

Oslo kommune
Den geotekniske konsulent.

Rapport over:

geotekniske undersøkelser for "Grunnlinjen"

7. del: Planfritt kryss Nylandsveien - Bispegata.

R - 45 - 55.

26. august 1960.

Bilag	510:	Signaturforklaring.
"	511:	Situasjonsplan
"	512:	Profil 1.
"	513:	" 2.
"	514:	" 3.
"	515:	" 4.
"	516:	" 5.
"	517:	" 6.
"	518:	" 7.
"	519:	" 8.
"	520:	Vingeboring 111+5.
"	521:	" 114/118.
"	522:	" 126.
"	523:	Prøveserie 113/114.
"	524 ^I og 524 ^{II} :	" 123+5
"	525:	" 126/119.
"	526 ^I og 526 ^{II} :	" 127.
"	527:	Stabilitetsberegning, profil 1.
"	528:	" " " 3.
"	529:	" " " 5.
"	530:	" " " 6.
"	531:	" " " 8.
"	532:	" " " 9.
"	533:	" " " 10.
"	534:	" " " 11.
"	535 - 543:	Ødometerforsøk.
"	544:	Setningsberegning punkt A og B.
"	545:	Plan over den del av området der grunnforsterking foreslåes

Innledning:

I denne rapport behandles det området ved Bjørvika der det er planlagt et planfritt kryss Nylandsveien - Bispegata.

Det foreligger 3 alternativer:

alt. 1 med åpen sluse, alt. 2 A lukket sluse og rundkjøring, og alt. 2 B lukket sluse og signalregulering.

Markarbeidet:

Markarbeidet er utført av borelag fra kontorets markavdeling, og består av 25 spyleboringer til antatt fjell, 2 vingeboringer og 4 prøveserier.

Beliggenheten av borepunktene er angitt på situasjonsplan, bilag 511 med kote terreng, kote antatt fjell og dybde til antatt fjell. Der det ikke er boret til antatt fjell er boreddybden angitt i parentes. Nedenfor følger en kort beskrivelse av de anvendte boremetoder:

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, og de kan, dersom foringsrør anvendes, samles opp slik at løsmassenes art og eventuell lagdeling kan bestemmes.

Boremetoden anvendes i finkornige masser til relativt store dyp.

Vingeboring:

Skjærfastheten bestemmes i marken ved hjelp av vingebor. Et vinge-kors 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.

Prøvetaking:

Med det anvendte prøvetakingsutstyr opptas prøver i tynnveggede rustfrie stålrør med en lengde på 80 cm og diameter 54 mm. Hele cylinderen med prøven sendes i forseglet stand til laboratoriet.

Laboratorieundersøkelser:

De opptatte 54 mm. prøvene ble undersøkt på kontorets laboratorium.

De uforstyrrede prøver blir skjøvet ut av cylinderen.

Deretter blir det skåret av et tynt lag i prøvens lengderetning, og dette laget blir tørket langsomt ut for konstatering av eventuell lagdeling.

På grunnlag av prøveserie blir det utarbeidet en beskrivelse av jordartene.

Med prøvene blir følgende bestemmelser utført:

Romvekt γ (t/m³) våt vekt pr. volumenhet.

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 (%) er bestemt etter metoder normert av American Society for Testing Materials og 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 grunnen blir flytende ved omrøring.

Skjærfastheten s (tf/m²) er bestemt ved enaksede trykkforsøk.

Prøven med tverrsnitt 3,6 x 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 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. Videre er sensitiviteten beregnet 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.

Ødometerforsøk:

Prinsippet ved ødometerforsøkene er at en skive av leiren med diameter 5 cm. og høyde 2 cm. belastes vertikalt. Prøven er innesluttet av en stålsylinder og ligger mellom 2 porøse filtersteiner. Lasten påføres stegvis, og sammentrykningen av prøven observeres som funksjon av tiden for hvert lastesteg. Forsøkene gir grunnlag for beregning av de totale setninger i marken, og tidssetningsforløpet.

Resultatene er vist på bilagene 523 - 526 og bilagene 535 - 543.

Grunnforhold:

Det undersøkte området ligger på begge sider av Akerselvas nedre løp.

I ca. 100 m. lengde, varierer bunnen av Akerselva mellom kotene ca. - 1,30 og - 2,80. Terreng høyden forøvrig varierer stort sett mellom kotene 0,90 og 3,10.

Dybden til antatt fjell varierer ifølge boringen mellom 21 m. og 46 m. De mindre dybder er målt i Akerselva nær Bispebrua.

Fjellet faller mot begge sider og dessuten i retning oppover Akerselva.

De to prøveseriene 123 og 127 viser øverst et 3 - 4 m. tykt lag med fyllmasser som bl.a. inneholder grus og stein. Under disse masser er det et lag som vesentlig består av sagflis med mektighet 3 - 5 m. som når ned til kote - 8 - - 9.

Prøveseriene 113/114 og 126/119 som er tatt ute i Akerselva viser ikke så mye sagflis, men den forekommer også her, delvis blandet med andre masser. Bunnen av Akerselva er dekket av slam med sterkt varierende mektighet. På grunn av mudringsarbeider og elvas vekslende strømforhold, må man forvente at mektigheten av de øvre slamlag har forandret seg etter at boringene ble utført.

Prøveserie 113/114 viser ca. 3 m. slam og vingeboring 114/118 ca. 4 m, sannsynligvis oppblandet med sagflis nederst.

Under sagflislaget er det siltig leire, noe blandet med gruskorn. Bortsett fra noen mindre partier med meget sensitiv leire, i 11-12 m's dybde for vingeboring 114/118 og prøveserie 127, og 3-6 m. dybde for vingeboring 126, varierer sensitiviteten mellom 2 og 8, for det meste mellom 4 og 8, og kan kalles lite sensitiv til sensitiv, vesentlig sensitiv.

Prøveseriene og vingeboringene viser god overensstemmelse for skjærfastheten. Leiren er stort sett bløt til middel fast, bortsett fra noen svakere partier med skjærfasthet 1 - 2 t/m² som forekommer i området 3 - 8 m. dybde under terreng. Romvekten for leiren er stort sett 1,8 - 1,9 t/m³. Den avtar vesentlig i sagflislaget. Vanninnholdet i leiren er ca. 40%, mens den i sagflislaget er vesentlig høyere.

Grunnforholdenes betydning for gjennomføring av Grunnlinjen i kryss med Nylandsveien.

De foreliggende alternativer for planfritt kryss Nylandsveien - Bispegata forutsetter at Bispegata i krysset løftes opp over framtidig terreng.

Nydalsveien som er prosjektert over jernbanens område føres ned i terreng høyde.

Der trafikken må gå under Bispegt. eller Nylandsveien er brokonstruksjoner nødvendig.

Undersøkelsens formål er å skaffe nødvendige opplysninger om grunnforholdene for å kunne bestemme fundamenteringsmetoder for de nødvendige konstruksjoner. I dette tilfelle er det av stor økonomisk betydning å kunne fastlegge minimum anvendelse av brokonstruksjoner og maksimal anvendelse av fyllinger.

Vurderingene må her baseres på stabilitets- og setningsberegninger. Spesielle forhold oppstår på grunn av at krysset er planlagt tett opp til et kaionråde og over nedre del av Akerselva.

Nedenfor vil hvert alternativ bli behandlet for seg. Det blir redegjort for de utførte stabilitets- og setningsberegninger, hvis resultater er angitt på bilagene 512 - 544.

Beregningene er utført for en rekke profiler hvis beliggenhet er angitt på situasjonsplanen, bilag 511.

Alt. 1. Rundkjøring. Åpen sluse.

Stabilitetsberegninger.

I dette tilfelle er det først og fremst beregningene for profilene 5 og 6 som har betydning. Dessuten blir profil 9 avgjørende for begrensningen mot Akerselva av fyllinger for Grunnlinjen, dersom Akerselva ikke skal lukkes lenger ned enn til nedre begrensning av rundkjøringen.

Profil 5, bilag 529, viser at Bispegt. (Grunnlinjen) ikke kan legges på fylling i dette profil.

Uten trafikkbelastning er sikkerheten beregnet til 0,64.

Oppfylling til planum for rundkjøring (laveste nivå) gir også lav sikkerhet, $F = 0,88$ for glideflate 3. For å oppnå tilstrekkelig sikkerhet må grunnen forsterkes med peler eller skiftes ut med gode masser ned til kote - 5.

Profil 6, bilag 530, viser lignende forhold som profil 5.

Profil 11, lagt gjennom pr. 127, viser hvor fyllingen for Bispegt. (Grunnlinjen) må avsluttes på vestre side av Akerselva, av hensyn til stabiliteten mot slusa. Se bilag 534.

Profil 9, bilag 532 angir det sannsynlige punkt for avslutning av en ren oppfylling på østre side av Akerselva.

Dersom fylling ønskes helt fram til rundkjøring må det utføres en forsterkning av grunnen f.eks. ved peler på det resterende stykke.

Det er også utført stabilitetsberegninger for profilene 1, 3 og 8 med forutsetning åpen Akerselv. Dette har ingen betydning for det ferdige gatekryss, når Akerselva er lukket på denne strekning. Men man får et bilde av stabilitetsforholdene i området. Beregningen viser at Akerselva må lukkes før oppfylling til endelig planums-høyder gjennomføres.

Setningsberegninger:

Stabilitetsberegningene viser at kun en mindre del av konstruksjonen for Bispegt.på Akerselvas vestre side kan gjennomføres som fylling, mens man på den østre side står noe friere. Oppfyllingshøydene vil derfor kunne variere betydelig, slik at de store setningsdifferenser vil oppstå. Under alle omstendigheter må man anta at oppfylling kombinert med en grunnforsterkning vil bli utført til det framtidige terrengnivå i rundkjøringen.

De uensartete masser i den øvre sone vil gi differenssetninger hvis størrelse er vanskelig å angi eksakt, f.eks. p.g.a. varierende mektighet av lag blandet med sagflis.

En oppfylling uten masseutskiftning til framtidig terrengnivå, vil gi ca. 40 cm. konsolideringssetning i leirlagene.

På østre side der oppfylling for Bispegt. er mulig, vil den maksimale setning bli ca. 1 m der fyllingen er høyest (punkt A og B. se bilag 544) Den totale fyllingshøyden blir på det høyeste ca. 6,5 m.)

På grunn av de store dybdene til fjell, vil setningene ta meget lang tid. Med en gjennomsnittlig konsolideringskoeffisient, og forutsatt to-sidig drenering, er halvparten av setningene beregnet til å ta ca. 10 år.

Setningene skaper størst problemer ved overgangen fra fylling til bru over rundkjøringen. Brua må fundamenteres på peler til fjell. Her kan vi derfor få en differenssetning på ca. 70 cm

Differenssetninger blir det også der rundkjøringen passerer kulvert for Akerselva.

Skal kulverten fundamenteres direkte på løsmassene må laget av slam og slamblandet sagflis fjernes og erstattes med gode masser. Dette betyr store tilleggsbelastninger slik at setningene for kulverten blir meget store. Uten at det er tatt hensyn til masseutskiftningen, er maksimal setning for kulvert likevel beregnet til ca. 80 cm. (Her er da tatt med virkningen av nødvendige oppfyllinger på sidene av kulverten.)

Setningene kan reduseres ved fundamentering på svevende peler. Differenssetningene for rundkjøring ved passering av kulvert kan da forminskes etter behov .

Alt. 2 A. Rundkjøring. Lukket sluse.

Stabilitetsberegninger:

Med lukket sluse elimineres de verste stabilitetsproblemene. For hovedåren kan det da fylles opp ca. 3,60 m. over prosjektert planum for rundkjøring med sikkerhet $F = 1,3$. Dette blir 1,85 m. lavere enn full høyde. Oppfylling til full høyde gir sikkerhet $F = \text{ca. } 1,0$.

Dersom oppfyllingen kunne utføres etappevis over flere år, ville grunnen konsolideres slik at stabiliteten ville bli tilfredsstillende etter en viss tid.

Kan dette ikke gjennomføres, må den del av strekningen, som blir høyere enn 3,60 m. over planum for rundkjøring, enten utføres med lettere fyllmasser, som hul konstruksjon, stabiliseres med peler, eller føres på bru.

Setningsberegninger:

Bortsett fra området ved slusa blir setningsproblemene stort sett som for alt. 1. På vestsiden av Akerselva vil de forskjellige løsninger gi forskjellige setninger. For hel oppfylling med vanlige fyllmasser (kombinert med grunnforsterkning på det svake parti) er maksimal setning beregnet til over 1 m. Stabil fylling, til 3,60 m. over planum for rundkjøring gir tilsvarende 80 - 90 cm. setning, som en derfor må regne med å få for en del av fyllingen, likegyldig hvilke løsninger som blir valgt der planumslinjen går høyere.

Skal slusa gå i kulvert, må den fundamenteres som kulvert for Akerselva slik at en unngår for store differenssetninger. Setningene kan bli opptil 1 m, dersom slusa blir helt stengt ved gjenfylling.

Alt. 2 B. Signalregulering. Lukket sluse.

Stabilitets- og setningsproblemene for alt. 2 B blir de samme som for alt. 2 A. Signalreguleringen krever noe mindre bruspenn, men brua må også i dette tilfelle fundamenteres på peler til fjell og fundamentene legges utenom kulvert for Akerselva.

Konklusjon:

Det undersøkte område ligger på begge sider av Akerselvas nedre løp ved Bjørvika.

Bunnen av Akerselva ligger mellom kotene -1,30 m. og - 2,80 m. Terreng høyden i borpunktene forøvrig varierer mellom kotene 0,9 og 3,1 m.

Akerselvas bunn er dekket av slam med varierende mektighet. Slammet ligger over sterkt humusholdige masser som bl.a. inneholder sagflis o.l. avsetninger som går ned til kote + 8.

På området forøvrig har man øverst et 3 - 4 m tykt lag med rel. gode fyllmasser over ovennevnte lag av slamblandete avsetninger med sagflis.

Videre ned til fjell består grunnen av bløt til middels fast, siltig leire.

Løsmassene må karakteriseres som korrosjonsfarlige.

Over fjell er det sannsynligvis gruslag.

Dybden til antatt fjell varierer i borpunktene mellom 21 m. og 46 m.

De minste dybder er målt ved Bispebrua.

Undersøkelser er utført for et planlagt planfritt kryss Nylandsveien - Bispegata. Det foreligger tre alternativer. Alle forutsetter at Bispegt. i krysset løftes opp over framtidig terreng i krysset.

Nylandsveien som er prosjektert på en bro over jernbanens område, føres ned i terreng høyde.

Framtidig terreng høyde ligger over nåværende, slik at en 1. - 2.0 m heving av terrenget må utføres over hele området.

Planene medfører at Akerselva må lukkes og to av alternativene forutsetter også lukking av slusa.

Undersøkelsene er utført med henblikk på å fastlegge minimum anvendelse av brukonstruksjoner og maksimal anvendelse av fyllinger.

Disse vurderinger baseres på stabilitets- og setningsberegninger.

De grunnforhold som er påtruffet må karakteriseres som vanskelige for gjennomføringen av teknisk- økonomisk forsvarlige løsninger.

Her skal spesielt framheves den øvre sone (inntil ca. kote - 8.0) som består av meget kompresible og lite bæredyktige masser.

På grunn av såvel varierende mektighet og inhomogene masser, må man forvente betydelige differenssetninger i denne sone ved den generelle heving av nåværende terreng. Ulempene som vil vise seg ved ujevne dekker på gatene kan bli meget sjenerende for trafikken.

På bilag 545 er vist hvordan en grunnforsterkning med peler påstøpt en topp-plate, kan forminske disse ulemper vesentlig. Pelene føres ned i de intakte leirmasser. Lengdene fastsettes etter hvor store setninger man vil tolerere. På grunn av betydelig mektighet av den øvre sone med dårlige masser ansees det for lite sannsynlig at en masseutskiftning kan komme på tale.

Stabilitetshensyn medfører at grunnforsterkning blir nødvendig på området nærmest slusa.

Ovennevnte fundamenteringsmetode bør sannsynligvis også anvendes ved fundamentering av kulvert for Akerselva. Her kan imidlertid endelig metode først velges når mere detaljerte planer foreligger for bru for Nylandsveien.

De nødvendige konstruksjoner for Bispegata i krysset får forskjellig utførelse.

Dersom slusa skal holdes åpen, blir det av hensyn til stabiliteten nødvendig å anvende en brukonstruksjon på en betydelig lengde på vestre side av Akerselva.

Denne konstruksjonen må settes på peler. Dersom setninger ikke tolereres må pelene føres til fjell. Forøvrig må pelenes lengde tilpasses de setningsdifferenser som kan tolereres.

På østre side av Akerselva kan oppfylling anvendes inntil ca. 3,6 m over framtidig terreng.

Oppfylling kan anvendes helt fram til det punkt der brukonstruksjon er nødvendig, når en grunnforsterkning utføres.

En oppfylling medfører betydelig setninger.

For det alternativ som forutsetter at slusa lukkes kan en oppfylling kombinert med en grunnforsterkning anvendes også på vestre side av Akerselva.

De nødvendige støttemurer som skal begrense oppfyllingene må fundamenteres på peler.

Av det foregående framgår at man ved den endelige utforming av krysset bør sørge for minst mulig heving av nåværende terreng.

Dersom slusa skal holdes åpen bør krysset trekkes så langt fra denne som mulig.

Forøvrig skal presiseres at når endelig planer foreligger må vesentlige detaljundersøkelser utføres. Mellom den bygnings-tekniske konsulent og geoteknisk konsulent må det i prosjekterings-tiden være et utstrakt samarbeide.

Oslo, den 26. august 1960.
Den geotekniske konsulent.


F. W. Opsal

JU/EV.

Tegnforklaring og normer for betegnelse av jordarter

Signatur

Fyllmasse



Grus



Sand



Silt



Leire

Terreng



Ant. fjell



Ikke fjell

 Hullnr. ○ $\frac{\text{Kole terr.}}{\text{Kole fj.}}$ Dybde til fj.
Kornfraksjoner

Kornstørrelse	Betegnelse
> 20 mm	Stein
20 - 6 mm	Grov- grus
6 - 2 mm	Fin-
2 - 0.6 mm	Grov-
0.6 - 0.2 mm	Mellom- sand
0.2 - 0.06 mm	Fin-
0.06 - 0.002 mm	Silt
< 0.002 mm	Leire

Skjærfasthet

Skjærfasthet	Betegnelse
< 1.25 t/m ²	Meget blöt
1.25 - 2.5 t/m ²	Blöt
2.5 - 5 t/m ²	Middels fast
5 - 10 t/m ²	Fast
> 10 t/m ²	Meget fast

Sensitivitet

Sensitivitet er forholdet mellom skjærfastheten i uforstyrret og fullstendig omrørt tilstand.

Sensitivitet	Betegnelse
1 - 4	Lite sensitiv
4 - 8	Sensitiv
8 - 32	Kvikkl
> 32	Meget kvikk
Leire med stor sensitivitet og som i omrørt tilstand har en flytende konsistens, kalles "kvikkleire".	