



STATENS GEOTEKNISKA INSTITUT

SWEDISH GEOTECHNICAL INSTITUTE

No. 11

SÄRTRYCK OCH PRELIMINÄRA RAPPORTER

REPRINTS AND PRELIMINARY REPORTS

Supplement to the "Proceedings" and "Meddelanden" of the Institute

Något om svensk geoteknisk forskning

av Bengt Broms

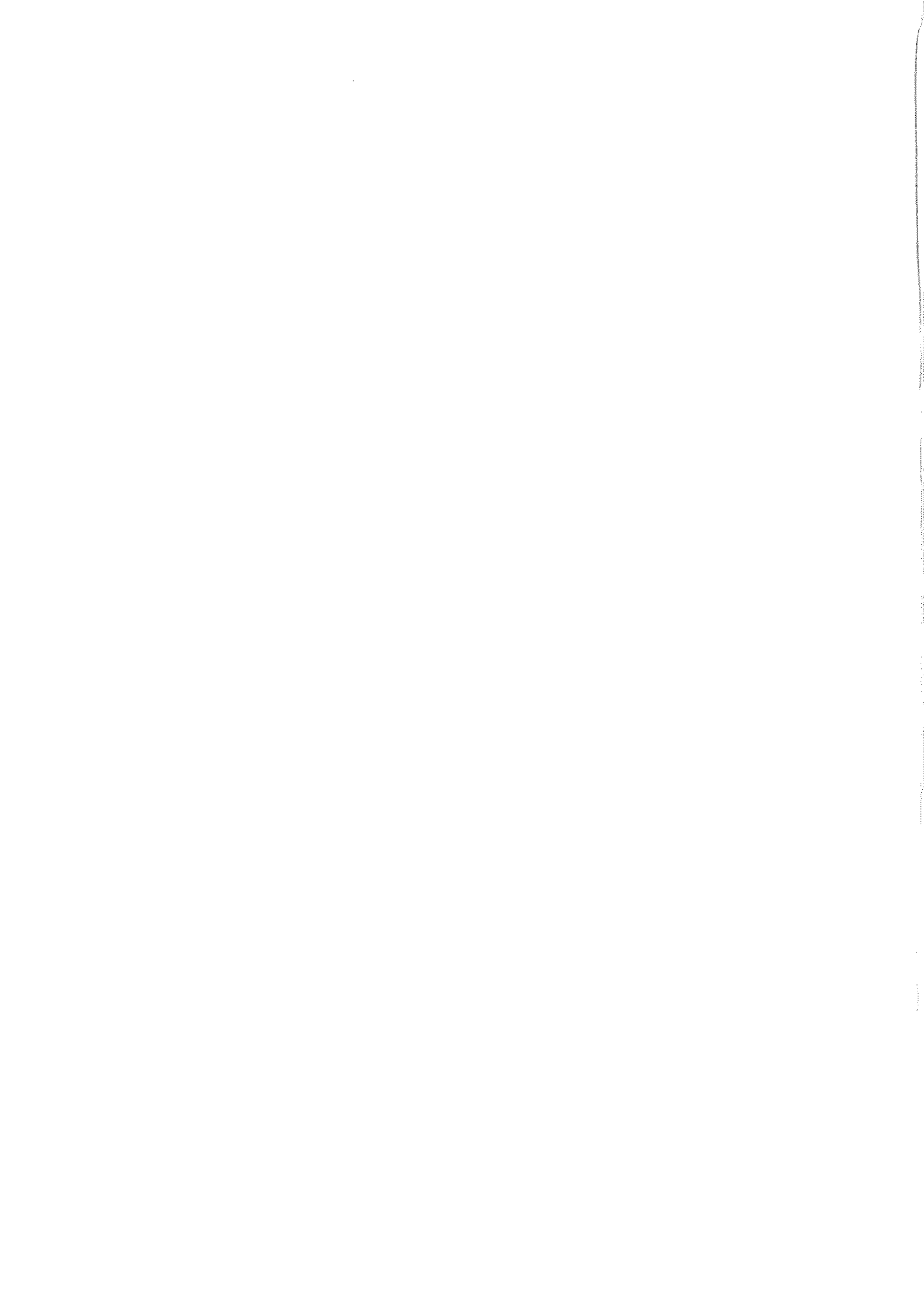
Särtryck ur Väg- och Vattenbyggaren 12 (1966):4

STOCKHOLM 1966

Något om svensk geoteknisk forskning

Överdirektör Bengt Broms

Särtryck ur Väg- och vattenbyggaren nr 4, 1966





Något om svensk geoteknisk forskning

Bengt Broms En besparing på 10 % årligen i grundläggningskostnader för t ex småhus skulle innebära en vinst på minst 15 Mkr (Surte). Den geotekniska forskningen har därför stor ekonomisk betydelse och kraven på denna forskning ökar ständigt, bl a beroende på allt mer komplicerade grundläggningsarbeten. Överdirektören vid Statens Geotekniska Institut redogör här för aktuella forskningsobjekt, bland vilka man finner undersökning av jordarters egenskaper, utveckling och utvärdering av grundundersöknings-, grundläggnings- och grundförstärkningsmetoder.

Den rationalisering som skett t ex inom byggnadsområdet har i huvudsak varit koncentrerad till de byggnadsdelar som varit belägna över markytan. Relativt sett har tämligen liten uppmärksamhet ägnats grundläggningsproblemen. De besparingar som kan göras på detta område genom forskning är emellertid stora.

Det beräknas att årligen investeras minst 1,5 miljarder kr i geotekniska arbeten av olika slag. Enbart grundläggningskostnaderna för småhus beräknas till minst 150 miljoner kr per år. Om man antar att dessa grundläggningskostnader kan nedbringas med t ex 10 % (detta är ej en orealistisk siffra) så blir den årliga besparingen enbart på detta område sålunda minst 15 miljoner kr.

Den vanligaste orsaken till byggnadsskador är sättningar. Vid t ex småhus förekommer ofta sätt-

ningsskador på grund av att sådana hus i många fall uppförs på områden med dåliga grundförhållanden och att därvid utförda undersökningar av ekonomiska skäl är bristfälliga eller saknas helt. Åren 1963 och 1964 rapporterades till Statens institut för byggnadsforskning 131 fall där stora ojämna sättningar har förekommit. Stora besparingar kan således göras om man genom forskning kan minska sättningsskadornas omfattning.

Skador förorsakade av grundvattensänkning är också vanliga. Grundvattensänkning kan utöver sättningsskador förorsaka röta i träpålar, brott i ledningar av olika slag och ökade påkänningar i pålar på grund av sk negativ mantelfriktion. Enbart i Stockholm har grundvattensänkning orsakat skador för miljontals kr.

Även jordskred förorsakar stora skador. Vid det skred som inträffade år 1950 i Surte kostade det ca 1 miljon kr att sätta i stånd farleden i Göta älv, 0,85 miljoner kr att återställa järnvägstrafiken

Vinjett: Södra delen av skredområdet vid Göta, som inträffade 1957.

och 0,60 miljoner kr att återställa vägtrafiken. Dessutom utbetalades 5 miljoner kr för iordningställande av skredområdet.

Skredet vid Göta, som inträffade år 1957, orsakade bl a att tre arbetare omkom och tre skadades. Ett antal byggnader förstördes som tillhörde Sulfit AB Göta. Detta medförde att driften vid sulfittfabriken temporärt måste läggas ned. Skredet medförde vidare att 108 fartyg stängdes inne i Väneren. Det beräknas att ca 10 miljoner kr erfordrades för att enbart sätta i stånd farleden i Göta älv efter skredet.

De krav som ställs på geoteknisk forskning ökar dessutom ständigt på grund av att grundläggningsarbetena blir allt mer komplicerade. I större utsträckning utnyttjas områden med dåliga grundförhållanden. Grundläggningsdjupen ökar även och allt fler "sättningskänsliga" byggnader uppförs. Små sättningsskillnader kan t ex förorsaka stora skador i moderna höghus med sina glasfasader.

Nödvändigheten av geoteknisk forskning och de besparingar som årligen kan göras genom ett effektivt utnyttjande av olika jordmaterials egenskaper behöver ej ytterligare påpekas. Omfattande geoteknisk forskning pågår t ex i USA, England, Frankrike, Japan, Tyskland, Kanada och Mexico. I dessa länder utförs geoteknisk forskning i huvudsak vid universitet och tekniska högskolor. I USSR, Norge, Danmark, Holland och Belgien bedrivs forskning i stor utsträckning vid statliga forskningsinstitut.

Geoteknisk mål- och grundforskning bedrivs i Sverige vid de tekniska högskolorna, Statens geotekniska institut (SGI), Statens Väginstitut och SJ:s geotekniska avdelning. Geoteknisk forskning i samband med jorddammsbyggnader utförs främst av Kungl Vattenfallsstyrelsen. Dessutom förekommer forskning på jordartssidan vid t ex Sveriges geologiska undersökning, Stockholms universitet och Lantbrukshögskolan vid Ultuna. Erosionsforskning förekommer vid Uppsala universitet. Svenska geotekniska föreningen medverkar i den geotekniska forskningen genom sina kommittéer (Laboratoriekommittén, Sonderingskommittén och Provtagningskommittén). Arbetet bedrivs här i samarbete med olika institutioner och firmor, främst med dem som är representerade i kommittéerna. Viss geoteknisk målforskning bedrivs även vid konsulterande företag.

Forskningen vid SGI är för närvarande inriktad på:

1) Undersökning av jordarters egenskaper ur geoteknisk synpunkt. Speciella problem är ofta förknippade med kvicklera, moränlera, alunskiffer, organiska jordarter, mo och mjåla.

2) Utveckling och utvärdering av olika grundundersökningsmetoder.

3) Utveckling av ekonomiska grundläggningsmetoder för byggnader. Exempel på sådana metoder är urgrävning, kompenserad grundläggning, användning av överlast, grundläggning på packad jord eller sprängsten samt pålning.

4) Utvärdering av olika grundförstärkningsmetoder såsom nedpressning av fyllnadsmassor, vertikaldränering, användning av tryckbankar samt bankpålning.

5) Mätning av jordtryck mot spont, brolandfästen och stödjemurar.

6) Informationsverksamhet.

Nedan följer en beskrivning av främst institutets verksamhet.

1. Jordarters egenskaper

Vid grundläggning på lera uppkommer ofta besvärliga geotekniska problem. I vissa fall är det svårt att bestämma en leras genomsnittliga skjuvhållfasthet med kon-, tryck-, vingborr- eller direkta skjuvförsök på grund av förekomst av organiskt material eller lera med hög vattenhalt. Detta är särskilt fallet då lerans finlekstal är större än 80. Den skjuvhållfasthet som bestäms med fältvingborr är ofta större än den som erhålls med andra försöksmetoder. Vidare visar försök med vingdon av olika form att jordens skjuvhållfasthet längs ett horisontellt plan ofta är större än skjuvhållfastheten längs ett vertikalt plan. Detta är av betydelse vid beräkning av släntstabilitet, dimensionering av tryckbankar etc. Vid CTH pågår en undersökning av kohesionsmaterials skjuvhållfasthet bestämmd enligt konmetoden. Jämförande försök mellan olika laboratoriemetoder och fältvingborr utförs vid SGI. Dessutom planeras omfattande fältförsök i samarbete med Norges geotekniska institut vid SGI:s provfält i Skå-Edeby.

Sättningar under en byggnad grundlagd på lera blir i allmänhet små då leran är överkonsoliderad och överkonsolideringslasten ej har överskridits. Överkonsolideringslasten bestäms vanligast ur ödometerförsök eller med ledning av lerans odränerade skjuvhållfasthet. Användningsområdena för dessa metoder undersöks för närvarande vid SGI med finansiellt bistånd av Statens råd för byggnadsforskning (SRB).

Sättningarnas storlek beräknas ur ödometerförsök. Emellertid är sådana försök tidskrävande. Vid SGI undersöks möjligheten att utföra ödometerförsök snabbt och billigt genom att begränsa tiden för varje laststeg. Man planerar vidare att helasta ödometerproven med en kontinuerligt ökande last. Dessutom pågår en statisk undersökning angående lerors kompressibilitet. Resultaten från denna undersökning kan troligtvis användas för att på ett enkelt sätt överslagsmässigt beräkna sättningarna under en byggnad grundlagd på normalkonsoliderad lera.

Vidare pågår långtida belastningsförsök vid Skå-Edeby och Lilla Mellösa nära Stockholm. Vid dessa försök studeras primär- och sekundärsättningarnas storlek samt den hållfasthetsökning som äger rum vid konsolidering. I samband härmed undersöks även inverkan av vertikaldränering på bl a sättningsförloppet och sättningsstorlek. Dessa försök bör emellertid kompletteras med systematiska undersökningar av utförda dräneringsarbeten.

Förekomst av *kvicklera* har i många fall varit en bidragande orsak till omfattningen av de skred som inträffat i tex Göta älvs dalgång. Undersökningar vid SGI har visat dels att den norska salturlakningsteorin ej är tillräcklig att förklara uppkomsten av kvicklera, dels att kvicklera ofta förekommer i samband med myrar och kärr. Troligtvis har infiltration av ämnen med dispergerande egenskaper genom myr- eller kärrvatten bidragit till uppkomsten av kvicklera. Undersökningar med hjälp av elektronmikroskop har dessutom visat att strukturen hos kvickleror ej nämnvärt skiljer sig från den hos leror med normal sensitivitet. Vidare har preliminära fältförsök utförts för att undersöka om mau genom injektering på kemisk väg kan förändra kvicklera till en lera med låg sensitivitet.

Överkonsoliderade *moränleror* förekommer bl a i Skåne. Det är ofta svårt att erhålla ostörda prover av en sådan lera när lerhalten är låg (< ca 25 %). Bedömningen av lerans hållfasthet och kompressibilitet blir därför osäker. Den grundpåkänning man tillåter för moränlera är på grund härav låg i förhållande till exempelvis det sonderingsmotstånd denna jordart erbjuder. En bidragande orsak till att man räknar med en låg grundpåkänning är att de metoder man för närvarande använder att beräkna sättningar i moränlera är osäkra. Bestämning av moränlerors hållfasthets- och deformationsegenskaper pågår i samband med sättningsmätningar vid Lunds lasarett tillsammans med Ingenjörfirman Jacobson & Widmark. Dessutom undersöks moränlerors struktur med hjälp av elektronmikroskop.

De sk *svartmockorna* (sulfidlerorna) är vanliga i övre Norrland. Denna jordart har ofta en relativt hög kompressibilitet och ett högt finlekstal. Det höga finlekstalet medför såsom tidigare nämnts att materialets skjuvhållfasthet ej kan utvärderas med säkerhet.

De jämtländska *alunskifferna* skapar ofta svårberästrade geotekniska problem på grund av att alunskiffer snabbt vittrar då den kommer i kontakt med luft. Denna vittring med åtföljande volymökning förorsakar bl a hävning av källargolv samt intryckning av källarväggar. Man har försökt skydda sig mot denna vittring genom att stryka alla blottlagda skifferytor med asfalt och genom att hålla en så hög grundvattennivå som möjligt. Detta problem bör ägnas ytterligare studium.

Mo och *mjåla* förekommer allmänt längs de norrländska älvdalarna. Ofta inträffar erosionsskred i dessa material. Dessutom är mo och mjåla sk mellanjordarter med egenskaper som är karaktäristiska för såväl kohesions- som friktionsmaterial. Vidare är dessa material ofta mycket tjälfarliga. Inom forskningen beträffande tjälfrågorna har Statens vägintitut gjort en banbrytande insats. Forskningen vid SGI bör främst vara inriktad på bestämning av deformations- och skjuvhållfasthetsegenskaperna hos ifrågavarande jordarter.

Sättningar av byggnader och vägar grundlagda på *organiska jordarter* såsom torv, dy eller gyttna blir vanligtvis mycket stora. Vidare är bärförmågan hos dessa jordarter ofta mycket låg. För att bestämma dels bärförmågan och dels de sättningar som man kan erhålla hos organiska material utför SGI belastningsförsök vid Kristianstad i samarbete med Väg- och vattenbyggnadsverket.

Morän ger som regel ej upphov till några egentliga geotekniska problem, dock är schaktningsarbeten ofta svåra och dyrbara att utföra på grund av dels materialets höga skjuvhållfasthet, dels förekomsten av block. SGI planerar en undersökning för att kunna bestämma schaktbarheten hos främst morän.

2. Utveckling och utvärdering av olika grundundersökningsmetoder

För att bedöma lämplig grundläggningsmetod för en byggnad fordras en riktigt utförd grundundersökning. Omfattningen av denna beror ej endast på grundförhållandena utan även på arten av det projekterade byggnadsverket. Sålunda kan endast mycket enkla och billiga undersökningsmetoder komma i fråga vid projektering av småhus. Det är en angelägen forskningsuppgift att utveckla metoder lämpade för småhus samt att härvid utarbeta riktlinjer för bedömning av undersökningsresultaten. I anslutning härtill bör nämnas den verksamhet som pågår inom svenska geotekniska föreningen att utforma en svensk standard för geotekniska fält- och laboratorieundersökningar.

Vid undersökning av släntstabilitet och kontroll av sättningsförloppet i främst kohesionsmaterial är mätning av portryck av stor betydelse. Utveckling av en förbättrad *portryckmätare* är en angelägen forskningsuppgift.

Man kan erhålla en grov uppskattning av markförhållanden genom *vikt-, hejar- eller trycksondering*. Vid KTH undersöks i samarbete med SGI olika sonderingsmetoder samt tolkning av försöksresultaten. Dessa har visat tex att vridningshastigheten och förslitningsgraden hos sondspetsen har stor inverkan vid viktsondering på sondens nedträgningsförmåga och att bejarvikten vid hejarsondering relativt sett har större inverkan på mätresultaten än hejarens fallhöjd.

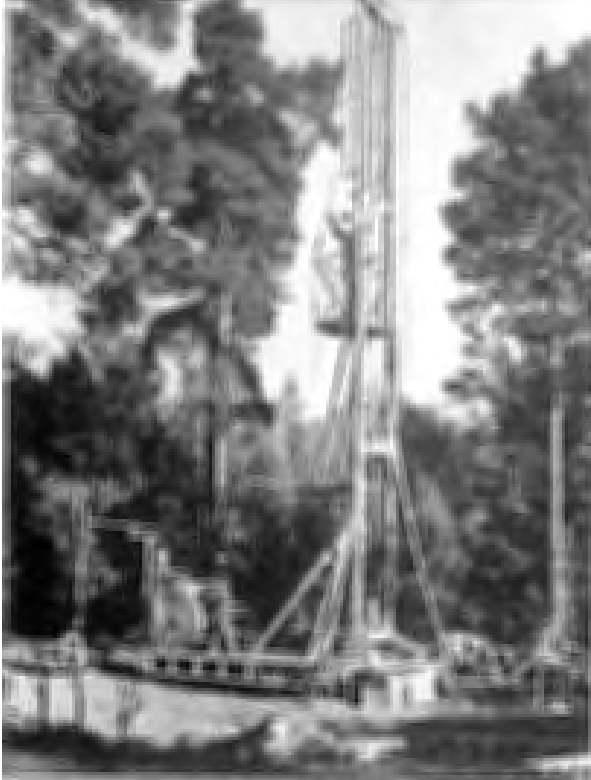


Fig 1. Rotationsborrning för provtagning med foliekärnborr.

Vidare är under utveckling vid SGI i samarbete med SRB en anordning för bestämning av *packningsgraden* hos en fyllnadsmassa. Denna anordning består av en vikt som släpps fritt från en viss höjd. Retardationen hos vikten mäts då denna träffar markytan. Man kan sedan ur försöksresultaten beräkna den sk "ekvivalenta" elasticitetsmodulen och därmed materialets packningsgrad.

Vid projekt av större omfattning kan *seismiska och elektriska metoder* komma till användning för att bestämma t ex grundvattenytans läge, avståndet till berg och jordlagerföljd. En undersökning angående användbarheten av seismiska metoder för bestämning av jordlagerföljden pågår vid institutionen för geodesi, KTH, i samarbete med SGI. Denna metod kan även komma till användning vid bedömning av jordarters schaktbarhet.

Flygbildstolkning har använts framför allt i USA för vägprojektering och vid region- och stadsplanering för att översiktligt bestämma markförhållandena inom ett givet område. Användningen av flygbildstolkning för bedömning av förhållandena närmast markytan undersöks för närvarande vid SGI i samarbete med Väg- och vattenbyggnadsverket.

3. Ekonomiska grundläggningsmetoder

Valet av lämplig grundläggningsmetod är till stor del beroende av de sättningsskillnader en byggnad kan tåla. Tegelhus kan ofta tåla relativt stora sättningsskillnader utan nämnvärd sprickbildning i ytterväggar medan t ex putsade hus endast kan tolerera små skillnader. Man vet ej i detalj hur stora sättningsskillnader olika konstruktioner kan utsättas för utan konstruktiva skador eller avsevärd sprickbildning. Forskning på detta område är angeläget.

I Sverige har grundläggning på packad fyllning av sprängsten och friktionsjord förekommit endast i begränsad omfattning. För att undvika den ofta kostsamma bergrensningen och eftersprängningen vid grundläggning på berg har man börjat utföra grundläggningen direkt på den *packade sprängstensbotten*. Därvid måste borrning och sprängning utföras under grundläggningsnivån. Egenskaperna hos packade sprängstensmassor har undersökts av bl a HSB, Riksbyggen, AB Vibroverken och SGI i samarbete med SRB. Försöksresultat visar att det är möjligt att använda *väl packade* sprängstensmassor eller friktionsmaterial som undergrund för en byggnad. HSB har t ex utfört omfattande belastningsförsök vid Karlskrona. Riksbyggen har utvecklat anvisningar för packning av friktionsjordarter och stenmassor. SGI har utfört på- och avlastningsförsök i "jättekompresionsmeter" med dels packade och dels löst utfyllda sprängstensmassor. Vid CTH utförs för närvarande plattformförsök på packade friktionsmaterial där packningsgrad, materialets sammansättning, grundvattenytans läge samt belastningsförhållanden varierar.

För att undvika de stora sättningar man ofta erhåller vid grundläggning på normalkonsoliderad lera har sk *kompenserad grundläggning* använts. Vid denna metod är vikten av den urgrävda jorden lika med byggnadens totala vikt. Kompenserad grundläggning har utnyttjats i USA, Mexico och Norge. I Sverige har denna metod använts i Karlstad. Det är emellertid önskvärt att man utför systematiska sättningsmätningar för att bestämma de förutsättningar under vilka denna metod kan utnyttjas med säkerhet.

I USA används ofta *fyllnadsmassor* för att i förväg reducera sättningar hos kompressibla jordarter. Fyllnadsmassans vikt anpassas så att den är större eller lika med den framtida byggnadens nettovikt (skillnaden mellan byggnadens totalvikt och vikten hos den utgrävda jorden). Massorna tas bort då totalsättningarna hos jorden är lika med de sättningar man skulle få under byggnaden om jorden ej förkonsoliderats. Vissa sättningar kan dock uppträda efteråt, speciellt i kohesionsjord, och därför är det angeläget att sättningsmätningar utförs vid denna grundläggningsmetod så att tillräcklig erfarenhet om dess lämplighet ernås.

Årligen investeras 100 miljoner kr i *pålningsarbeten* av olika slag i Sverige. Om man genom forskning kan öka tillåten last så att antalet erforderliga pålar minskar med 10 % blir den årliga besparingen sålunda 10 miljoner kr. En intensiv forskning bedrivs inom detta område av t ex IVA:s pålkommitté.

Grundläggning på *korta pålar* används i allt större utsträckning. Emellertid har korta pålar en tendens att "lägga sig" vid slagning och studsar ofta då de stopplås. De kan därvid stanna något

ovanför fast botten varför efterslagning mestadels kan bli nödvändig. Dessutom är deras sidomotstånd i en del fall lågt. Ett lågt sidomotstånd kan vara ett problem då man t ex gräver ut längs ena sidan av ett hus grundlagt på korta pålar. En metod för beräkning av sidomotståndet har utarbetats vid SGI i samarbete med IVA:s pålkommitté. Fältförsök i full skala har utförts tillsammans med Nya Asphalt AB med sidostabiliserade och ej sidostabiliserade korta pålar. En preliminär analys visar att försöksresultaten stämmer väl överens med beräknade värden.

Svävande pålgrundläggning används när avståndet till fast botten är stort. Emellertid kan de framtida sättningarna i vissa fall bli stora då en sådan grundläggningsmetod används. Dessa sättningar beräknas ofta genom antagandet att den påförda lasten överförs till den omgivande jorden vid pålarnas nedre tredje- eller fjärdedelspunkter. Emellertid är noggrannheten hos denna beräkningsmetod ej känd. Sättningsmätningar i samband med dylik grundläggning är således angelägna.

Stödpålars bärförmåga är till stor del beroende av pålarnas krokighet efter nedslagning. Krokigheten kan mätas med lutningsmätare. En sådan har utvecklats vid SGI och har använts i ett flertal fall. Emellertid är dessa mätningar både dyrbara och tidskrävande. En förenklad lutningsmätare är under utveckling.

Stödpålars bärförmåga påverkas även av *påhängskrafter* (s k negativ mantelfriktion) som uppträder vid sättningar i omgivande jord. Dessa sättningar framkallas av spänningsökningar i jorden till följd av pålningar, av en belastning i form av en fyllnadsmassa eller av grundvattensänkning. Försöksresultat har visat att påhängskraften kan uppgå till en betydande del av pålens totala bärighet. Problemet negativ mantelfriktion studeras vid SGI i samarbete med Nya Asphalt AB och SRB. Man planerar att mäta påhängskrafter dels i enstaka pålar och dels i pålar som ingår i en pålgrupp. Både obestrukna pålar och pålar bestrukna med asfalt kommer att undersökas.

Vid slagning till berg används som regel pålar med *bergdubb*. För närvarande finns ej tillförlitliga metoder för att beräkna bergdubbars bärförmåga. Detta problem undersöks av IVA:s pålkommitté varvid inverkan av bergytans lutning, av inträngningsdjupet och av bergmaterialet studeras.

Då en lång påle slås i lös lera uppkommer ofta höga *dragspänningar* i pålen om en lätt fallhejare eller tryckluftshejare används. De dragspänningar som uppträder vid slagning av oarmerade och förspända pålar studeras teoretiskt och experimentellt vid institutionen för byggnadsstatik, KTH.

Utseendet av den stötvåg som uppkommer i en påle vid slagning är beroende av hejarens massa, form och fallhöjd, av slagdynans deformationsegen-

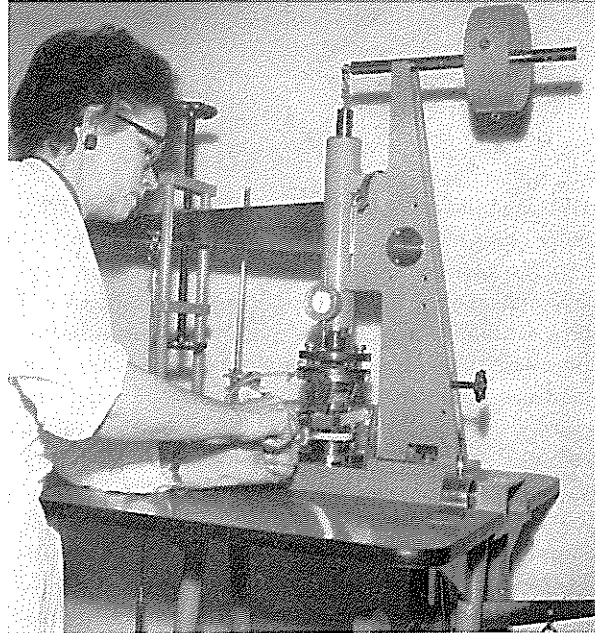


Fig 2. Laboratieförsök med direkt skjuvapparat typ SGI.

skaper, pålens storlek och form, pålmaterialet och av den omgivande jordens deformationsegenskaper. Dessa faktorer inverkan på stötvägsförloppet studeras av IVA:s pålkommitté.

4. Grundförstärkningsmetoder

Vid projektering av t ex motorvägar är det ofta ej möjligt att undvika områden där omfattande förstärkningsarbeten erfordras. Exempel på sådana metoder lämnas i det följande.

Urgrävning används då ett kompressibelt, ofta organiskt jordmaterial med låg bärförmåga ligger direkt på berg, bottenmorän eller annat friktionsmaterial och då det lösa lagrets tjocklek är mindre än 3—4 m. Urschaktningens bottenbredd anpassas vanligen så att den motsvarar överbyggnadens bredd. Det är dock möjligt att bottenbredden kan begränsas till körbanans bredd utan att allvarliga sättningsskador uppstår. Fältförsök är önskvärda.

Nedpressning är ofta en ekonomisk grundförstärkningsmetod då ett kobesionsmaterial med låg bärförmåga ligger t ex direkt på berg och då avståndet till fast botten är mellan 4 och 10 m. Man belastar det kompressibla materialet med t ex en sprängstensfyllning till dess fyllnadsmassan sjunker ned genom det lösa materialet. Ibland används sprängning för att underlätta nedpressning av fyllnadsmassorna. Fyllningen utläggs vanligen med en överhöjning av 1—3 m, som upprätthålls tills sättningarna i stort sett har avstannat. Emellertid sjunker fyllnadsmassorna ibland ej ända ned till fast botten, varvid framtida sättningar hos vägbanan kan bli följd. Fältundersökningar är även här önskvärda.

Tryckbankar är vanliga då den genomsnittliga belastningen förorsakad av en vägbank motsvarar ca fyra till åtta gånger jordens odränerade skjuvhållfasthet och då man kan tillåta tämligen stora sättningar. Vid beräkning av erforderlig höjd hos en tryckhank är det ofta av ekonomisk betydelse att med säkerhet kunna bestämma jordens genom-

snittliga skjuvhållfasthet längs en potentiell brottyta, såsom ovan nämnts.

Oftast används temporär *överlast* i samband med vertikaldränering för att påskynda sättningarna i kompressibla jordarter. Temporär överlast minskar ofta även de sekundära långtida sättningarna som ej är beroende av ändring av effektivspänningarna i jorden. Detta är av stor betydelse vid organiska jordarter, där de sekundära sättningarna ofta är av samma storleksordning som primärsättningarna. Angelägen forskningsuppgift är bestämning av den temporära överlastens inverkan på sekundärsättningarna.

Vid *bankpålning* slås pålar genom ett kompressibelt lager ned till fast botten. Då denna metod används, överförs ofta vikten av en överliggande vägbank till bankpålarna genom kvadratiska betongplattor. Plattornas kantlängd beräknas med utgång från vägbankens tjocklek. Det råder emellertid ovisshet om hur lasten överförs till pålarna.

Sättningsmätningar utförs för närvarande av SGI i en bankpålåd vägbank utanför Kristianstad och invid Sävån utanför Göteborg. Vid Kristianstad provas en ny typ av sättningsmätare för mätning av rörelsen i markplanet med en mätnoggrannhet av 2—3 mm. Denna mätare består i princip av en yttre slang som är fylld med tex vatten och en inre slang som är försedd med en tunn gummiblåsa. Genom att mäta det lufttryck som erfordras för att blåsa upp gummiblåsan kan man beräkna på vilken nivå som denna befinner sig under markplanet. (Detta lufttryck är lika med det hydrostatiska trycket i den yttre slangen.)

Inom ett område med bankpålning vid Sävådalens provas ytterligare en nykonstruerad sättningsmätare som består av en tänjbar slang och som sätts ned vertikalt i jorden. Då slangen är tänjbar får den samma förkortning som den omgivande jorden.

Möjligheten att använda *lätt fyllnadsmaterial* såsom masugnsslagg, krossad siporex och Leca i vägbankar har i vissa avseenden undersökts vid SGI. Försöksresultat visar att dessa material är användbara i många avseenden. Viss försiktighet bör emellertid iaktas vid tex plåttrummor eftersom masugnsslagg och siporex är korrosiva.

5. Mätning av jordtryck

Svårigheter uppkommer ofta vid mätning av jordtryck på grund av bla valvverkan i jorden. Vid SGI är två nya typer av *jordtrycksmätare* under utveckling. Den ena är avsedd för mätning av trycket inom en jordmassa och den andra för att mäta jordtrycket mot en konstruktion, tex stödmur.

Höga jordtryck erhålls ofta mot *källarväggar*. Försöksresultat visar att jordtrycket kan nå det sk passiva jordtrycket om bakfyllningen överpackas. Detta medför att jordtrycket mot en källarvägg kan

vara 3—4 gånger större än det antagna jordtrycket och kan förorsaka intryckning av väggen. En önskvärd forskningsuppgift är mätning av jordtryck mot källarväggar.

Vid grundläggning av *broar* uppkommer ibland besvärliga geotekniska problem dels på grund av att grundläggningsnivån är belägen under grundvattenytan, dels på grund av att höga tillfartsbankar i många fall erfordras som orsakar höga jordtryck mot brolandfästena. Dessa jordtryck är främst beroende av landfästernas sidorörelser och bakfyllningens packningsgrad och övriga egenskaper. Jordtrycksmätning utförs av SGI i samarbete med Väg- och vattenbyggnadsverket på en 150 m lång gatubro vid Södertäljevägen inom Stockholm. Mätningar visar att jordtrycket varierar högst avsevärt på grund av brons temperaturrörelser.

6. Informationsverksamhet

Antalet artiklar som publiceras inom det geotekniska området växer snabbt. För närvarande utkommer årligen omkring 4 000 geotekniska artiklar. SGI har av den internationella geotekniska föreningen fått i uppdrag att svara för en internationell litteratortjänst. Detta kommer troligtvis att ske genom utgivande av en periodisk tidskrift innehållande sammandrag av nyutkommen geoteknisk litteratur.

Resultaten från den forskning som bedrivs vid SGI publiceras i form av rapporter, artiklar och föredrag. Institutets forskningsrapporter är som regel skrivna på engelska. Forskningsresultaten kommer i största möjliga utsträckning även att publiceras på svenska i form av korta, koncentrerade tidskriftsartiklar.

Ett stort allmänt behov av geoteknisk fortbildning existerar. Vid SGI hålls regelbundet interna informella seminarier om aktuella forskningsproblem. Vidare har anordnats en påbyggnadskurs i geoteknik omfattande två föreläsningstimmar i veckan.

Slutord

Den forskning som bedrivs i Sverige omfattar ej hela det geotekniska området. En viss koncentration av forskningsverksamheten har naturligen skett till de speciellt i Sverige mest framträdande problemen. Stor uppmärksamhet har bl a ägnats de organiska leror med mycket låg skjuvhållfasthet vilka är vanliga i de sydvästra och mellersta delarna av Sverige. Även kvicklerorna har varit föremål för en intensiv forskningsverksamhet.

Emellertid är geoteknisk forskning mycket kostnads- och tidskrävande. Man bör därför utnyttja alla tillfällen att göra noggranna mätningar på aktuella byggnadsprojekt. SGI är angeläget att medverka i sådana undersökningar som kan bidra till geoteknikens utveckling.