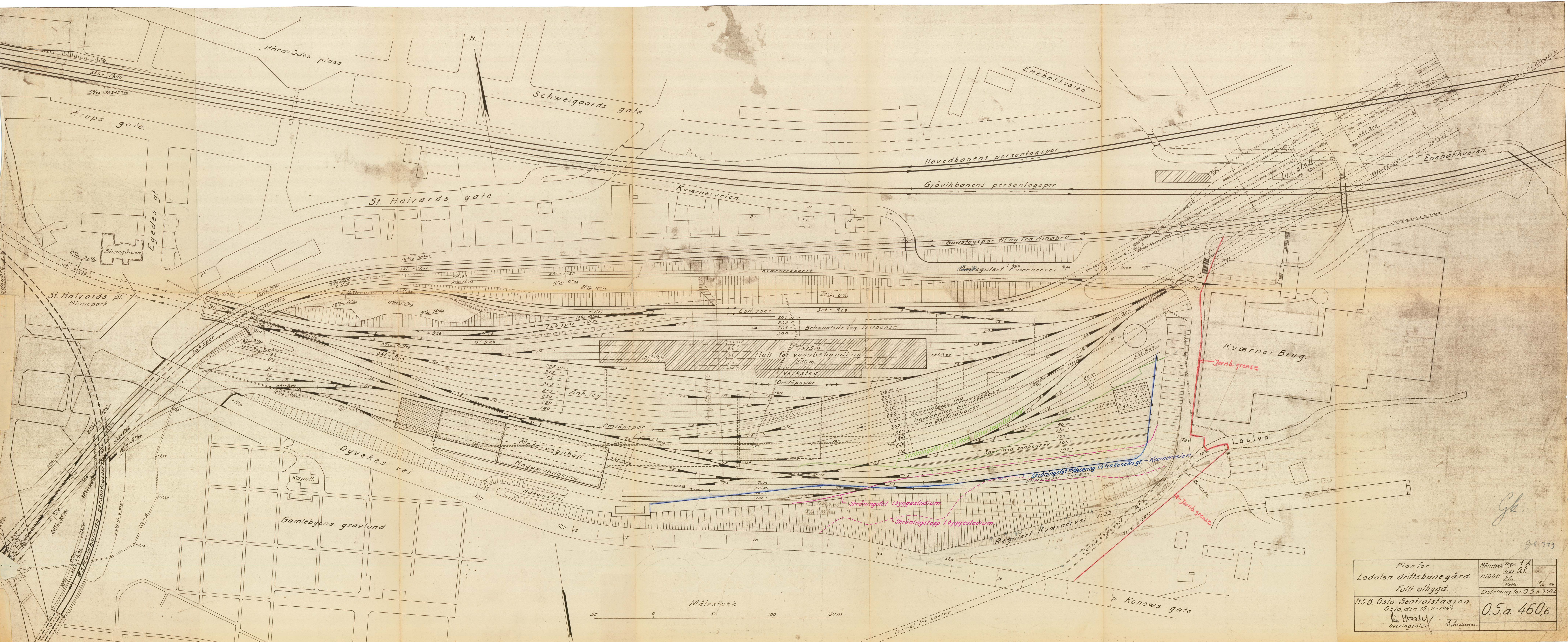
O s l o, den 21.5.58.

H. Skaven-Kaup

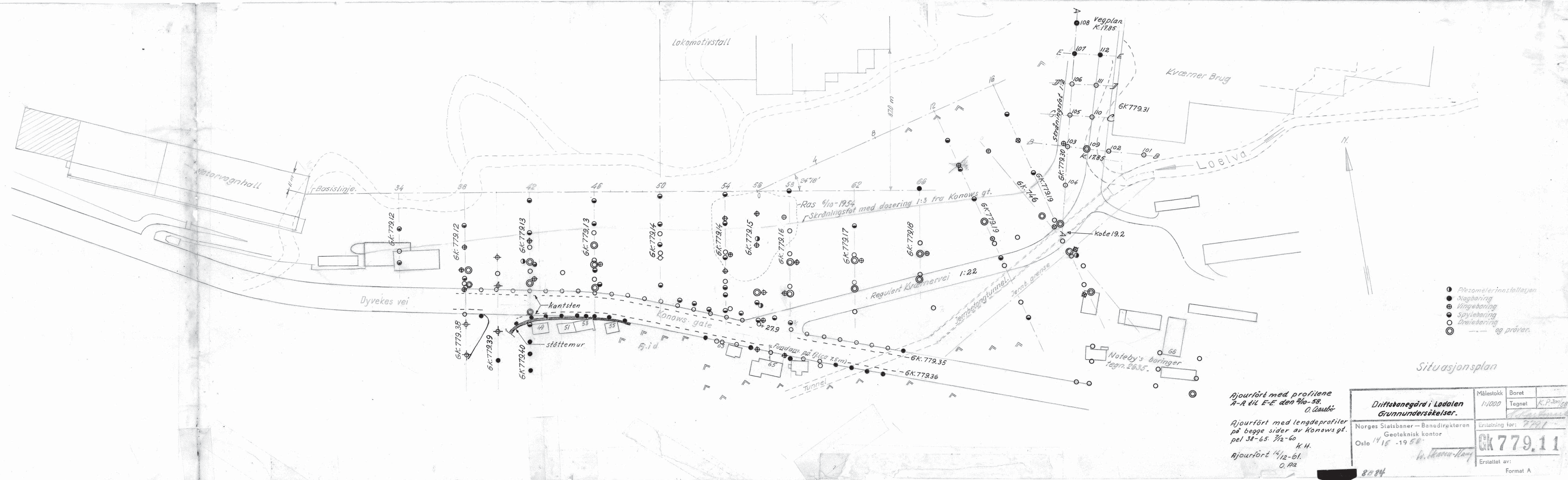
H. Hartmark

Vedlagt tegning Gk.779,11-779,29 og tegning O.S.a.460,6.

Undersøkelser gjengitt på denne tegning er foretatt for Statsbanene eget formål. Ved bruk av tegning og tilhørende rapport til andre formål overtar Statsbanene ikke ansvar for innhold, form eller fortolkning. Dersom noen av resultatene brukes av andre forlanges kilde angitt.



| | | |
|--|------------------------------|---|
| Plan for Lodalen driftsbane-gård. Fullt utbygd. N.S.B. Oslo Sentralstasjon. Oslo, den 15. 2. 1949. Inn Krossley Overingeniør | Målestokk 1:1000 | Tegn. & A. Foss R.H. Ark. 1949 |
| | Erlstatning for O.S.a. 330.6 | |
| | O.S.a. 460.6 | |
| | Gk. 773 | |



Situasjonsplan

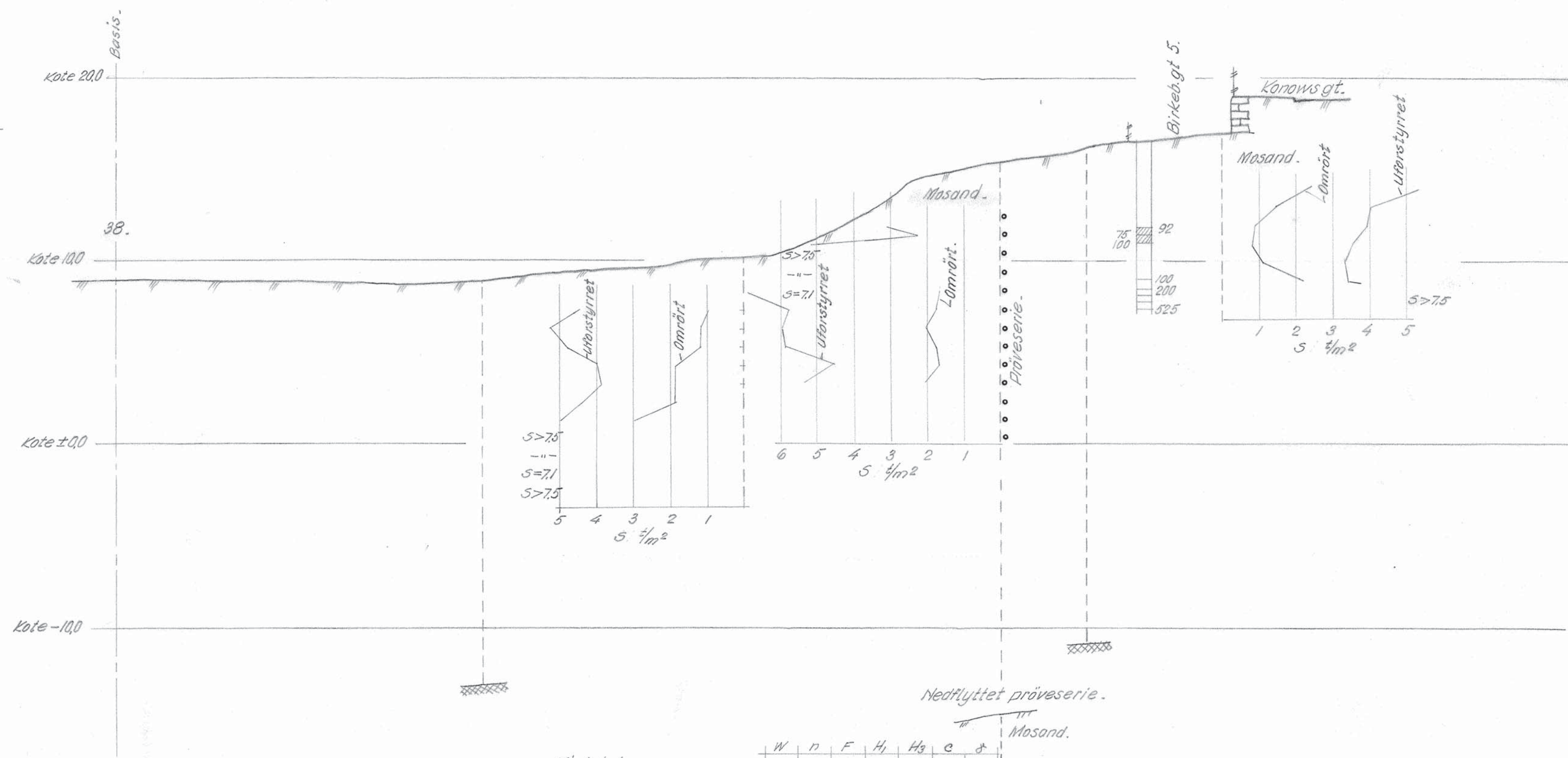
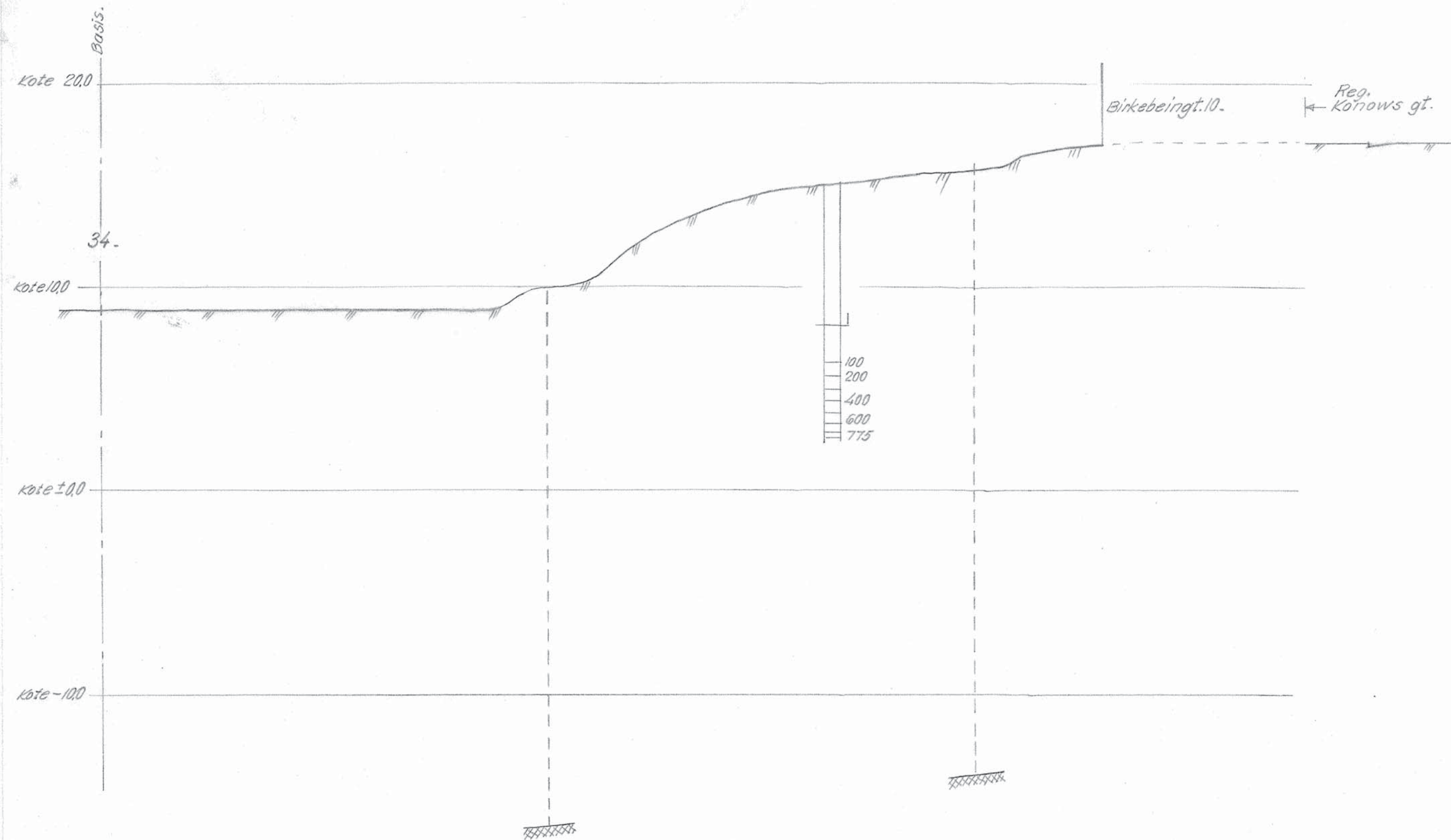
Ajourfört med profilene
A-A til E-E den 2/10-58.
O. Aarebø

Ajourfört med lengdeprofiler
på begge sider av Konows gt.
pel 38-65. 7/12-60

Ajourfört 12/12-61.
O. Ra

| | | | |
|--|---|--------|-------------|
| <i>Driftsbanegård i Lodalen</i> <i>Grunnundersøkelser.</i> | Målestokk | Boret | |
| | 1:1000 | Tegnet | K.P. Jan/60 |
| Norges Statsbaner — Banedirektøren Geoteknisk kontor Oslo 14/5 -1960 <i>W. Haugen</i> | Erstatning for: 7791 Ok 779.11 Erstattet av: | | |

8584



Mjeleleire.

—

—

Leire, sandig, mjelig og maig

—, mjelig.

—

—

—

—

— m/sandkorn

—

—

—

—

| W | n | F | H ₁ | H ₂ | c | δ |
|------|------|----|----------------|----------------|-----|------|
| 27.4 | 42.8 | | | 120 | 30 | 2.05 |
| 25.2 | 40.8 | 28 | 23 | 313 | 5.7 | 2.02 |
| 25.6 | 41.2 | 28 | 25 | 52.8 | 7.4 | 2.02 |
| 26.2 | 41.5 | | | 650 | 8.2 | 2.00 |
| 27.6 | 43.0 | 32 | 31 | 493 | 7.2 | 1.99 |
| 28.2 | 43.5 | 34 | 37 | 330 | 5.8 | 1.99 |
| 28.2 | 43.6 | 34 | 37 | 296 | 5.5 | 1.98 |
| 28.6 | 44.0 | 35 | 37 | 313 | 5.6 | 1.97 |
| 29.4 | 44.8 | 35 | 34 | 241 | 5.0 | 1.97 |
| 26.2 | 42.0 | 37 | 135 | 241 | 5.0 | 2.02 |
| 23.3 | 38.8 | 38 | 140 | 281 | 5.4 | 2.06 |
| 31.8 | 48.3 | 47 | 79 | 296 | 5.5 | 1.99 |
| 40.0 | 53.0 | 55 | 58 | 296 | 5.5 | 1.85 |

Nedflyttet prøveserie.

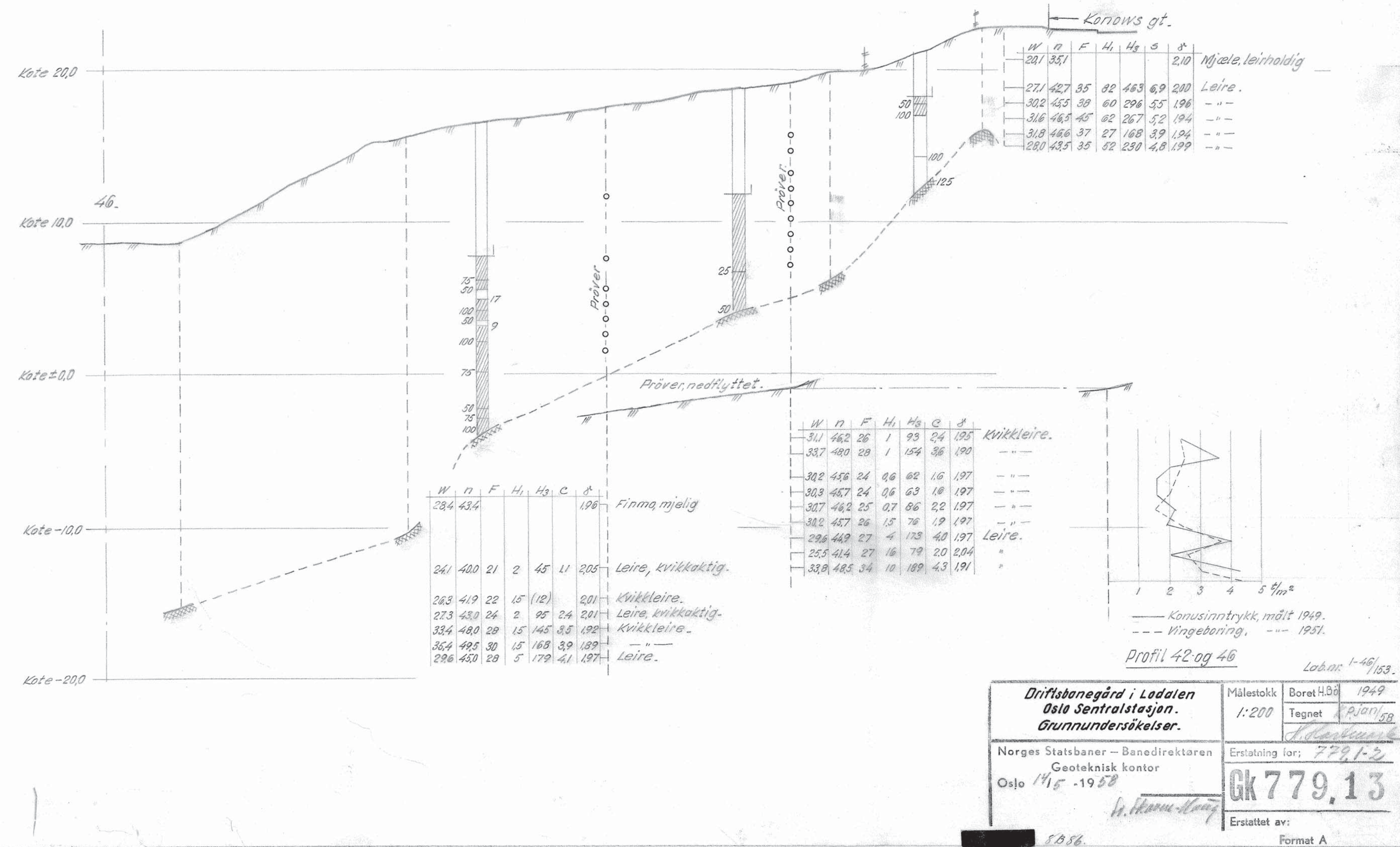
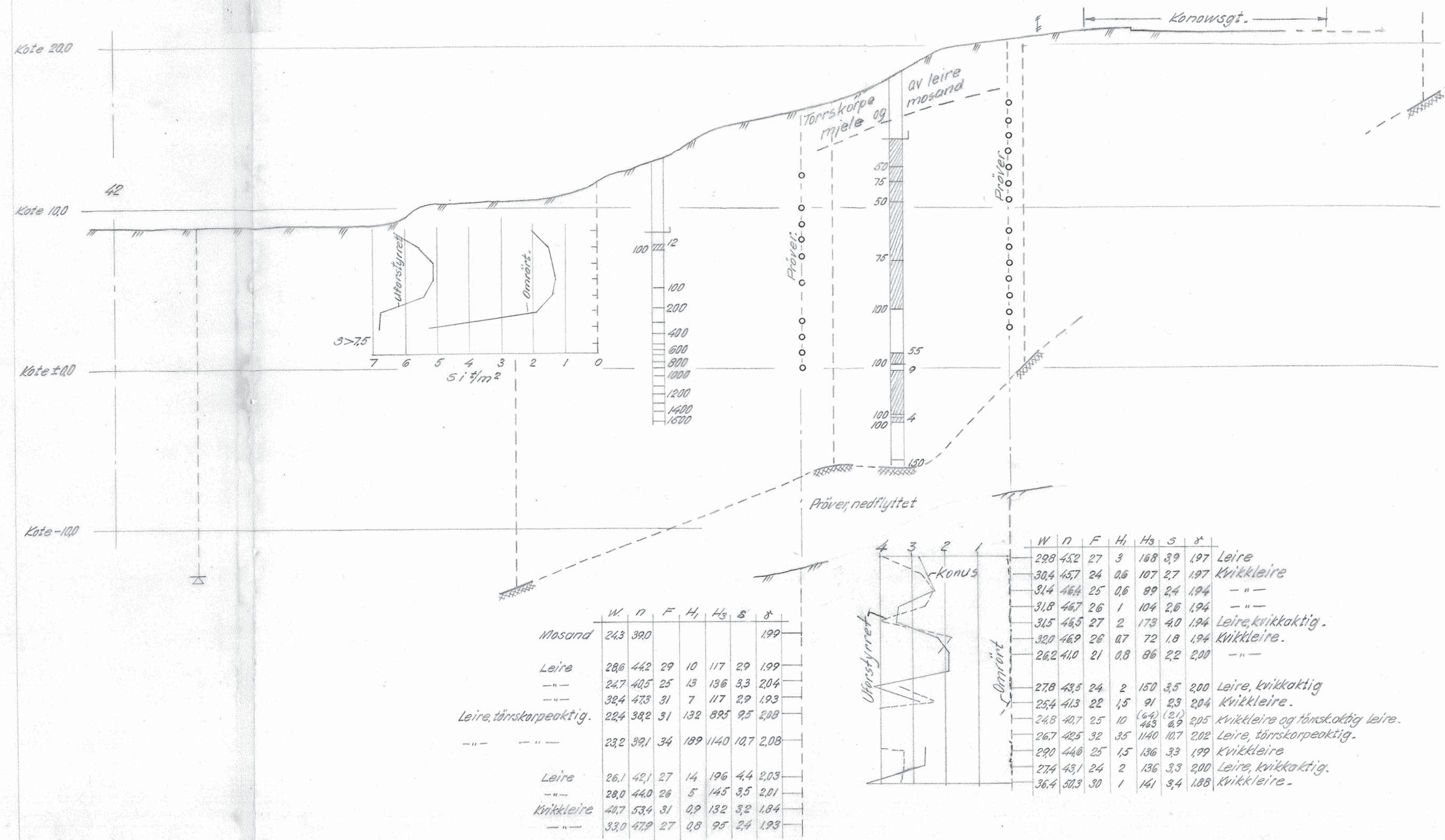
Mosand.

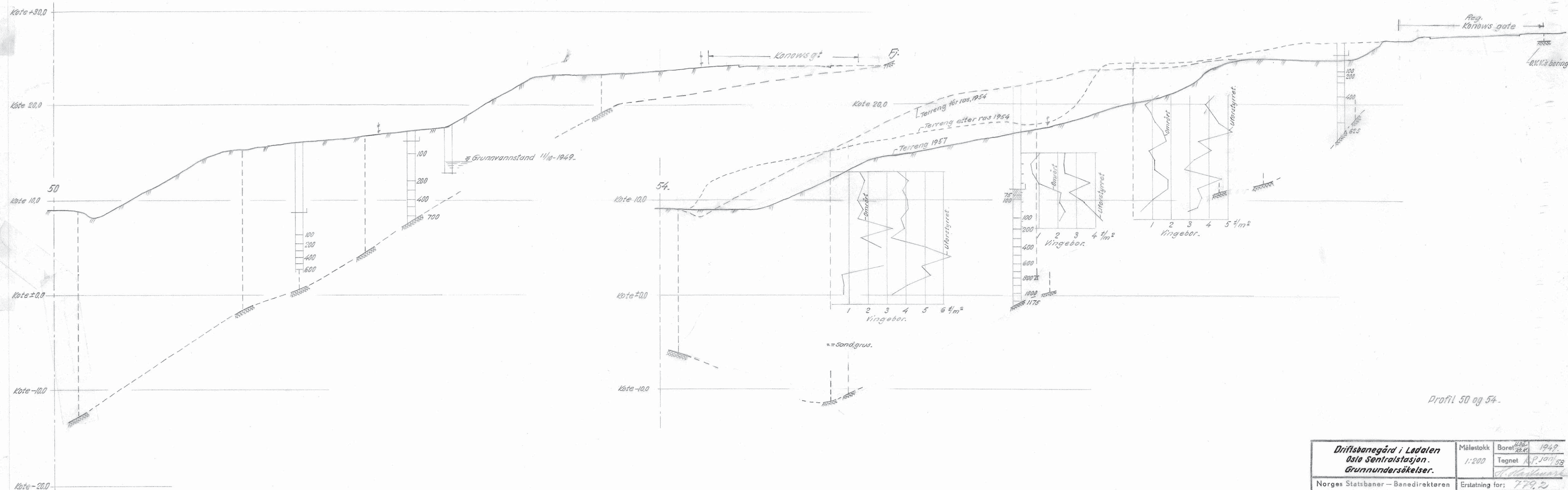
Profil 34 og 38.

Lab. nr. 47-59/195.

| | | | | |
|------------------------------------|--|-----------------------|------------|--------------|
| Driftsbanegård i Lodalen | | Målestokk | Boret H.B. | 1949. |
| Oslo Sentralstasjon. | | 1:200 | Tegnet | K.P. 10/1/58 |
| Grunnundersøkelser. | | H. H. H. H. | | |
| Norges Statsbaner — Banedirektøren | | Erstatning for; 779.1 | | |
| Geoteknisk kontor | | Gk 779.12 | | |
| Oslo 14.15.1958 | | Erstattet av; | | |
| Is. H. H. H. H. | | Format A | | |

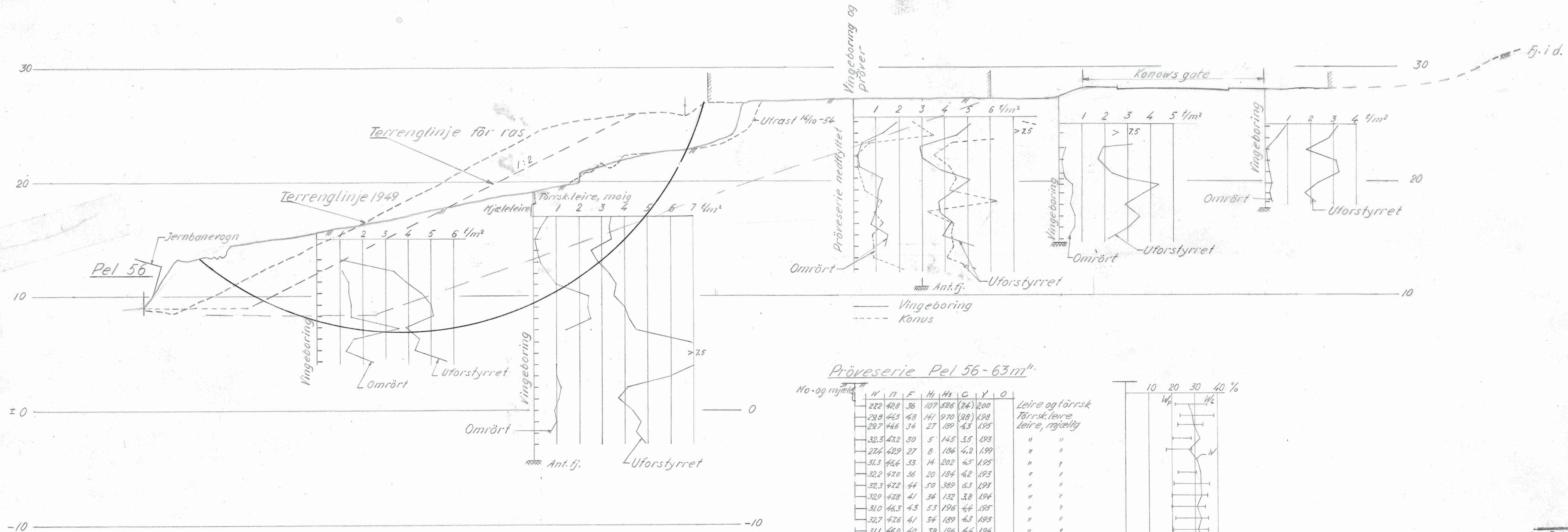
8585





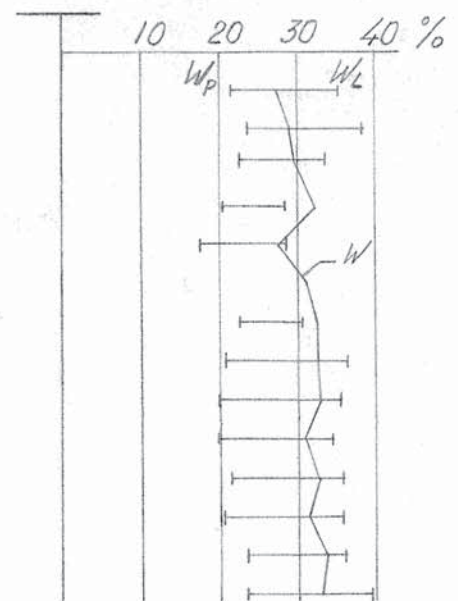
Profil 50 og 54.

| | | | |
|--|--|-----------------------|--|
| Driftsbane i Lodalen Oslo Sentralstasjon. Grunnundersøkelser. | | Målestokk 1:200 | Boret H. B. 1949. Tegnet K. P. Jan 1958 |
| Norges Statsbaner — Banedirektøren Geoteknisk kontor Oslo 15. 1958 | | Erstatning for; 779.2 | |
| Erstattet av: S. H. H. H. H. | | Gk 779.14 | |
| Formåt A | | 5087 | |



Prøveserie Pel 56-63m¹¹.

| No. og mjæle | W | n | F | H ₁ | H ₃ | C | Y | O | |
|--------------|------|----|-----|----------------|----------------|-----|---|---|-----------------|
| 272 | 42.8 | 36 | 107 | 526 | (7.4) | 200 | | | Leire og törnsk |
| 288 | 44.5 | 48 | 141 | 970 | (9.8) | 198 | | | Törnsk. leire |
| 287 | 44.6 | 34 | 27 | 189 | 4.3 | 195 | | | Leire, mjælig |
| 32.3 | 47.2 | 30 | 5 | 145 | 3.5 | 193 | | | " " |
| 274 | 42.9 | 27 | 8 | 184 | 4.2 | 199 | | | " " |
| 31.3 | 46.4 | 33 | 14 | 202 | 4.5 | 195 | | | " " |
| 32.2 | 47.0 | 36 | 20 | 184 | 4.2 | 193 | | | " " |
| 32.3 | 47.2 | 44 | 50 | 389 | 6.3 | 193 | | | " " |
| 32.9 | 47.8 | 41 | 34 | 132 | 3.8 | 194 | | | " " |
| 31.0 | 46.3 | 43 | 53 | 196 | 4.4 | 195 | | | " " |
| 32.7 | 47.6 | 41 | 34 | 189 | 4.3 | 193 | | | " " |
| 31.1 | 46.0 | 40 | 38 | 196 | 4.4 | 194 | | | " " |
| 33.5 | 48.0 | 43 | 38 | 179 | 4.1 | 191 | | | " " |
| 33.1 | 47.7 | 49 | 87 | 281 | 5.4 | 192 | | | " " |



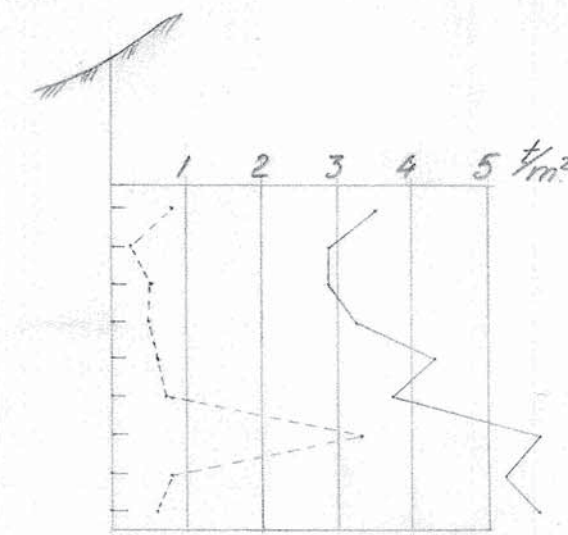
Profil 56.

w = vanninnhold i vektprosent av tørrsubstans.
 n = " " i volumprosent = porøsitet.
 F = relativ finhet.
 H₁ = " fasthet i omrørt prøve.
 H₃ = " " i uomrørt "
 c = kohesjonsskjerfasthet i prøven, uttrykt i tonn pr. m².
 γ = volumvekt i tonn pr. m³.
 o = humufisert organisk stoff i vektprosent av tørrsubstans.
 w_L = flytegrense.
 w_p = utrullingsgrense.

Lab.nr. 37-48/184 og 53-55/184

| | | | | |
|---|--|--|---------------------------|--------------------------------------|
| Driftsbaneværd i Lodalen Oslo Sentralstasjon Grunnundersøkelser | | Målestokk 1:200 | Boret. K.K. Tegn. K.K. | Dat.-No. 14/11-54 A. Rasmussen |
| Norges Statsbaner - Sæneidirektøren Geoteknisk kontor Oslo 20/12 - 1954 | | Erstatning for: Gk77915 Erstattet av: | | |

Boringer etter
ras 6-10-1954



Lab. nr. 68-87/153.

Kote 300

Kote 200

Kote 100

Kote ±00

66.

Fjell etter tidligere boringer.

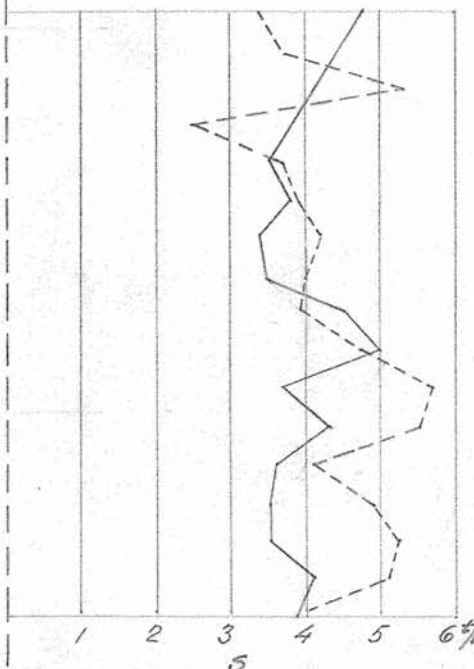
Leire, sandig-
100

| Leire | W | n | F | H ₁ | H ₂ | C | δ |
|-------|------|------|----|----------------|----------------|------|------|
| 290 | 44,6 | 33 | 27 | 230 | 4,8 | 1,98 | |
| Leire | 33,5 | 48,1 | 30 | 5 | 145 | 3,5 | 1,92 |
| " | 34,2 | 48,5 | 30 | 4 | 163 | 3,8 | 1,91 |
| " | 30,7 | 46,0 | 28 | 4 | 141 | 3,4 | 1,96 |
| " | 28,0 | 43,6 | 28 | 10 | 150 | 3,5 | 2,00 |
| " | 21,7 | 37,7 | 23 | 16 | 202 | 4,5 | 2,12 |
| Leire | 30,6 | 45,9 | 35 | 24 | 241 | 5,0 | 1,96 |
| " | 28,5 | 44,2 | 35 | 51 | 158 | 3,7 | 1,99 |
| " | 39,3 | 52,4 | 43 | 15 | 189 | 4,3 | 1,86 |
| " | 32,6 | 47,6 | 37 | 25 | 154 | 3,6 | 1,94 |
| " | 32,0 | 47,1 | 36 | 24 | 150 | 3,5 | 1,95 |
| " | 31,8 | 47,0 | 37 | 29 | 150 | 3,5 | 1,95 |
| " | 33,7 | 48,5 | 42 | 33 | 179 | 4,1 | 1,92 |
| " | 33,5 | 48,5 | 42 | 33 | 168 | 3,9 | 1,93 |

gruskorn

Prøver, utflyttet.

| Leire | W | n | F | H ₁ | H ₂ | C | δ |
|-------|------|------|----|----------------|----------------|------|------|
| 293 | 44,6 | 35 | 34 | 202 | 4,5 | 1,97 | |
| " | 30,4 | 45,9 | 30 | 8 | 189 | 4,3 | 1,97 |
| " | 32,7 | 47,6 | 30 | 5 | 158 | 3,7 | 1,93 |
| " | 32,1 | 47,2 | 30 | 6 | 145 | 3,5 | 1,94 |
| " | 33,2 | 47,8 | 32 | 8 | 158 | 3,7 | 1,92 |
| " | 32,6 | 47,7 | 33 | 10 | 163 | 3,8 | 1,94 |
| " | 31,2 | 46,5 | 33 | 16 | 189 | 4,3 | 1,96 |
| " | 24,8 | 40,9 | 28 | 27 | 168 | 3,9 | 2,05 |
| " | 31,1 | 46,4 | 32 | 27 | 281 | 5,4 | 1,95 |
| " | 30,4 | 45,3 | 37 | 37 | 253 | 5,1 | 1,95 |



— S, konusinntrekk, målt 1949
- - - S, virgebor, 1951

Profil 66.

Lab.nr. 88-112/1153

| | | | |
|---|--|---|---|
| Driftsbanegård i Lodalen Oslo Sentralstasjon. Grunnundersøkelser. | | Målestokk 1:200 | Boret H.Bö Tegnet K.P. Jan 58 H. Høstmark |
| Norges Statsbaner - Banedirektøren Geoteknisk kontor Oslo 1415 - 1958 | | Erstatning for: 779.2 Gk 779.18 Erstattet av: H. Høstmark | |
| 9VF95 | | Format A | |

Kote 20

12

10

0

20

16

10

0

Ve

t/m² 6 5 4 3 2 1

S > 7.5
S > 7.5

Leire
" "
" "
Leire m/sandk.

| W | n | F | H ₁ | H ₂ | C | γ |
|------|------|----|----------------|----------------|-----|------|
| 36.1 | 50.4 | 43 | 25 | 132 | 3.2 | 1.90 |
| 33.0 | 47.8 | 40 | 28 | 101 | 2.6 | 1.93 |
| 36.6 | 50.4 | 46 | 33 | 136 | 3.3 | 1.88 |
| 33.2 | 48.0 | 40 | 27 | 136 | 3.3 | 1.93 |
| 31.5 | 46.7 | 40 | 37 | 179 | 4.1 | 1.95 |

Uforstyrret
Omrørt

Prøver se Gk 746
(pel 9)

Prøver se Gk 746
(pel 11)

Prøver se Gk 746
(pel 13)

Lagerskur

Ve

1 2 3 4 t/m²

Leire mjelig
" "
" " kvikkaktig
" "
" "
" "

| W | n | F | H ₁ | H ₂ | C | γ |
|------|------|------|----------------|----------------|-----|------|
| 26.8 | 43.4 | (50) | (296) | 526 | 7.4 | 2.05 |
| 35.4 | 49.5 | 45 | 37 | 163 | 3.8 | 1.90 |
| 31.6 | 46.7 | 30 | 6 | 110 | 2.8 | 1.95 |
| 34.0 | 48.5 | 30 | 21 | 101 | 2.6 | 1.91 |
| 29.8 | 45.2 | 28 | 5 | 75 | 1.9 | 1.97 |
| 40.0 | 52.6 | 35 | 4 | 110 | 2.8 | 1.85 |
| 33.9 | 49.3 | 31 | 5 | 67 | 1.7 | 1.91 |

Omrørt
Uforstyrret
Uforstyrret
Omrørt

S = 5.3

| W | n | F | H ₁ | H ₂ | C | γ |
|------|------|-----|----------------|----------------|-----|------|
| 34.2 | 48.4 | 27 | 0.6 | 6.2 | 1.6 | 1.90 |
| 29.5 | 24 | 0.8 | | | | |
| 31.6 | 46.6 | 27 | 1.3 | 98 | 2.5 | 1.94 |

1 2 3 4 5 t/m²

Kvikkleire
" "
" "

| W | n | F | H ₁ | H ₂ | C | γ |
|------|------|----|----------------|----------------|-----|------|
| 29.0 | 44.5 | 30 | 15 | 313 | 5.7 | 1.97 |
| 30.6 | 45.8 | 25 | 10 | 141 | 3.4 | 1.96 |
| 29.6 | 44.2 | 24 | 10 | 145 | 3.5 | 1.93 |
| 33.6 | 48.1 | 26 | 0.5 | 110 | 2.8 | 1.93 |
| 31.5 | 46.5 | 25 | 0.7 | 120 | 3.0 | 1.94 |
| 32.7 | 47.7 | 27 | 1.0 | 168 | 3.9 | 1.94 |
| 37.1 | 50.7 | 30 | 1.5 | 168 | 3.9 | 1.88 |
| 28.4 | 42.2 | 22 | 1.5 | 79 | 2.0 | 2.02 |
| 35.5 | 42.7 | 30 | 2.0 | 46 | 1.2 | 1.90 |
| 32.0 | 47.0 | 28 | 2.5 | 150 | 3.5 | 1.94 |
| 32.9 | 47.9 | 29 | 2.5 | 128 | 3.1 | 1.93 |
| 33.8 | 48.6 | 31 | 6 | 150 | 3.5 | 1.93 |

w = vanninnhold i vektprosent av tørrsubstans.
n = " " i volumprosent = porøsitet.
F = relativ finhet.
H₁ = " fasthet i omrørt prøve.
H₂ = " " i uomrørt "
s = kohesjonsskærfasthet 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.

Prøveserier fra Gk 746

Pel 9

Pel 11

| W | n | F | H ₁ | H ₂ | C | γ |
|------|------|----|----------------|----------------|-----|------|
| 36.0 | 53.0 | 30 | 26 | 70 | 1.6 | 1.94 |
| 31.8 | 46.7 | 29 | 4 | 93 | 2.4 | 1.96 |
| 34.4 | 48.9 | 33 | 7 | 106 | 2.0 | 1.91 |
| 31.2 | 46.6 | 30 | 8 | 113 | 2.8 | 1.95 |
| 34.8 | 48.9 | 35 | 10 | 140 | 3.4 | 1.89 |
| 32.0 | 47.1 | 35 | 18 | 158 | 3.7 | 1.94 |

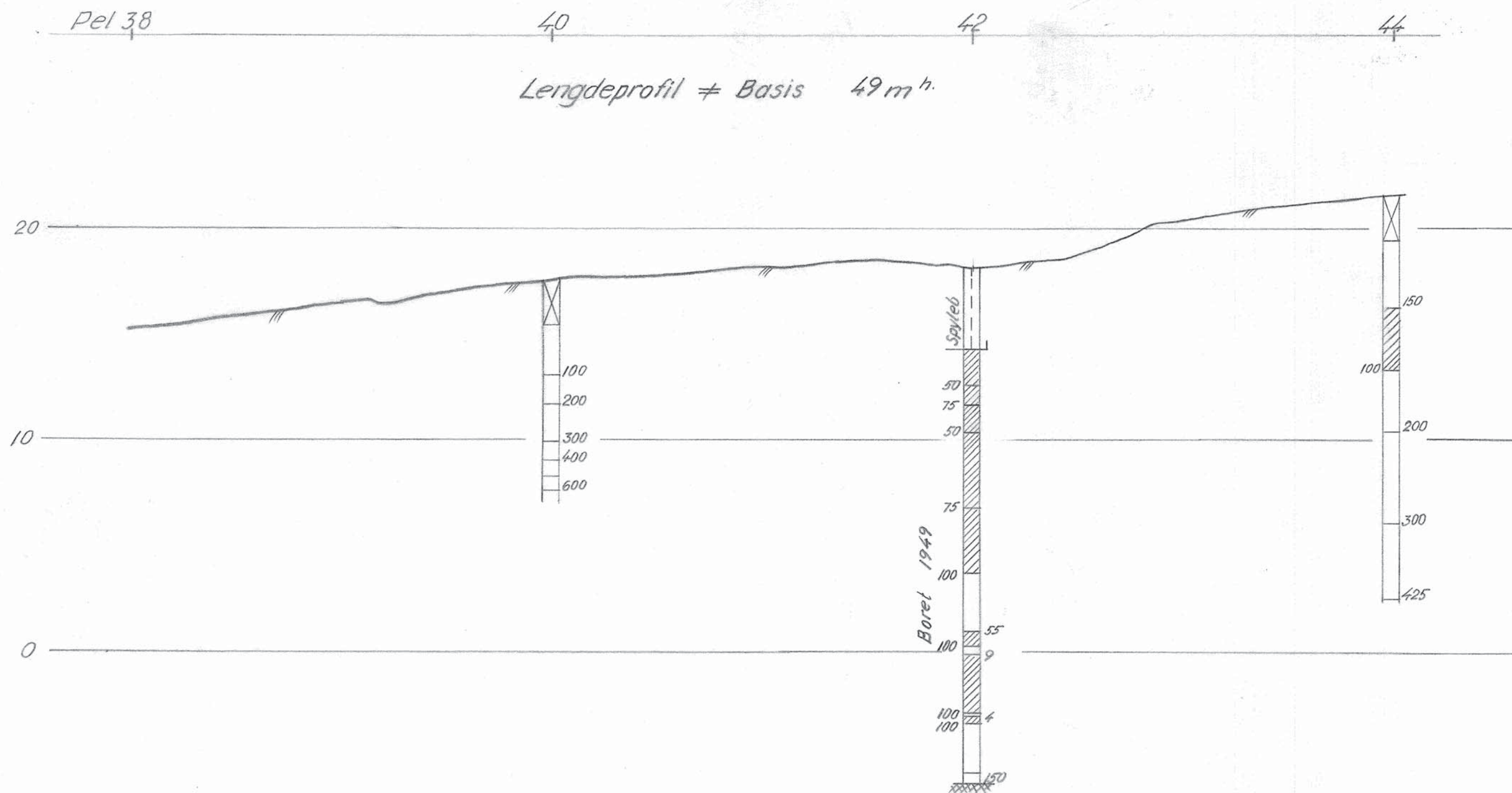
| W | n | F | H ₁ | H ₂ | C | γ |
|------|------|----|----------------|----------------|------|-------------------------------|
| 33.8 | 48.3 | 29 | 21 | (2.6) | 1.91 | Leire, kvikkaktig |
| 31.4 | 46.5 | 29 | 7 | 104 | 2.6 | 1.95 Leire. |
| 33.0 | 47.8 | 30 | 5 | 124 | 3.1 | 1.93 " " |
| 30.7 | 46.2 | 30 | 8 | 141 | 3.4 | 1.97 " " |
| 31.2 | 46.2 | 31 | 10 | 141 | 3.4 | 1.96 " " |
| 152 | 292 | | | | 2.21 | Grov og fin sand, leirholdig. |

Pel 13

Profil 12 og 16

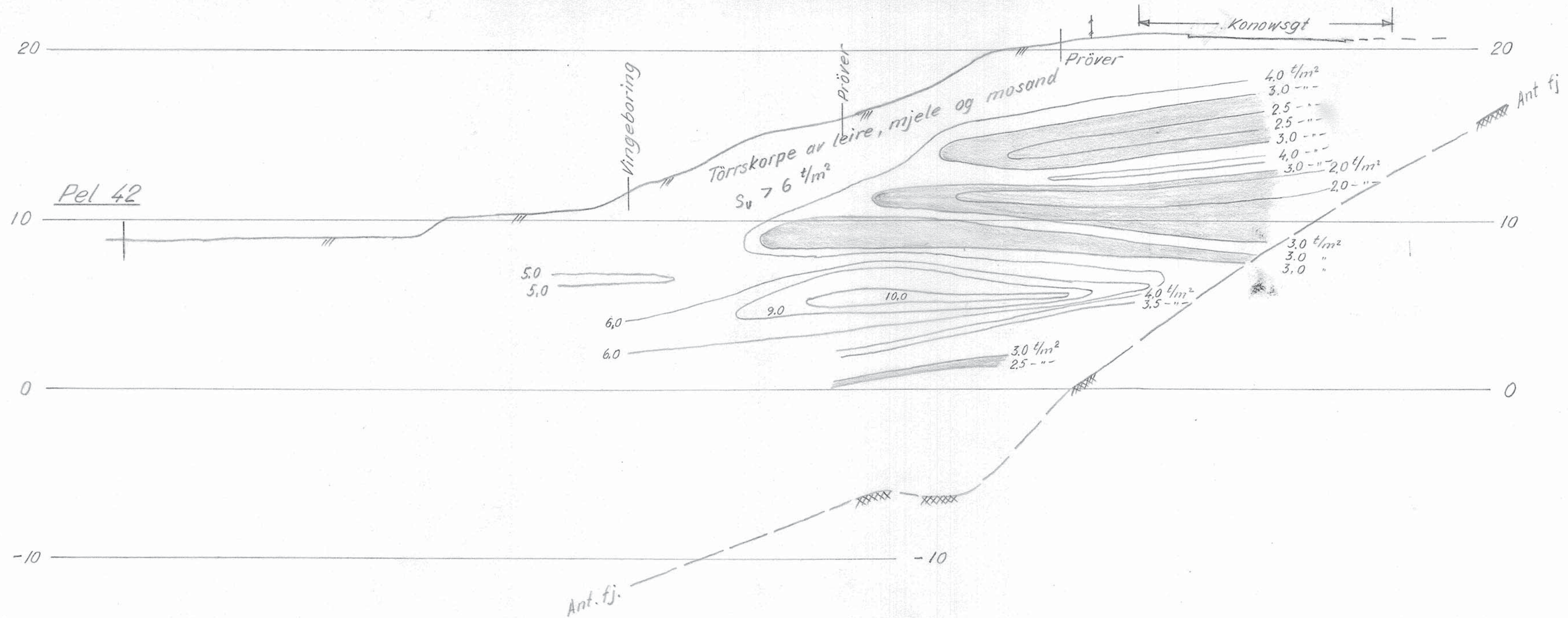
Ajourført og rettet 29/1-1957 K.K.

| | | | |
|---|--|--|--|
| Driftsbaneværd i Lodalen. Oslo Sentralstasjon Grunnundersøkelser | | Målestokk 1:200 | Boret 4/8 1949 Tegnet K.K. 29/1-57 J. H. K. K. |
| Norges Statsbaner - Banedirektøren Geoteknisk kontor Oslo 14/5 - 1958 | | Erstating 1:2 Gk 779-19 Erstattet av: 779.3 Format A 7892 | |



Til dreieboringen er brukt borlengder og spiss med henholdsvis 19 og 30 mm. diameter. Skravert borhull betyr at boret har sunket, uten å dreies, med den belastning på boret som er skrevet på borhullets 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 omdreininger er skrevet på høyre side av borhullet.

| | | | |
|---|---------------|-------------|-----------------|
| Driftsbanegård Loddalen Grunnundersøkelser | Målestokk | Boret K.R. | Jan - Febr 1957 |
| | 1:200 | Tegnet K.K. | 20/2-57 |
| Norges Statsbaner — Banedirektøren Geoteknisk kontor Oslo 1915 - 1958 | Erstattet av; | | |
| H. Karvén-Karvén | GK 779.20 | | |
| | Erstattet av: | | |



Pel 42

*S_v-koter bestemt ved vingebooring og prøver
Skjærfasthet under 3,0 t/m² er markert ved skyggelegging*

| | | |
|--|----------------|----------------------|
| Driftsbanegård i Lodalen Oslo sentralstasjon | Målestokk | Boret |
| | 1: 200 | Tegnet <i>2/5-57</i> |
| Norges Statsbaner — Banedirektøren Geoteknisk kontor Oslo 14 15 - 1950 | Erstattet for; | |
| <i>h. Hansen-Kaas</i> | Gk 779,21 | |
| Erstattet av: 2/1578, Formst. A | | |

Pel 42

Konowsgt 2 t/m^2

1:3

2 $F_s = 1.48$

1 $F_s = 1.17$

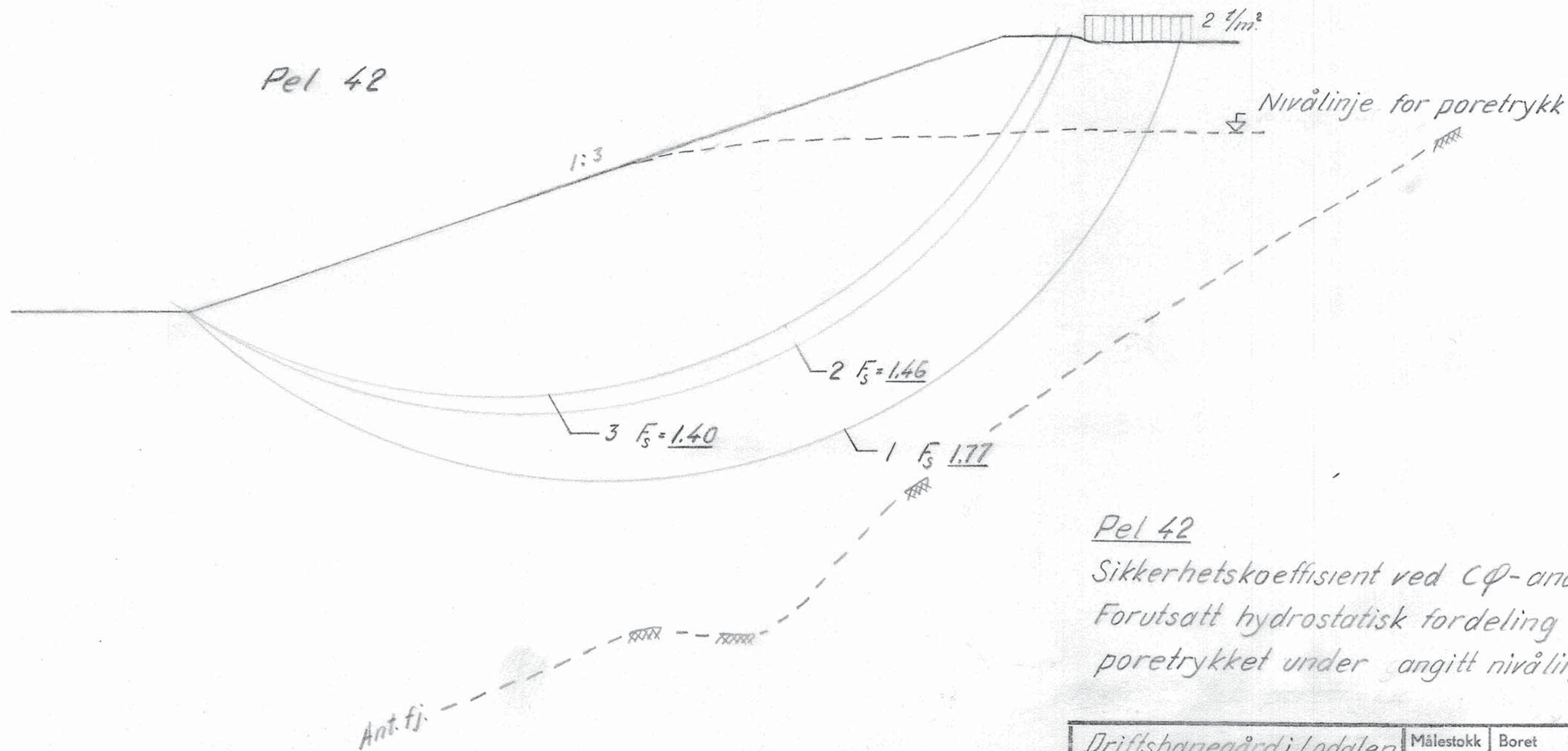
Ant.fj

Glidesnitt 1 begrenset til 60 m, korrigeret for endeflatenes skjærkrefter $F_s = 1.38$

Sikkerhetskoeffisienter ved S_0 -analyse

| | | | |
|--|-------------|----------------------------------|---------|
| Driftsbanegård i Lodalen Oslo sentralstasjon | Målestokk | Boret | |
| | 1 : 200 | Tegnet | 27/5-57 |
| | H. Hartmann | | |
| Norges Statsbaner — Banedirektøren Geoteknisk kontor Oslo 14/5 -1958 | | Erstatning for; Gk 779,22 | |
| Le. Skarum - Høy | | Erstattet av: | |

Pel 42



Pel 42

Sikkerhetskoeffisient ved $C\phi$ -analyse
Forutsatt hydrostatisk fordeling av
poretrykket under angitt nivålinje

| | | | |
|---|-----------------|---------------------|---------------------------------|
| Driftsbanegård i Lodalen Oslo sentralstasjon | Målestokk | Boret | |
| | 1:200 | Tegnet <i>J. J.</i> | 27/3-57 <i>H. Skarv-Haug</i> |
| Norges Statsbaner — Banedirektøren Geoteknisk kontor Oslo 1415 - 1958 | Erstatning for; | | |
| | Gk 779.23 | | |
| <i>H. Skarv-Haug</i> | Erstattet av: | | |



Pel 56

S_u-koter er best. med vinge boring og prøver.

Skjærfastheten under 3 t/m² er markert ved skyggelegging

| | | | |
|--|-----------------|-----------|-------------------------|
| Driftsbanegård i Lodalen Oslo sentralstasjon. | Målestokk | Boret | |
| | 1:200 | Tegnet av | 22/5-57 H. Skarvhaug |
| Norges Statsbaner — Banedirektøren Geoteknisk kontor Oslo 14/5 -1958 | Erstatning for; | | |
| | Gk 779.24 | | |
| | Erstattet av: | | |

Pel 56
Sikkerhetskoeffisient ved S_0 -analyse

| | | |
|---|--|---|
| Driftsbanegård i Lodalen Oslo sentralstasjon | Målestøkk | Boret |
| | 1:200 | Tegnet <i>JA</i> 23/3-51 <i>S. H. Hansen</i> |
| Norges Statsbaner -- Banedirektøren Geoteknisk kontor Oslo 1415 - 1950 <i>S. H. Hansen - konge</i> | Erstatning for; <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Gk 779, 25</div> Erstattet av: 6F76 Formet A | |



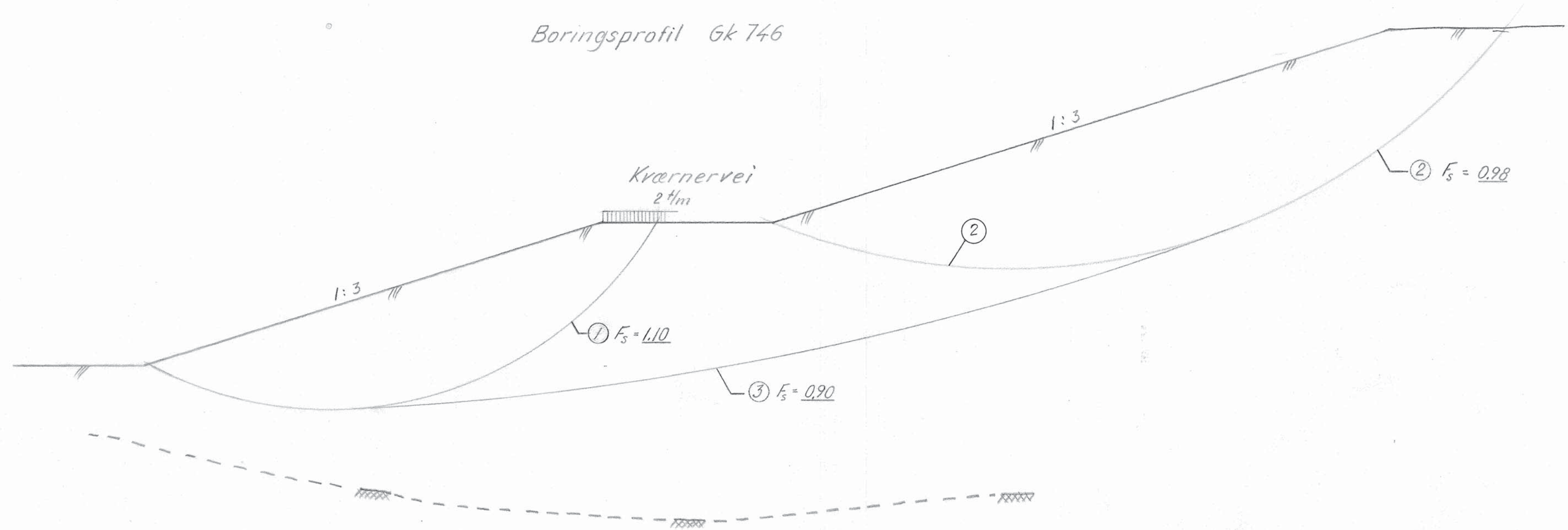
Profil Gk 746 (pel 16)

S_v -koter bestemt ved vingebooring og prøver
 Skjærfasthet under 3,0 t/m² er markert ved skyggelegging

| | | | |
|---|-----------------|--------|---------|
| Driftsbanegård i Lodalen Oslo sentralstasjon | Målestokk | Boret | |
| | 1:200 | Tegnet | 28/3-57 |
| Norges Statsbaner — Banedirektøren Geoteknisk kontor Oslo 14/5-1958 | Erstatning for; | | |
| | Gk 779,27 | | |
| Erstattet av: | | | |

J. Kvern-And

Boringsprofil Gk 746

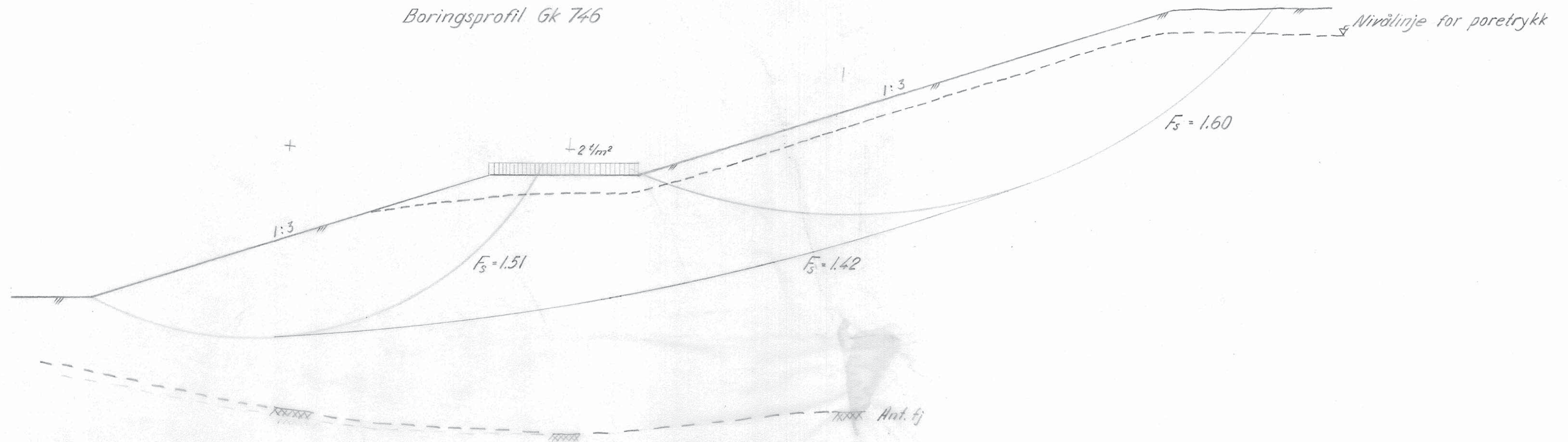


Profil Gk 746 (pel 16)

Sikkerhetskoeffisienter ved S_0 -analyse

| | | |
|--|------------------------------|---|
| Driftsbanegård i Lodalen Oslo sentralstasjon | Målestokk | Boret |
| | 1 : 200 | Tegnet <i>K. J.</i> 27/3-57 <i>J. Skarv-Haug</i> |
| Norges Statsbaner — Banedirektøren Geoteknisk kontor Oslo 1415 .1958 | Erstatning for; | |
| | Gk 779, 28 | |
| | Erstattet av: <i>Oslo</i> | |

Boringsprofil Gk 746



Profil Gk 746 (pel 16)
 Sikkerhetskoeffisienter ved $C\phi$ -analyse
 Forutsatt hydrostatisk fordeling av
 poretrykket under angitt nivålinje

| | | | |
|---|----------------|-----------|------------------------|
| Driftsbanegård i Lodalen Oslo sentralstasjon | Målestokk | Boret | |
| | 1:200 | Tegnet av | 23/4-57 H. H. H. H. |
| Norges Statsbaner — Banedirektøren Geoteknisk kontor Oslo 1415 - 1958 | Erstatning for | | |
| | Gk 779,29 | | |
| | Erstattet av: | | |