

8.60

CENTRALARKIVET  
AB Svensk Byggtjänst - Stockholm

STATENS KOMMITTÉ FÖR BYGGNADSFORSKNING

---

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION

## Rapport nr 6

# OM VILOTRYCK VID JORDTRYCKSBERÄKNINGAR

Diskussionsinlägg vid en konferens  
den 28 maj 1945

---

STOCKHOLM 1945

Ser

OM VILOTRYCK VID JORDTRYCKSBERÄKNINGAR

Diskussionsinlägg vid en konferens  
den 28 maj 1945.

Stockholm i oktober 1945.

Professor Henrik Kreüger hälsade de närvarande välkomna och redogjorde i korta drag för anledningen till sammanträdet för dryftande av vissa spörsmål rörande jordtryck samt överlämnade därefter ordet åt överingenjör Herman Jansson, som benäget åtagit sig att hålla ett inledningsanförande.

Överingenjör Herman Jansson:

Under de senaste åren har en viss osäkerhet rått angående beräkning av de jordtryck, för vilka stödmurar och landfästen bliva utsatta, särskilt när det gäller friktionsjordarter.

Den klassiska teorien för beräkning av jordtryck skiljer på aktivt jordtryck och passivt jordtryck, beroende på om muren kan fjädra undan så mycket, att friktionen mellan jordpartiklarna helt kan tagas i anspråk för att hindra jordens utglidning mot muren eller om muren rör sig mot jordmassan, så att friktionen i denna utvecklas i en riktning, som motverkar denna rörelse. I jord med omkring  $30^{\circ}$  naturlig doseringsvinkel är det passiva jordtrycket omkring 10 gånger så stort som det aktiva.

Om muren ej kan utföra en så stor eftergivande rörelse, att friktionen mellan jordpartiklarna kan utveckla sig, har man således ett mycket vidsträckt register, inom vilket jordtrycket kan variera, beroende på om muren har tendens att röra sig från eller mot jordmassan. Om muren står absolut stilla, uppkommer ett jordtryck, som man benämnt vilotryck. Under senare åren har vilotrycket varit föremål för en del undersökningar. Vid hamnbyggnadsavdelningen ha vi gjort litteraturstudier angående vilotrycket och funnit, att detta behandlats i ett par utländska tidskriftsartiklar, som kunna vara av intresse.

Sålunda har Engineering maj 1930 en beskrivning av försök utförda av Terzaghi.

Av Terzaghis undersökningar framgår, att jordtrycket vid orörlig mur närmar sig värdet 0,4 å 0,45 av vikten av den jordmassa, som utövar trycket.

Enligt en artikel i Teknisk Tidskrift V Nr 8 1936 har Kjellman i sin provningsapparat för undersökning av jordkuber med 62 mm sida för normalsand, som utsattes för tryck upp till 12 kg kg/cm<sup>2</sup>, funnit, att det horisontala vilotrycket uppgår till 0,5 av det vertikala trycket. Denna sand provades till brott, varvid friktionen mellan sandpartiklarna befanns motsvara 43<sup>o</sup> friktionsvinkel.

Man torde sålunda på grund av gjorda undersökningar kunna förmoda, att vilotrycket i en friktionsjordart uppgår till 0,4 å 0,5 av jordens vikt.

Man har sökt förklara vilotrycket genom att antaga, att jordmassan förhåller sig på samma sätt som en fast kropp, som utsättes för tryck. Denna utvidgar sig åt sidorna och förhållandet mellan sidoutvilgningen och hoptryckningen i kraftriktningen är ett bestämt tal  $\frac{1}{m}$  (Poissons tal) för varje material. Sålunda är för

bly	$m = 2,3 - 2,5$	
koppar	$m = 2,6 - 4,0$	
smilesjärn	$m = 3,3 - 3,5$	
gjutjärn	$m = 4 - 6$	
betong	$m = 4 - 8$	lägre värden för höga tryck 40-100 kg/cm <sup>2</sup>
granit	$m = 6$	högre värden för låga tryck 5-10 kg/cm <sup>2</sup>

Det inverterade värdet av Poissons tal blir större, då det gäller porösa elastiska material än om det gäller kompakta elas-

tiska material.

Det tryck, som uppstår i horisontal led, om en fast kropp utsättes för vertikalt tryck och utvidgningen i horisontal led förhindras, beräknas enligt formeln

$$P = \frac{Q}{m-1}$$

där  $P$  = horisontaltryck och  $Q$  = belastningen eller vertikalt tryck. För att horisontaltrycket skall uppnå detta värde, måste horisontalutvidgningen fullständigt förhindras i alla riktningar, således såväl efter X-axeln som Y-axeln. Om rörelsen endast förhindras i en riktning, erhåller  $P$  i denna riktning värdet  $\frac{Q}{m}$ . Om rörelsen förhindras i en riktning fullständigt och i den andra riktningen till hälften, blir trycket  $P$  i den förra riktningen  $\frac{Q}{m - \frac{1}{2}}$ .

Utgår man från, att trycket i en jordmassa i vila i horisontal led är 0,45 av det vertikala trycket och antager, att detta tryck beror på att jordmassa har ett visst poissonstal  $\frac{1}{m}$ , blir

$$0,45 = \frac{1}{m-1} ; m = \frac{1}{0,45} + 1 = 3,2$$

dvs. jordmassan skulle ha ett poissonstal, som närmast överensstämmer med smidesjärn. Detta förefaller egendomligt med tanke på att t.ex. betong har  $m = 4 - 8$  och granit  $m = 6$ .

Det förefaller mig egendomligt, att den samling granitkorn, som en sandmassa eller sprängstensmassa utgör, skulle ha ett poissonstal, som är mindre än det material, av vilket kornen består. Även om så skulle vara fallet, förefaller det mig, som om det sätt, på vilket jorden fylls ut bakom en stödjemur eller landfäste, skulle ha en viss betydelse för trycket i en jordmassa. De sättningar, som sker i en jordmassa efter sedan den fyllts ut, är även ett tecken på att de olika jordpartiklarna röra sig i förhållande till

varandra och lagra om sig, så att det skulle finnas möjlighet för de olika partiklarna att i själva jordmassans många hålrum få utrymme för sin strävan att utvidga sig i sidled. Jag har mycket svårt att föreställa mig, att jordmassan i detta hänseende skulle vara jämförbar med stål eller smidesjärn. Däremot är det antagligt, att en väl packad jordmassa, som utsättes för ett yttre tryck, t.ex. av rörlig last på en väg, förhåller sig som elastisk kropp med avseende på den rörliga lasten.

Enligt teorien med Poissons tal skulle vilotrycket vara oberoende av jordens friktionsvinkel. Detta gör, att en mur, som är bakfylld med sprängsten, för vilket material det aktiva jordtrycket är 0,17 å 0,19 av vertikala trycket, måste, om den skall beräknas för vilotryck, göras  $2\frac{1}{2}$  gånger så stark som om den endast behöver beräknas för aktivt tryck. Vid sand blir vilotrycket omkring  $1\frac{1}{2}$  gånger så stort som det aktiva trycket.

Det har sagts, att det skadar ej att räkna med ett jordtryck, som är större än det aktiva, enär erfarenheten har visat, att en hel del murar rört på sig på grund av att de räknats för för låga jordtryck.

Att det finns fall, där stödmurar och landfästen rört på sig på grund av att de utsatts för jordtryck, torde ej kunna bestridas, men jag har svårt att föreställa mig att detta skulle berott på vilotrycket. Som framgår av det föregående, upphör vilotrycket så snart muren rört på sig tillräckligt, och således skulle ju verkan av vilotrycket försvinna just på sådana murar, som rört sig, åtminstone den del av vilotrycket, som framkallas av jordens egen vikt. Vilotrycket skulle ju bliva farligast för murar, som stå på berg och som äro bakfyllda med sprängsten. Jag

känner ej till något fall, där en mur, som står på fast grund och som beräknats för aktivt jordtryck från stenfyllning, visat sig för svag.

Det skulle vara av största intresse att få undersökt så många som möjligt av de fall, där murar, utsatta för jordtryck, visat sig för svaga.

På grund av de ekonomiska konsekvenser, som bliva en följd, om man i allmänhet skall beräkna en mur för vilotryck enligt här ovan angivna grunder (se Bil. 1 och 2), torde det vara synnerligen angeläget att genom försök i tillräckligt stor skala få klarlagt, om och under vilka förhållanden man måste beräkna en stödjemur för vilotryck.

Terzaghi har visat, att det behövs relativt små rörelser hos en mur, för att jordtrycket från vilotryck skall gå över till aktivt jordtryck. En vinkeländring av muren, motsvarande en utböjning i murens överkant av omkring  $1/2000$  av murens höjd skulle sålunda vara tillräcklig. I allmänhet torde utböjningen av armerade betongmurar vara av samma storleksordning.

Kjellman anger dock i sin ovannämnda artikel i Teknisk Tidskrift, att rörelserna antagligen behöva vara relativt stora.

Huru stora rörelserna behöva vara, är emellertid mycket litet utrett. Detta torde endast kunna ske genom försök i någorlunda stor skala och under förhållanden, som så mycket som möjligt motsvara förhållanden i verkligheten.

Inom hamnbyggnadsavdelningen ha vi planerat försök, som tänkts utförda med en vinkelmur av armerad betong med en höjd av 2 m och längd av 6 m. I första hand skulle vi, om nu tillräckliga medel ställs till förfogande för försökens verkställande, försöka

fastställa storleken av det tippande moment, för vilket muren utsättes vid mycket små rörelser på muren och vid olika fyllningsätt av jorden bakom muren. Jorden skulle bestå av sorterad och rentvättad stenfyllning eller grovmakadam, som visar den största skillnaden mellan vilotryck och aktivt tryck.

Jag hoppas, att den följande diskussionen skall bidra till att klargöra, om det i praktiken visat sig behov av att revidera de klassiska teorierna för beräkning av jordtryck och om teorien för vilotryck närmast skulle motsvara detta behov, samt i vilken grad det är behövt att genom försök få verifierat teorierna och vad man därvid först och främst bör inrikta sig på att klargöra.

Kreüger tackade överingenjör Herman Jansson, som genom inledningsanförandet gett en god orientering i ämnet.

Kreüger menade, att det var viktigt att få veta anledningen till rörelserna i konstruktioner, som utsätts för jordtryck. Att murar stått under långa tider behöver ej vara kriterium på de gamla beräkningsmetodernas riktighet. Strängare metoder kunna i vissa fall kanske bli en nödvändighet.

Byrådirektör John Olsson instämde i vad inledaren sagt och framhöll att inga stöljemurar etc. misslyckats på grund av att det verkande jordtrycket antagits för lågt. De murar och landfästen, som ej stått bra, ha förskjutits på grund av andra orsaker. Teorien om "vilotrycket" fordrar flera förutsättningar för att vara tillnärmelsevis riktig. Bl.a. skola fjädringarna helt förhindras i de riktningar, som stå vinkelräta mot den verkande tryckriktningen. Detta villkor torde aldrig vara uppfyllt i praktiken. Tänker man



bara på landfästen i allmänhet, så finner man att jorden som regel kan fjädra fritt åtminstone i vägens tvärriktning. Enbart denna omständighet leder till en väsentlig lindring av jordtrycket i förhållande till det, som beräknas enligt "vilotrycksprincipen".

Talaren varnade för att nu införa nya och skärpta krav i här behandlade angelägenheter. Rekommenderade ingående och omfattande undersökningar i frågan.

Professor Hjalmar Granholm var intresserad av att få veta vad som gjorts rörande undersökningar av vilotryck.

Granholm hade låtit utföra vissa försök för att erhålla underlag för beräkning av silobyggnader. Materialet vid undersökningarna var kalkkväve, som liknar cement. Vid de första försöken användes oarmerade betongrör som behållare. Man erhöll jordtrycks-koefficienter av storleksordningen 0,18- 0,20, motsvarande en friktionsvinkel av 40- 42°. För att erhålla uppfattning om, hur sidotryckets storlek påverkas, när deformationerna bli större, utfördes liknande försök med behållare av uppslitsade plåt-cylindrar, omlindade med ståltråd. Dessa försök ansågos någorlunda motsvara förhållandena i en armerad betongsilo. Vid dessa senare försök erhöles ungefär samma värden på jordtryckskoefficienten som vid provningarna i oarmerade betongrör.

Granholm berörde vidare något frågan om grundläggning på pålar. Väg- och vattenbyggnadsstyrelsen föreskriver för närvarande vid pålning att den största lutningen högst får vara 4:1, trots att en lutning av 3,5:1 å 3:1 ger en styvare pålgrupp. Tidigare har man pålat till och med i lutningen 2:1 och detta har gått bra. Vid höga jordtryck kan det bli nödvändigt med större lutningar än vad som nu är tillåtet.

Granholm efterlyste till slut vilka motiv, som legat till grund för förslaget till ökning av jordtrycket.

Professor Georg Wästlund kände till två fall i Norge, då silobyggnader med fritt stående cirkulära celler spruckit. Det ena fallet gällde en silo för lagring av kalksten, det andra en för lagring av cement. Silobyggnaden för kalksten hade spruckit vertikalt med största sprickvidden vid ca  $2/3$  höjd och måste förstärkas med gördlar av bandjärn. I det andra fallet demolerades silobyggnaden fullständigt genom en plötslig kollaps; det återstod endast en topp av cementen nere vid botten. Dessa silor voro enligt uppgift beräknade för aktivt tryck.

I U.S.A. skola enligt uppgift silobyggnader för cementklinkor, beräknade för aktivt tryck, i regel ha spruckit.

Wästlund hade vid konstruktion av silobyggnader tagit hänsyn till såväl det aktiva trycket som vilotrycket. Säkerhetsfaktorerna hade emellertid satts olika; för vilotrycket något över 1,0. Wästlund ansåg att man vid beräkning av stödjemurar även kunde räkna med två gränser på angivet sätt.

Överingenjör Walter Kjellman meddelade i anslutning till Janssons inledningsanförande, att man beträffande jordarter något så när kände till elasticitetsmodul och skjutmodul men däremot ej Poissons tal. Dessa materialkonstanter äro helt andra för sand än för bergarter.

Att tidigare utförda murar stått bra, har berott på att man vid beräkningen behandlat materialet som friktionsmaterial, trots att detsamma som regel varit kohesionärt, vidare på att murarna haft möjligheter att röra sig, samt dessutom på att säker-

heten varit stor.

Det primära vid beräkning av stödjande konstruktioner ansåg Kjellman vara, att man utgår från riktiga tryck. Därför är det nödvändigt med försök och provningar, och en förutsättning härför är, att man har tillgång till pålitliga tryckdosor för mätning av jordtryck. Dosorna måste provas både på laboratorium och i praktiken.

Statens Geotekniska Institut är intresserat av att få vara med om planläggningen och utförandet av alla undersökningar på detta område. Samarbete är en nödvändighet för att önskvärd utveckling skall kunna äga rum inom rimlig tid och för rimliga kostnader.

Kjellman kritiserade till slut de jordtrycksförsök, som Granholm låtit utföra. Man hade mätt silotryck i stället för vilotryck.

Granholm nämnde att de rör, som han använt för studium av armerade silobyggnader varit av plåt, varför undersökningsmaterialet ej kunde ha hängt upp sig. Betongrören och plåtrören gävo för övrigt samma resultat. Trycken voro dock svåra att mäta. Om man vid asfaltstrykning enligt Kjellman måste räkna med att materialet ej hänger upp sig, är det bättre att utelämna den vid landfästen etc.

Civilingenjör Erik Blomqvist meddelade, att han i samband med de av Kjellman i Teknisk Tidskrift omtalade och här omnämnda försöken gjort några jordtrycksundersökningar, när Svirdammen i Ryssland skulle byggas. Apparaten bestod av en cylinder av stål, som fylldes med normalsand. Mätningarna gjordes med extensometrar av typ Huggenberg. Sanden mosades sönder fullständigt. Det horisontella

trycket var hela tiden 0,4 à 0,5 av vertikallasten.

I enlighet med en av Terzaghi angiven metod hade försök gjorts i en kub, genom vilken tre plana stålband voro dragna och av vilka det mittersta drogs ut sedan trycket applicerats. Försöket bekräftade det ovannämnda resultatet.

Blomqvist föreslog vidare, att man borde göra en omfattande inventering av stödjemurar i landet och undersöka hur de klarat sig.

Överingenjör Gösta Westerberg framhöll att jordarternas olika beskaffenhet i avseende å kornstorlek, fuktighet och volymvikt gör det angeläget att få undersökt, vilket jordtryck som olika jordarter utöva, och att på basis av dylik undersökning få till stånd en klassificering av jordarterna i avseende å jordtrycket.

Vid en dylik undersökning kan man ej enbart använda sig av modellförsök, även om dessa utföras i full skala; ty i så fall skulle undersökningen taga alltför lång tid. Stabilisering i en jordfyllning åstadkommes nämligen först efter mycket lång tid - man har att räkna med månader och år.

Om man vid byggnadsverk, åverkade av jordtryck, placerade mätapparater, med vilka jordtrycket kunde mätas, och samlade dessa mätrésultat centralt för bearbetning, borde man relativt snabbt få en föreställning om jordarternas karaktär i avseende å jordtrycket. Det förefaller mig, som om Statens Kommitté för Byggnadsforskning skulle kunna utfärda en anmaning att vid kommande byggen inmontera mätapparater.

Bearbetning av mätningsresultaten borde kunna verkställas av Statens Geotekniska Institut.

Jansson ansåg att Poissons tal var ett mycket mystiskt tal i detta sammanhang. Sålunda skulle det inverterade värdet av Poissons tal vara större för en massiv granitmassa än för en massa av löst lagrade granitkorn, under det att för porösa elastiska material detta värde är större än för kompakta elastiska material. I Stockholm skulle vilotrycket för stenfyllning bli ca 2,5 gånger större än det aktiva jordtrycket. Massor av sprängsten finnas i Stockholm. Denna sten är ett utmärkt material för fyllning och måste kunna användas.

För bestämning av storleken hos jordtryck räcker det ej med laboratorieundersökningar, man måste även göra försök i relativt stor skala.

En grundlig undersökning av beräkningsmetoderna för jordtryck borde göras (helst genom statens försorg), då de ekonomiska konsekvenserna av dylika äro mycket stora.

Jansson framhöll vidare, i likhet med Westerberg, att tidens inverkan är av stor betydelse.

Civilingenjör Justus Osterman meddelade, att man inom Väg- och vattenbyggnadsstyrelsen tidigare räknat med ett ganska lågt värde på jordtrycket. Inträffade förskjutningar av landfästen ha emellertid gjort, att på inrådan av Statens Geotekniska Institut värdena ökats i vissa fall inmot jordtryckets vilovärde. Härvid nämndes, att inverkan av Poissons tal var olika vid punktlaster, linjelaster och utbredda laster. I samband med ökningen av jordtrycket ha de tillåtna belastningarna på grunden ökats avsevärt för sådana konstruktioner, där större olägenhet härav icke kunna antagas. På detta sätt har man sökt få de ekonomiska konsekvenserna av ökat jordtryck att bliva oväsentliga. Vidare framhölls

de svåra jordtrycksproblem, som uppkomma vid rörliga broar, främst i sådana fall, då grundläggningen skett på pålar.

Överingenjör Torsten Hultin framhöll också de svårigheter som finnas att få fram tryckdosor, som kunna användas med förtroende och som på samma gång äro billiga. Hultin hade vid ett par tillfällen använt tryckdosor, system Maihak. Dessa hade emellertid visat sig icke fungera efter någon tid. Kunde tillförlitliga tryckdosor erhållas tillräckligt billigt, vore hamningenjörskontoret i Göteborg villigt att utföra tryckmätningar i jorden vid kontorets byggnadsarbeten.

Vid jordtrycksförsök i laboratoriet användes i regel torra material. I naturen förekommer sällan sådana utan endast mer eller mindre fuktiga, varför det är synnerligen viktigt att undersökningarna ske med material i naturfuktigt tillstånd.

Hultin nämnde även att rörelser i landfästen på grund av jordtryck mot dessa i vissa fall kunde förhindras genom att krafterna överfördes till balkarna i brokonstruktion.

Olsson ansåg att den största svagheten beträffande de jordtrycksberäkningar, som utföras i praktiken, ligger däri, att föreliggande grundförhållanden icke tillräckligt noga äro kända och att sålunda lätt felaktiga förutsättningar i detta avseende läggas till grund för beräkningarna. Rekommenderade ingående grundundersökningar i varje särskilt fall.

Kjellman nämnde, att Statens Geotekniska Institut åtager sig att utprova tryckdosor. Att konstruera tillförlitliga tryckdosor är emellertid, som många talare tidigare framhållit, ett mycket svårt problem.

Osterman meddelade, med anledning av att man efterlyst redogörelser för jordtrycksprovningar i litteraturen att, förutom av Terzaghi, prov hade utförts i liten modellskala av Fulton, International Association for Bridge and Structural Engineering, Publications 1932, vilka prov beriktigt Terzaghis värden, samt i stor modellskala av Spangler, Highway Research Board, Proceedings 1938, Washington 1939, där jämförelser gjorts med Boussinesqs formler för elastiska material. Om försök skulle göras inom landet, borde de utföras under kontroll av Statens Geotekniska Institut.

Förste byrådirektör Peder Wittrock framhöll, att man måste ta hänsyn till jordarternas olika egenskaper i vatten och i torrt tillstånd.

Om man räknar med säkra maximi- och minimivärden för jordtrycket, synes det berättigat att, som Osterman angav, kompensera de ekonomiska konsekvenserna av ökat jordtryck genom att räkna snävt. Man bör bl.a. observera, att den gamla regeln att trycklinjen skall falla inom kärnarean, vanligen innanför tredjedelspunkten, ej behöver tillämpas för på lämpligt sätt armerade konstruktioner.

Civilingenjör Einar Lodin meddelade, att Stockholms Gatukontor planerade att sommaren 1945 anordna ett jordtrycksförsök i full skala vid en ramkonstruktion för spårväg, grundlagd på berg.

En 20 cm betongvägg gjutes ca 70 cm framför ramens frontmur och stödes mot denna i flera punkter. Stöden bestå dels av ett rör som innesluter mätapparaten och dels av en "vantskruv" med vilken stödets längd kan varieras. Mätapparaten utgöres av en pianosträng, som bringas i svängning på elektrisk väg och vars frek-

vens ändras med ändring av belastningen.

"Membranväggens" storlek är ca  $6 \times 6 \text{ m}^2$  och stödjepunkternas antal är horisontellt 25 st. och vertikalt 5 st.

I varje stödpunkt är väggen ledad för rörelse vinkelrät mot vägglivet. Den är följaktligen uppdelad i fyra st. över varandra belägna, med axelled sammanfogade delar.

Asfaltstrykning av membranväggens baksida utföres icke. För att erhålla ur teoretisk synpunkt bäst överblickbara resultat göres bakfyllningen av ett rent friktionsmaterial (sand), som Statens Geotekniska Institut får tillfälle att undersöka på alla sätt.

Väggens och stödens elastiska deformation för vilotryck blir ca 0,3 mm (teoretiskt). De verkliga deformationerna skola bestämmas så noggrant som möjligt.

Väggen kommer att stå bakfylld några månader innan trafiklasten släppes på. Under denna tid göras ständiga observationer. Sedan studeras inverkan av trafiklasten, som utgöres av spårväg med mycket täta turer.

När observationerna vid "orörlig" vägg avslutats, flyttas väggen stegvis bakåt med hjälp av vantskruvarna. Härvid kan olika stödkonstruktioners rörelsesätt efterbildas. Jordtryckets variation under rörelsen studeras i detalj.

Efter en viss bakåtrörelse göras uppehåll för att studera tidens och trafiklastens inverkan på det genom rörelsen minskade jordtrycket.

Westerberg ansåg, att trots att tillgängliga doskonstruktioner ännu ej voro perfekta, borde de dock kunna vara tillräckligt goda för att komma till användning för ett flertal undersökningar i praktiken



Civilingenjör Bernt Jakobson ansåg, att när det gäller att öka jordtrycket utöver det aktiva upp mot vilotryck, uppkommer ofta stort motstånd från exempelvis konstruktörens sida. Men en minskning av friktionsvinkeln däremot har kanske vederbörande inget emot, fastän detta verkar på samma sätt, nämligen såsom en ökning av det tryck, för vilket konstruktionen i fråga skall beräknas. Det kan sålunda ibland synas som om kritiken skulle rikta sig mot själva begreppet "vilotryck". Det är också klart, att invändningar kunna göras mot vilotrycket, då fullkomligt förhindrad sidorörelse ytterst sällan kan tänkas, utan alltid uppkommer någon liten rörelse, men invändningar kunna likväl riktas mot aktivt tryck och passivt tryck, ty dessa jordtryck uppkomma först omedelbart före brott och äro sålunda lika sällsynta som vilotrycket. Det mest korrekta är alltså att tala om jordtrycket vid den och den rörelsen. Detta samband bör klarläggas genom försök. Tyvärr kompliceras förhållandet av den varierande elasticitetsmodulen hos olika jordarter.

Jansson meddelade, att hans kritik mot vilotrycksteorien ej var kategorisk, men han ville ha bevis, baserade på fakta, för teoriens riktighet.

Civilingenjör Ivar Häggbon nämnde att han konstaterat att trycken i silobyggnader med cement äro större än vad som svarar mot aktivt jordtryck. Trycken synas vara av samma storleksordning som vilotryck.

Häggbon ansåg vidare, att det, förutom laboratorieundersökningar, även är nödvändigt med försök i relativt stor skala.

Civilingenjör Bror Fellonius meddelade, att man enligt hans erfarenhet i fortsättningen kunde, liksom hittills varit fallet, räkna

endast med aktivt jordtryck, till dess resultat från praktiska försök utvisat, att annat beräkningssätt bättre svarar mot de verkliga förhållandena. Vad som vid sådana försök är av särskilt intresse att få kännedom om är storleken och arten av den rörelse, som erfordras hos en konstruktion, för att det s.k. vilotrycket icke skall uppstå.

Kjellman nämnde beträffande verksamheten inom Statens Geotekniska Institut, att alla självkostnader måste täckas genom avgifter. Att anskaffa t.ex. en jättekompresometer medför betydande kostnader.

Vid utförandet av geotekniska undersökningar bör man ej låta för många variabler samtidigt inverka på resultatet. Man måste först i renodlad form studera vissa betydelsefulla faktorer.

Kjellman nämnde vidare, att man beträffande sprängsten kan påräkna stora rörelser, då materialet är mycket mjukt.

Jansson meddelade, att man i praktiken också konstaterat stora sättningar vid sprängstensfyllningar. Sprängsten är dock ett segt material.

Jansson skisserade lärefter hur man inom Stockholms Hamnstyrelse hade tänkt sig utföra vissa försök i halvstor skala för att utröna jordtryckets storlek vid stödjemurar med sprängstensfyllning. Kostnaderna hade beräknats bli relativt stora, varför hjälp erfordrades från flera håll.

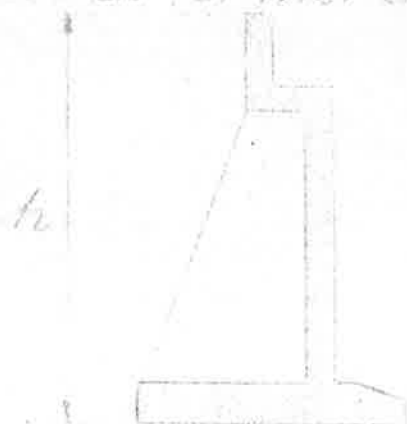
Kjellman framhöll, att man måste använda olika tryckdosor för olika ändamål. En tryckdosa får ej vara styvare än omgivande mark. Vidare fordra korttills- och långtidsmätningar olika typer av tryckdosor.

Hultin erinrade om att de tidigare nämnda Maihak-mätarna voro konstruerade så att belastningen mättes genom att avlyssna tonen

hos en sträng. När dessa användes i vatten eller i fuktig jord hade det visat sig att de icke fungerade efter någon tid, möjligen beroende på att fuktighet avsatt sig på strängen.

Kreüger framförde slutligen ett tack till alla dem, som deltagit i diskussionen. Många värdefulla synpunkter hade framkommit beträffande den aktuella frågan om beräkning av jordtryck vid stödjemurar och av diskussionen hade man vidare erfarit att ytterligare undersökningar och utredningar äro nödvändiga på området.

Arbetsutskottet inom Statens Komité för Byggnadsforskning skulle sedermera dryfta vilka åtgärder som lämpligen borde vidtagas från Komiténs sida angående intensifierad forskningsverksamhet rörande jordtryck.



## Kostnad p.m. landföste

Höjd h	Aktiv tryck		Vilotryck
	$\varphi = 45^\circ$	$\varphi = 33^\circ$	
6 m	498	600	729
8 m	743	898	1089
10 m	1067	1334	1639

Procentuell kostnadsökning vid jämförelse mellan aktivt jordtryck av stenfyllning och vilotryck

h	$\varphi = 45^\circ$ Vilotryck
6 m	100% 146%
8 m	100% 146%
10 m	100% 153%

Procentuell kostnadsökning vid jämförelse mellan aktivt jordtryck av grusfyllning och vilotryck

h	$\varphi = 33^\circ$ Vilotryck
6 m	100% 121%
8 m	100% 121%
10 m	100% 122%

Stockholm den 26/5 1945.

Stockholm den 25/5 1913

8 m	100%	125%
6 m	100%	121%
4 m	100%	114%
$\bar{h}$	$\phi = 35^\circ$	0.458 $\bar{h}$

Procentuell kostnadsökning vid jämförelse mellan aktivt jordtryck av grusfyllning och vilodryck

8 m	100%	153%
6 m	100%	144%
4 m	100%	126%
$\bar{h}$	$\phi = 45^\circ$	0.458 $\bar{h}$

Procentuell kostnadsökning vid jämförelse mellan aktivt jordtryck av stenfyllning och vilodryck

8 m	1053	1291	1612
6 m	685	811	983
4 m	419	456	520
$\bar{h}$	$\phi = 45^\circ$	$\phi = 35^\circ$	0.458 $\bar{h}$

Kostnad p.m. randfäste

