



SVENSKA
GEOTEKNISKA
FÖRENINGEN

NÅGRA PIONJÄRPROFILER I
SVENSK GEOTEKNIK.
SJ GEOTEKNISKA
KOMMISSION 1914-1922

SVENSKA GEOTEKNISKA FÖRENINGEN

SGF Rapport 2:95

*Några pionjärprofiler
i svensk geoteknik,
SJ geotekniska kommission
1914-1922*

Föredrag vid SGFs 40-årsjubileum
den 13 mars 1990
(något reviderat och utvidgat)

SGF Rapport	Svenska Geotekniska Föreningen 581 93 Linköping
Beställning	Statens geotekniska institut Biblioteket Tel. 013-20 18 04 Fax. 013-20 19 14
ISSN	1103-7237
ISRN	SGF-R--95/2--SE
Redigering	SGI, Avd för information och marknad
Upplaga	1 000 ex
Tryckeri	Tryck-Center, Linköping, mars 1995

Förord

Svensk geoteknik har haft många profiler genom årens lopp. Många av dem blev även internationellt erkända.

Sveriges ”Mr geoteknik”, Nils Flodin, höll vid SGFs 40-års jubileum den 13 mars 1990 ett mycket uppskattat föredrag om några av pionjärprofilerna i svensk geoteknik. För att vi alla skall få en fast historisk grund att stå på publicerar vi här Nils föredrag kompletterat av en annan profil, Erik Sandegren.

Ordet ”bibliografi” i samband med de fyra pionjärprofilerna är förteckning över den litteratur som finns i SGIs bibliotek av respektive person.

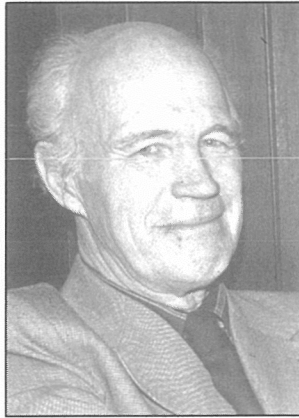
Trevlig läsning !

Svenska Geotekniska Föreningen

Innehåll

FÖRORD

NILS FLODIN	6
INLEDNING	9
GERARD DE GEER (1858-1943) OCH BOHUSBANAN	12
Bibliografi	14
ALBERT MAURITZ ATTERBERG (1846-1916)	15
Atterbergs korngruppskala 1908	16
Bibliografi	18
SJ GEOTEKNISKA KOMMISSION	21
Kommissionens första publikation 1917 (SJ Geotekniska Meddelanden 1) .	23
Kommissionens slutbetänkande 1922 (SJ Geotekniska Meddelanden 2)	26
JOHN OLSSON (1880-1969)	33
Konprovet	34
Den första vingsonden 1919	35
Den första kolvprovtagaren 1923/25	35
Bibliografi	36
WOLMAR FELLENIUS (1876-1957)	37
Bibliografi	40



Nils Flodin

(1915-1991)

"Tvåfalt lever den som också njuter av det förgångna"
(Marcus Martialis, romersk skald omkring 40-104 e. Kr)

Världsmedborgaren Nils Flodin lämnade jordelivet i en ålder av nära 76 år. Få har skapat mer good-will för svensk geoteknik än Nils Flodin. Entusiastiskt och idealistsikt förde han geoteknikens talan i många olika sammanhang. Som chef för dåvarande Tekniska kansliet på SGI (föregångare till informationsavdelningen) var han grundläggare och byggmästare av SGIs bibliotek. På 1950-talet utvecklade han det klassifikationssystem för geoteknisk litteratur, vars initiativtagare var SGIs förste chef, Walter Kjellman och som 1953 publicerades i Proceedings No 6 från SGI. Nils Flodins insatser har haft en avgörande betydelse för SGIs biblioteksverksamhet och legat till grund för det internationella klassifikationssystem för geoteknisk litteratur som stadfästes vid den internationella geotekniska kongressen i Moskva, 1973.

Nils Flodin hade också ett glupande intresse för geoteknikens historia och dess geotekniska profiler. Exempel på artiklar är "Development of soil mechanics in Sweden 1920-1925" i Geotechnique No.1, 1960, med Laurits Bjerrum som medförfattare, den 130 sidor långa "History of civil engineering in soft clay" i publikationen Soft Clay Engineering, 1981 och den mer än 60 sidor långa "History of soil penetration testing" i Proceedings från ISOPT-1, 1988, bägge med Bengt Broms som medförfattare. Tyvärr hann han inte slutföra det opus om den svenska geotekniska föreningens historia som han på senare år arbetade med.

Han var initiativtagare till de spaltutrymmen med geoteknisk information som genom hans hand återkom i varje nummer av V-byggaren och som sedan fick efterföljare inom andra branscher av V-yrket. Som informatör om små och stora händelser inom geotekniken var han oöverträffad.

Som mångårig sekreterare och ledamot i SGFs styrelse stod Nils Flodin i centrum för den svenska geoteknikens utveckling under flera decennier. Hans arbete med ett av sina många skötebarn, SGFs beteckningsblad, bidrog till att redovisningen av geotekniska undersökningar tidigt blev standardiserad och allmänt använd. Nils Flodin svarade för kontiuniteten inom SGFs styrelse. Att hans förtjänstfulla insatser inom föreningen rönste stor uppskattning framgår kanske bäst av att han är den ende medlem som adjungerats som ständig medlem av föreningens styrelse. Han var också hedersledamot i föreningen.

Det är således ingen överdrift att säga att Nils Flodin både levde med och för geotekniken.

Ett urval av Nils Flodins skriftliga produktion

Flodin, N (1950). Vad är geoteknik? En orientering med utgångspunkt från utställningen "Bygg bättre". STI-Tidningen, vol 6, nr 3, p 13-17.

Flodin, N (1951). Elementär geoteknik. Stockholm. 45 p.

Kjellman, W, Cadling, L, & Flodin, N (1953). New geotechnical classification system. Statens Geotekniska Institut, Proceedings 6, 34 p. Stockholm.

Flodin, N (1959). Anvisningar för Geotekniska institutets fältundersökningar, 1: Undersökningarnas planläggning och omfattning. Sonderingsmetoder. Vingborrning. Provtagning. Uppgörande av bormningsritningar. Statens Geotekniska Institut, Meddelande 4, 80 p. Stockholm.

Bjerrum, L, & Flodin, N (1960). Development of soil mechanics in Sweden, 1900-1925. Geotechnique, vol 10, nr 1, p 1-18.

Flodin, N (1966). Redovisning av geotekniska undersökningsresultat. Väg- och Vattenbyggaren, vol 12, nr 4, p 141-146.

Flodin, N (1967). Glimtar från geoteknikens utveckling. Väg- och Vattenbyggaren. Jubileumsskrift, p 36-40.

Flodin, N (1968). Nordiskt geotekniskt samarbete och nordiska geoteknikermöten. Väg- och Vattenbyggaren, vol 14, nr 7, p 456-460.

Flodin, N (1976). International Society for Soil Mechanics and Foundation Engineering /ISSMFE/. Workshop on geotechnical information systems, Bangkok, April 1976. Proceedings, p 65-68.

Flodin, N (1976). Swedish Geotechnical Institute /SGI/. Workshop on geotechnical information systems, Bangkok, April 1976. Proceedings, p 53-60.

- Flodin, N (1978). En bit geoteknisk historia. Väg- och Vattenbyggaren, vol 24, nr 5, p 50.
- Flodin, N (1978). Kwicklereskred i Rissa nära Trondheim den 29 april 1978. Väg- och Vattenbyggaren, vol 24, nr 10, p 62-64.
- Flodin, N (1979). Frankipålar i Sverige - en "fallstudie". Väg- och Vattenbyggaren, nr 10, p 61-63.
- Flodin, N (1979). Nytt kvicklereskred i Kanada. Väg- och Vattenbyggaren, nr 1, p 52.
- Flodin, N (1979). Terzaghis tidigare lärjungar. Väg- och Vattenbyggaren, nr 11/12, p 58, 62.
- Flodin, N, & Broms, B (1981). History of civil engineering in soft clay. Soft clay engineering. Developments in geotechnical engineering 20. Ed. by E.W. Brand & R.P. Brenner. Elsevier. Amsterdam, p 25-156. ISBN 0 444 41784 2.
- Flodin, N (1981). Pålning enligt Frankimetoden Väg- och Vattenbyggaren., nr 1, p 51.
- Flodin, N (1983). 100 år sedan Terzaghi föddes. Väg- och Vattenbyggaren, nr 10, p 35-39.
- Flodin, N (1984). Göta kanal. En historisk-teknisk beskrivning. Statens geotekniska institut. Linköping, 51 p.
- Flodin, N (1984). Hejare till borrar - eller tvärtom. Lite historik i anslutning till Borros 40-årsjubileum 1983. Väg- och Vattenbyggaren, nr 1/2, p 43-45.
- Flodin, N (1985). Bygg-geoteknik 1984 och dess föregångare - en spegling av den moderna geoteknikens utveckling i Sverige. Väg- och Vattenbyggaren, nr 1/2, p 37-42.
- Flodin, N (1986). Brunkebergstunneln - en genomgång. Berg- & Dalbladet, vol 6, nr 2, p 21-27.
- Flodin, N (1986). Brunkebergsåsen som grundläggningsmiljö - några praktikfall. Berg- & Dalbladet, vol 6, nr 3, p 14-22.
- Flodin, N (1986). Geotekniken i Norden - nordiskt samarbete. Suomen geoteknilinen yhdistys 1951-1986. Helsinki, p 88-114.
- Flodin, N (1987). Pålar som vägrade låta sig nedslås. Väg- och Vattenbyggaren, nr 2, p 78-82.
- Broms, BB, & Flodin, N (1988). History of soil penetration testing. 1st International symposium on penetration testing, ISOPT-1, Orlando, March 1988. Proceedings, Vol. 1, p 157-220.
- Flodin, N (1989). Internationella geotekniska kongressen i Rio de Janeiro 1989. Väg- och Vattenbyggaren, nr 5, p 49, 51.

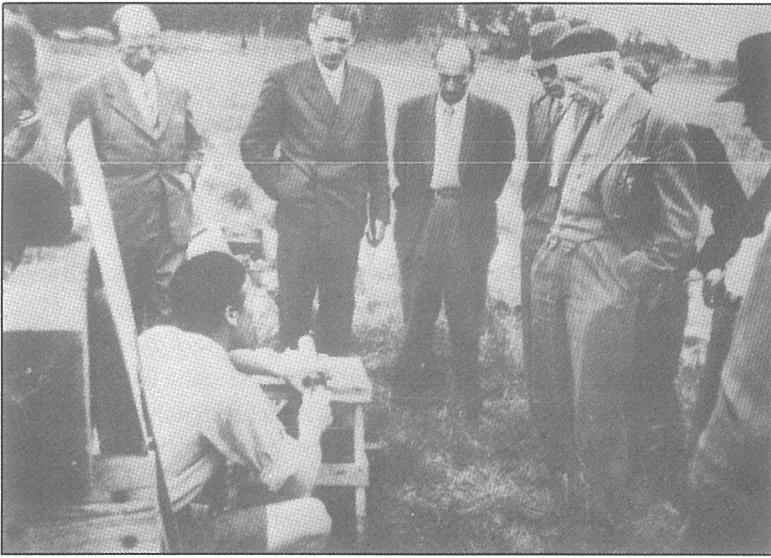
Inledning

När började geotekniken bli geoteknik i modern mening? Internationellt gäller vanligtvis 1925 som är det år då Karl Terzaghi (1883-1963) kunde presentera sin bok *"Erdbaumechanik auf Bodenphysikalischer Grundlage"*. Här hade han sammanställt andras och egna kunskaper inom det rubricerade nya gebitet, allt återspeglat i bokens digra referenslista (ca 250 ref.). Här presenteras bl a begreppet "effektivtrycket" samt de grundläggande teorierna om konsoliderings- och skjuvhållfasthetsbegreppen. Han introducerade sin s k konsolideringsteori 1923, men den fanns i hans medvetande redan före 1920. Terzaghi skulle från denna tid bli den allt dominerande internationella geotekniska gestalten fram till sin bortgång 1963, vid just fyllda 80 år.

Terzaghis minne apostroferas av hedersbenämningen "Den moderna geoteknikens fader". En stor jorddamm i Canada, British Columbia "Mission Dam" i vars konstruktion han varit intensivt engagerad, omdöptes vid den internationella kongressen i Montreal 1965 till "Terzaghi Dam". Han är också den ende geotekniker som hedrats med eget frimärke. Han har vidare erhållit ett stort antal hedersdoktorat och andra utmärkelser. Han var också den som tillsammans med sin kollega Arthur Casagrande initierade den första internationella geotekniska kongressen i Cambridge, Massachusetts 1936 där han var självskriven president. Som sådan agerade han för ISSMFE till sin bortgång.

Här skall nämnas att Walter Kjellman, den förste SGI-chefen, kände Terzaghi sedan början av 1930-talet, då han arbetade på VBB i samband med dess arbeten vid Svirdammen i Ryssland och där Terzaghi var huvudkonsult. Kjellman var också en av Terzaghis lärjungar nere i Wien i 1930-talets början, tillsammans med Georg Västlund, liksom med Per Alenius och Tord Brenner från Finland och Appolonius Rosenlund från Norge samt en mängd andra av den tidens geotekniker i främst Europa.

Terzaghi var f ö också sakkunnig i samband med val av plats för Stockholms blivande internationella storflygplats på 1940-talet och gästade som sådan Sverige i januari 1946. Aktuellt var då ett område ca 30 km från Stockholm nära Väsby (Lilla Mellösa), där mätning pågick inom ett provfält sedan oktober 1945, det sk Väsbyförsöket. Lerdjupet var här ca 12 m. Vid den tiden hade Kjellmans pappdränner, prototypen för dagens otaliga banddräntyper, sett dagens ljus och i ett första projekt använts vid Väsbyfältet. Dränerna var dock endast neddrivna till 4,5 m djup, som var den första lilla dränstickarens ("Lill-Nappe") maxkapacitet.



Geoteknikens fader, österrikaren Karl Terzaghi (i basker) var sakkunnig i samband med val av plats för Stockholms blivande internationella storflygplats på 1940-talet och gästade som sådan Sverige i januari 1946.

Terzaghi gjorde tummen ned, främst på grund av de stora riskerna för framtida långvariga sättningar i anslutning till den lösa leran. Det gällde inte minst de sekundära sättningarna, vars mekanik man ännu ej helt behärskade. I anslutning till Väsbyförsöket rekommenderade Terzaghi att låta dessa fortgå en lång tid. Han förslog även att man skulle lägga ut en extra provhög utan dräner ("odränerade högen") för jämförelse (se SGI Rapport No 13, 1981).

Han ansåg även att porttrycksmätare skulle installeras (sådana hade vid den tiden börjat användas i USA och varit av mycket stort värde, enligt Terzaghi). Han besökte också Stockholm 1948 i samband med den därvarande kongressen för höga dammar, då han på nytt bekantade sig med Väsbyfältet och gladdes åt att hans rekommendationer hade följts. Även Halmsjöfältet (idag Arlanda) besöktes och vann hans gillande men som dock ännu ej var moget för myndigheternas beslut, främst på grund av det stora avståndet från Stockholm (ca 40 km). Vid Halmsjön var vid detta tillfälle Kjellmans stora dränstickare ("Nappe" kallad efter Napoleon) i aktion, med en kapacitet av 10 m långa dräner.

Nästa plats för provfält i samband med möjlig storflygplats blev Skå Edeby 1957 ca 25 km V Stockholm. Undergrunden bestod även i detta fall av lös lera, lösare än vid Väsbyfältet, till max ca 14 m djup. Justus Osterman, Kjellmans efterträdare som SGI-chef, var ansvarig ledare och medlem av projektkommittén. Sven Hansbo blev ansvarig för fält- och laboratorieundersökningarna, som var avsevärt mera avancerade än de vid Väsby. Sålunda ingick inte mindre än fyra provhögar, rikt instrumenterade och med tre av högarna underlagrade av sanddräner

med varierande c/c-avstånd och den fjärde utan dräner för jämförelse (SGI Proceedings No 18, 1960).

Terzaghis gamle kollega och främste lärjunge, Arthur Casagrande, var sakkunnig denna gång och gjorde tummen ned också han. Halvt på allvar, halvt på skämt uttalade Casagrande att hade Skå Edeby-alternativet varit ett "måste" i USA, så skulle man ha schaktat bort all lera och återfyllt med friktionsjord. Det är berättigat att förmoda att både Terzaghi och Casagrande kände sig lite främmande och osäkra inför de skandinaviska lösa och mäktiga lerorna. Icke desto mindre måste man ge dem rätt i beslutet att vägra godta de båda platserna som flygfält i tiden. Till slut blev det ju också så, att Halmsjön/Arlanda vann dragkampen, med start för inrikestrafiken 1960 och utrikestrafiken 1962. Inget geotekniskt allvarligt har rapporterats därifrån.

För att återgå till den moderna geoteknikens födelseår och dess erkännande som etablerad vetenskap så har ju Sverige en viss rättighet att "sticka upp". Alla vet ju att det fanns något som hette Statens Järnvägars Geotekniska Kommission och som arbetade mellan 1914 och 1922, då kommissionens slutbetänkande utkom. Detta betänkande skulle komma att ge internationellt genljud, just genom Terzaghi, som hann få med det i form av en recension som bilaga i sin "Erdbaumechanik" 1925. Han var mycket imponerad av det omfattande kommissionsarbetet och kallade det en internationell pionjärinsats. Förtjänsten härav tillkommer främst John Olsson och Wolmar Fellenius, den senare av en viss anledning kanske allra mest. Fellenius korresponderade nämligen vid denna tid med Terzaghi och översände ett exemplar av slutbetänkandet. I gengäld fick han ett korrektur av Terzaghis bok.

Kommissionens arbete behandlas ytterligare längre fram i sitt kronologiska sammanhang. Brevväxlingen mellan Terzaghi och Wolmar Fellenius tas upp mera i detalj i anslutning till avsnittet om Fellenius.



Gerard De Geer (1858-1943) *och Bohusbanan*

Om vi är överens om att Geotekniska Kommissionens slutbetänkande 1922 bör ha en framskjuten plats i den internationella geoteknikens historia och att Terzaghi av olika skäl fick sin bok ur pressarna först 1925 samt struntar i vem som var först, så vill jag här börja min pionjärbetraktelse ”på riktigt” och då med Bohusbanans tillblivelse kring sekelskiftet fram till 1910. Här var grundförhållandena mycket ogynnsamma med lösa ler- och mossmarker. Snart sagt varje dag drabbades banan av allvarliga incidenter i form av skred och bankgenombrott, med irriterande rubriker i ortspressen, såsom ”Nytt ras på Bohusbanan”.

I geotekniska kommissionens slutbetänkande 1922 ingår en beskrivning av ett skred vid Säm på Bohusbanan 1903, varvid ett markområde om ca 2.400 m² rasade ut. Skredmassan flöt ut över den nedanför skredplatsen belägna och redan färdigställda banan och fyllde därvid den 3 m djupa järnvägsskärningen samt översvämde en areal av 5.000 m² av den angränsande åkermarken.

1908 brast även tålamodet hos de ansvariga och den 4 maj tillsatte Kungliga Järnvägsstyrelsen en kommitté, kallad Bohuskommittén, ”med uppdrag att verkställa nödiga utredningar rörande dels de kompletteringsarbeten som ansågs komma att å statsbanan genom Bohuslän ytterligare erfordras i följd av där inträffade bankförskjutningar och ras”, dels de extra kostnaderna härför.

Kommittén, som avgav sitt utlåtande den 3 jan 1909, bestod av kvartärgeologen

professor Gerard De Geer, ordförande, kanske mest känd som "geokronologins fader", vidare av byggnadschefen i Göteborg Figge Blidberg, arbetschefen för SJ Carl Westerman och baningenjören Anton Larsson (samtliga dessa kommer vi att möta i ett annat sammanhang längre fram).

Utlåtandet, till vilket fogats inte mindre än 91 ritningsbilagor, är främst en redogörelse av vad som gjorts på den aktuella linjen med avseende på förstärkningsåtgärder enligt tidens praxis, t ex pålning, nedsprängning av massor, användning av lättfyllning (kolaska) och utläggning av tryckbankar som dimensionerades erfarenhetsmässigt och ej fick göras för tunga. Insatsen var sålunda mindre av rådgivande och nydanande karaktär. Som en sammanfattning av utlåtandet kan citeras ur Kommitténs egen skrivning:

"Liksom vissa av de förhållanden och svårigheter, vilka uppträtt vid järnvägens byggande, då voro för erfarenheten okända, måste det sägas, att det i många fall ännu saknas möjlighet att med visshet ange till exempel markytans bärighet i förhållande till ifrågakommande belastningar eller jordslänters förmåga att motstå utglidningar.

Till kommitterades föreliggande utlåtande och förslag måste alltså fogas den erinran, att detsamma avgives med beaktande av hittills vunna erfarenheter och med den i viss mån begränsade grad av tillförlitlighet, som för närvarande står att ernå."

Detta till synes något pessimistiska uttalande skall dock ej undanskymma en, enligt undertecknads mening, viktig insats av kommittén, eller rättare sagt av dess mest namnkunnige medlem, Gerard De Geer. I ett omfattande särskilt yttrande ger han en geologisk beskrivning av den terräng där Bohusbanan går fram. Därefter, och det är en öppning mot framtiden och dess geoteknik, utvecklar han möjligheten att med hjälp av upptagna jordprover erhålla data om lerans vattenhalt i olika lager och därmed få en relativ uppfattning om respektive jordars fasthet. Som en första rationell undersökning i sitt slag lät De Geer sålunda ta upp ett 70-tal prover som genom torkning undersöktes m a p vattenhalten, vid en temperatur av 105-110 °C. "Behovet av att upprepa provtagningen på samma platser vid senare liknande platsförhållanden kunde ge jämförelser beträffande eventuell minskad vattenhalt och en ökad fasthet", tillägger han. Han summerar resultaten så, att vattenhalten, i % av fast massa, kan bestå till en större procent av vatten än av lermineral (exempel ges på prover med vattenhalt upp till 51 à 57 viktsprocent). Rent praktiskt säger han att: "Med hänsyn till lerans på vissa ställen ännu alltför stora vattenhalt torde, där sådant är möjligt, efter omständigheterna lämpligt avpassad dränering vara den åtgärd, som, där lerans stabilitet behöver ökas, i regel främst bör ifrågasättas, då det

ju gäller att öka tjockleken och bärigheten av den fastare lerskorpan ovan grundvattennivån”. Torrskorpans tjocklek och fasthet var och är ju av den allra vitalaste betydelse för såväl väg- som järnvägsbyggare (mera härom senare).

I en talande bild beskriver De Geer grundförhållandena utmed Bohusbanan såsom: ”den måste byggas ovanpå en tunn lerskorpa, vilken vilar på en lös välling av vatten och lera, nära nog som på ett istäcke på en sjö”. (Denna beskrivning kan man också möta i ett utlåtande av den norske geologen H. Reusch (1901) i samband med hans undersökningar av det förödande Voerdalsskredet 1893, där de geologiska-geotekniska förhållandena med framför allt kvicka leror och labila slänter var avsevärt besvärligare än vid Bohusbanan.) De Geer talar även om ”lerhaltigt vatten”.

Vad gäller vattnets roll i en jord, speciellt i kohesionsjordarna och deras konsistens, torde det här vara tillåtet att utnämna De Geer till en föregångare och inspiratör för Atterberg och John Olsson, såsom det förhoppningsvis skall framgå i fortsättningen.

Som något av en kuriositet i sammanhanget skall nämnas att det vid Bohusbanan 1901/1902 och 1904 fanns en praktiserande teknolog, 22/24 år gammal, och med den aktningsvärda titeln biträdande schaktmästare. Hans signatur är J.O., som inte står för Justus Osterman utan för - just det - John Olsson, som vi också kommer att träffa längre fram.

Bibliografi

- Geer, G, de (1895). Till frågan om Lommalerans ålder. Sveriges Geologiska Undersökning. Serie C 155. Stockholm, 14 p.
- Geer, G, de (1897). Om rullstensåsarnes bildningssätt. Sveriges Geologiska Undersökning. Serie C 173. Stockholm, 25 p.
- Geer, G, de (1914). Om naturhistoriska kartor över den baltiska dalen. Populär Naturvetenskaplig Revy, vol 5-6, p 189-200.
- Geer, G, de (1917). Om teori och praktik. Stockholm, 9 p.
- Geer, G, de (1928). Byggnadsgrund ur geologisk synpunkt. Byggnadskonst (D. T. V.), band 3.
- Geer, G, de (1940). Geochronologia Suecica principes, 1-2. Kungl Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar, 3 ser, bd 18, nr 6, 404 p.



Albert Mauritz Atterberg

(1846-1916)

Namnet Atterberg är känt för all världens geotekniker genom begreppet Atterbergs konsistensgränser, inklusive jordarternas indelning. Han var till en början en utpräglad forskare inom det agrikulturnella/växtfysikaliska området, där han också gjort insatser som är levande än idag. Kring sekelskiftet kom han emellertid fram till den insikten att för att kunna förstå de växtfysikaliska premisserna måste man först gå till grunden, dvs till jorden och dess betingelser för växternas beteende. Han övergick så att säga från sädeskorn till mineralkorn. Utan egen förskyllan skulle han därigenom komma att bli en stor internationell *geoteknisk* förgrundsgestalt.

Vår gemensamme vän Terzaghi kom även i detta fall att bli den som skulle göra "reklam" för ännu en svensk avgörande insats inom den internationella geoteknikens historia. Han "upptäckte" Atterbergs metoder redan 1921, föll för dem och införlivade dem i sin redan nämnda "Erbaumechanik..." 1925 under avsnittet "Konsistenz und Kohärenz der Böden".

Albert Atterberg föddes 1846 i Härnösand där fadern var murmästarålderman. Han kom senare till Stockholm, där han blev student i Katarina skola 1864. Sju år därefter fick han sin kandidatexamen, efter att under mellantiden också ha varit assistent vid det kemiska laboratoriet vid Uppsala Universitet. Han blev fil.dr. 1872 med avhandlingen "Några bidrag till kännedomen om molyloten", som verkar avlägset från geotekniken. Han blev docent 1874.

Under 1875-76 reste han runt i Sverige och utomlands, bl a till Berlin, och

studerade utvecklingen inom jordbrukskemin. 1877 lämnade han Uppsala och blev föreståndare för Kalmar kemiska station och frökontrollanstalt, där han skulle verka till sin bortgång 1916 vid 70 års ålder.

När han "oförskräckt" vid nära 60 års ålder växlade om i sin professionella bana tvingades han börja studera kolloidkemin, petrografen, fysiken och även matematiken. Han blev hedrad med många utmärkelser och ledamotskap i lärda samfund samt fick bli Lantbruksakademins stora guldmedalj 1913.

Låt oss här i korthet, för bättre förståelse längre fram, repetera vad Atterberg är "pappa" till och vad han i princip redan 1903 kunde ge en första beskrivning av. Det kan här också vara anledning att ha De Geers lite trevande insatser i minnet beträffande vattenhaltens (-kvotens) betydelse för bestämning av jordarternas konsistens (fasthet).

Publiceringen av Atterberg inleddes sålunda i Lantbruksakademien tidskrift "Studier i jordanalysen", där han speciellt undersöker sandslagens egenskaper, genomsläpplighet och kapillaritet. Genom systematisk slamning uppdelar han sanden efter kornstorlek i sitt bekanta system, där 2-talet, och senare även 6-talet, är satt som gräns mellan de olika fraktionerna, och fastställer så de olika korngruppernas fysikaliska egenskaper. Han gav härigenom åt sitt system en fastare grund än varje annan mer eller mindre godtycklig uppdelning av sanden.

Atterbergs korngruppskala 1908

På kongressen i Berlin 1913 hade Atterberg nöjet att få sitt system antaget till internationellt bruk.

Denna kongress hade föregåtts av den andra internationella agrokeologkongressen i Stockholm 1910, där en kommission, bestående av 17 ledamöter från skilda länder, möttes för allehanda klassifikation av mineralpartiklarna genom mekanisk analys. Atterberg fick uppdraget att utarbeta ett förslag härför, ävensom att ange en lämplig analysteknik och att tillstålla kommissionens olika ledamöter materialet för granskning och ändringsförslag. Tack vare sina omfattande forskningar över de olika korngruppernas fysikaliska egenskaper och sina ingående studier av en lämplig teknik för mekanisk analys ansågs Atterberg väl kvalificerad för detta hedersamma uppdrag. I hans godkända förslag antogs dock endast huvudgrupperna: (sten > 20 mm), grus (20-2), sand (2-0,2), mo (0,2-0,02), mjåla (0,02-0,002) och ler (< 0,002 mm). Det var sålunda Atterberg som föreslog uppdelningen grovler och finler.

Efter denna undersökning över sandslagen ger han sig in på studier av lerorna för att även här bringa i systematisk ordning. Han börjar med att slamma lerorna liksom förut sanden och uppdelar mineralpartiklarna i kornfraktioner. Den fraktion, som förekom i relativt största mängd, ansåg han ge karaktär åt den föreliggande jordarten, och här efter bildade han terminologien (ex. molera, mjunlera).

Jordarternas slamning för klassifikationen var emellertid för Atterberg allt för

tidsödande och opraktiskt, som han sa, och mången gång gav ej den mekaniska sammansättningen, sådan den framgick av slamanalysen, uttryck för jordartens fysikaliska egenskaper. Han företog sig därför att direkt söka bestämma dessa fysikaliska egenskaper, vilka karakteriserar jordarterna och slog härmed in på en väg, som även förordats av den amerikanske jordartsforskaren Hilgard.

En sådan fysikalisk egenskap, karakteristisk för lerorna, fann han vara *plasticitet*, och han fixerade nu närmare detta begrepp. Han satte plasticitet lika med formbarhet och ansåg en jordart plastisk, om den vid någon vattenhalt lät utrulla sig till en tråd. Den vattenhalt, där detta ej längre lät sig göra, betecknade han som *utrullgränsen* och den vattenhalt där jorddegen var för mjuk för att behålla sin form, för *flytgränsen*. Inom området mellan dessa båda vattenhalter var jordhalten plastisk, och områdets storlek ansåg Atterberg angiva graden av plasticitet (det s k plasticitetstalet). Här skall inskjutas att Atterbergs metod och tillhörande apparat för bestämning av lerornas flytgräns har förfinats av främst Casagrande 1932 och sedan dess är den mest använda metoden internationellt. (I Sverige används dock för rutinändamål främst konmetoden såsom den utformats av SGFs Laboriekommitté. När så anses behövt används givetvis också Casagrande/SGFs förfina-
nade metod.) Samtidigt studerades en annan egenskap, som är av vikt vid jordarternas bearbetning, nämligen klibbigheten, och den s k klibbgränsen uppställdes, dvs den vattenhalt, vid vilken jordarten upphör att klibba vid en metallyta. Dessa gränser inbördes lägen används av Atterberg för lerornas klassifikation. Men ännu en tredje fysikalisk egenskap tog Atterberg härvid till hjälp nämligen fastheten hos ett prisma av jordarten torkad vid 100 °C. Han bestämde denna egenskap med en av honom själv konstruerad apparat.

Efter detta blev hans nästa mål att utforska vilka beståndsdelar hos jordarterna, som ger dem plasticitet och fasthet. För den skull lät han söndermala en hel del olika mineral, vilka han sedan genom slamning uppdelade i olika kornstorlekar. Han fann därvid, att icke alla mineral gav plastiska produkter. Först och främst erfordrades en kornstorlek mindre än 0,002 mm för att preparatet skulle vara plastiskt. Starkt plastiska visade sig de järnhaltiga mineralen eller i allmänhet mineral av fjällig form, vilka Atterberg därför ansåg vara de, som åt våra leror ger plasticitet. Enligt professor Skempton var Atterberg den förste att påvisa detta med den fjälliga formen.

Atterbergs fortsatta forskning ägnades åt att öka förståelsen beträffande jordarternas egenskaper, speciellt då vad gäller lerornas konsistens och plasticitet. Hans produktion av skrifter är imponerande. I en av minnesskrifterna anges minst 85 artiklar från hans penna, därav minst 25 med geoteknisk anknytning. Signifikativt är att den sista artikeln ur hans hand 1916 bär titeln "Konsistensläran, en ny fysikalisk lära". I sanning en god summering och ett testamente. Hans stora mål, som han uttalade, var att hans konsistenslära skulle kunna tillämpas "på andra

områden av tekniken". Han blev förvisso bönhörd av geoteknikerna. Atterberg skulle få komma att konsulteras av SJs Geotekniska kommission och av Göteborgs Hamn 1914 i samband med diskussioner om Göteborgslerans fasthet m m i anslutning till stabiliteten hos vissa av kajerna, däribland Stigbergskajens förlängning, som ju skulle komma att rasa 1916.

En av Atterbergs assistenter i Kalmar under de senare åren, den bland äldre geologer kände kollegan Simon Johansson, avslutar sin fina nekrolog över sin beundrade mästare enligt följande:

"Man måste förvåna sig över att Atterberg hann med så mycket, som han gjorde. Utom att han hade att leda de dagliga arbetena på sin station och på frökontrollanstalten, stod han i livlig korrespondens med ett flertal vetenskapsmän och många äro de i både in- och utlandet, som av Atterberg erhöillit råd och upplysningar. Han hade en ovanlig arbetsförmåga, han kunde faktiskt icke vara sysslolös, och ett livligt intresse för sitt arbete. Snart sagt både dag och natt var han på sin kära station och glömde sig alltid kvar, så att vid måltiderna måste han vanligen ha en påringning från hemmet. Rik på initiativ och på originella uppslag, som Atterberg var, samt oförskräckt vid deras framförande, var det ej underligt, att han blef en banbrytare inom flera vetenskapsgrenar."

Bibliografi

- Atterberg, A (1880). Grandeau's teori om villkoren för åkerjordens fruktbarhet. Kungl Lantbruksakademiens Handling och Tidskrift, vol 19, nr 2, p 108-117.
- Atterberg, A (1894). Analytisk granskning af en serie jordarter från södra Småland och Öland. Kungl Landbruksakademiens Handling och Tidskrift, nr 3, p 177-190.
- Atterberg, A (1901). Hvad är Vesa?. Tidskrift för Landtmän, p 937-941.
- Atterberg, A (1902). Sandslagens egenskaper och terminologi. Tidskrift för Lantmän, p 525-528, 543-547.
- Atterberg, A (1903). Sandslagens klassifikation och terminologi. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar, bd 25, nr 224, p 397-412.
- Atterberg, A (1903). Studier i jordanalysen. Kungl Lantbruksakademiens Handling och Tidskrift, vol 42, p 185-253.
- Atterberg, A (1905). Klastiska jordbeståndsdelarnas terminologi. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar, bd 27, nr 235, p 225-232.
- Atterberg, A (1905). Lösa jordlagren vid Stora Rör på Öland. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar, bd 27, nr 236, p 265-312.
- Atterberg, A (1905). Rationelle Klassifikation der Sande und Kiese. Chemiker Zeitung, vol 29, p 195-198.

- Atterberg, A (1905). Über die Korngrösse der Dünensande. Chemiker Zeitung, vol 29, p 1074.
- Atterberg, A (1907). Lerornas natur enligt äldre och nyare forskningar. Kungl Lantbruksakademiens Handling och Tidskrift, vol 46, p 385-424.
- Atterberg, A (1908). Lerornas analys och klassifikation. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar, bd 30, nr 6, p 401-408.
- Atterberg, A (1908). Om lerornas natur. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar, bd 30, nr 1, p 31-44.
- Atterberg, A (1908). Om metoderna för leranalysen. Kungl Landbruksakademiens Handling och Tidskrift, vol 47, p 365-397.
- Atterberg, A (1910). Die Plastizität und Cohärenz der Tone und Lehme. Chemische Zeitschrift, vol 34, nr 42, p 369-371 och nr 43, p 379-380.
- Atterberg, A (1911). Lerornas förhållande till vatten, deras plasticitetsgränser och plasticitetsgrader. Kungl Lantbruksakademiens Handling och Tidskrift, vol 50, nr 2, p 132-158.
- Atterberg, A (1911). Plastizität der Tone. Internationale Mitteilungen für Bodenkunde, vol 1, p 10-43.
- Atterberg, A (1911). Über die physikalische Bodenuntersuchung. Internationale Mitteilungen für Bodenkunde, vol 1, p 7-9.
- Atterberg, A (1912). Jordslagens konsistens och styvleksgrader. Kungl Lantbruksakademiens Handling och Tidskrift, vol 51, p 93-123.
- Atterberg, A (1912). Konsistenz und die bindigkeit der Böden. Internationale Mitteilungen für Bodenkunde, vol 2, p 149-189.
- Atterberg, A (1912). Mechanische Bodenanalyse und die Klassifikation der Mineralböden Schwedens. Internationale Mitteilungen für Bodenkunde, vol 2, p 312-342.
- Atterberg, A (1912). Mekaniska jordanalysen och klassifikation af de svenska mineraljordslagen. Kungl Landbruksakademiens Handling och Tidskrift, vol 51, nr 6, p 438-463.
- Atterberg, A (1912). Studier öfver jordslagen. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar, bd 34, nr 7, p 790-805.
- Atterberg, A (1913). Plastizität und Bindigkeit liefernden Bestandteile der Tone. Internationale Mitteilungen für Bodenkunde, vol 3, p 291-220.
- Atterberg, A (1913). Vilka beståndsdelar giva lerorna plasticitet och styvhet. Kungl Lantbruksakademiens Handling och Tidskrift, vol 52, p 413-444.
- Atterberg, A (1914). Eigenschaften der Bodenkörner und die Plastizität der Böden. Kolloidchem., vol 6, nr 2-3, p 55-89.

- Atterberg, A (1915). Mineraljordarnas klassifikation efter deras konsistensformer och konsistensgrader. Kungl Lantbruksakademiens Handling och Tidskrift, vol 54, nr 6, p 497-532.
- Atterberg, A (1916). Klassifikation der humusfreien und der humusarmen Mineralböden Schwedens nach den Konsistenzverhältnissen derselben. Internationale Mitteilungen für Bodenkunde, vol 6, p 27-37.
- Atterberg, A (1916). Konsistenzläran - en ny fysikalisk lära. Svensk Kemisk Tidskrift, vol 28, p 29-37.
- Atterberg, A, & Johansson, S (1916). Klassifikation der humusreicheren Mineralböden Schwedens. Internationale Mitteilungen für Bodenkunde, vol 6, p 38-59.
- Atterberg, A (1917). Konsistenzlehre - eine neue physikalische Lehre. Kolloid Zeitschrift, vol 20, p 1-7.

SJ Geotekniska kommission

Innan vi går över till parhästarna John Olsson och Wolmar Fellenius är det, enligt författarens mening, nödvändigt att något mer känna till SJ Geotekniska kommissions aktningvärda pionjärinsats under åren 1914-22, dvs under en stor del av första världskriget, då landets gränser var mer eller mindre stängda för information utifrån. Tillkomsten av kommissionen den 29 dec 1913 föranledes närmast av ett jordskred den 14 juni detta år under byggandet av ett dubbelspår utmed sjön Aspen nära Lerum på den geotekniskt sett så besvärliga bandelen Göteborg-Alingsås.

Kommissionens uppgift var av Kungl Järnvägsstyrelsen formulerad sålunda:

"dels att geologiskt undersöka av Kungl Styrelsen närmare angivna statsbanelinjer samt angiva, huruvida å dessa linjer rubbningar av banvallen till följd av jordskred eller dylikt kunde vara att befara, dels att, om detta vore fallet, inkomma med förslag till de åtgärder, som ansåges böra vidtagas för järnvägens säkerställande mot sådana rubbningar av banvallen."

Statsbanedelar som skulle undersökas: Göteborg-Alingsås, Norrköping-Mjölby, Göteborg-Strömstad, Järna-Norrköping och Göteborg-Kungsbacka. Senare tillkom: Stockholm-Mölnbo, Alingsås-Torp, Hallsberg-Örebro och Tranås-Aneby.

"Vidare har kommissionen genom särskilda remisser från Kungl Styrelsen anmodats besvara specialförfrågningar rörande enstaka platser, såväl å de ovan angivna banlinjerna som å andra delar av statsbanenätet.

Genom skrivelse den 13 dec 1915 har Kungl Järnvägsstyrelsen anmodat kommissionen att ävenledes inkomma med förslag till ordnandet av det geotekniska arbetet vid Statens järnvägar, efter det kommissionen slutfört sina uppdrag."

Kommissionen bestod, förutom vederbörande arbetschef och baningenjör, av Gerard De Geer, ordf. t o m 1918. (Visste ni att det var De Geer som myntade begreppet "geoteknik".) Vice ordf. var Wolmar Fellenius som efterträdde De Geer 1919. Övriga utgjordes av statsgeologen Lennart von Post och Figge Blidberg och Anton Larsson, båda från Göteborg. Som sekreterare och ledare av kommissionens utredningsarbete verkade John Olsson, ett lyckligt val, som det skulle visa sig. Arbetsutskottet utgjordes av Fellenius, von Post och Olsson, som var ett mycket flitigt team med två à tre möten varje vecka, ibland flera.

Som biträdande sekreterare fungerade geologen Ragnar Lidén som i likhet med geologen Carl Caldenius var anställd vid kommissionen som undersökningsförrättare och även biträdde vid redigeringen av kommissionens slutbetänkande. Caldenius (fil dr 1924) kom efter kommissionens upphörande att utföra en del andra kompletterande uppgifter på ett förtjänstfullt sätt. (Det är här berättigat att utnämna honom till Sveriges förste ingenjörsgelog.) Till pionjärprofilerna i kommissionen bör även räknas anställda Åke Virgin, som verkingsfullt hjälpte John Olsson att klara av konsolideringsproblematiken.

Kommissionens egen filosofi och syn på sin uppgift med avseende på de praktiska överväganden och tillämpningar som måst göras kan i någon mån sammanfattas genom följande citat ur slutbetänkandet:

"Det är efter det ovan anförda tydligt, att kommissionen många gånger måste stå tvekande i valet mellan å ena sidan ett i någon mån ovisst förlitande på terrängens bärförmåga och å den andra ett efter allt att döma onödigt fördyrande av arbetena. I den situationen skulle det givetvis för kommissionens egen del varit det mest angenäma att med åsidosättande av de ekonomiska synpunkterna ständigt förorda sådana anordningar, att varje tvekan rörande stabiliteten vore undanröjd. Att en sådan princip icke vore förenlig med god teknisk ansvarskänsla och det allmännas bästa, ligger emellertid i öppen dag, och kommissionen har heller icke tillämpat densamma, utan har i stället sökt att i vart och ett sådant fall avväga förhållandet mellan riskgrad och kostnaderna för platsens förstärkande. Detta har givetvis varit fallet endast beträffande sådana platser, om vilka man med stöd av verkställda undersökningar kunnat sägas, att någon risk för markförskjutning sannolikt icke förefunnits. För sådana platser däremot, där denna risk icke finge anses osannolikt, har kommissionen naturligtvis förordat förstärkningsåtgärder. Endast för sådana platser av sistnämnda typ, för vilka effektiva förstärkningsåtgärder skulle ställa sig alldeles för orimligt kostsamma, har kommissionen ansett sig böra avstå från att föreslå dylika, men har för dessa platser i stället påfordrat särskilda försiktighetsmått med avseende å trafiken, såsom nedsättning i den eljest tillåtna tågastigheten, införandet av strängare banbevakning, anordnandet av skredvarningssystem osv."

I sin välskrivna utformning är det citerade värt all respekt och förtjänar lyftas fram till efterkommandes begrundan.

Kommissionens arbete kom tidigt att uppmärksammas av de övriga nordiska ländernas järnvägsgeotekniker. Efter en järnvägsolycka i Finland 1919 nära Helsingfors, varvid genom banksättning ett lok välte och människoliv gick till spillo, tillsatte de finska statsbanorna i december detta år en geoteknisk utredningskommitté enligt svensk modell, vad gäller de geotekniska undersökningsmetoderna etc. I början av 1926 upplöstes nämnda kommitté och efterträddes av ett geotekniskt organ inom den finska järnvägsstyrelsen, med fil.dr geologen Tord Brenner som chef. År 1922 anställdes vid Norges statsbaner på extra stat en ingenjör, som efter en studieresa till Sverige också införde de svenska undersökningsmetoderna vid de norska järnvägarna. De norska pionjärerna var geologen Appolonius Rosenlund och civ.ing Sverre Skaven Haug, den senare som bekant en av SGFs hedersledamöter. Danmark, med sin annorlunda geologi, kom med i den nordiska geoteknikerkretsen något senare, kring 1930 (civ.ing. O Godskesen och geologen Ellen-Louise Mertz). De nämnda nordiska pionjargeoteknikerna möttes relativt ofta för utbyte av erfarenheter och kunskapsinsupande och en varm vänskap utvecklades dem emellan, med John Olsson som faderlig centralgestalt.

KOMMISSIONENS FÖRSTA PUBLIKATION 1917 (SJ Geotekniska Meddelande I)

Begreppet SJ Geotekniska Kommission är mestadels kopplat till dess slutbetänkande 1922.

Relativt få torde känna till att kommissionen redan 1917 utgav en "förskrift" med titeln "Vägledning vid jordborringar för järnvägsändamål" (SJ Medd. 1, 37 s. 9 bil.) Publikationen är indelad i följande 9 kapitel och är föredömligt pedagogiskt utformad. Några kommentarer och citat under vissa av kapitlen förtjänar att redovisas här:

I. Synpunkter beträffande olika grundundersökningsmetoder

Här ingår några allmänna visdomsord om bl a lämpliga former av undersökningar där provbelastning kan vara ett sätt att undersöka en jords bärförmåga. Det uttalas dock att för att en sådan metod skall vara att rekommendera bör provytan vara i det närmaste lika stor som det blivande byggnadsverket, en metod som ofta blir för dyrbar; en för liten provyta "är oftast föga upplysande eller rent av missvisande".

Till gruppen provbelastning räknas även provpålning, dock endast under den förutsättningen att friktionspålning skall ingå i det blivande byggnadsverket och att provpålningen utförs ungefär så som den permanenta pålningen är avsedd att utföras.

Provgrävning för ingående studier av grundens beskaffenhet diskuteras även,

men anses även för dyrbar att utföra, speciellt om den måste nedföras till stora djup. Som slutsats slås fast att borring i första hand är den metod som bör användas, dvs sondering med kompletterande provtagning.

2. Geoteknisk indelning av jordlagren

Här ges lite geologisk kunskap med avseende på jordarternas bildningssätt och en "sammanställning av de ur geoteknisk synpunkt viktigare jordarterna". (En smula oklart vad som här menas med "viktigare"). Beträffande indelningen är de två huvudgrupperna: Jordarter av bergartsmaterial respektive jordarter av växt- och djurrester. Till den förstnämnda gruppen hör jordarter av osorterat material, dvs morän (morängrus, moränsand, moränlera) och av sorterat material (åsgrus, strandgrus och älvgrus, sand, mjäla och lera). Man lägger här märke till att jordarten mo saknas, den tillkom efter 1922.

Indelningen följer dåtidens geologiska praxis och den enda exakta kornstorleken som nämns är 2 mm och gäller för sand. Denna beskrivs sålunda: "Avlagringar, vilkas huvudmassa utgöres av korn mindre än 2 mm samt ned till den minsta storlek, som ännu för känseln mellan fingrarna eller mellan tunga och läppar låter de små sandkornen tydligt förnimmas". Mjäla beskrivs som "ytterst finsandigt, stoftigt material av i kort tillstånd mjölig beskaffenhet. I fuktigt tillstånd kort i brottet och icke seg eller plastisk".

Om mjälan sägs vidare att den jämte den allra finaste sanden utgör huvudbeståndsdel i flytjord, "vilken kännetecknas förnämligast dels därav, att densamma, från att vid en viss vattenhalt vara tämligen fast, genom endast en obetydlig ökning av fuktighetsgraden blir flytande, dels därav att den i fuktigt tillstånd vid frysning blir tjälskjutande".

Gruppen "Jordarter av växt- och djurrester" eller som den heter idag, "organiska jordarter", innehåller gyttna, dytorv, skogstorv och filttorv.

3. Undersökningarnas allmänna gång

4. Organisering av undersökningarna

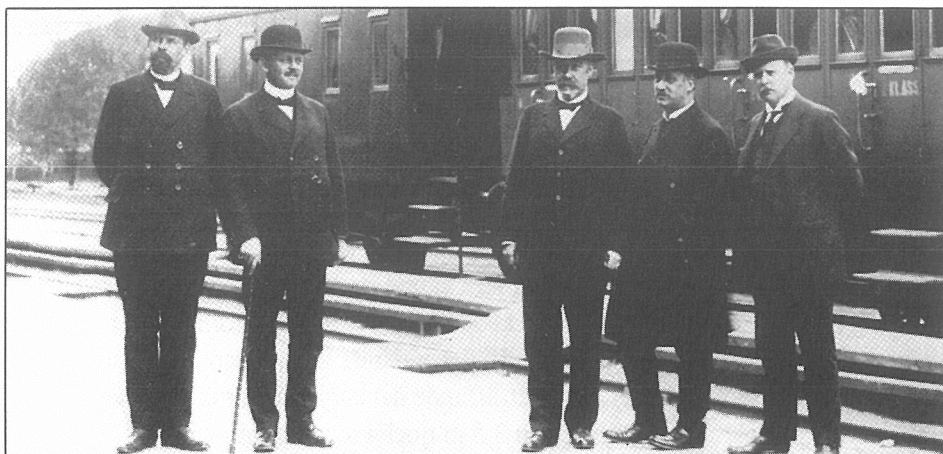
5. Sondborring

Här nämns även möjligheten och ev. behov av "lutande sondering", till och med horisontell sådan, för fastställande av läget hos nedsprängda bankar.

6. Borring genom ytlager

7. Provtagningsborring

a. Provtagning med kannborr



SJs geotekniska kommission. Fr v professor Wolmar Fellenius, bandirektör Anton Larsson (ej ordinarie ledamot av kommissionen), lucka lämnad för statsgeolog Lennart von Post, professor G de Geer, byggnadschef Figge Blidberg och byråingenjör John Olsson. Luckan för von Post är dimensionerad efter dennes kraftfulla yttre.

- b. Provtagning med skopborr (med löstagbar och förskjutbar skärkniv, system "Standard"). Den s k spadbörren modell "Ivan" (amerikansk). Började ej användas förrän på 1930-talet.

8. Provs förvaring och etikettering

9. Ritningar

De ingående bilagorna visar rekommenderad borrhörningsutrustning, beteckningar och uppritning av tvärsnitt av inkl undersökningsresultat samt protokoll över sondborrning jämte förborrning och provtagning.

Kommissionens "Lilla Geotekniska Katekes" var mycket efterlängtat genom att man äntligen kunde få en standard vad gäller inte minst sonderingsförfarandet. Metoderna hade tidigare varit mer eller mindre "hemmagjorda" m a p stängernas utformning och dimensioner, från en diameter av 15 upp till 30 mm eller mer, ävenså 4 kant-, 6 kant- eller 8 kantsektion, samtliga med utanpåliggande skarvar och med eller utan spets, m a p neddrivningssätt (slag, vridning, hejning, pressning, vattenspolning, en mans tryck etc) samt m a p tolkningen av resultaten.

Kommissionen valde nu ϕ 19 mm släta stålstänger (kolhalt 0,60 %), 1,0 m långa och med vriden spets. Neddrivningen av sonden skedde i princip som i dag med avläsning av sjunkningen för respektive laststeg, dvs 0,5, 15, 25, 40, 75 och 100 kg. Vid 100 kg belastning och vridning angavs dock sjunkningen i cm/25 halva varv, som skulle komma att vara standard ända fram till 1965, då den "internationaliserades" till antalet halvvarv för 20 cm sjunkning (hv/0,20 m).

En viktig del av undersökningarna i samband med sonderingen gällde bestämningen av torrskorpans tjocklek och fasthet. Frågeställningen var: "Till vilken högsta höjd kan en enkelspårig järnvägsbank utan risk uppföras på en horisontell mark utan att förstärkningsåtgärder måste tillgripas?" Detta var ju också en viktig fråga vid dåtidens vägbyggande. Förborrning företogs härvid med skopborr eller skruvborr till torrskorpans underkant och de ingående jordslagen, varvid gränserna dem emellan noggrant och färgen på respektive jordslag protokollfördes. Vid torrskorpa av mer eller mindre torkad lera skulle de aktuella Atterbergiska gränsvärdena bestämmas in situ, vilket skedde under borrningsförmannens ansvar. Vidare skulle den vid undersökningstillfället rådande väderleken antecknas (regn, snö, tjäle etc) liksom vatten i hålet. Beträffande det angivna, här något idealiserade exemplet på protokollföring synes den 3,5 m tjocka torrskorpan vara tämligen fast och säker för en ca 2 à 3 m hög bank. Den underliggande lösa leran synes likna den tidigare nämnda De Geerska bilden där "torrskorpan vilar på en lös välling av vatten och lös lera". Skulle man inte ha förborrat i "exempelhålet", skulle friktionsmotståndet i torrskorpan i det översta lerlagret troligen ha varit, säg 25 à 50 kg, i stället för det korrekta 0 kg. Beträffande torrskorpan och dess bärighet m m hänvisas till en "efterskrift" av kommissionen med Carl Caldenius som författare och med den långa titeln "Bidrag till kännedomen om relationen mellan markbeskaffenhet och markbärighet, sådan den registreras genom hållfasthetsbestämningar och bankbelastningar (IVA Handl. 1925, No. 42, 50 s.).

KOMMISSIONENS SLUTBETÄNKANDE 1922 (SJ Geotekniska Meddelande 2)

För att så övergå från "Kommissionens lilla katekes" till dess slutbetänkande ("Kommissionens bibel"), så består textdelen av åtta kapitel (A-H) jämte engelsk summary (7 s), 42 planscher och 4 bilagor.

Textdelen

A. Geotekniska kommissionens tillsättande m m

B. Allmän redogörelse för de verkställda utredningarna

1. Allmänna synpunkter
2. Utredningarnas omfattning och föreslagna åtgärder

Undersökningarna var av betydande omfattning. Sammanlagt har över 300 platser underkastats utredning, därvid har bortåt 2.400 tvärsektioner och ca 20.000 jordprover undersökts.

Sammanlagt har närmare 70 platser ansetts böra på ett eller annat sätt förstärkas.

Särskilda försiktighetsåtgärder i avseende å banbevakning och tåghastighet har förordats för över 100 platser med en sammanlagd längd av över 56 km.

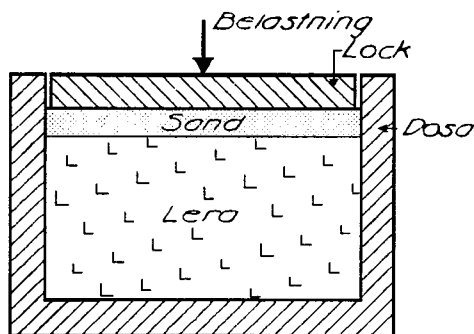
C. Markrörelsernas allmänna karaktär

■ 1. Marksammanpressning

I anslutning till Bohuskommitténs utlåtande 1909 uttalar De Geer även att: "Genom att på samma punkter med lämpliga mellantider upprepa liknande vattenbestämningar skulle man utan tvivel erhålla värdefulla upplysningar angående de erhållna värdenas relativa oföränderlighet på vissa ställen samt deras föränderlighet på andra, där markens uttorkning såväl genom själva banksärningen som på vissa ställen genom särskilt anlagda dräner, ännu icke hunnit utöva sin fulla verkan."

Också på andra ställen i texten talar han om den lösa lerans dränering, dvs om en rörelse av vattnet i jorden och om avvattning. Låt vara att De Geer endast var inställd på den ökande fastheten hos leran och inte tänkte på att kornen därvid också kom närmare varandra när leran avvattnades och sammanpressades, men han var bra nära att få en förklaring av konsolideringsproblematiken. Läget var ju vid denna tid sådant i den geotekniska världen att man ansåg att vattnet var så hårt bundet kring kornen att det inte kunde pressas ut.

John Olsson hade länge gått och funderat på varför järnvägsbankarna på plan mark och lergrund sjönk utan att marken på sidorna pressades upp. Genom tips av kommissionsanställda Åke Virgin, som kanske var mer geodet än geotekniker, fick han en förklaring som verkade rimlig, men som till dags datum (1918) ingen velat tro på. Virgin hade nämligen funnit att hans fixpunkter i form av stora stenar eller block i terrängen satte sig från tid till annan. Han ville förklara detta med att den belastade undergrunden utsattes för ett tryck varvid kornen tvingades närmare varandra samtidigt som vattnet pressades ut (Virgin, 1918. Teknisk Tidskrift Väg- och Vattenbyggaren Vol. 48 s. 113-115).



John Olsson lät nu konstruera en dosa av ödometertyp, fyllde den med lös lera och ett topplager av sand med på detta överst ett hålförsett lock. Vid pålagd belastning började vatten genast tränga upp och en kompression ske. (Här hade John rättighet att utropa sitt Eureka, men historien förtäljer inte hans reaktion. Hur som helst kunde han experimentellt och kvalitativt förklara konsolideringsfenomenet, som inte längre framstod som något fenomen utan som en naturlig fysikalisk process. I kapitlet beskrivs processen lite utförligare.

Som lämplig plats att undersöka om sanning på laboratoriet också var giltigt ute i fält valdes en sektion utmed Sannegårdsjärnvägen nära Tingstads hållplats (Göteborg). Banken var utlagd 1912 och undersökningarna gjordes 1920. Ett 40 m djupt sonderingshål utfördes på vardera sidan om den 2,2 m höga banken, som enligt uppgift sjunkit 0,4 m. Provtagning ned till 15 m djup utfördes dels på ömse sidor om banken, såväl ett stycke utanför banken som vid bankfoten, dels genom bankfyllningen, såväl i spårmiten som i slänterna, tillsammans sju hål. I varje profils övre hälft togs prov på 0,5 m inbördes avstånd i djupled, i nedre hälften på 1 m inbördes avstånd.

Det befanns härvid att bankens underkant låg avsevärt lägre än den plana utanförliggande marken, 0,8 m, utan att någon upptryckning av marken utanför banken kunde registreras. Detta i sig själv var en omständighet som kunde förklara en konsolideringsprocess. De upptagna proverna undersöktes m a p vattenkvot, hållfasthetstal och finlektal. Genom jämförelse mellan erhållna värden under och bredvid banken befanns det, såsom också kunde förväntas, att vattenkvoten var tydligt lägre under banken än vid sidorna. Påverkan under banken märktes ned till 7 m djup. Även hållfasthetstalen (se nedan) pekade påtagligt på en förändring, mot ökad fasthet. En ny svensk geoteknisk innovationsbragd kunde noteras!

Terzaghi hade, såsom inledningsvis antytts, vid denna tid (1919) funnit samma förklaring som John Olsson/Åke Virgin och kunde laboratoriemässigt därmed och på basis av värmeströmningsläran föra fram sin konsolideringsteori med avseende på både sättningarnas tidsförlopp och storlek - under vissa givna förutsättningar är bäst att tillägga.

I anslutning till John Olsson/Virgins förklaring av konsolideringsprocessen 1918/1919 och Terzaghis mera vetenskapligt utformade konsolideringsteori (1923) är det av stort intresse att ta del av ett tidigt väldokumenterat engelskt "case record", där Thomas Telford vid grundläggningsarbeten i Skottland för en av Kalendoniakanalens slussar redan 1809 förbelastar den djupt liggande lösa undergrunden av lera genom utläggning av en tung bank "i syfte att pressa ut vattnet och konsolidera leran" (Telford, 1830; Skempton/Mac Donald, 1955). Efter sex månader hade lerlagret pressats ihop och bedömdes tillräckligt bärkraftigt. Denna tidiga, geniala lösning, den första i sitt slag men som uppenbarligen kom att glömmas bort under en lång tid, visar på Telfords storhet som ingenjör, med rätt att bära epitetet "den brittiska väg- och vattenbyggnadskonstens fader".

Det skall också tilläggas att Telford var mycket noga med att genom borringar förvissa sig om undergrundens beskaffenhet. I samband med det nämnda kanalbygget säger Telford, t ex.: "that it was necessary to carry the Canal by artificial embankments, too yards beyond high water mark, where the shore consisted of soft mud, into which an iron rod could easily be thrust 55 feet". Telford är ju också känd för sin medverkan 1808 vid tillkomsten av Göta kanals östgötadel.

Flera forskare med början av den engelske geologen Lyell 1871 fram till

fransmannen Frontard 1914 skulle sedan vidareutveckla de olika konsolideringsaspekterna och leda fram till John Olsson/Virgins (självständiga) förklaring 1918/19 och Terzaghis slutliga lösning 1923 (Flodin/Broms, 1981).

2. Markförskjutning

Begreppen kohesion och friktion liksom kohesions- och friktionsjordarter behandlas inledningsvis. Vad gäller lös lera uttalas att "deformationen av sådan lera betingas så gott som enbart av dennas kohesion", men att man i andra fall kan ha anledning att räkna med samverkande kohesion och friktion, beroende av jordmaterialets sammansättning. Beträffande markförskjutningarna indelades dessa i *ras* när det gäller friktionsjord och *skred* (glidning) vid kohesionsjord. Stabilitetsbetingelserna och skredmekaniken beskrivs utförligt och ett exempel med bilder ges av det stora lerskredet vid Hammarby gård 1920, som orsakades av muddringsarbeten för Hammarbyleden. Beträffande de olika skredelementen inom skredärren torde, sägs det, dessa endast ha det inbördes sammanhanget, att ett föregående sådant fullbordad betingelserna för ett efterföljande. Det är då egentligen endast för det första skredelementet (initialskredet), som markförskjutningsanledningen varit tillräckligt kraftig att direkt framkalla brott. När väl initialskredet skett, utlöses nästa skredelement såsom en följd av detta och så undan för undan. Härmed är ingalunda sagt, anges det vidare, att icke de massor, som kommer i rörelse och det andra, tredje osv. skredelementet kan ha haft inverkan på stabiliteten hos det först utskridna partiet.

En sammanställning avseende anledningarna till och förloppet av skred/ras ges i ett schema enligt nedan:

Huvudindelning	
på basis av markförskjutningens inre karaktär:	I Ras II Skred
Underindelningar:	
I avseende å <i>anledningarna</i>	A. Statisk-dynamisk anledning a) Ökning av den aktiva belastningen b) Minskning av mottrycket B. Konsistensanledning a) Minskning av friktionen b) Minskning av kohesionen
I avseende å <i>förloppet</i>	1. Enkel markförskjutning 2. Sammansatt markförskjutning a) Framåtgripande b) Bakåtgripande

Ett skred innehåller, särskilt vad förloppet beträffar, vanligen flera av de i ovanstående schema ingående alternativen.

Samtliga de i huvudkapitlet H ingående beskrivningarna av de skred som kommissionen behandlat är klassificerade enligt det angivna schemat.

Vid den europeiska kongressen i Stockholm 1954 med temat "Släntstabilitet hos jordslänter" har framför allt Walter Kjellman behandlat skredmekaniken hos

svenska lösa leror med erfarenheter från senare skred, t ex vid Sköttorp (1946) och Surte (1950). Han ansluter sig i stort till kommissionens indelning vad beträffar "retrogressive slides" bakåtgripande skred) och "progressive slides" (framåtgripande skred). Han vill emellertid införa ytterligare en typ av skred av annan orsak än det ovan angivna, nämligen "successive slides". Ett sådant skred innebär uppkomsten av en mycket lång och flack glidyta längs ett lager som är svagare än de andra och vanligtvis förutsätter successivt brott i denna yta. Kjellman utvecklar denna teori i några andra uppsatser i kongressens proceedings. (Proc. Europ. Conf. Stab. Earth Slopes 1954 Vol. 1).

Detta med skreds orsaker, förlopp etc. utlöste livliga diskussioner bland svenska och även tillkallade utländska experter efter det förödande skredet i Tuve 1977 i utkanten av Götaälvdalen. Med SGI som ansvarig utredare utfördes ett omfattande undersökningsarbete såsom framgår av ett stort antal SGI-Rapporter. Många teorier framfördes, även i andra rapporter, men någon absolut entydig förklaring till den komplicerade skredbildningen i alla dess aspekter kunde ej ges, förutom att det höga porvattentrycket är en stor negativ faktor. Är det kanske så att varje skred är sig självt nog?

D. Fältmetoder vid grundundersökningar för järnvägsändamål

I detta avsnitt ingår hela den tidigare beskrivna kommissionens publikation 1917 "Vägledning vid jordborringar för järnvägsändamål" (SJ Geot. Medd. 1) plus lite till. Avsnitten 1-6 i de båda publikationerna är identiska. Under nya avsnittet i slutbetänkandet "7a. Provtagning med kannborr" har tillagts möjligheten att förborra genom gruslager medelst vattenspolning och med hjälp av foderrör. En annan metod i samma syfte är att heja ned ett foderrör med en 76 mm inre diameter, vilket i sin nedre ände är försett med en träpropp som kan slås ut på önskad nivå. En länskanna för tömning av eventuellt vatten i foderröret ingår även i utrustningen. Gamla 7b. är oförändrad medan nya 7c. "Provtagning med cylinderborr" visar att en utveckling har skett sedan 1971 beträffande ökad kvalitet på proverna. Med den nya provtagaren kan sk "störda" prover tas i motsats till de äldre "omrörda" proverna enligt 7a och 7b. (Det nämns att en provtagningsapparat med tillslutningsanordning nedtill var under utexperimentering, men den synes ej ha kommit till användning.) 7d behandlar vattenspolningsborring och 7e provs förvaring och etikettering (8 i Medd. 1). Nya 8 behandlar Lodning, dvs utrustning och teknik vid uppmätning av sektioner över vattendrag.

Speciellt intressant i sammanhanget är det nya avsnittet 9 "Jämförelse mellan undersökningsresultat erhållna dels enligt äldre undersökningsmetoder, dels enligt geotekniska kommissionens undersökningsmetoder". Det uttalas bl a att "De angivna exemplen visar att bristfälliga undersökningar kan leda till åtgärder som vid bättre kännedom om grunden skulle ha visat sig obehövlige eller rent av felaktiga

samt att genom tillförlitliga grundundersökningar mången gång även avsevärda kostnadsbesparingar kunnat göras" (en av geoteknikens dogmer!). Avsnitt 10 avser Ritningar, med hänvisning till bilagan: "Beteckningar för tvärsektionsritningar".

E. Anordningar för observation av markrörelser

Inledningsvis nämns att det vid många markförskjutningar har gjorts den iakttagelsen att själva katastrofen föregåtts av smärre rörelser i jordlagren (sprickbildning) och att i vissa fall dessa rörelser har märkts dagar i förväg. Vidare sägs att man med noggranna och tillräckligt ofta verkställda mätningar skulle i god tid erhållit en varning mot den annalkande katastrofen. Hänvisning görs här till skredet vid Stigbergskajens förlängning den 7 mars 1916, där en första spricka observerats redan den 25 februari. Några anordningar beskrivs för observation av markrörelser, i sin enklare form genom avvägning av markpeglar till mera avancerade system med inkopplade ledningar som kan tjäna som "skredvarningssystem" och få tågen att stanna i god tid. En pådrivande anledning till det skriande behovet av skredvarnare utgjorde skredet vid Getå (vita Sikudden) den 1 oktober 1918.

F. Laboratoriemetoder för geoteknisk undersökning av jordprov

De till kommissionens laboratorium inkomna proverna har i regel undersökts med avseende på vattenhalt (vattenkvot) och konsistens (hållfasthet). För en stor del av proverna (friktionsjord) har dessutom utförts siktning samt av viktförlusten vid glödning.

■ 1. Vattenhaltsbestämning

Denna har skett genom torkning vid ca 105 °C. (Obs! vattenhalten angiven som viktsprocent av totalsubstans).

■ 2. Konsistensbestämning

Inledningsvis harangeras Atterberg för sina beaktansvärda insatser m a p sitt system för konsistensgränsbestämning, ett system som ju kommissionen i stor utsträckning använt sig av vid framför allt sina fältundersökningar. Emellertid ansågs det Atterbergska förfarandet vid bestämningen av flytgränsen vara alltför subjektivt beroende. Kommissionen kom därför att "växla in på ett annat spår" genom en ny metod, konmetoden. Denna innebär, som alla geotekniker vet, att "en metallkon av en viss vikt och med en viss spetsvinkel, lodrätt upphängd över det till horisontell yta avjämnade jordprovet och med spetsen nätt och jämnt berörande detta, får fritt falla ned i provet". Konintrycket, i mm, är ett mått på jordprovets konsistens och samtidigt ett relativt mått på dess fasthet. (Idén till förfarandet fick uppfinnaren, John Olsson, via Brinells prov där kulan kom att ersättas av den fritt fallande konen.) Kommis-

sionen uttalar att provningsförfarandet har ett antal företräden framför provning med platta, kula, cylinder etc. eller med långsamt verkande belastning, nämligen

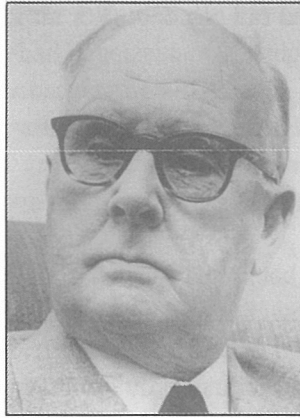
- intrycken blir alltid likformiga, huru små eller stora de än är.
- ett snabbt provningsförfarande ernås med i möjligaste mån mjuk stötverkan vid deformationsarbetet (det uppställda kravet var att försöka skapa en snabb och enkel metod).
- man undgår att vid bedömningen av resultaten behöva taga hänsyn till faktorn tiden, enär provningen blir avslutad i och med fallet och någon eftersjunkning i regel icke förekommer.

John Olsson presenterade konmetoden för kommissionen den 30 juni 1915, mer allmänt med avseende på dess användningsmöjligheter den 17 januari 1916. Vid det omfattande utprovningsarbetet användes ett stort antal olika kontyper, med 60g-60°-konens nedsjunkning 10 mm i provet. Förutom normalkonen, 60g-60°, kom i fortsättningen 100g-30° och 10g-60°-konerna att användas som arbetskoner. Den förstnämnda rekommenderas inom konsistensområdet som motsvarar 5-15 mm intryck av denna kon, de två övriga för fastare respektive lösare prover. Till en början undersöktes lerproverna i det skick de framkommit till laboratoriet och såsom de erhållits med dåtidens primitiva redskap, främst cylinderborren, som gav s k störda prover ("H2-kvalitet"). Så småningom fann man att det var minst lika viktigt att bestämma respektive provs omrörda relativa hållfasthetstal, betecknat H1-tal. H3-talet var reserverat för "ostörda" prover, som skulle bli verklighet först när man - om möjligt - kunde frambringa en provtagare med sådana prover. Detta skulle i det närmast lyckas omkring år 1923 när John Olsson kunde presentera sin kolvborr (se nedan).

■ 3. Finleksgradsbestämning

Det skulle bli så lyckligt att kommissionen av de relativa hållfasthetstalen och de procentuella vattenmängderna på ett enkelt sätt kunde uttrycka även leromas finleksgrad. Detta begrepp motsvarar är i stort detsamma som flytgränsen enligt Atterberg och i senare tid enligt SGFs laboratoriekommitté.

Finlekstalet anger, enligt kommissionen, hur mycket vatten, uttryckt i vikts-% torrsubstans, ett visst lermineral binder då blandningen (ler + vatten) vid fullständig omrörning har en konsistens som motsvarar hållfasthetstalet 10. Beräkningen av finlekstalet sker med hjälp av uppgjorda kurvor och formeln $F = V/J$, där V = vikts-% vatten/trs (viktsprocent å torrsubstans) och J = ett jämförelsetal. Det uttalas att finlekstalet ej får förväxlas med den vattenbindningsförmåga (kapillaritet) materialet äger i sitt naturliga tillstånd i naturen, dvs innan någon omrörning äger rum.



John Olsson

(1880-1969)

John Olsson föddes i Uddevalla, en stad i geoteknikerkretsar känd som "löslerig" och skredbenägen. Han tog studenten i Göteborg 1898 och blev civilingenjör VoV på KTH 1906. Som redan nämnts hade John som teknolog skaffat sig praktik före examen och var anställd vid Bohusbanans tillblivelse under ett år 1901-1902 och ett par sommarmånader 1904. En fin skola, som måste ha vunnit hans hjärta med tanke på fortsättningen. Därtill kommer en tremånadssejour 1905 på Statsbyggnadskontoret i Göteborg (mera lera), som blev avslutningen på hans praktikpensum.

Det första "riktiga jobbet" fick John omedelbart efter sin examen i maj 1906 på VBB där han verkade till juli 1908. Han deltog bl a i byråns vattenrenings- och avloppsuppdrag i Ryssland, främst i dåvarande Petrograd. Efter en sejour i Stockholm Stads Kommunikationskommitté och utlåning till Roslagsbanan blev han 1910 slutligt anställd vid SJ där han vid Kommissionens upphörande 1920 blev chef för SJs geotekniska kontor med dess laboratorium från 1914, ett av de första i sitt slag i världen. Här skulle han alltså komma att verka fram till sin pensionering 1945, då han efterträddes av andra geoteknikergenerationens Fellenius, med förnamnet Bror.

Under sin verksamhet inom SJ som framstående geoteknisk "allexpert" med hedersnamnet "Ler-Olle" kom denna med dispens, att även hårt engagera sig i en mängd privata konsultuppdrag av mångahanda slag, som skulle öka hans erfarenhetsbank. Ända upp i de senare 80-åren av sin levnad kom han att tjäna den svenska

och nordiska geotekniken med råd och dåd. (För att kunna komma på någorlunda jämställd fot med sina geologer i Kommissionen hade John tidigt tagit en geologkurs på Universitetet). Han blev SGFs förste hedersledamot, 1959, fick IVAs guldmedalj 1962 för, som det hette, sina undersökningar av leror (man missade här att säga "banbrytande" undersökningar). John blev också den förste att, 1966, erhålla SGFs pris för förtjänstfulla insatser inom svensk geoteknik, tillsammans med Bernt Jakobson.

Nå, frågas det, vad är det konkreta i John Olssons gärning som gör att han blivit så omtalad. Ja, det mesta framgår av vad man kan läsa i Kommissionens slutbetänkande som ju bär hans signum och räcker med råge. I övrigt har han faktiskt inte själv skrivit så mycket, ville heller inte själv framhäva sin gärning. Till mig sa han en gång att han varit lat i hela sitt liv (vad sa Rellingen?). (En annan gång sa han fö att han inte kunde förstå hur andra kunde få ut så mycket av det lilla han gjort.) Bara en gång hettade det till på riktigt. Det var 1936/37 då John och Walter Kjellman, drabbade samman i Teknisk tidskrifts spalter, så att leran nästan stänkte om det. Det gällde friktion och/eller kohesion i lera. Av diskussionen framgår klart att för John rörde det sig utan tvekan om enbart kohesion. Walter Kjellman omfattade med emfas dåtidens internationella uppfattning att lerans skjuvhållfasthet = kohesion + friktionskoefficienten x normaltrycket.

John Olsson höll emellertid föredrag för ett antal sällskap om Kommissionens pågående arbeten som refererades i tidskrifter med John som författare. Därutöver en svensk artikel i Teknisk Tidskrift 1925 om kolvborren och en artikel på engelska 1936 om densamma.

Nu något, i korthet om Johns kreativa bragder, där Wolmar Fellenius i (o)vissa fall kan finnas med i bilden.

Konprovet

Konprovet presenterades första gången för Kommissionen den 30 juni 1915 av dess inventor John Olsson. Idén hade han fått från Brinellprovet. Föga anade han, eller någon annan, att denna konformade, skaftförsedda, upphängda lilla klump i all sin enkelhet skulle bli ett så ypperligt instrument för rutintest av en leras egenskaper bara genom en lätt utlösning och ögonblicklig millimeterskarp avläsning. Och därtill nå internationellt erkännande. En period på 1940-talet till in på halva 1950-talet var det dock lite kärvt, man tyckte inte provet riktigt fyllde vetenskapliga krav. Men det skulle ändra sig igen.

Först skall nämnas att John kring 1930-talets början kunde transformera de s k relativa hållfasthetstalen till skjuvhållfasthetsvärden när han genom praktiska erfarenheter fann att det relativa hållfasthetstalet 40 motsvarade 10 kPa. Bekräftelse på detta fick han 1931 när hans gode vän och kollega Skaven Haug från Norge med en egen nybyggd skjuvapparat kom fram till liknande resultat.

Beträffande den ändrade attityden till konprovets kvalitativa status som nämnts ovan, så var det Justus Osterman som initierade en ändring till det bättre. Han beordrade den nye SGI-anställda Sven Hansbo att som första uppgift vetenskapligt ta sig an konprovets kalibrering. Samtidigt gav han Sven lite tips hur han skulle gå till väga. Och så, Sven klarade sin uppgift med glans, vilket kom att avspeglas genom Hansbos formel som den ju heter. Senare skulle Sven Hansbo som ordförande i SGFs Laboratoriekommitté tillsammans med främst Rudolf Karlsson svara för konmetodens ytterligare förfining. Så kan man då med konprovet snabbt och ännu säkrare än tidigare få fram ett lerprovets flytgräns (Kommissionens finlekstal) och dess sensitivitet, inklusive få kunskap om risk för kvicklera förefinns. Sålunda lyder kortsagan om den lilla konen med de stora förtjänsterna. Som välkänt har SGF genom sin laboratoriekommitté bibehållit och vidareutvecklat konmetoden för rutinändamål vad gäller bestämning av en kohesionsjords skjuvhållfasthet och flytgräns. Avgörande insatser har härvid gjorts av främst teamet Sven Hansbo/Rudolf Karlsson.

Den första vingsonden 1919

Under 1919 var John Olsson bl a konsult till professor Henrik Kreüger vid byggandet av förra Lidingöbron, med en mycket lös lergrund ned till max 40 m djup. JO uppgift var att bestämma krökningens storlek hos de långa, skarvade rör- och betongpålarna ($\phi 85$ respektive $\phi 93$), dvs deras horisontala bäddningsmodul. I detta syfte konstruerade han en apparat som kan betraktas som den första vingsonden, låt vara med bara två vingar (en platta) och ej avsedd för bestämning av lerans skjuvhållfasthet. Vid provningen användes - för att kompensera för friktionen - två vingdon med olika bredd, 300 respektive 700 mm, men med samma höjd, 500 mm. Både vridmomentet och vridningens storlek mättes och genom subtraktion av de två mätningvärdena på samma nivå kunde bäddmodulen erhållas.

Den första kolvprovtagaren 1923/25

En viktig punkt på Kommissionens önskelista var att få fram en fältutrustning som skulle ge relevanta värden på de olika jordarternas geotekniska egenskaper, främst då kohesionsjordarnas skjuvhållfasthet. Först kring 1923 blev detta möjligt genom tillkomsten av John Olssons kolvprovtagare mera känd som SJs kolvborr. Johns lösning bestod härvid av ett skarvbart system i form av en inre station av kolv och ett utvändigt utlösningsbart rörsystem som i sin nedre del (tagdonet) var så utformad att ett jordprov kunde stansas ut.

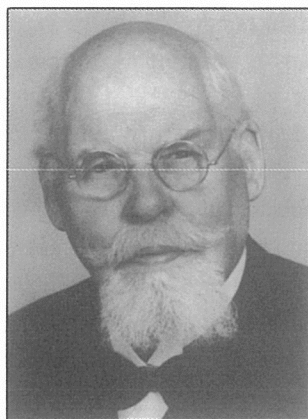
Under uppdragningen följde provet med upp tack vare det vakuum som uppkom mellan den lufttäta kolven och provets överyta. Tagdonets innerdiameter var 44 mm lika med provets diameter och provlängden var 640 mm. Några inre provhylsor fanns ej till en början, utan det upptagna provet trycktes ut i en träränna där den likt

en korv skars i bitar, vilka placerades i glasburkar som etiketterades för laboratorieändamål. Denna form av hantering innebar naturligen ett visst mått av störning. År 1933 kom provburkar av mässing in i bilden genom Knut E Petterson, Göteborgs Hamn, en av de stora pionjärprofilerna. Han fick tipset om burkarna från en amerikansk källa (Beatty, 1932).

John presenterade sin kolvprovtagare internationellt så sent som 1936 i en rapport till ICOLD i Washington. Typiskt för hans ödmjuka attityd gav han den titeln: "Method for taking earth samples with the *most undisturbed consistency*", vilket, om man tänker efter, var helt riktigt. Däremot var rubriken på hans svenska artikel i Teknisk. Tidskrift 1925 i det närmaste självutplånande: "Kolvborr. Ny borrhyp för upptagning av lerprov". Inga ostörda prover där inte! Dock kom den ju i praktiken att gälla som ett redskap för tagning av *ostörda prover*. Alla här vet förresten att det inte går att ta helt ostörda jordprover, så det så! Inte ens SGFs standardprovtagare klarar detta!

Bibliografi

- Olsson, J (1918). Några rön beträffande lerors fasthet m.m. gjorda i samband med Statens Geotekniska Kommissions undersökningar. Teknisk Tidskrift Väg- och Vattenbyggaren, vol 48, p 196.
- Olsson, J (1921). Metod för undersökning av lerors hållfasthetsegenskaper, tillämpad vid de geotekniska undersökningarna vid Statens Järnvägar. Geologiska Föreningens i Stockholm Föhandlingar, vol 43, nr 346, p 502-507.
- Olsson, J (1923). Statens Järnvägars Geotekniska Kommissions (i Sverige) slutbetänkande. Bemötande av viss kritik. Teknisk Ukeblad, nr 37, p 310-311.
- Olsson, J (1925). Kolvborr, ny borrhyp för upptagning av lerprov. Teknisk Tidskrift Väg- och Vattenbyggaren, vol 55, p 13-16.
- Olsson, J (1936). Angående inre friktion i lera. Teknisk Tidskrift Väg- och Vattenbyggaren, vol 66, nr 6, p 60.
- Olsson, J (1937). Om friktion och kohesion i lera. Teknisk Tidskrift Väg- och Vattenbyggaren, vol 67, nr 2, p 21-23.



Wolmar Fellenius

(1876-1957)

Om man säger, historiskt sett, att John Olsson, Ler-Olle kallad, var den mest kände geoteknikern i Sverige och i Skandinavien - tillsammans med Walter Kjellman - så måste sägas att Wolmar Fellenius tveklöst är den mest kände geoteknikern internationellt, med Walter Kjellman som god tvåa. (Den senare var en gång assistent hos den förre under en kort tid.) Fellenius skulle, förutom som geotekniker, bli berömd i vida kretsar som hamnkonstruktör och järnvägsexpert och bli den förste innehavaren av professuren i Vattenbyggnad på KTH. Han skulle bli Fille med teknologerna som, enligt hörsägen, tyckte att han var svår vid tentorna. Dock skulle han bli odödligförklarad genom "Fillegasken".

Genom många studieresor - 46 länder säger annalerna - och vital aktör i samband med kongresser, etc kom han att bli förtrogen med många grenar av den internationella väg- och vattenbyggnadskonsten och dess utveckling, främst inom hamnbyggnadsväsendet. Vid besök i USA fascinerades han av betongens möjligheter och blev en av de första och ivrigaste tillskyndarna av detta nya, revolutionerande byggnadsmaterial i Sverige.

Han blev belönad med flera ordnar, blev hedersmedborgare vid Tekniska Högskolan i Darmstadt och hedersdoktor i Karlsruhe och i övrigt en högt ärad och respekterad personlighet bland tyska kolleger och andra internationella yrkesbröder.

Till detta skall läggas att han inom Kungl Väg- och Vattenbyggnadskåren kom att avancera till överste 1948 för en kort tid. Längre kunde man inte komma i höghet!

”Fille” föddes på det slottsliknande Viksbergs säteri, vilket han fö förvärvade någon gång på 1920-talet. Han tog sin studentexamen i Norra Real 1894 (vid 18 års ålder) och blev civilingenjör på KTH 1898. Hans första jobb 1899 var som avdelningsingenjör på SJ vid tillkomsten av bansträckan Gällivare-Riksgränsen, varefter han fram till 1905 först var anställd vid SJ Norrköping och sedan i Härmösand på respektive arbetskontor. Mellan 1905 och 1911 var han chef för det nyinrättade konstruktionskontoret vid Göteborgs Hamnstyrelse. Han kom här att göra stora insatser vad gäller Göteborgs hamnar och var den som bl a introducerade tung grusfyllning framför kajerna.

För att fortsätta kronologin så var Fille under sin Göteborgstid i hamnen lärare vid dåvarande CTH-skolan. Samtidigt kom hans roll som etablerad hamnexpert att omfatta ett stort antal svenska städer liksom flera norska, bl a Trondheim.

1911 kom han som nyutnämnd professor till Stockholm och KTHs institution för Vattenbyggnad. Hans provföreläsning 1910 har titeln ”Om beräkning av kajer o d”. Vid KTH skulle han verka i mer än 30 år fram till sin pensionering och utveckla sin institution till en internationellt välkänd sådan. Bl a lät han bygga en stor vattenränna i sitt laboratorium vilken väckte stor beundran och som tillät avancerade erosionsförsök, bl a i samband med Siljans reglering 1921.

I kraft av sin personlighet skulle han nu varva sitt professorskap med många andra uppgifter, såsom ”överhuvud” för V-sektionen 1915-28 och 1940-42, medlemskap i olika kommittéer och föreningar, etc. Sålunda blev han redan 1911 ordförande i en järnvägskommission som handhade de besvärliga geotekniska problemen i samband med dubbelspårsutbyggnaden, bandelen Rönning-Ström, där även en järnvägsbro över Södertälje kanal ingick.

Så kom då ledamotskapet i SJs geotekniska kommission 1914-1922, där han från 1919 var ordförande efter De Geer. Beträffande kommissionen och Fellenius roll där är det mesta redan sagt ovan. Jag vill här bara understryka svårigheten att exakt säga vem som gjorde vad av parhästarna Ler-Olle och Fille, de får dela på äran för ett utomordentligt arbete. Efter att ha läst igenom AUs diarium, med även von Post som dess medlem, förundras jag storligen av dess arbetskapacitet, med två à tre och kanske fler sammanträden praktiskt taget varje vecka. Övermänskligt med tanke på deras övriga åtaganden!

1916 kom ett annat viktigt uppdrag till vår Fille, med stark anknytning till hans tidigare verksamhet i Göteborg, nämligen som medlem i den kommitté som skulle utreda skredet vid Stigbergskajen den 5 mars 1916, som något redan berörts ovan. Knut E. Petterson var här ”föredraganden” och kunde inom en berömvärd kort tid lägga fram sin rapport om skredets orsaker etc vid kommitténs första möte den 22 maj samma år. Här ingick Sven Hultins så eleganta grafiska lösning baserad på principen med cirkulär-cylindriska glidytor. Idén till metoden formulerades av Petterson som i sin praktiska gärning i samband med sonderingar även vid andra

tidigare kajskred i Göteborg hade tyckt sig finna att rörelserna hade skett utefter en buktig glidyta, av närmast cirkulär cylindrisk karaktär. Vid sina beräkningar utgick Hultin från friktionsvinkeln $\phi = \text{ca } 10^\circ$. Petterson/Hultins förnämliga insats kom att leda till en ny omfattande diskussion i Teknisk Tidskrift, skulle föra utvecklingen framåt. Framför allt var det just Fellenius som skulle bli den dominerande. Under två perioder, 1916-1918 och 1926-1929, arbetade han med utveckling av glidytemetoden för mera praktiskt bruk, som inkluderade enbart friktion, enbart kohesion, och samverkande friktion och kohesion, för beräkning av slänter, grundplattor och fyllningar på lutande eller plan mark. Han introducerade i sammanhanget en säkerhetsfaktor (var det första gången överhuvud?). Med skriften 1926 "Jordstatiska beräkningar med friktion och kohesion (adhesion) och under antagande av cirkulär cylindriska glidytor", skulle utkomma i fyra, reviderade upplagor, den sista 1948. I anslutning härtill kunde dimensioneringen av tryckbankar utvecklas till fullo (av främst Jakobson och Odenstad). Med Fellenius här antydda kompletterande insatser skulle metoden med cirkulär cylindriska glidytor få ökad internationell uppmärksamhet och slutligt anammas under benämningen "The Swedish Slip Circle Method", eller kanske oriktigt "The Fellenius Method". En ny bragd!

Den 30 juni 1916 inträffade ett annat, mera dramatiskt skred än det vid Stigbergskajen, nämligen i samband med schaktningsarbetet för Södertälje kanals utvidgning och den då under byggnad varande järnvägsbron över kanalen. Tre arbetare omkom och tio skadades mer eller mindre allvarligt. De geologiska förhållandena var här mycket ogynnsamma med i åssläntens grus- och sandmaterial dolda linser och fickor (åsgropar) som blottades under schaktning. I den kommission som bildades efter skredet och som skulle utreda orsaker etc möter vi igen konstellationen De Geer/Fellenius samt professor Henrik Kreüger från KTH.

Skredet beskrivs mycket utförligt i Geotekniska Kommissionens slutbetänkande och där anges som en av skredorsakerna att slänten uttagits i allt för brant lutning. En yttre anledning ansågs också vara att en mycket kraftig nederbörd före skredets inträffande ökat tyngden av de på leran befintliga massorna. Det inträffade skredet och dess orsak och konsekvenser utlöste i Teknisk Tidskrift åren 1917-1918 en omfattande "klassisk" diskussion bland de många involverade experterna. Det framkom bl a att ett liknande skred inträffat redan 1915 men att man inte tagit tillräcklig lärdom. Ej heller syntes förundersökningarna ha varit tillräckliga. Ingen ställdes dock juridisk ansvarig. Förhoppningsvis lärde sig många att åsarna kräver stor respekt i geotekniskt hänseende trots att de ser så homogena och ofarliga ut geotekniskt sett. Se där ett råd från en som också upplevt Södertäljeåsens "fallgropar".

Jag tror att jag slutar här, av två skäl: dels att jag tröttnat er till halvt vansinne, dels ock på grund av Stor-Fille själv - Ni erinrar er kanske att han föddes på Vicksberg, beläget någon mil från Södertälje (en stad med lerig ås och rasig slänt. I denna vår exposé hem han åter vänt). Long live the colonel with his many marks of honour!

Bibliografi

- Fellenius, W (1906). Betong- och järnbetongkonstruktioners användande i Nordamerikas Förenta Stater. Göteborg, 31 p.
- Fellenius, W (1906-1907). Göteborgs hamnutvidgningsfrågor. Teknisk Tidskrift Väg- och Vattenbyggaren, nr 5, p 1-12.
- Fellenius, W (1907). Fiskhamnar vid och i närheten af Nordsjön. Göteborg, 28 p.
- Fellenius, W (1907). Frihamnar i Europa. Stockholm, 20 p.
- Fellenius, W (1907). Utredning beträffande blivande strömförhållanden i Göteborgs hamn. Teknisk Tidskrift Väg- och Vattenbyggaren, vol 37, nr 2, p 24-27.
- Fellenius, W (1910). Om beräkning av kajbyggnader o.d.. Teknisk Tidskrift Väg- och Vattenbyggaren, vol 40, p 29.
- Fellenius, W (1911). Berättelse öfver utförandet af första anläggningen af Fiskhamnen vid Vädersågen i Göteborg afgifven 1 juli 1911. Göteborg, 53 p.
- Fellenius, W (1911). Hamnstyrelsens skrifvelse med förslag till utvidgning af fiskhamnen vid Vädersågen och utsträckning af Stigbergs-kajen. Göteborgs Stadsfullmäktiges Handlingar, nr 122, 20 p.
- Fellenius, W (1911). Jordskredet vid Sannegårdshamnen den 7 april 1911. Tekniska Samfundets Handlingar, nr 3, p 3-12. Göteborg.
- Fellenius, W (1912). Hamnväsendets utveckling i Sverige under den senaste 50-årsperioden. Stockholm, 53 p.
- Fellenius, W, & Petterson, KE (1912). Berättelse över utförandet av Stigbergs-kajens i Göteborg nybyggnad. Göteborg, 78 p.
- Lundberg, A & Fellenius, W (1912). Neuere in den Hauptseehäften ausgeführte Bauten unter besonderer Berücksichtigung von Hafendämmen und Wellenbrechern. Verwendung des Eisen-Betons: Mittel zur Sicherung seiner Haltbarkeit. Bericht. XIIter Internationaler Schiffahrtskongress, 11. Abt. 2. Mitt., 32 p. Philadelphia.
- Fellenius, W (1913). Ekonomisk beräkning av pumpledningar och vattenledningsanläggningar. Teknisk Tidskrift Väg- och Vattenbyggaren, vol 43, nr 9, p 93-96.
- Fellenius, W (1916). Kaj- och jordrasen i Göteborg. Teknisk Tidskrift Väg- och Vattenbyggaren, vol 46, p 133-138.
- Fellenius, W (1918). Kaj- och jordrasen i Göteborg. Jordskraaningers stabilitet. Teknisk Tidskrift Väg- och Vattenbyggaren, vol 48, p 17-19.
- Fellenius, W (1918). Konstruktionen av bropelarna vid Södertälje kanal för Strömslinjen. Teknisk Tidskrift Väg- och Vattenbyggaren, vol 48, nr 11, p 178-182.
- Fellenius, W (1918). Skredet vid Getå å statsbanan Järna - Norrköping. Teknisk Tidskrift Väg- och Vattenbyggaren, vol 48, p 624-630.

- Fellenius, W (1919). Utredning beträffande kajbyggnader för Trondjems hamn. Teknisk Tidskrift Väg- och Vattenbyggaren, vol 49, p 1-19.
- Fellenius, W (1921). Vågerosionsförsök. Utförda å Vattenbyggnadslaboratoriet vid Kungl Tekniska Högskolan i anslutning till föreliggande förslag till Siljans reglering. Teknisk Tidskrift Väg- och Vattenbyggaren, vol 51, p 325-329, 337-338.
- Fellenius, W, & Post, L (1921). Utredning beträffande erosionsrisker genom partiell reglering av Siljan. Stockholm, 81 p.
- Fellenius, W (1926). Jordstatiska beräkningar med friktion och kohesion (adhesion) och under antagande av cirkulär cylindriska glidytor. Kungl Väg- och Vattenbyggnadskårens 75-årsskrift 22.12 1926, p 79-127.
- Fellenius, W (1927/1940/1947/1948). Erdstatische Berechnungen mit Reibung und Kohäsion (Adhäsion) und unter Annahme kreiszylindrischer Gleitflächen, 1, 2, 3 und 4 Aufl.. Berlin, 40 p/48 p. (4 Aufl. Kungl Tekniska Högskolan, Vattenbyggnad, Meddelande 53. Stockholm, 1957.)
- Fellenius, W (1927). Undersökning beträffande fallförluster i skyddsgrindar vid vattenkraftanläggningar. Ingenjörsvetenskapsakademiens Handlingar 79. Stockholm, 18 p.
- Fellenius, W (1929). Jordstatiska beräkningar för vertikal belastning på horisontal mark under antagande av cirkulär cylindriska glidytor. Teknisk Tidskrift Väg- och Vattenbyggaren, vol 59, nr 5, p 57-63, 75-79.
- Fellenius, W, & Johansson, S (1933). Untersuchungsmetoden zur Feststellung ob sich ein gegebenes Material für den Bau eines Erddammes eignet. 1st International congress on large dams, Stockholm, 1933, vol 3, p 147-159.
- Fellenius, W & Lindquist, E (1933). Untersuchungen betr. die Abflussverhältnisse am Regulierwehr bei Vargön für die Wochenregulierung des Göta Älv. Stockholm, 43 p.
- Fellenius, W (1936). Calculation of the stability of earth dams. 2nd International congress on large dams, Washington, 1936, vol. 4, p 445-462. Stockholm.
- Fellenius, W (1943). Ekonomiska problem inom vattenbyggnadstekniken. Teknisk Tidskrift Väg- och Vattenbyggaren, vol 73, p 157-163.

SGF Rapport

- 1:93 Rekommenderad standard för CPT-sondering.
- 1:93E Recommended Standard for Cone Penetration Tests.
- 2:93 Rekommenderad standard för vingförsök i fält.
- 1:95 Rekommenderad standard för dilatometerförsök.

Svenska Geotekniska Föreningen (SGF) bildades 1950 och består av ca 650 enskilda medlemmar med minst två års praktisk erfarenhet av geoteknik. Dessutom ingår ca 35 korporativa medlemmar i form av institutioner, högskolor, myndigheter, konsult- och entreprenadföretag samt tillverkare inom det geotekniska området.

SGF har till ändamål att främja utvecklingen inom geoteknik med grundläggning med föredrag, diskussioner och kommittéarbeten samt att samarbeta med svenska, nordiska och övriga internationella organ med liknande inriktning.

Föreningen företräder i Sverige den internationella föreningen, the International Society for Soil Mechanics and Foundation Engineering (ISSMFE). Varje enskild medlem i SGF är också medlem i den internationella föreningen.

I SGFs Rapportserie utges föreningens rekommenderade standarder, monografier och dokumentation från konferenser och temadagar m.m.



SGF

Svenska Geotekniska Föreningen

581 93 Linköping, Tel. 013-20 18 00, Fax 013-20 19 14