



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R50:1976

**Justerbar grundläggning
på sättningsbenägen mark**

Del 2.

Gunnar Franzén

Jan Fredrik Schulze

Byggforskningen

TEKNISKA HOGSKOLAN I LUND
SEKTIONEN FOR VAG- OCH VATTEN
BIBLIOTEKET

Rapport R50:1976

Justerbar grundläggning på sättningsbenägen mark
Del 2.

Gunnar Franzén
Jan Fredrik Schulze

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag C 830 från
Statens råd för byggnadsforskning till Svenska Industribyggen AB

Statens råd för byggnadsforskning
ISBN 91-540-2625-3

LiberTryck Stockholm 1976

INNEHÅLL

1	INLEDNING	6
2	METOD FÖR JUSTERING AV HUSEN	7
3	PROVHUS OCH KONSTRUKTIONSPRINCIPER	8
4	GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN	13
4.1	Husen 186 och 187	13
4.2	Husen 261 och 262	14
5	PLATTBELASTNINGSFÖRSÖK	15
5.1	Allmänt	15
5.1.1	Husen 186 och 187	16
5.1.2	Husen 261 och 262	17
5.2	Resultat	17
6	BERÄKNING AV PLATTBÄRIGHET	22
6.1	Allmänt	22
6.2	Jämförelse med plattförsök	23
6.3	Pressiometerförsök	24
6.4	Skjuvhållfasthet	24
6.4.1	Beräknade brottlaster	24
6.4.2	Analys av plattbelastningsförsöken	25
7	BEDÖMNING AV SÄTTNINGAR	28
7.1	Husen 186 och 187	28
7.2	Husen 261 och 262	30
8	DIMENSIONERING AV GRUNDLÄGGNING	31
8.1	Provhusen	31
8.1.1	Rasterplattor	31
8.1.2	Luftkuddar	32
8.2	Generella dimensioneringsprinciper	33
9	PROVLYFT OCH PRECISIONSAVVÄGNING	34
10	KOSTNADER OCH ADMINSTRATIVA FRÅGOR M M	38
11	SLUTSATSER	39
	LITTERATUREREFERENS	41
	SAMMANFATTNING	42
	BILAGOR	49

Bilagor

- Bil 1 Geotekniska laboratorieundersökningar
- Bil 2 Pressiometerförsök och bärighetsberäkningar
- Bil 3 El-penetrometer (inkl. ritning nr 6)

Ritningar

- Nr 1 Provbelastningsutrustning
- Nr 2 Grundkonstruktion hus 186 och 187
- Nr 3 Grundkonstruktion hus 261 och 262
- Nr 4 Geotekniska förhållanden hus 186 och 187
- Nr 5 Geotekniska förhållanden hus 261 och 262
- Nr 6 Resultat el-penetrometer (se Bilaga 3)

Figurer

- Fig 1 Grundplattor i form av betongraster med pågjutna plintskåft.
- Fig 2 Schematisk framställning av rastergrundläggning samt luftkuddar med tillbehör monterade för lyftning.
- Fig 3 Principen för hur rastren har arrangerats.
- Fig 4 Försöksområdet, översiktsplan
- Fig 5 Belastningsanordning för domkrafter, givare och mätklockor.
- Fig 6 Plattförsök husen 186 och 187.
- Fig 7 Plattförsök husen 261 och 262.
- Fig 8 Bärighetsfaktorer enligt Button.
- Fig 9 Sammanställning beräkning och plattförsök.
- Fig 10 Skiss vertikalspänningar husen 186 och 187.
- Fig 11 Skiss vertikalspänningar husen 261 och 262.
- Fig 12 Lyftpunkter och rotationsaxlar (3-punktsuppläggning).
- Fig 13 Dubbla luftkuddar.
- Fig 14 Precisionsavvägningar.

1. INLEDNING

Denna rapport beskriver en metod att bygga in justeringsmöjligheter under grundplattan till småhus som är grundlagda på sättning-skänslig mark, så att ojämna sättningar kan kompenseras. Den nu vanligaste förekommande metoden vid grundläggning av småhus på ovan nämnda markslag är att huset förses med pålar som ofta slås till "fast botten" sk stödpålning.

Med "sättningsbenägen mark" menar vi här sådana förhållanden, att det med tiden uppstår sättningar, och detta inte bara under inverkan av belastningar från byggnader och uppfyllnader eller grundvattensänkning. Anledningen kan också vara t ex förruttnelse och volymminskning i soptippar eller marksjunkning inom gamla gruvområden. Den grundläggningsmetod som här beskrivs förutsätter en tämligen god ytbärighet.

Stödpålning för hus är under beskrivna förhållanden ingen särskilt god lösning, eftersom marken med ledningar, entréytor etc sjunker medan husen står kvar på sina pålar. I extrema och uppmärksammade fall har detta lett till sidoknäckning av pålarna, då jordmassorna under inverkan av successiva uppfyllningar kommit i rörelse inåt under huset.

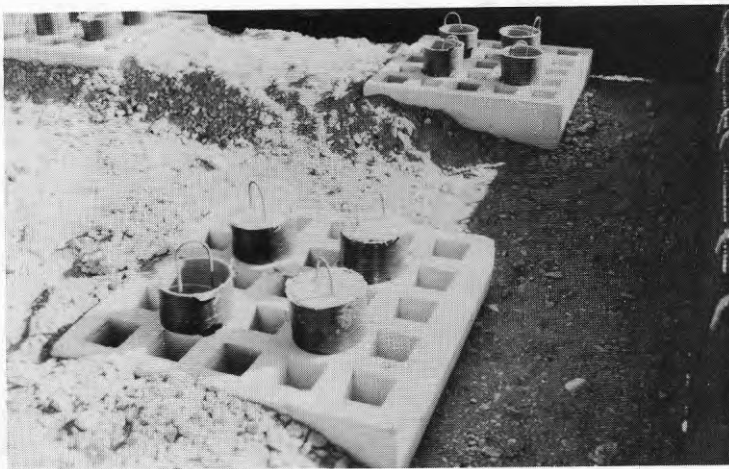
Även där pålning i och för sig är en tillfredsställande lösning finns det kostnadsskäl till att finna andra metoder. Pålning till stora djup blir särskilt dyrbar för småhus, bl a därför att tillåten last ofta inte kan utnyttjas.

Nackdelarna och kostnaderna för pålning undviks, om hus grundläggs på marken, och får följa dennas rörelser så länge inga olägenheter uppstår.

Om grundkonstruktionen görs tillräckligt styv, så erfordras åtgärder först om det uppstår oacceptabla lutningar. Om justeringar förberedes redan under byggnadstiden, kan de bli billiga och enkla att utföra. Därvid bör den här utvecklade principen vara konkurrenskraftig.

2. METOD FÖR JUSTERING AV HUSEN

Den metod som här studeras kan kallas "rastergrundläggning". Metoden bygger på uppfinningar av B. Algiers, och innebär att huset grundläggs på raster (Figur 1) och har förberedda utrymmen för domkrafter i form av gummikuddar. Metoden redovisas utförligt i BFR:s rapport R 71:1973.



FIGUR 1 Grundplattor i form av betongraster med pågjutna plintskåft

Rastereffekten har provats vid laboratorieförsök, och betecknar "det fysikaliska fenomenet, att ett raster, som lätt kan dras upp genom ett löst kornformigt fyllnadsmaterial, ej med samma kraft kan pressas ned genom detsamma, utan då i samverkan med fyllnadsmaterialet förmår upptaga avsevärda tryck."

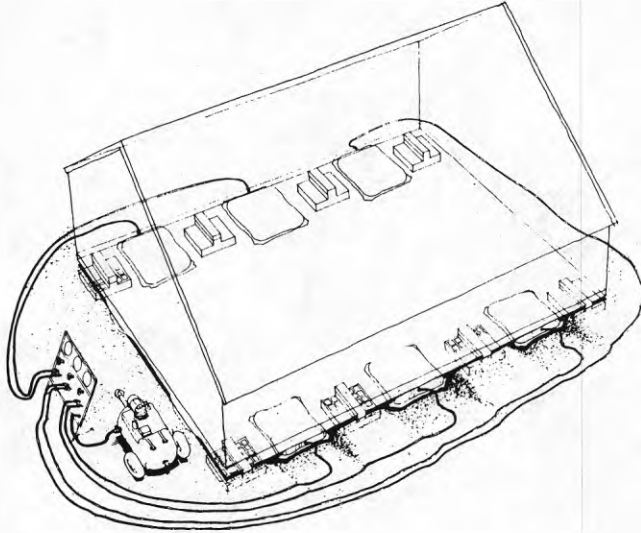
Med ledning av laboratorieförsöken valdes materialkombinationen betongraster/ärtsingel som lämpligast.

Ett första provhus, beläget i Viksjö, var endast avsett för att prova funktionen hos lyftsystem och raster. Det var därför grundlagt på berg plus en tunn packad fyllning. Byggnaden dimensionerades för ett grundtryck av 190 kPa på en 1 m² stor platta. Vid varje prov gjordes en höjjustering med 5 - 10 cm. Inställningsnoggrannheten var ca 1 cm. Viss återsjunkning erhöles innan rastrens bärförmåga fullt utbildats. Den var av storleksordningen 1 - 2 cm. Även horisontalförskjutningar kunde åstadkommas genom att man ansatte luftkuddarna mot grundplattans balksidor. Långtidsdeformationerna är hittills försumbara (1 - 3 mm efter sista lyftet). Sammanlagt gjordes 11 provlyft, dvs totalt lyftes huset ca 0,5 m. Även dubbla kuddar och följderna av brott på kuddar provades. Några som helst skador uppstod inte på eller i huset.

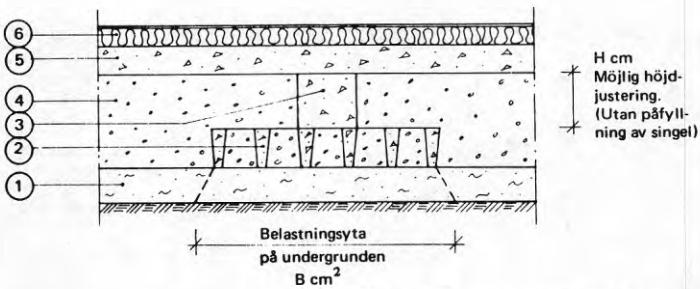
3. PROVHUS OCH KONSTRUKTIONSPRINCIPER

"Rastergrundläggningen" utprovas nu på fyra provhus fördelade på två grupper inom SIAB:s småhusområden i Backluraområdet i nordvästra delen av Stockholms kommun, se Fig 4.

Konstruktionen av provhusen visas i princip på Fig 2 och 3. Det rör sig som synes om fristående källarlösa enfamiljshus med rektangulär planform. De visade gummikuddarna med slangar, manövertavla och kompressor insätts när en justering behöver utföras.



FIGUR 2 Schematisk framställning av rastergrundläggning samt luftkuddar med tillbehör monterade för lyftning

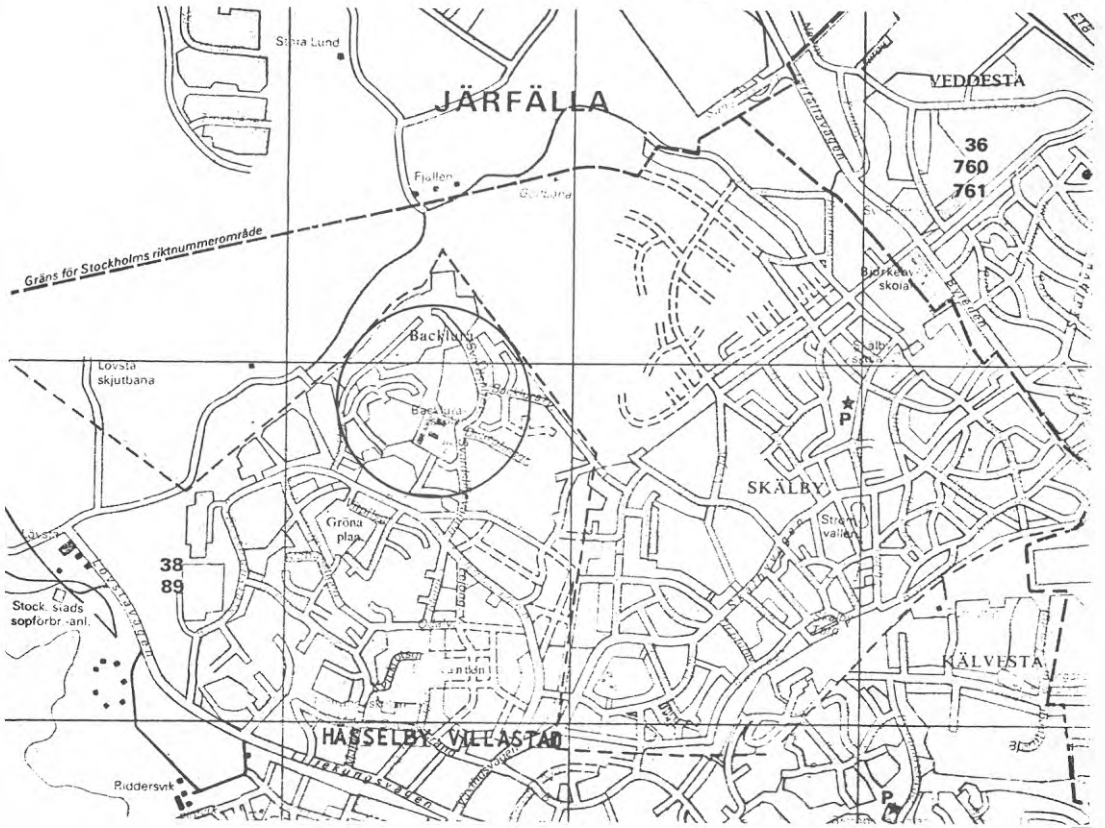
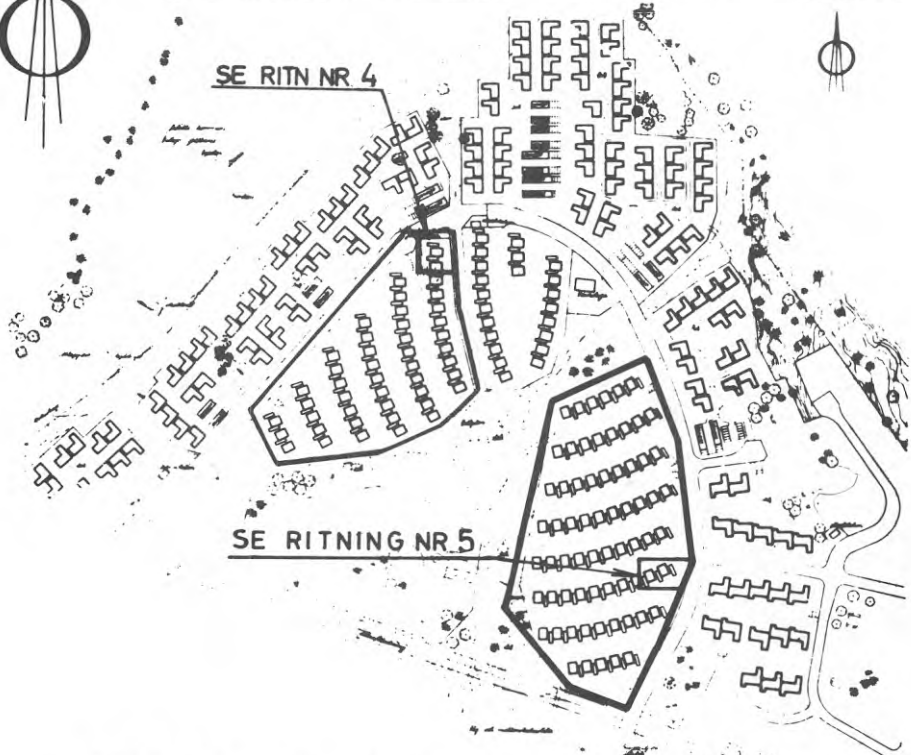


1. Dränerings- och förstärkningslager (grus).
2. Prefabricerat betongraster. 3. Plinnskaf, förankrat i raster och golvplatta. 4. Årsingel 4-8 mm. 5. Golvplatta av platsgjuten betong. Vid lyftning ansättes "domkrafterna" under golvplattan, som är försedd med förstärkningsbalkar. 6. Isolering och övergolv.

FIGUR 3 Principen för hur rastren har arrangerats

ÖVERSIKTSPLAN

FIGUR 4 57.1668-01



Betongplattan under huset har längsgående balkar med centrum knappa 2 m innanför fasaden samt tvärgående balkar, som dels verkar avstyvande, dels bär upp lasten från bärande hjärtvägg. Utrymmet för luftkuddarna ligger utanför de längsgående balkarna och är alltså åtkomligt (sedan sockelbeklädnad av fastskruvande skivor avlägsnats).

Ur konstruktionssynpunkt var det lämpligt med en tillåten last på rasterplattorna ($1 \times 1 \text{ m}^2$) av 110 kN (11 Mp). Plattbelastningsförsök som utfördes (se kap. 5) gav vid handen att denna last kunde innehållas för husen 261 och 262. För husen 186 och 187 begränsades lasten till 70 kN (se kap. 5 och 6). Dessa provhus försågs därför med flera raster än vad Fig 2 visar. Sex raster ligger då oåtkomliga mellan förstyrningsbalkarna så att påfyllnad av singel ej kan utföras. Singellagret (Fig 3) är dock tillräckligt för en lyfthöjd av 20 cm, vilket bedöms vara tillfyllest, eftersom endast eventuella ojämna sättningar skall kompenseras. Grundkonstruktionen framgår i detalj av ritningar nr 2 och 3.

Vad gäller risken för tjällyftning är den mindre än för vanlig platta på mark, så länge ej luft tillåts cirkulera mellan golvplattan och marken. Sådan cirkulation kan till skillnad från förhållandena vid pålgrundlagda hus, inte uppkomma vid jämna marksättningar. Endast vid en justering uppkommer ett mellanrum mellan golvplatta och mark. Detta täcks dock alltid av sockelskivorna. Grundläggningsdjupet under markytan behålls, via singellagret, även efter en eventuell lyftning. Vid provhusen är grundläggningsdjupet minst 35 cm (+ 15 cm ej tjälskjutande dräneringslager).

Under byggnadstiden kan åtgärderna mot tjällyftning reduceras, eftersom en eventuell uppfrusen grund enkelt kan justeras till horisontellt läge utan risk för skador på den styva grundplattan.

Överbyggnadens väggar består av storelement i träregelkonstruktion med gipsskivor invändigt och träfiberskiva + träpanel utvändigt.

Vatten och avlopp har anslutits rörligt (slinga respektive teleskopkoppling).

De två hus som har sämst grundförhållanden, nr 186 och 187, har precisionsavvägts under ca 1,5 år för registrering av sättningar. Ett av husen, nr 187, har lyfts upp 40 - 50 mm som en del av utvecklingsarbetet. Vid höjjusteringen används kvadratiska luftkuddar med en effektiv yta av ca 1 m². För lyftningen krävs minst 130 kN (13 Mp) per luftkudde vilket tilläts på grundval av detaljerade geotekniska undersökningar vid hus 187 (se kap. 5 och 6).

De andra två husen, nr 261 och 262, ligger på bättre mark. För framtida demonstration kan något av dessa hus lyftas, förutsatt att överenskommelse kan träffas med husägaren. Eljest vidtas ingen åtgärd annat än om lutningar skulle uppstå.

4. GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN

De geotekniska fältundersökningarna har omfattat vikt- och trycksondering, provtagning av ostörda jordprover med kolvborrh, provtagning av störda prover med spad- och kannborrh, bestämning av skjuvhållfasthet med vingborrh, pressiometerförsök (utförda av AB Jacobson & Widmark) samt plattbelastningsförsök. Vattenytor har observerats i öppna borrhål. Laboratorieundersökningarna har omfattat vanlig rutinanalys samt tryckförsök och ödometerförsök.

Resultat av fält- och laboratorieundersökningarna framgår av ritningarna nr 4 och 5 samt bilagor nr 1 - 2.

Resultatet av trycksonderingen (el-penetrometer typ Borros) redovisas separat i bilaga 3.

4.1 Husen 186 och 187 (ritning nr 4)

Området består av gammal åkermark som är i det närmaste plan och ligger på nivåer mellan +19,0 och +20,0. Under 0,1 - 0,2 m matjord finns lera till en mäktighet av 6 á 7 m.

Leran har en relativt välutbildad torrskorpa (ca 1,5 m). Under torrskorpan har lös varvig lera påträffats.

Skjuvhållfastheten i torrskorpan varierar mellan 30 och 75 kPa med ett medelvärde av ca 60 kPa och på 2 m djup strax under torrskorpan mellan ca 10 och 30 kPa med ett medelvärde av ca 20 kPa. På 3 m djup varierar värdena mellan 11 och 21 kPa med ett medelvärde av 13 kPa vid vingborrning, 16 kPa vid tryckförsöket och 21 kPa vid konförsöket. Skjuvhållfastheten växer där- efter med djupet. På 5 m djup varierar värdena mellan 15 och 20 kPa. Lerans sensitivitet varierar enligt konförsöken mellan 5 och 18.

Vattenhalten i den lösa leran varierar i huvudsak mellan ca 45 och 65 % (ett högsta värde på 75 % har uppmätts) och i torrskorpan mellan 30 - 40 %. Inom försöksområdet tycks vattenhalten vara något lägre än vid husen. Leran har ett plasticitetsindex på ca 20 - 30 %.

Kompressionsindex, ϵ_2 , för den lösa leran varierar mellan ca 5 och 11 % med ett medelvärde på ca 7 %. Med ledning av ödometerförsök och skjuvhållfasthet bedöms den lösa leran ha en överkonsolidering av drygt 10 kPa (1 Mg/m^2) för en grundvattenyta i torrskorpans underkant.

Fria vattenytor uppmättes i 4 provtagningshål på ca 1,5 m djup under markytan i oktober och november 1973.

4.2 Husen 261 och 262 (ritning nr 5)

Området lutar svagt ned mot öster. Jorden består av ca 0,5 m fyllning av torrskorpelera med inblandning av glas- och tegelrester därunder av 2 - 5 m lera. Leran har en välutbildad torrskorpa (ca 2,5 m). Under torrskorpan har lös till halvfast varvig lera påträffats (0 - 3 m hus 262 och 0 - 1 m hus 261).

Skjuvhållfastheten uppmätt enligt konmetoden varierar mellan ca 80 och 95 kPa till ca 2 m djup medan tryckförsöken visar högst 70 kPa. På 2,5 och 3 m djup visar konen 26 och 24, vingborren 36 och 27 samt tryckförsöken 20 kPa. Därefter avtar skjuvhållfastheten till lägst 13 - 14 kPa på 4,5 - 5,5 m djup. Hållfasthet enligt konförsök och vingborr stämmer relativt väl överens. Sensitiviteten är mindre än 15.

Vattenhalten ökar med djupet från ca 20 % å 30 % i torrskorpan till ca 45 och 60 % i den lösa till halvfastaleran; ett högsta värde av ca 70 % har uppmätts.

Enligt utförda ödometerförsök är leran ned till 3,5 m djup kraftigt överkonsoliderad. Den lösa leran på större djup har uppmätta kompressionsindex, ϵ_2 , som varierar mellan ca 6 och 11 % med ett medelvärde av ca 8 %. Leran bedöms vara överkonsoliderad med ca 10 - 20 kPa för en grundvattenyta ca 2 m under markytan.

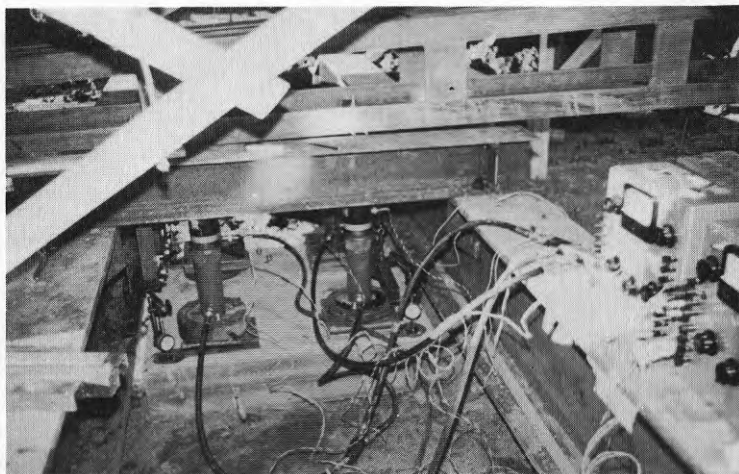
En fri vattenyta uppmättes ca 1,3 m under markytan i november 1973.

5 PLATTBELASTNINGSFÖRSÖK

5.1 Allmänt

Försöken utfördes med kvadratiska betongplattor med kantstorleken 1,0 och 1,2 m. Plattorna utlades på en bädd av ca 0,15 m packad grusig sand efter det att vegetationstäcket avtagits.

Provb belastningsanordningen framgår av ritning nr 1. Som motviker användes två grävmaskiner, som kördes upp på änden av ett par stålbalkar. Mot dessa verkade 4 hydrauliska domkrafter via två ok. Domkrafterna var symmetriskt utplacerade på plattan. Kraften registrerades genom mätdosor med dubbla töjningsgivare. Denna del av utrustningen inhyrdes från Kungl Tekniska Högskolan (Fig 5).



FIGUR 5 Belastningsanordning för domkrafter, givare och mätklockor

Rörelserna uppmättes med 4 mätklockor upphängda i en styv mätbalk, skyddad mot solinverkan med presenningar och upplagd på betryggande avstånd från provplattan (ca 4 m). Mätklockorna som har en avläsningsnoggrannhet av 1/100 mm mätte mot glasplattor som fastlimmats vid betongplattornas hörn. Mätklockorna har en registreringslängd på ca 50 mm. Vid större sättningar påsätts 30 mm skarvbitar.

Vid försöken belastades plattorna med 0 - 4 - 6 - 8 - 10 etc med 2 Mp laststeg till brott. Vid 16 Mp belastning utfördes en avlastning till 2 Mp. På- och avlastningshastigheten var ca 0,2 Mp/sek. Varje laststeg fick verka under 8 minuter (räknat från tiden när på- eller avlastning färdigställdes). Genom justeringar bibehölls lasten konstant trots rörelserna hos plattan. Mätklockorna avlästes i regel efter 1, 2, 4 och 8 minuters lastverkan. På grund av att den totala lasten (summan av 4 domkrafter) först kunde räknas ut i efterhand avviker verkliga laster något från programmet.

5.1.1 Husen 186 och 187 (försök 1 och 2)

Försök 1 utfördes vid punkt 13 (se ritning nr 4) med en platta med kantlängd 1,0 m. Vid försök 2 vid punkt 14 användes en 1,2 m platta.

Vid försök 2 fanns ett kabelbrott på utrustningen för lastregistrering. Ca 140 kN (14 Mp) last hade redan förts på innan detta upptäcktes.

Det kan nämnas att det vid stora krypningar kunde vara svårt att hålla konstant last. Registrering av last kunde dessutom endast utföras för en mätare i taget, vilket även påverkar möjligheten att kontrollera förloppet. Betydande avvikelser som i första hand påverkar krypdeformationen, föreligger dock först efter det att krypningen blir stor, dvs efter "krypbrott" och är därför utan väsentligt intresse för försöket.

5.1.2 Husen 261 och 262 (försök 3 och 4)

Bärigheten bedömdes vara så hög i detta område att brott endast kunde erhållas med 1,0 m plattan (max belastning 550 - 600 kN), varför endast denna platta utnyttjades vid de två försöken (försök 3 och 4). Det kan i efterhand konstateras att snedsättningarna av plattorna är relativt stora, ca 15 - 25 % av medelsättningen under båda försöken samt att lutningen uppkommer i ett tidigt skede av pålastningen. Detta kan bero på inhomogena jordförhållanden med eventuellt några decimeters fyllning kvar under plattan.

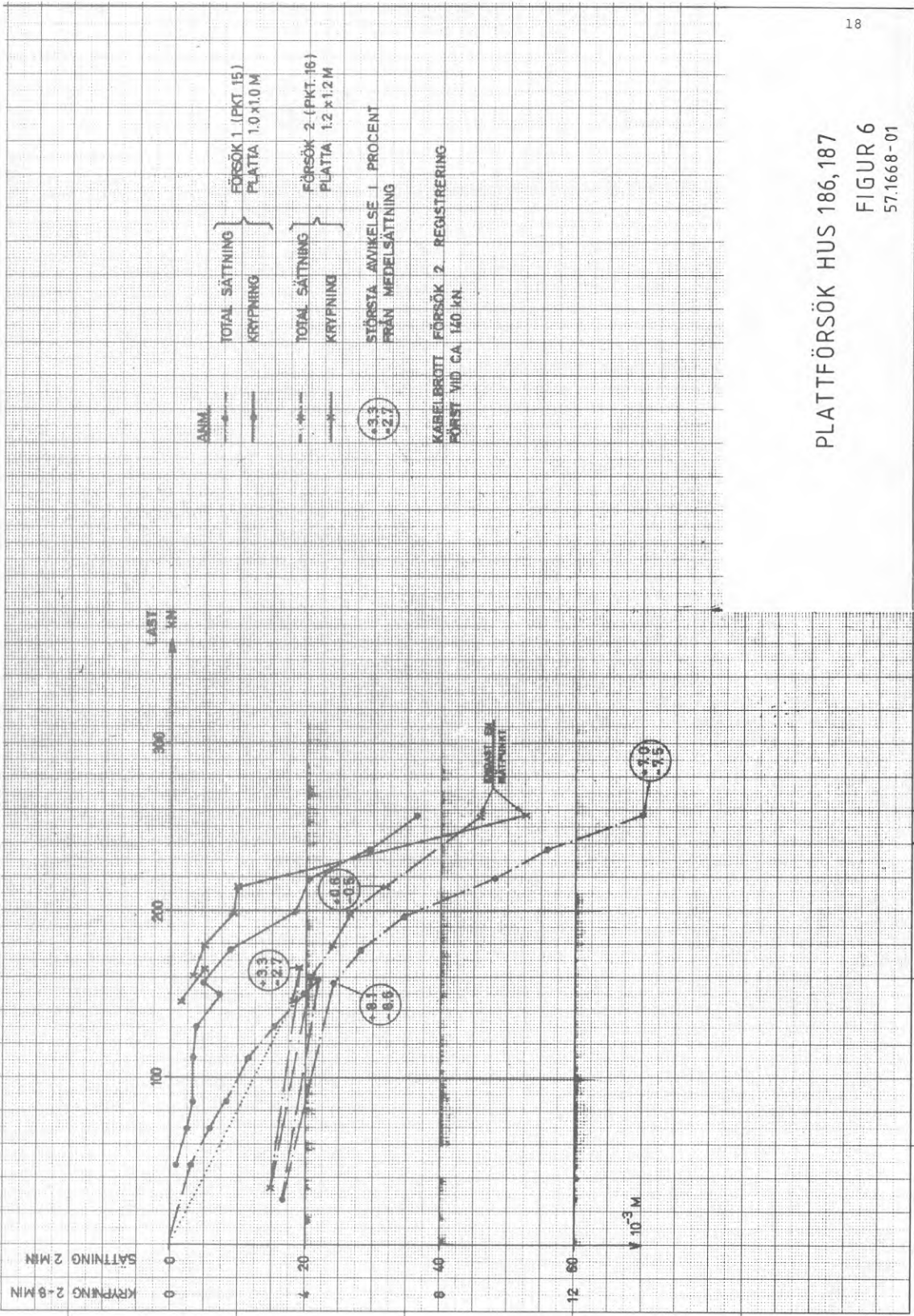
I motsats till försök 1 och 2 var krypningen relativt liten (max 3 mm/6 min). Att hålla konstant last var därför här inget väsentligt problem.

Försök nr 3 avslutades vid en sättning av ca 60 mm och en last av 340 kN. Försök 4 avbröts vid ca 390 kN på grund av oljeläckage i pumpsystemet. Sättningen var då ca 40 mm.

5.2 Resultat

Resultaten redovisas på Figur 6 och 7. För varje försök har 2 last-deformationskurvor redovisats; dels sättningen 2 minuter efter det att lasten påförts och dels "krypning" för lasten under 6 minuter, dvs 2 - 8 minuter efter pålastning. Det kan nämnas att kryphastigheten alltid har minskat med tiden under tidsintervallet 1 - 8 min lastverkan. Deformationerna är medelvärden av de 4 mätpunkterna. Max avvikelser från medelvärdet har angivits för 2 punkter i procent av totalsättningen.

Brottlasten är svår att definiera från last-sättningskurvorna. Detta är inget ovanligt vid denna typ av försök. Kryplasten, dvs den last vid vilken väsentliga plastiska deformationer utbildas utan att ytterligare last påförs, är lättare att definiera.

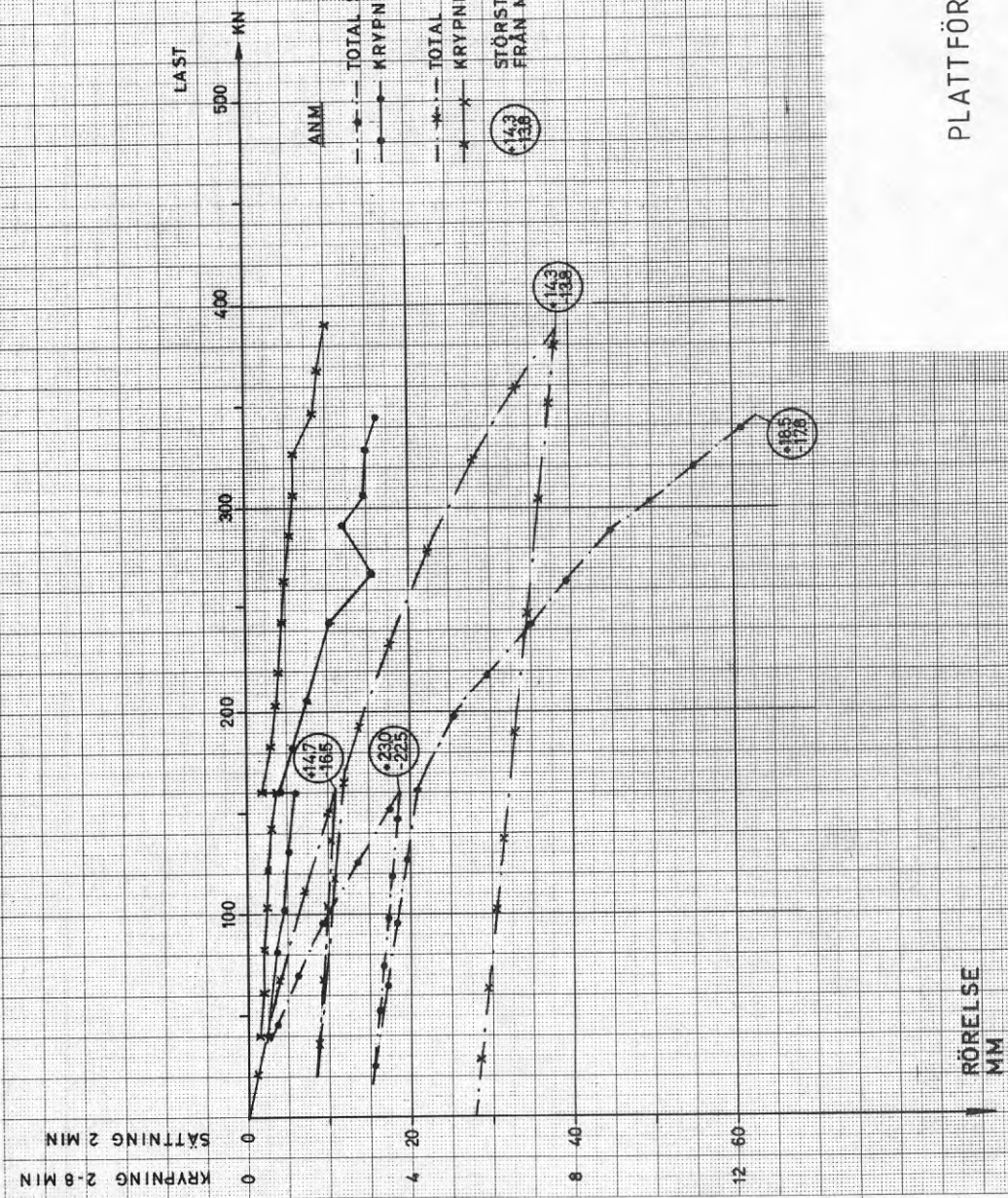


PLATTFÖRSÖK HUS 186, 187
 FIGUR 6
 57.1668-01

PLATTFÖRSÖK HUS 261, 262

FIGUR 7

57.1668-01



RÖRELSE
MM

LAST
KN

SÄTTNING 2-8 MIN
KRYPNING 2-8 MIN

Tabell 5.1 Resultat från plattförsök

Hus	Försök	Kantlängd platta m	Kryplast kN	Brottlast kN
186-187	1	1,0	140-160	160-200
"	2	1,2	180-200	200-240
261-262	3	1,0	250-270 ?	350 ¹⁾
"	4	1,0	330-350 ?	> 390

1) Brottlast från praktisk synpunkt

Sättning ca 60 mm.

Vid försök 3 och 4 har brottlasten ej uppnåtts. Försök 4 avbröts på grund av fel på pumpsystemet. Vid försök 3 erhöles stora deformationer, ca 60 mm vid 340 kN. Man kan ur praktisk synvinkel eventuellt anse att brottlasten är av storleksordningen ca 350 kN. Lutningen av last/sättningskurvan i partiet 300 - 340 kN är dock ganska måttlig (ca hälften av "slutlutningen" vid försök 1). Kurvan uppvisar ej heller någon markant ökning i lutningen. Det är dessutom sannolikt att den relativt stora snedsättningen av plattan har givit upphov till större sättning än om plattan satt sig jämnt såsom fallet blir i huskonstruktionen.

Vid försök 3 och 4 är även kryplasten svår att bedöma. En påtaglig ökning i kryphastigheten har uppmätts i området 250 - 270 kN för försök 3 och 330 - 350 kN för försök 4. Vid dessa laster som med tveksamhet har angivits som kryplaster i tabell 5.1 är kryphastigheten 2 - 3 mm/6 min vid försök 3 och 1 - 3 mm/6 min vid försök 4. I försök 1 och 2 är krypningen ca 1 - 2 mm/6 min vid "kryplasten". I försök 3 minskar dock krypningen temporärt för ökande belastning och i försök 4 minskar ökningstakten.

Svårigheterna att precisera vare sig kryp- eller brottlast beror troligen på att någon definitiv brottyta ej har utbildats under plattan. De plastiska deformationerna som utbildats under pålastningen (ca 50 mm i försök 3 och ca 30 mm i försök 4) kan bero på lokala skjuvdeformationer genom ihoptryckning av sprickor i torrskorpan och håligheter i fyllningen. Snedsättningar hos plattan kan ha medverkat till diskontinuiteter i last - deformationskurvorna.

6 BERÄKNING AV PLATTBÄRIGHET6.1 Allmänt

Normalt anges tillåten last på en platta som en del av brottlasten. Brottlasten för en centriskt belastad kvadratisk platta som ligger på markytan på lera kan beräknas t ex enligt följande: (se Bygg kap. 174:54).

$$Q_{\text{brott}} = N_c \times \gamma \times B^2 = 6 \times \gamma \times B^2 \quad (\text{A})$$

där γ = odränerad skjuvhållfasthet

B = kantlängd

N_c = bärighetsfaktorn

Medelgrundtrycket vid brott, $\bar{\sigma}_b$, är då:

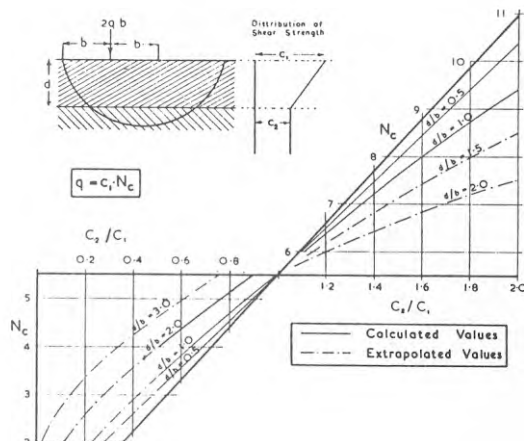
$$\bar{\sigma}_b = 6 \times \gamma \quad (\text{B})$$

Tillämpningen av beräkningssättet kompliceras när det finns kohesionsjordar med olika skjuvhållfastheter (torrskorpa - lös lera) under plattan så som i Backlurafallet.

Litteraturen är sparsam med lösningar till detta två-lager problem. S.J. Button presenterade 1953 nedanstående beräkningsmetod baserad på Fellenius glidyteberäkning. Beräkningen avser en långsträckt grundplatta där ett fast lager överlagrar ett mäktigt lager med lösare lera. Skjuvhållfastheten i det fasta lagret minskar linjärt med djupet enligt Figur 8 nedan.

FIGUR 8

Bärighetsfaktorer enligt Button



6.2 Jämförelse med plattförsök

I nedanstående tabell redovisas resultatet från plattförsöken, brottlast beräknad enligt Bygg och Button, samt beräknad kryp- och brottlast baserad på pressiometerförsök.

Tabell 6.1 Beräkning av brottlast

Nr/platta	Plattförsök		Beräknad brottlast kN			
	Ungefärlig last ¹⁾ kN		Skjuvhållfasthet 2) Brott i 3) Brott i torrskorpa leran under torrsk.		Pressiometer Kryp Brott	
	Kryp	Brott				
1/1,0 m	140-160	160-200	360	240	104 (137) ⁴⁾	188
2/1,2 m	180-200	200-240	520	300	145 (183) ⁴⁾	222
3/1,0 m	250-270	350	} 420	-5)	131	222
4/1,0 m	330-350	> 390			(171) ⁴⁾	

1) Se kommentarer kap. 5.2

2) Enligt Bygg; se vidare tabell 6.2

3) Enligt Button; se vidare tabell 6.2

4) Inklusive lastpridning 2:1 i gruslagret under plattan

5) Kan ej utläsas från Figur 8

Förutsättningarna för beräkningarna framgår av nedanstående tabell.

Tabell 6.2 Beräkningsförutsättningar

Försök	Brott torrskorpa γ (medel) kPa	Enligt Button (Figur 8)		
		c_1 kPa	c_2 kPa	d m
1 och 2	60	70	15	1,5
3 och 4	70	70	15	2,5

Plattförsöken utfördes på en bädd av ca 0,15 m packad grusig sand. Vid på-lastningen av plattan verkar sanden som en lastspredande fast kudde. Det är dock tveksamt om detta förhållande råder i brottskedet när det finns deformationer i storleken 50 - 60 mm. Det kunde också observeras vid försöken 1 och 2 hur plattan "stansade" sig genom sanden och eventuellt även genom torrskorpan.

Vid brottlastberäkningarna ovan har därför ej hänsyn tagits till en eventuell "ökning" av plattans kantlängd på grund av lastspredning i sandlagret.

6.3 Pressiometerförsök

Beräkningar baserade på pressiometerförsöken visar god överensstämmelse med plattförsöken 1 och 2 vad gäller brottlasten. Detsamma gäller för kryplasten om det antages att plattytan utökas genom lastspredning, t ex 2:1, i sandbädden under plattan. Detta är i och för sig inget orimligt antagande för "krypskedet", dvs innan betydande deformationer uppkommit. För försöken 3 och 4 ger dock pressiometerberäkningar av brott- och kryplast väsentligt lägre värden än vad som kan tolkas ur lastdeformationskurvorna från plattförsöken. Resultat från pressiometerförsöken och beräkningsgången redovisas i bilaga 2.

6.4 Skjuvhållfasthet

6.4.1 Beräknade brottlaster

Beräkningar av brottlasten enligt Bygg baserade på skjuvhållfastheten i torrskorpan stämmer relativt väl överens med resultaten från plattförsöken 3 och 4 (försöksresultaten dock svårtolkade, se kap. 5). Torrskorpan har här så stor mäktighet att brottytan inte "orkar" ned till den lösa leran.

Vid jämförelse med försöken_1_och_2_ överstiger de beräknade brottlasterna väsentligt försöksresultaten. Detta gäller som väntat i synnerhet beräkningar enligt Bygg baserade på en medelhållfasthet i torrskorpan. Vid försöken har troligen brottytan "sökt sig" ned till svagare jordlager via vertikala sprickor och svaghetszoner (sprickbildning framgår dock inte av tryckförsöken på prov med $\emptyset = 50$ mm och höjd 100 mm). Beräkning enligt Button ger även höga brottlaster som överstiger försöksresultaten med 35 - 40 %. Egentligen skall dessa beräknade värden som avser långsträckta plattor dessutom ökas med ca 10 % då försöken gäller kvadratiska plattor.

6.4.2 Analys av plattbelastningsförsöken

Av plattbelastningsförsöken framgår det att förhållandet mellan brottlasterna för 1,2 och 1,0 m plattorna (försök 2 och 1) är 1,22 dvs nära förhållandet mellan plattornas kantlängder och inte ytförhållandet, 1,44, som väntat.

Antag att brottlasten i försöken 1 och 2 bestäms av ett "stansbrott" genom torrskorpan. Brottytan har vertikala väggar och en horisontal yta som motsvarar grundplattan. Om det vidare antas att "brottkroppen" är viktlös (bärs upp av den lösa leran) erhålls följande:

$$Q_{\text{brott}} = 4 \times \gamma_v \times B \times D$$

där γ_v = vertikal medelskjuvhållfasthet i torrskorpan

B = kantlängd platta

D = torrskorpans tjocklek

Medelgrundtrycket vid brott, σ_b , är då:

$$\sigma_b = 4 \times \gamma_v \times D/B$$

(C)

där D och γ_v måste bestämmas.

Från den geotekniska undersökningen kan D bedömas till ca 1,5 m. Om sedan γ_v framräknas från plattförsöken erhålls från försök 1 $\gamma_v = 27 - 33$ kPa och från försök 2 $\gamma_v = 28 - 33$ kPa, dvs en mycket god överensstämmelse. I medel är $\gamma_v = 30$ kPa vilket i sin tur är ca 50 % av medel uppmätt skjuvhållfasthet i torrskorpan. I aktuellt fall kan tydligen grundtrycket vid brott uttryckas genom:

$$\sigma_b = 3 \times \gamma_{Lt}/B$$

(D)

där γ_{Lt} = medel skjuvhållfasthet i torrskorpan

Generellt skulle följande kunna gälla inom ett visst område av D/B:

$$\sigma_b = 2 \times \gamma_{Lt} \times D/B$$

(E)

När D/B minskar, minskar även σ_b dock lägst till (se formel B ovan):

$$\min \sigma_b = 6 \times \gamma_L \quad (\text{F})$$

där: γ_L = skjuvhållfasthet för den underliggande lösa leran

Och motsvarande gäller även när D/B ökar, dvs

$$\max \sigma_b = 6 \times \gamma_{Lt} \quad (\text{G})$$

I nedanstående tabell 6.3 upprepas beräkningsförutsättningarna från kap. 6.2.

Tabell 6.3 Beräkningsförutsättningar

Försök	σ_b kPa (enl plattförs)	γ_{Lt} kPa	γ_L kPa	D m	D/B
1	180	60	15	1,5	1,5
2	153	60	15	1,5	1,25
3 och 4	350 och 390	70	-	2,5	2,5

Från sambanden E - G samt ovanstående förutsättningar har nedanstående Figur 9 upprättats.

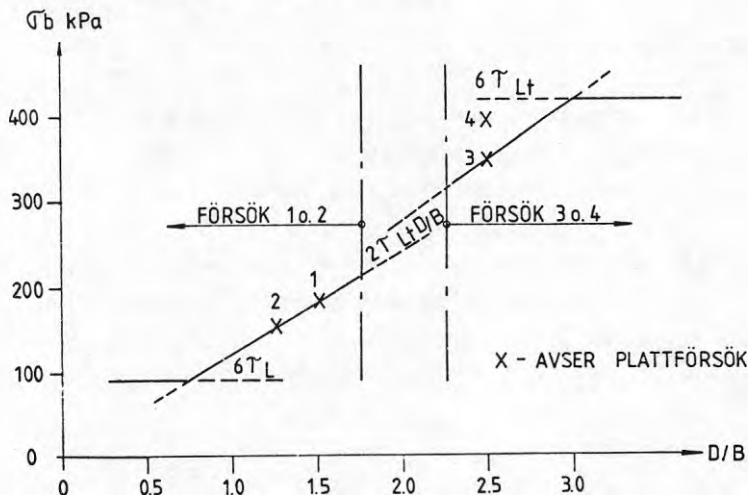


FIG. 9 SAMMANSTÄLLNING BERÄKNING OCH PLATTFÖRSÖK

Som det framgår av Figur 9 stämmer även resultaten från försöken 3 och 4 relativt väl med sambandet $\sqrt{J_b} = 2 \times \gamma_{Lt} \times D/B$ som bestämdes från försöken 1 och 2. Försöken 3 och 4 var dock som tidigare omnämnts svåra att tolka; eventuellt har inte brottlast ens uppnåtts. För $D/B > 2,5 - 3$ torde brottlasten kunna beräknas enligt Bygg och medel skjuvhållfasthet i torrskorpan.

Den intressantaste delen gäller dock ca $1 < D/B < 2$ där brottrycket under aktuella förhållanden kan bestämmas från sambandet E ovan. Vid beräkning finns troligen relativt stora utrymmen för subjektiv bedömning av torrskorpans tjocklek såväl som skjuvhållfasthet vilka bägge påverkar beräkningsresultatet väsentligt. Detaljerade geotekniska undersökningar är därför en nödvändighet. Troligen påverkas dessutom sambandet av geotekniska förhållanden som avviker från de aktuella. Som exempel kan nämnas förhållandet mellan skjuvhållfastheterna i torrskorpan och den lösa leran (se Button). Under förutsättning av en sakkunnig bedömning torde dock tillåten last för såväl lyftmomentet (se kap 8) som för den långsiktliga lasten på rasterplattorna beräknas enligt ovan för många fall. Vid osäkerhet får enklare plattförsök tillgripas.

7 BEDÖMNING AV SÄTTNINGAR

7.1 Husen 186/187

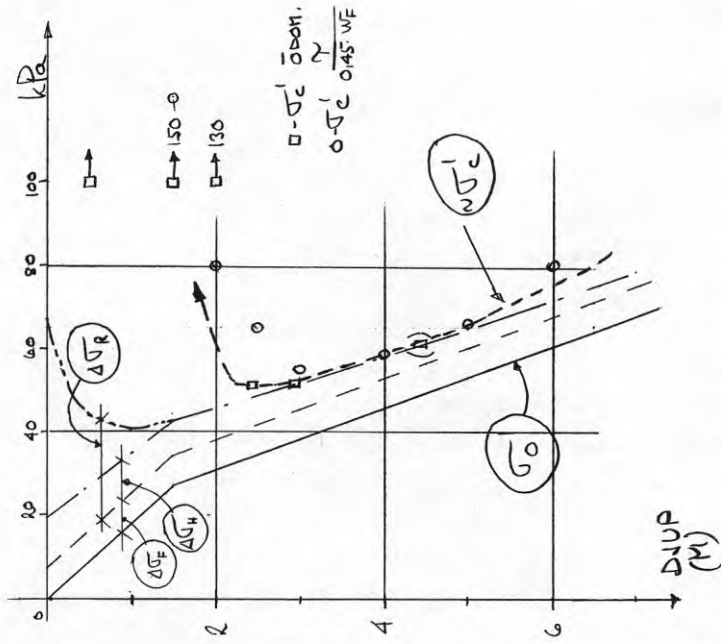
Leran är starkt överkonsoliderad till ca 2 m djup, se Figur 10 (skiss, vertikalspänningar). På större djup synes leran ha en överkonsolidering av ca 10 - 20 kPa.

Vikten av uppfyllnaden runt och under huset uppgår till ca 7 kPa. Husvikten fördelad på hela grundplattan ger en grundpåkänning av ca 12 kPa. Mellan 2 och 6 m djup blir spänningstillväxten från huset (2:1 fördelning) 9 till 4 kPa.

VERTIKALSPÄNNING FIG10

57.1668-01

HUS 186 och 187.

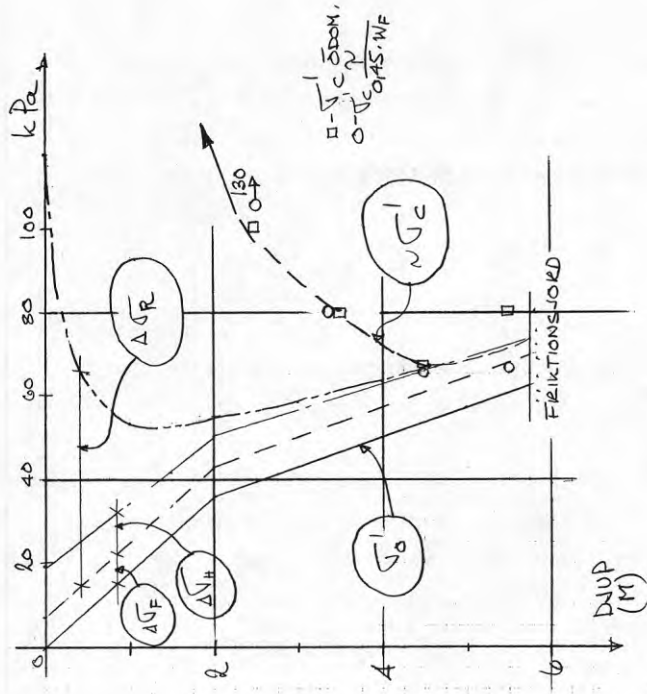


- σ'_{0} - EFFEKTIV VERTIKALSPÄNNING
- $\Delta\sigma_{\text{E}}$ - TILL. SPÄNN. P.G.A. UPPFYLLN.
- $\Delta\sigma_{\text{H}}$ - " " " HUS (PÅ HELA PLATTAN)
- $\Delta\sigma_{\text{R}}$ - " " " (PÅ KASTEN)
- $\Delta\sigma'_{\text{C}}$ - FÖRBELASTNINGSTRECK ENL. γ & ÖDM.

VERTIKALSPÄNNING FIG11

57.1668-01

HUS 261 och 262



- σ'_{0} - EFFEKTIV VERTIKALSPÄNNING
- $\Delta\sigma_{\text{E}}$ - TILL. SPÄNN. P.G.A. UPPFYLLN.
- $\Delta\sigma_{\text{H}}$ - " " " HUS (PÅ HELA PLATTAN)
- $\Delta\sigma_{\text{R}}$ - " " " (PÅ KASTEN)
- $\Delta\sigma'_{\text{C}}$ - FÖRBELASTNINGSTRECK ENL. γ OCH ÖDM.

En grundpåkänning av 70 kPa på en rasterplatta ger vid 2 m djup en tillskottsspänning av knappt 8 kPa. Influens mellan plattorna kommer dock att göra sig gällande, varför spänningskurvan på större djup än 1,5 - 2,0 m ungefärligt kan antas sammanfalla med kurvan för jämnt fördelad last på hela grundplattan.

Med ledning av ovanstående skulle beräkningsmässigt endast elastiska sättningar i storleksordningen 2 cm utbildas. Sättningen utbildas jämnt under husen och under byggnadstiden.

I projekteringsskedet förelåg risk för senare grundvattensänkning inom området. Det bedömdes då att en konsolideringssättning av högst 10 cm skulle kunna utbildas genom ca 1 m grundvattensänkning.

Precisionsavvägningar som utförts under ca 1,5 år indikerar att endast mycket små sättningar uppkommer (se kap 8). Sättningsbedömningen som kunde göras från den geotekniska undersökningen synes överensstämma med verkligheten.

7.2 Husen 261/262

Leran är starkt överkonsoliderad till ca 3,5 m djup, se Figur 11 (skiss, vertikalspänningar). På större djup synes leran ha en överkonsolidering av ca 10 - 20 kPa.

Vikten av uppfyllnaden runt och under hus 262 uppgår till ca 7 kPa. Husvikten fördelad på hela grundplattan ger en grundpåkänning av ca 12 kPa. Mellan 4 och 5,5 m djup blir spänningstillväxten från huset (2:1 fördelning) från ca 6 till 4 kPa.

En grundpåkänning av 110 kPa på en rasterplatta ger vid 2 m djup en tillskottsspänning av ca 12 kPa. På grund av influens mellan plattorna kan spänningskurvan på större djup än 4,0 - 4,5 m ungefärligt antas sammanfalla med kurvan för jämnt fördelad last på hela grundplattan.

Med ledning av ovanstående kommer endast elastiska sättningar i storleksordningen 2 cm att utbildas.

8 DIMENSTONERING AV GRUNDLÄGGNING

Två olika lastfall måste beaktas, dels den permanenta belastningen på rasterplattorna efter en höjjustering av huset dels den temporära belastningen på luftkuddarna som används för lyftningen (se Fig 2). Rasterplattor och luftkuddar har beskrivits i tidigare omnämnd rapport R 71:1973.

8.1 Provhusen

Bestämning av tillåtna laster utfördes på grundval av plattbelastningsförsöken (se kap. 5.2). Som det framgår av kap. 7 blir tilläggsspänningarna i den lösa leran sett ur sättningssynpunkt ungefär desamma vid rastergrundläggningen som vid grundläggning på en hel botenplatta. Detta beror på lastspridningen i torrskorpan. Långtidssättningarna för huset (konsolidering av den lösaleran) blir därför mycket små.

8.1.1 Rasterplattor

Som tidigare nämnts i kap. 3 utfördes alla husen med 1,0 x 1,0 m² rasterplattor. Som det visats i kap. 6 kan ett högre grundtryck utnyttjas vid mindre plattstorlek (ökande D/B). "1 m plattan" föredrogs därför framför "1,2 m plattan".

Ur konstruktionssynpunkt var en tillåten last av 110 kN önskvärd vilket även tillämpades för husen 261 och 262. Brottlasten enligt plattförsöken var högre än 350 kN, dvs att säkerhetsfaktorn mot brott är större än 3.

För husen 186 och 187 begränsades tillåten last till 70 kN. Detta ger en säkerhetsfaktor på ca 2 i förhållande till kryplasten och ca 2,5 - 3,0 i förhållande till brottlasten från plattförsöken. Med hänsyn till att justeringsmöjligheter finns för husen samt att noggranna undersökningar och belastningsförsök utförts kunde säkerhetsfaktorerna möjligen ha valts lägre.

8.1.2 Luftkuddar

Som tidigare omnämnts lyftes endast ett av de 4 provhusen (hus 187). Luftkuddarna har en effektiv yta av ca 1 m². Vid lyftningen som pågår under relativt kort tid finns under kudden en ca 0,4 m tjock grusbädd på naturlig jord. För att genomföra lyftningen erfordrades en kraft av ca 130 kN per kudde, vilket gav en säkerhetsfaktor av ca 1,5 på brottlasten för 1,0 m² plattan och en deformation av ca 1,5 - 2,0 cm enligt plattförsöken. På grund av lastspridningen i gruslagret (0,4 m vid lyftning och 0,15 vid plattförsöken) är säkerhetsfaktorn högre. Ovanstående ansågs acceptabelt för en exceptionell belastning och lufttrycket begränsades därför till 130 kPa vid lyftningen av hus 187.

8.2 Generella dimensioneringsprinciper

Hus med rastergrundläggning kan utföras där sättningsbenägen lös jord överlagras av ett fast lager t ex torrskorpelera med erforderlig tjocklek. Torrskorpan tjänar i detta fall till att sprida ut de relativt koncentrerade laster under rasterplattor och luftkud- dar så att spänningarna i den underliggande lösa jor- den hålls på en acceptabel nivå. Som visats i kap. 7 blev sättningsarna för husen i aktuellt fall i samma storleksordning som vid grundläggning på en hel bot- tenplatta.

Den tillåtna lasten för de två ovan beskrivna lastfal- len (lyftning - långsiktig) fastställs genom att läg- ga en lämplig säkerhetsfaktor på brott- eller kryplasten för en platta.

Brottlast/kryplast bestäms säkrast med fullskaliga platt- belastningsförsök. För aktuella belastningar kan max ka- pacitet vid försöken begränsas till 250 - 300 kN varvid anordningarna troligen kan förenklas väsentligt i förhål- lande till utrustningen som beskrivits i kap. 5. Försöken skulle då kunna utföras i kombination med geotekniska un- dersökningar till en attraktiv kostnad.

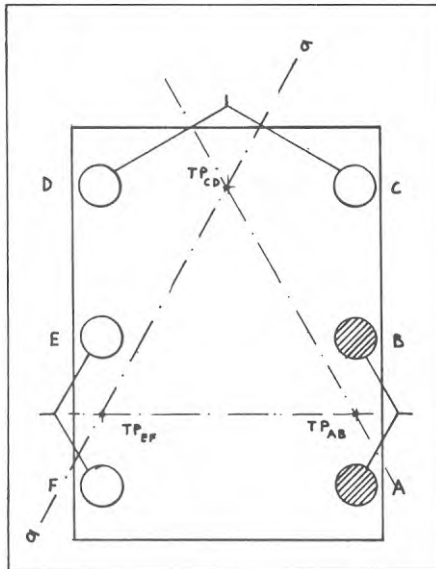
Alternativt kan brottlasten beräknas dels på grundval av jordens skjuvhållfasthet och en beräkningsmetod som fram- tagits med ledning av plattförsöken (se kap. 6.4.2) dels pres- siometer - mätningar. Eventuellt kan den s k skruvplattan, utvecklad på NTH i Trondheim, utnyttjas. Beräkningar utför- da både på basis av pressiometer (skruvplattan provades ej) och skjuvhållfasthet visade i Backlura god samstäm- mighet med de mest intressanta plattförsöken. En fördel med pressiometern är att subjektiva värderingar av torr- skorpan tjocklek och skjuvhållfasthet till stor del eli- mineras. Med pressiometerförsök kan även kryplasten be- stämmas vilket ger ytterligare säkerhet vid bedömningen av den tillåtna lasten.

Beräkningsmetoderna beskrivs i kap. 6. Oberoende av vilken metod som tillämpas är det dock en förutsättning att sakkunnig bedömning utförs från fall till fall för att tillfredsställande resultat skall uppnås.

9

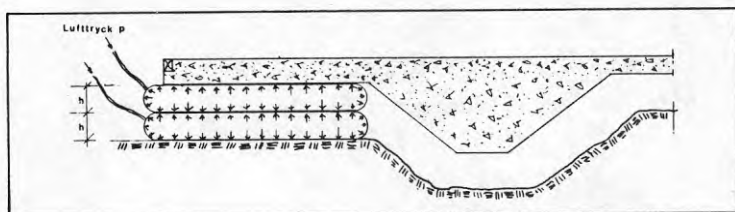
PROVLYFT OCH PRECISIONSAVVÄGNING

6 luftkuddar kopplas 2 och 2 till 3 tryckluftsuttag, vardera med avstängningsventil och manometer (Fig 2). På så sätt erhålls en sorts "trepunktsuppläggning", dvs ett statistiskt bestämt system (Fig 12).



FIGUR 12 Lyftpunkter och rotationsaxlar
(3-punktsuppläggning)

De här beskrivna provhusen i Backlura ligger på sättningsbenägna jordlager. Hus nr 187 har lyfts på försök medan de andra ligger kvar i ursprungligt läge. Den påtagliga skillnaden vid lyftning, jämfört med Viksjöhuset, är att lerans deformation under luftkuddarna måste beaktas. Underlag för bedömningen finns i den geotekniska undersökningen. Det visade sig önskvärt att använda dubbla kuddar för att erhålla tillräcklig lyftkapacitet när marken deformerades samtidigt som huset lyftes (Fig 13).



FIGUR 13 Dubbla luftkuddar

I samband med lyftningen observerades att singeln över rastren hade en viss sammanhållning. Detta medförde att materialet hade något svårare att på tidigare utprovat sätt rinna ned i rasteröppningarna. Orsaken har ej fastställts men troligen rör det sig om en "hopcementering" på grund av finjord. I framtida tillämpningar måste alltså beaktas att singlet skall skyddas mot dylika föroreningar. Effekten orsakar i Backlurafallet en viss osäkerhet ifråga om lastfördelningen mellan rasterplattorna. De centralt belägna plattorna kan ju ej inspekteras.

Under lyftningen av hus 187 utfördes precisionsavvägning av Statens Provninganstalt. Avvägning, som har utförts kontinuerligt efter lyftningen, har även omfattat hus 186. Lyftning utfördes under slutet av maj månad ca 1 månad efter montering av huset.

Resultatet av avvägningarna visas i Figur 14. För hus 186, som inte har lyfts, har knappt mätbara sättningar kunnat observeras.

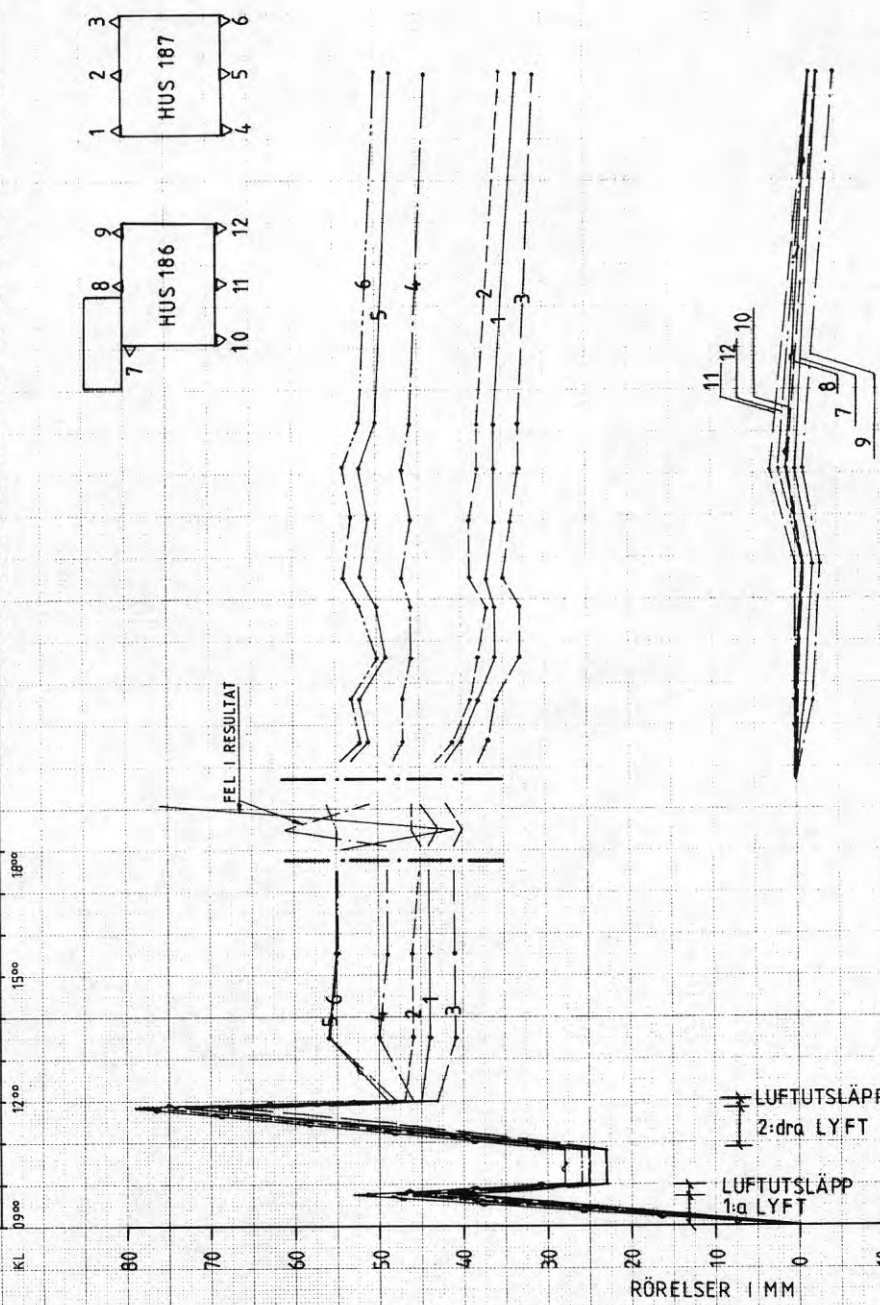
Hus 187 lyftes först upp 40 - 50 mm på luftkuddarna och sjönk tillbaka 20 - 25 mm. Kvarstående ojäm sättnings var omedelbart efter luftutsläpp och efter ca 1 timme densamma, ca 5 mm. Lyft 2 utfördes med ytterligare ca 50 mm; åter-sjunkning i samband med luftutsläpp från kuddarna var ca 30 mm med kvarstående ojäm sättnings av ca 5 mm. Efter ytterligare 1,5 timmar utfördes en avvägning, som visade att den ojämna sättningen ökat till ca 15 mm. Från denna mätning och till slutet av oktober 1975, dvs under en tid av ca 1,5 år, har huset satt sig ytterligare 5 - 10 mm.

1974

1975

1976

21 MAJ 12⁰⁰ 15⁰⁰ 18⁰⁰ 22-31 MAJ JUNI JULI AUG SEPT OKT NOV DEJ JAN FEB MARI APR MAJ JUNI JULI AUG



PRECISIONSAVVÄGNING
FIG 14
57.1668-01

Totalt uppgår nu den största ojämna sättningen mellan två mätpunkter till ca 20 mm. Avståndet mellan mätpunkterna är ca 6 m, dvs en lutning av ca 1/350. Medellutningen mellan fasaderna är ca 1/500.

Den ojämna sättningen är betydligt större än vad som uppmättes vid det första provhuset (se rapport R 71:1973) som är grundlagd på berg. Orsaken bedöms vara att den ovan nämnda ihopcementeringen av singeln har minskat vissa av rastrens bärighet.

10 KOSTNADER OCH ADMINISTRATIVA FRÅGOR M M

I rapport R 71:1973 diskuterades statlig belåning, fri finansiering, försäkring, garantier m m.

Inga problem tycks finnas att finansiera investeringen (förutsatt givetvis godkännande av metoden från respektive byggnadsnämnd och Statens Planverk).

Provhuset i Viksjö gav underlag för beräkning av dels investeringskostnader, dels "driftskostnader" (framtida justeringar). I 1972 års penningvärde beräknades investeringen bli ca 5.000:- större än för vanlig "platta på mark". (Detta gäller gruppbyggda enfamiljshus utan att vidareutveckla eller förenkla provhusets konstruktion).

Kostnaden för ett lyft blir överraskande låg om ej stora rese- och traktamentskostnader för personal tillkommer.

Om justeringskostnaderna kapitaliseras, får man, beroende på det beräknade framtida justeringsbehovet, en totalkostnad motsvarande en pålgrund med 6 - 10 m långa pålar.

I vissa fall kan pålgrunder dock föranleda mycket stora framtida kostnader (jfr inledningen).

Justeringskostnaderna skulle inte idag påverka finansieringen nämnvärt, dvs lånen skulle varken höjas eller sänkas.

I vissa mindre vanliga fall kan justeringen täckas av försäkring, men i regel bör den betraktas som en normal åtgärd, som i förekommande fall betalas ur fond för reparation och underhåll. Kostnaden är också tämligen liten, väsentligt mindre än för t ex utvändig ommålning. I ett inledningskede kan vissa utökade garantier vara lämpliga för att få metoden accepterad.

Försöken har skett i SIAB-Byggens regi. Patenträttigheter har förvärvat av AB Ståbulator och av SIAB.

11

SLUTSATSER

Det genomförda projektet har visat, att rastergrundläggning och luftkuddar fungerar. Den geotekniska undersökningens resultat beträffande sättningar har visat sig stämma eller ligga på säkra sidan. Rapporten bör ge tillräckligt underlag för framtida dimensionering, utgående från geotekniska undersökningar eventuellt i kombination med enklare plattförsök. En förutsättning för att metoden skall kunna användas är att jorden har en relativt god ytbärighet t ex en väl utbildad torrskorpa.

Lyftoperationen är enkel och billig. Kompressorn kan gärna vara något större än den som användes (102 l/min vid 6 atö). En väsentligt större kapacitet är dock inte önskvärd. En fördel med metoden är nämligen det långsamma och därmed lätt kontrollerade förloppet, som minskar risken för skador genom felmanöver. Man bör medföra en dubbel omgång kuddar, så att dessa ej behöver överansträngas.

Det bör ytterligare understrykas att det här främst rör sig om en metod att förbereda hus för framtida justeringar, som ofta inte behöver genomföras. Är förberedelser inte gjorda, så är en eventuell justering svår och dyrbar, oberoende av metod.

Ytterligare utvecklingsarbete behövs ej för praktisk tillämpning, men man kan givetvis förutse förbilligande detaljlösningar och arbetsmetoder vid en serieproduktion.

Vad gäller lyftmetoden kan denna eventuellt ytterligare studeras i Backlura - om uppgörelse om ersättning kan träffas med husägaren.

LITTERATURREFERENS

S.J. Button, 1953

The Bearing Capacity of Footings
on a two-layer cohesive Subsoil

Artikel ur
Proceedings of the Third International
Conference on Soil Mechanics and
Foundation Engineering, Switzerland 1953

SAMMANFATTNING

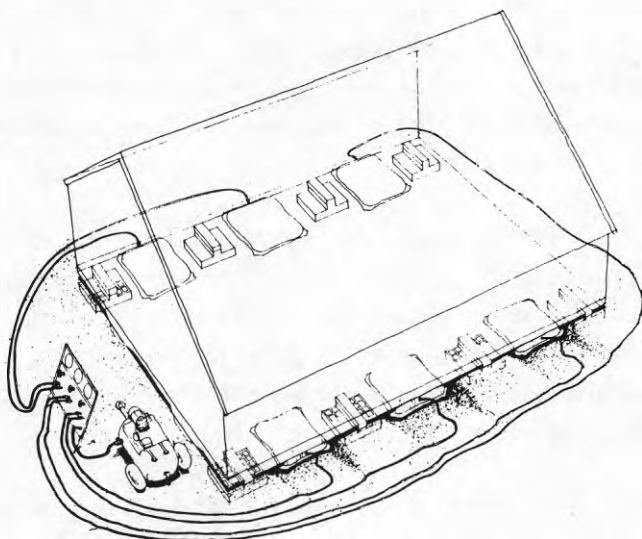
Denna rapport beskriver en metod att bygga in justeringsmöjligheter under grundplattan till småhus som är grundlagda på sättningenkänslig mark, så att ojämna sättningar kan kompenseras. Den nu vanligaste förekommande metoden vid grundläggning av småhus på ovan nämnda markslag är att huset förses med pålar som oftast slås till "fast botten" s k stödpålar. Den grundläggningsmetod som beskrivs här förutsätter en tämligen god ytbärighet.

Stödpålning är under beskrivna förhållanden ofta ingen särskilt god lösning eftersom marken med ledningar, entréytor etc sjunker medan husen står kvar på sina pålar. Även där pålning i och för sig är en tillfredsställande lösning finns det kostnadsskäl till att finna andra metoder. Pålning till stora djup blir särskilt dyrbar för småhus, bl a därför att tillåten last oftast inte kan utnyttjas.

Nackdelarna och kostnaderna för pålning undviks om hus grundläggs på marken och får följa dennas rörelse så länge inga olägenheter uppstår. Om grundkonstruktionen görs tillräckligt styv erfordras åtgärder först om det uppstår oacceptabla lutningar. Om justeringar förbereds redan under byggnadstiden kan de bli billiga och enkla att utföra. Därvid bör den här utvecklade principen vara konkurrenskraftig.

Den metod som studeras i rapporten kan kallas "rastergrundläggning". Metoden bygger på uppfinningar av B. Algers, och innebär att huset grundläggs på raster och har förberedda utrymmen för domkrafter i form

av gummikuddar, se Figur 1. Rastereffekten har tidigare provats vid laboratorieförsök. Med ledning av laboratorieförsöken valdes kombinationen betongraster/ärtsingel som lämpligast. Metoden utprovades först på ett småhus grundlagt på berg i Viksjö, Järfälla kommun. Erfarenheten från detta försök var positiv. Laboratorieförsöken och ovan omnämnt provhus redovisas utförligt i BFR:s rapport R 71:1973.



FIGUR 1 Schematisk framställning av rastergrundläggning samt luftkuddar med tillbehör monterade för lyftning

Provhus och konstruktionsprinciper

"Rastergrundläggning" utprovas på 4 hus fördelade på 2 grupper inom ett av SIAB:s småhusområden i Backlura, Stockholms kommun. Konstruktionen av provhusen framgår i princip av Figur 1 och 2. Det rör sig som synes om fristående, källarlösa enfamiljs-hus med rektangulär planform. De visade gummikuddarna med slangar, manövertavla och kompressor insätts när en justering behöver utföras.

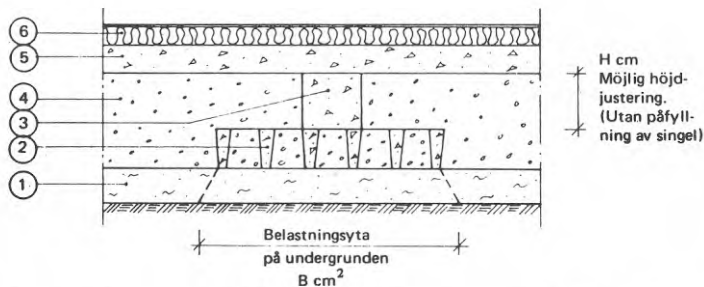


FIG. 2. Principen för hur rasteren arrangerats. 1. Dränerings- och förstärkningslager (grus). 2. Prefabricerat betongraster. 3. Plinckaft, förankrat i raster och golvplatta. 4. Årsingel 4-8 mm. 5. Golvplatta av platsgjuten betong. Vid lyfning ansättes "domkrafterna" under golvplattan, som är försedd med förstyvningsbalkar. 6. Isolering och övergolv.

Betongplattan under huset har längsgående balkar med centrum knappa 2 m innanför fasaden samt tvärgående balkar som dels verkar avstyvande dels bär upp lasten från bärande hjärtvägg. Utrymmet för luftkuddarna ligger utanför de längsgående balkarna och är åtkomligt.

Ur konstruktionssynpunkt var det lämpligt med en last på rasterplattorna ($1 \times 1 \text{ m}^2$) av 110 kN. De geotekniska förhållandena var sådana att denna last kunde tillåtas för 2 av husen medan tillåten last för de 2 andra husen begränsades till 70 kN. Sistnämnda provhus försågs därför med 6 ytterligare raster utöver vad som visas i Figur 1.

De 2 hus som har sämst grundförhållanden har precisionsavvägts under ca 1,5 år för registrering av sättningar. Ett av husen har lyfts upp 40 - 50 mm som en del av utvecklingsarbetet. Vid höjjusteringen användes kvadratiska luftkuddar med en effektiv yta av ca 1 m^2 , se Figur 1. Tillåten last (lufttryck) begränsades till 130 kN/kudde med hänsyn till risken för jordbrott.

Geotekniska förhållanden och plattbelastningsförsök

För provhusen i Backlura har omfattande geotekniska undersökningar utförts under hösten 1973 inklusive plattbelastningsförsök och pressiometerförsök. Eftersom plattförsök relativt sällan beskrivs i litteraturen har dessa getts ett ganska stort utrymme i rapporten, som därigenom kan ha generellt geo-

tekniskt intresse. Inom ett område (omfattande provhusen 186 och 187 samt plattförsöken 1 och 2) består jorden av lera till en mäktighet av 6 - 7 m. Leran har en relativt välutbildad torrskorpa på ca 1,5 m mäktighet. Under torrskorpan har lös varvig lera påträffats med en lägsta skjuvhållfasthet av ca 11 - 17 kPa (beroende på mätmetod) på 3 - 4 m djup.

Inom det andra området (omfattande husen 261 och 262 samt plattförsöken 3 och 4) har ca 5 m lera uppmätts. Leran har en välutbildad torrskorpa ca 2,5 m mäktig. Under torrskorpan har lös till halvfast varvig lera påträffats med en lägsta skjuvhållfasthet av ca 13 - 17 kPa på 4 - 5 m djup.

Inalles utfördes fyra plattbelastningsförsök med kvadratiska betongplattor med kantlängd 1,0 och 1,2 m. Belastning utfördes i steg på 2 Mp till brott. Varje laststeg fick verka under ca 8 minuter. För varje försök har två last-deformationskurvor redovisats; dels sättningen 2 minuter efter att varje laststeg påförts och dels krypningen för konstant last under 6 minuter, dvs perioden 2 - 8 minuter efter pålastning.

Det har ur försöken varit relativt svårt att tolka brottlasten. Kryplasten (dvs den last vid vilken väsentliga deformationer utbildas utan att ytterligare last påförs) har varit lättare att bestämma.

De mest intressanta resultaten från plattförsöken har erhållits inom området med de sämsta geotekniska förhållandena, dvs plattförsök 1 och 2, se Figur 3. För försök 1 som utfördes med en 1 x 1 m² platta har kryp- och brottlast bedömts till 140 - 160 respektive 160 - 200 kN. I försök 2 som utfördes med en 1,2 x 1,2 m² platta, har kryplasten bedömts till 180 - 200 kN och brottlasten till 200 - 240 kN. Det synes som brottlasten återspeglar motståndet mot utstansning av torrskorpan under plattan vertikalt ned i den underliggande lösa leran. Brottytan söker sig troligen ned genom vertikala sprickor och svaghetszoner i torrskorpan. En beräkningsmetod grundad på denna hypotes redovisas och visar god överensstämmelse med försöken.

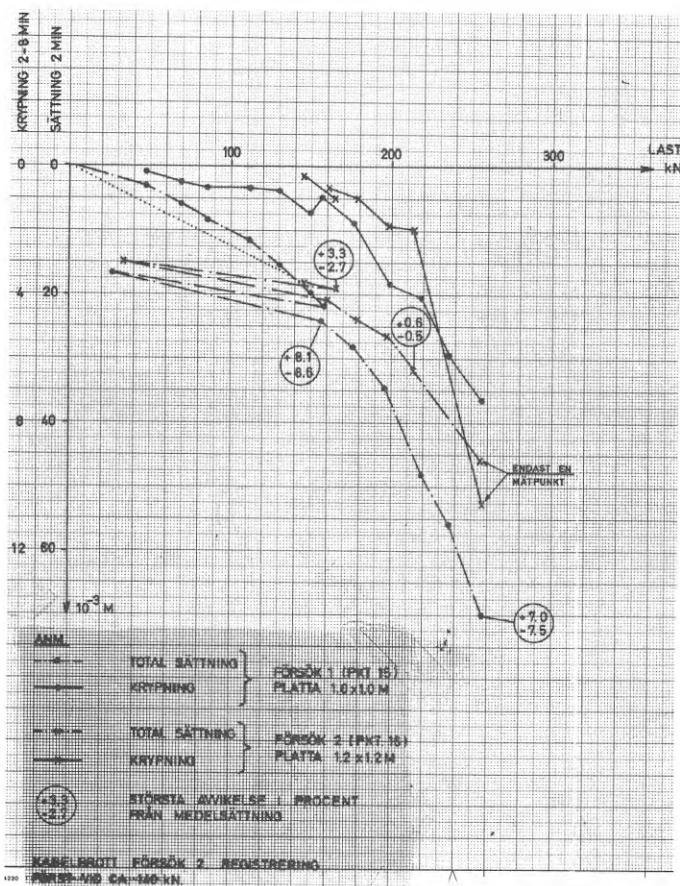


Fig 3. Plattbelastningsförsök. Sättning och krypning som funktion av lasten.

Dimensionering av grundläggning

Rastergrundläggning kan utföras där sättningsbenägen lös jord överlagras av ett fast lager, t ex torrskorpelera med erforderlig tjocklek. Torrskorpan tjänar i detta fall till att sprida ut relativt koncentrerade laster under rasterplattor och luftkuddar, så att spänningarna i den underliggande lösa jorden hålls på en acceptabel nivå. Det visas i rapporten att sättningarna för aktuella hus med rastergrundläggning blir i samma storleksordning som för ett hus med grundläggning på en hel platta.

Tillåten last för rasterplattorna och luftkuddarna (lyftskeket) bestämdes för provhusen på grundval av resultaten från plattbelastningsförsöken. I rapporten visas att bärigheten kan beräknas dels på grundval av jordens skjuvhållfasthet, dels genom t ex pressiometermätningar. Båda beräkningssätten visade för aktu-

ella förhållanden god samstämmighet med de mest intressanta plattförsöken. Det är dock en förutsättning, att sakkunnig bedömning utförs från fall till fall för att tillfredsställande resultat skall uppnås.

Provlyft och precisionsavvägning

Hus nr 187 har som tidigare nämnts lyfts upp ca 40 - 50 mm som en del av utvecklingsarbetet. Den påtagliga skillnaden vid lyftning jämfört med det tidigare provhuset, som låg på berg, var att dubbla kuddar bör utnyttjas för att erhålla tillräcklig lyftkapacitet, när jorden deformerades samtidigt som huset lyftes. Efter lyftningen som utfördes i två steg och pågick under ca 3 timmar, fanns en ojämn sättning av ca 15 mm. Under de ca 1,5 år som avvägning pågått har huset satt sig 5 - 10 mm. Totalt uppgår nu den största ojämna sättningen mellan två mätpunkter till ca 20 mm, vilket motsvarar en lutning av ca 1/350.

Kostnader m m

I rapport R 71:1973 diskuterades statlig belåning, fri finansiering, försäkring, garantier m m. Provhuset i Viksjö gav underlag för beräkning av dels investeringskostnader, dels "ädriftskostnader" (framtida justeringar).

I 1972 års penningvärde kan investeringen beräknas bli ca 5.000:- större än för vanlig platta på "mark". (Detta gäller gruppbebyggda enfamiljshus utan att vidareutveckla eller för enkla provhusets konstruktion). Samma investeringar erhålls vid ca 6 m långa pålar. Kostnaden för ett lyft blir överraskande låg om ej stora rese- och traktamentskostnader för personal tillkommer.

Om justeringskostnaderna kapitaliseras får man beroende på den beräknade framtida utvecklingen en total kostnad motsvarande 6 - 10 m långa pålar. I vissa fall kan dock pålgrunder föranleda mycket stora framtida åtgärder (jfr inledningen).

Försöken har skett i SIAB-Byggens regi. Patenträttigheter har förvärvats av AB Stabilator och av SIAB.

Slutsatser

Det genomförda projektet har visat, att rastergrundläggning och luftkuddar fungerar. Rapporten bör ge tillräckligt underlag för framtida dimensionering av grundläggningen utgående från geotekniska undersökningar, eventuellt i kombination med enklare plattförsök. En förutsättning för att metoden skall kunna användas är att jorden har en relativt god ytbärighet, t ex en väl utbildad torrskorpa.

Det bör ytterligare understrykas att det här främst rör sig om en metod att förbereda hus för framtida justeringar, som ofta inte behöver genomföras. Är förberedelserna inte gjorda så är en eventuell justering svår och dyrbar oberoende av metod.

BILAGA 1

Ödometerförsök

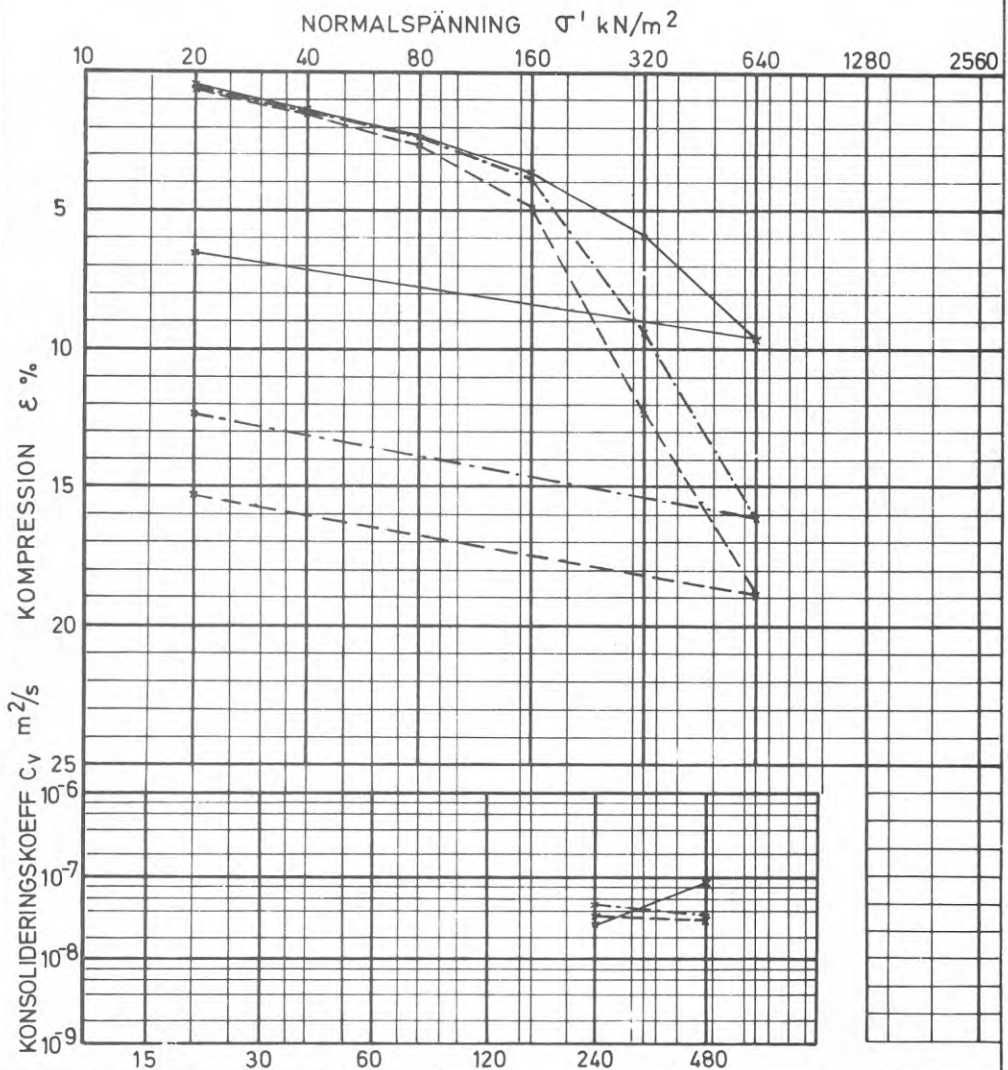
RASTERGRUNDLÄGGNING
 ÖDOMETERRESULTAT
 HUS 186, 187

BACKLURA 50

57.1668-01

1975-12-15

Sektion Borrhål	Djup m	Prov		Jord art	Vattenhalt %
		nr	kurva		
11 A	0.92	1	—	gråbrun TORRSKORPELERA	34
11 A	1.92	2	---	gråbrun LERA	44
11 B	1.42	3	---	gråbrun TORRSKORPELERA	44
Ödometer 3, 4, 6		Provdiameter 50 mm Provhöjd 20.5 mm		Belastningstid per laststeg 4 tim	





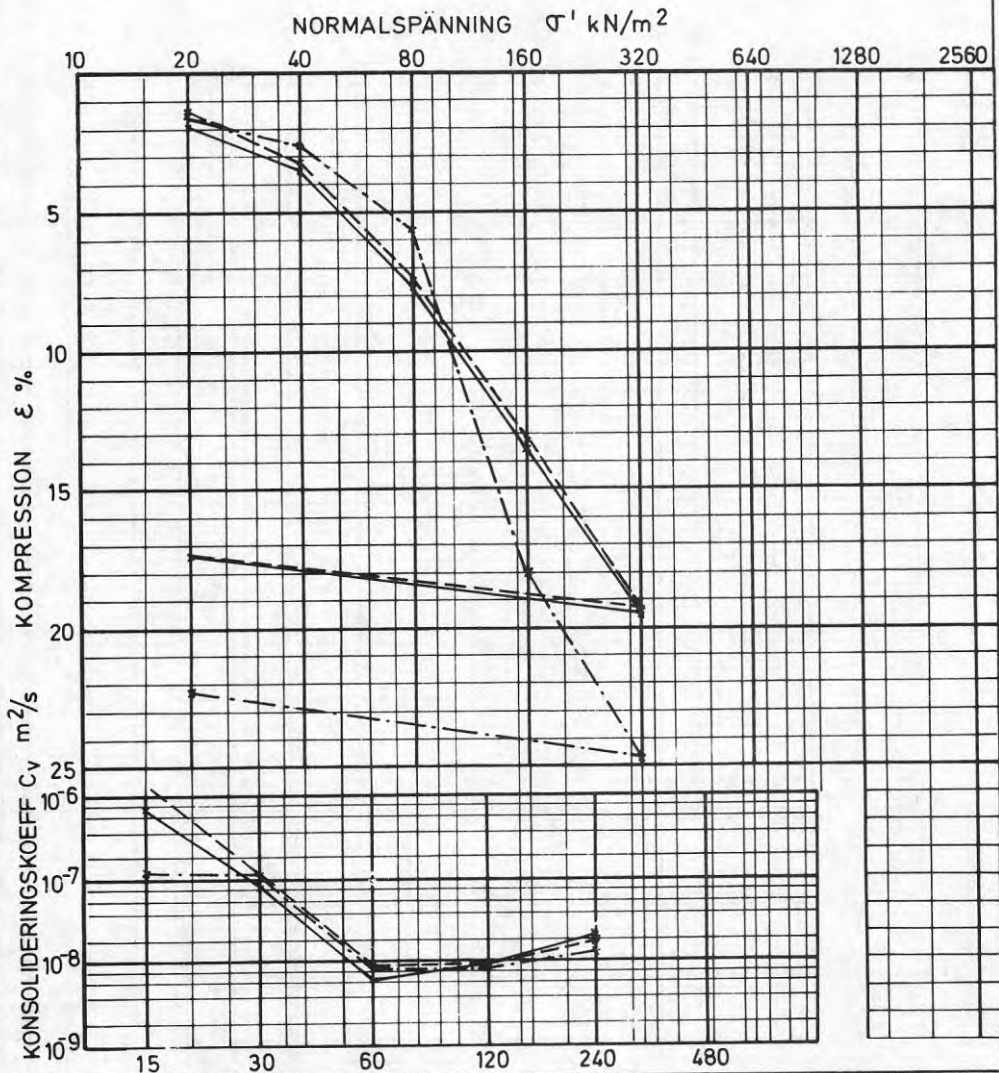
RASTERGRUNDLÄGGNING
ÖDOMETERRESULTAT
HUS 186,187

BACKLURA 51

57.1668-01

1975-12-15

Sektion Borrhål	Djup m	Prov		Jord art	Vattenhalt %
		nr	kurva		
11 A	2.92	1	—	gråbrun LERA	46
11 B	2.42	2	---	gråbrun LERA	45
11 B	4.42	3	---	gråbrun varvig LERA	52
Ödometer 5,7,8		Provdiameter 50 mm Provhöjd 20.1 mm		Belastningstid per laststeg 4 tim	



RASTERGRUNDLÄGGNING
 ÖDOMETERRESULTAT
 HUS 261, 262

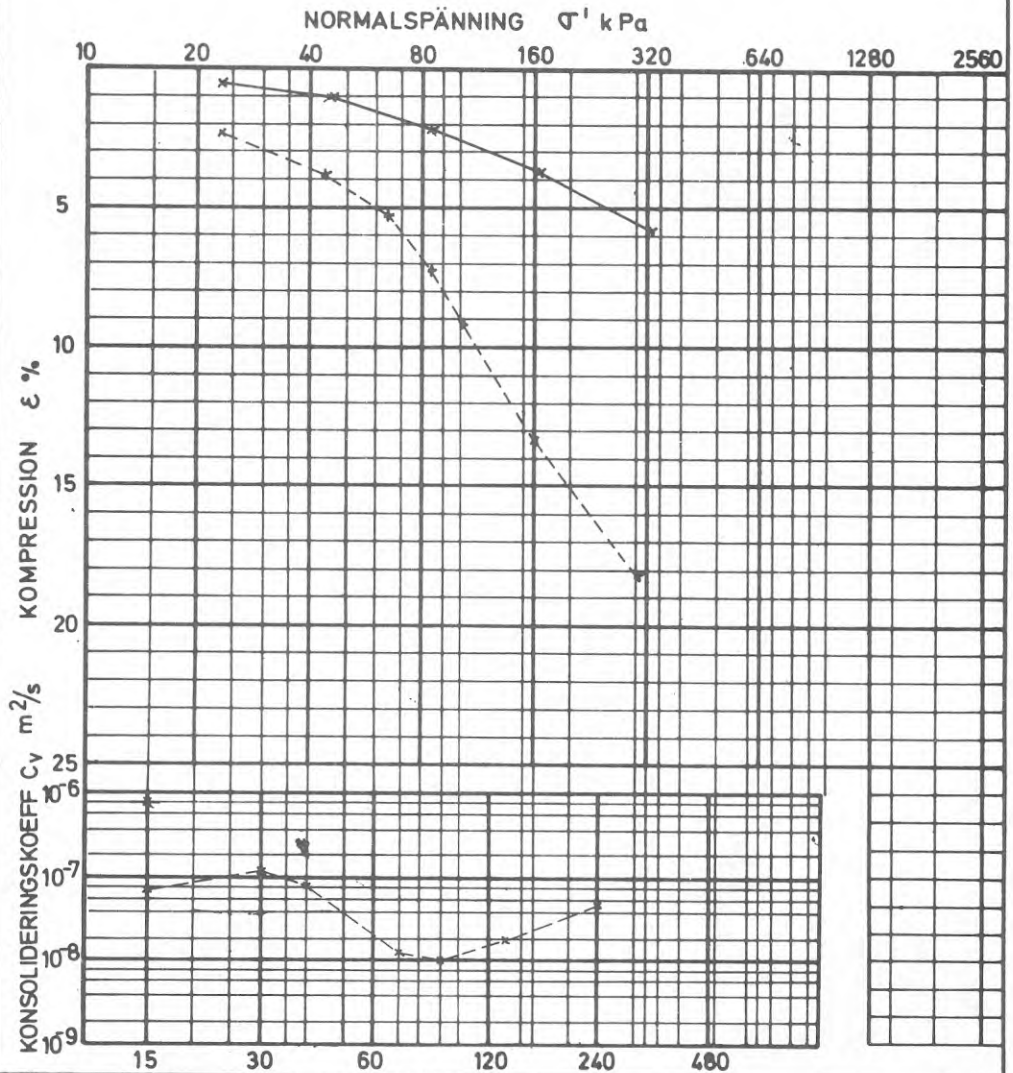
BACKLURA 52

57.1668-01

1975-12-15

K2

Sektion Borrhål	Djup m	Prov		Jord art	Vattenhalt %
		nr	kurva		
A HUS 262	1.42		*—	gråbrun varvig TORRSKORPELERA	33
A HUS 262	4.42		*---	gråbrun varvig LERA	63
Ödometer		Provdiameter 50 mm Provhöjd mm		Belastningstid per laststeg	4 tim





RASTERGRUNDLÄGGNING
ÖDOMETERRESULTAT
HUS 261, 262

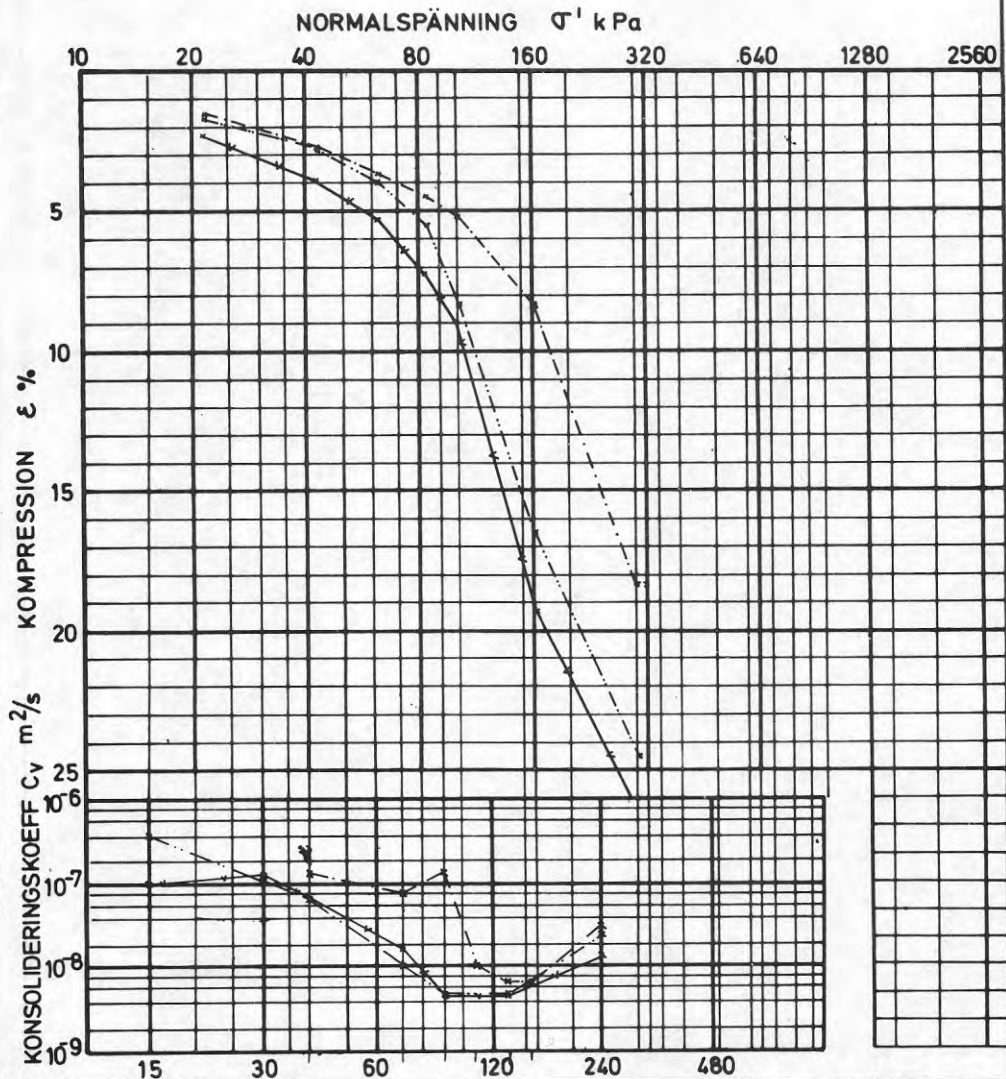
BACKLURA⁵³

57.1668-01

1975-12-15

 K_w

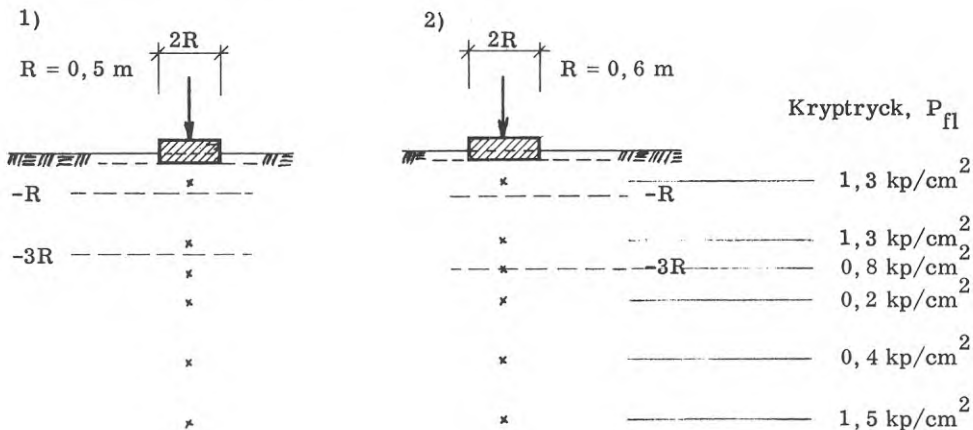
Sektion Borrhål	Djup m	Prov		Jordart	Vattenhalt %
		nr	kurva		
A HUS 262	2.42		-----	gråbrun varvig LERA	50
A HUS 262	3.42		-----	gråbrun varvig LERA	52
A HUS 262	5.42		-v-	gråbrun varvig LERA i 25° stupn. 1/2 mm tjocka siltskikt	45
Ödometer		Provdiameter 50 mm Provhöjd mm		Belastningstid per laststeg	4 tim



BILAGA 2

PRESSIOMETER

1. BERÄKNINGAR
2. RESULTAT FRÅN FÄLTBESTÄMNING

BACKLURA, HUS 186 - 187BERÄKNING AV KRYPLAST1) Platta 1,0 x 1,0 m

$$P_{fl1} = 0$$

$$P_{fl2} = P_{fl3} = 1,3$$

$$P_{fle} = \sqrt{P_{fl2} P_{fl3}}; P_{fle} = 1,3;$$

$$h_e = 0; \frac{h_e}{R} = 0 \text{ ger } k = 0,8$$

$$q_{fl} = 1,3 \cdot 0,8; q_{fl} = 1,04 \text{ kp/cm}^2$$

$$Q_{fl} = 10400 \text{ kp} = 104 \text{ kN}; Q_{fl}^I = 137 \text{ kN}$$

2) Platta 1,2 x 1,2 m

$$P_{fl1} = 0; P_{fl2} = 1,3$$

$$P_{fl3} = \sqrt[5]{(4 \cdot 1,3)(1 \cdot 0,8)}; P_{fl3} = 1,27; P_{fle} = \sqrt{1,3 \cdot 1,27}; P_{fle} = 1,28$$

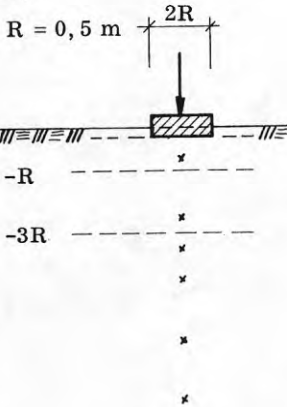
$$h_e = 0; \frac{h_e}{R} = 0 \text{ ger } k = 0,8$$

$$q_{fl} = 1,28 \cdot 0,8; q_{fl} = 1,02 \text{ kp/cm}^2$$

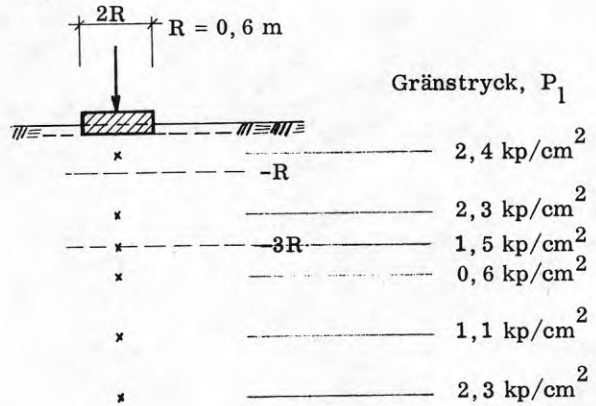
$$Q_{fl} = 14500 \text{ kp} = 145 \text{ kN}; Q_{fl}^I = 183 \text{ kN}$$

BERÄKNING AV BROTTLAST

1)



2)



1) Platta 1,0 x 1,0 m

$$P_{11} = 0$$

$$P_{12} = 2,4; P_{13} = 2,3$$

$$P_{1e} = \sqrt{P_{12} P_{13}}; P_{1e} = 2,35$$

$$h_e = 0; \frac{h_e}{R} = 0 \text{ ger } k = 0,8$$

$$q_1 = 2,35 \cdot 0,8; q_1 = 1,88$$

$$Q_1 = 18800 \text{ kp} = 188 \text{ kN}; Q_1' = 248 \text{ kN}$$

2) Platta 1,2 x 1,2 m

$$P_{11} = 0; P_{12} = 2,4; P_{13} = \sqrt[5]{(4 \cdot 2,3)(1 \cdot 1,5)}; P_{13} = 1,55$$

$$P_{1e} = \sqrt{2,4 \cdot 1,55}; P_{1e} = 1,93$$

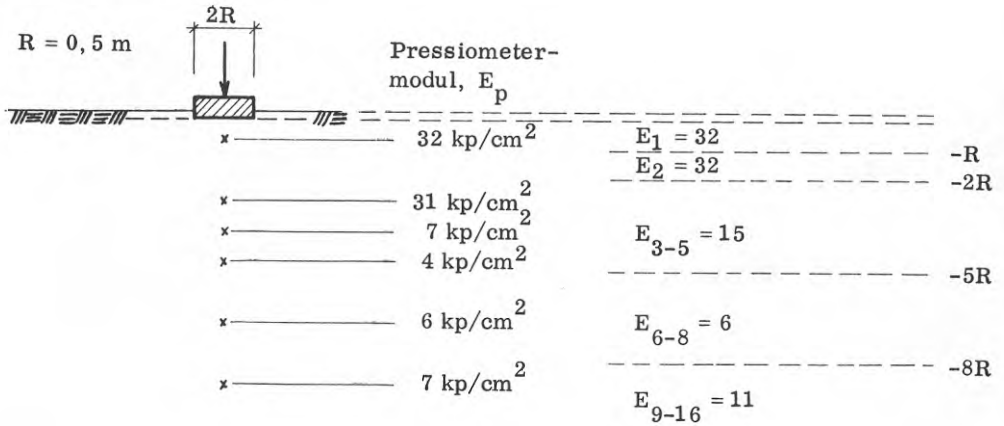
$$h_e = 0; \frac{h_e}{R} = 0 \text{ ger } k = 0,8$$

$$q_1 = 1,93 \cdot 0,8; q_1 = 1,54$$

$$Q_1 = 22200 \text{ kp} = 222 \text{ kN}; Q_1' = 279 \text{ kN}$$

BERÄKNING AV SÄTTNING

1) Platta 1,0 x 1,0 m



$$\frac{1,5}{E_{3-5}} = \frac{0,5}{31} + \frac{0,5}{7} + \frac{0,5}{4}; E_{3-5} = 15$$

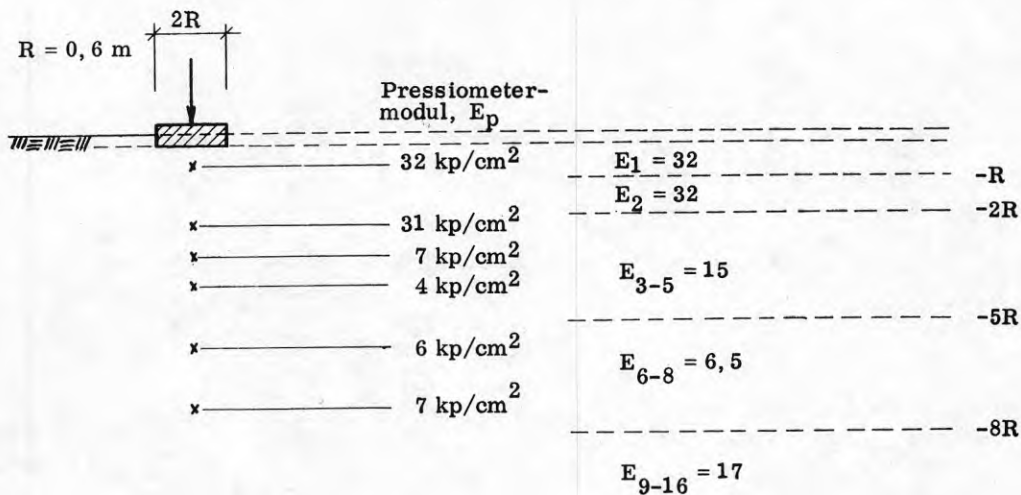
$$\frac{8}{E_{9-16}} = \frac{5}{7} + \frac{3}{100}; E_{9-16} = 10,7 \text{ (11)}$$

$$E_A = E_1 = 32$$

$$E_B = \frac{4}{\frac{1}{32} + \frac{1}{0,85 \cdot 32} + \frac{1}{15} + \frac{1}{2,5 \cdot 6} + \frac{1}{2,5 \cdot 11}}; E_B = \frac{4}{0,2380}; E_B = 16,8$$

$$s = \frac{1,33}{3 \cdot 16,8} \cdot \frac{1,88}{3} \cdot 30 \left(1,2 \frac{115}{30}\right)^{2/3} + \frac{0,66}{4,5 \cdot 32} \cdot \frac{1,88}{3} \cdot 1,1 \cdot \frac{115}{2};$$

$$s = 0,82 + 0,18; s = \sim 1,0 \text{ cm}$$

2) Platta 1,2 x 1,2 m

100 kp/cm^2

$$\frac{1,8}{E_{3-5}} = \frac{0,9}{6} + \frac{0,9}{7}; E_{3-5} = 6,5$$

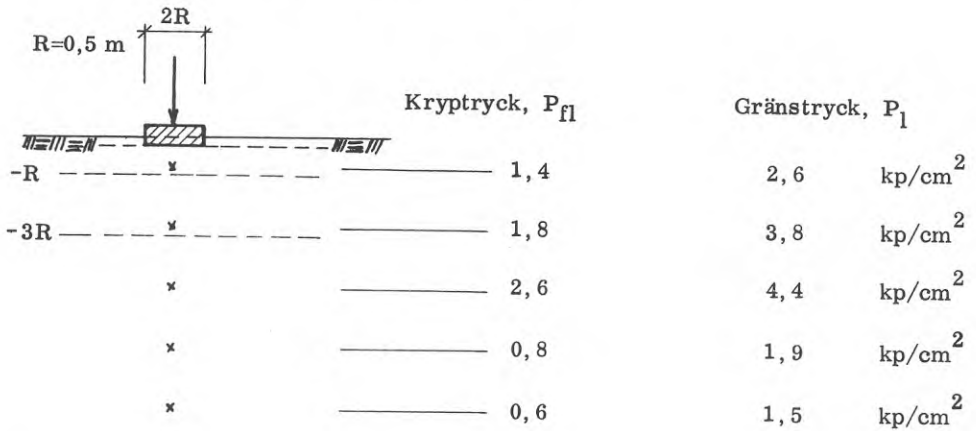
$$\frac{8}{E_{9-16}} = \frac{3}{7} + \frac{5}{100}; E_{9-16} = 16,5 \text{ (17)}$$

$$E_A = E_1 = 32$$

$$E_B = \frac{4}{\frac{1}{32} + \frac{1}{0,88 \cdot 32} + \frac{1}{15} + \frac{1}{2,5 \cdot 6,5} + \frac{1}{2,5 \cdot 17}}; E_B = \frac{4}{0,2259}; E_B = 17,7$$

$$s = \frac{1,33}{3 \cdot 17,7} \cdot \frac{1,54}{3} \cdot 30 \left(1,12 \cdot \frac{135}{30} \right)^{2/3} + \frac{0,66}{4,5 \cdot 32} \cdot \frac{1,54}{3} \cdot 1,1 \cdot \frac{135}{2};$$

$$s = 0,71 + 0,18; s = \sim 0,9 \text{ cm}$$

BACKLURA, HUS 261 - 262BERÄKNING AV KRYPLAST OCH BROTTLAST

$$P_{fl1} = 0$$

$$P_{fl2} = 1,4; P_{fl3} = \sqrt{1,4 \cdot 1,8}; P_{fl3} = 1,58$$

$$P_{fle} = \sqrt[3]{1,4(2 \cdot 1,58)}; P_{le} = 1,64$$

$$h_e = 0 \text{ ger } k = 0,8$$

$$q_{fl} = 1,64 \cdot 0,8; q_{fl} = 1,31$$

$$Q_{fl} = 13100 \text{ kp} = 131 \text{ kN}; Q_{fl} = 171 \text{ kN}$$

$$P_{l1} = 0$$

$$P_{l2} = 2,6; P_{l3} = \sqrt{2,6 \cdot 3,8}; P_{l3} = 3,14$$

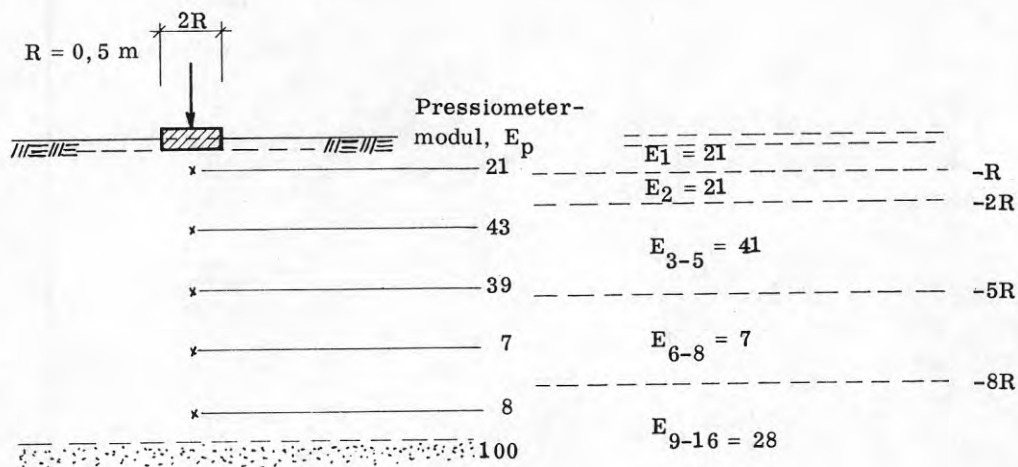
$$P_{le} = \sqrt{2,6 \cdot 3,14}; P_{le} = 2,75$$

$$h_e = 0 \text{ ger } k = 0,8$$

$$q_l = 2,75 \cdot 0,8; q_l = 2,2$$

$$Q_l = 22200 \text{ kp} = 222 \text{ kN}; Q_l = 291 \text{ kN}$$

BERÄKNING AV SÄTTNING



$$\frac{1,5}{E_{3-5}} = \frac{0,8}{43} + \frac{0,7}{39}; E_{3-5} = 41$$

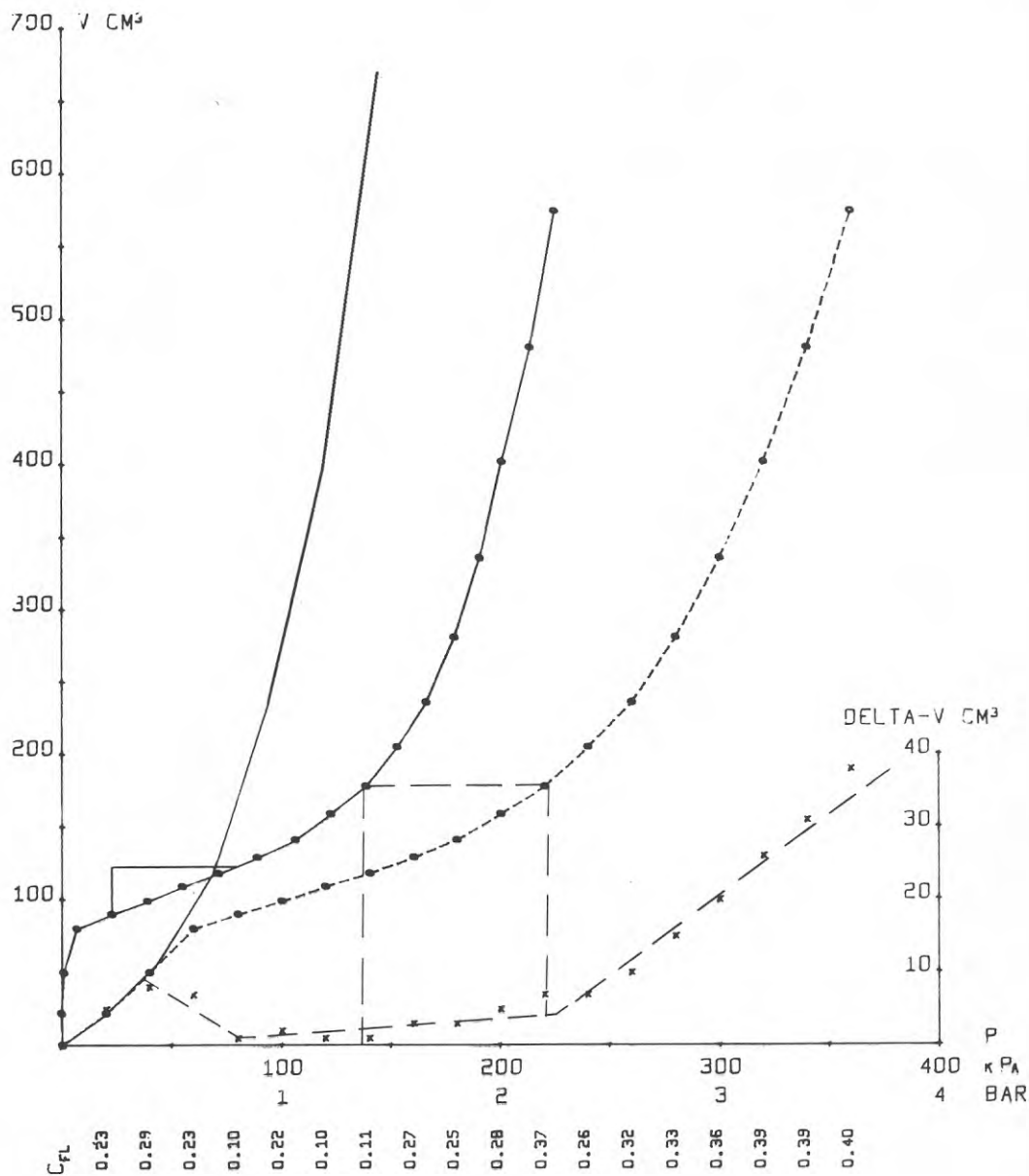
$$\frac{8}{E_{9-16}} = \frac{1,8}{8} + \frac{6,2}{100}; E_{9-16} = 27,9 \text{ (28)}$$

$$E_A = E_1 = 21$$

$$E_B = \frac{4}{\frac{1}{21} + \frac{1}{0,85 \cdot 21} + \frac{1}{41} + \frac{1}{2,5 \cdot 7} + \frac{1}{2,5 \cdot 28}}; E_B = \frac{4}{0,1994}; E_B = 20$$

$$s = \frac{1,33}{3 \cdot 20} \cdot \frac{2,2}{3} \cdot 30 \left(1,12 \cdot \frac{115}{30} \right)^{2/3} + \frac{0,66}{4,5 \cdot 21} \cdot \frac{2,2}{3} \cdot 1,1 \cdot \frac{115}{2}$$

$$s = 0,78 \cdot 0,32; s = \sim 1,1 \text{ cm}$$

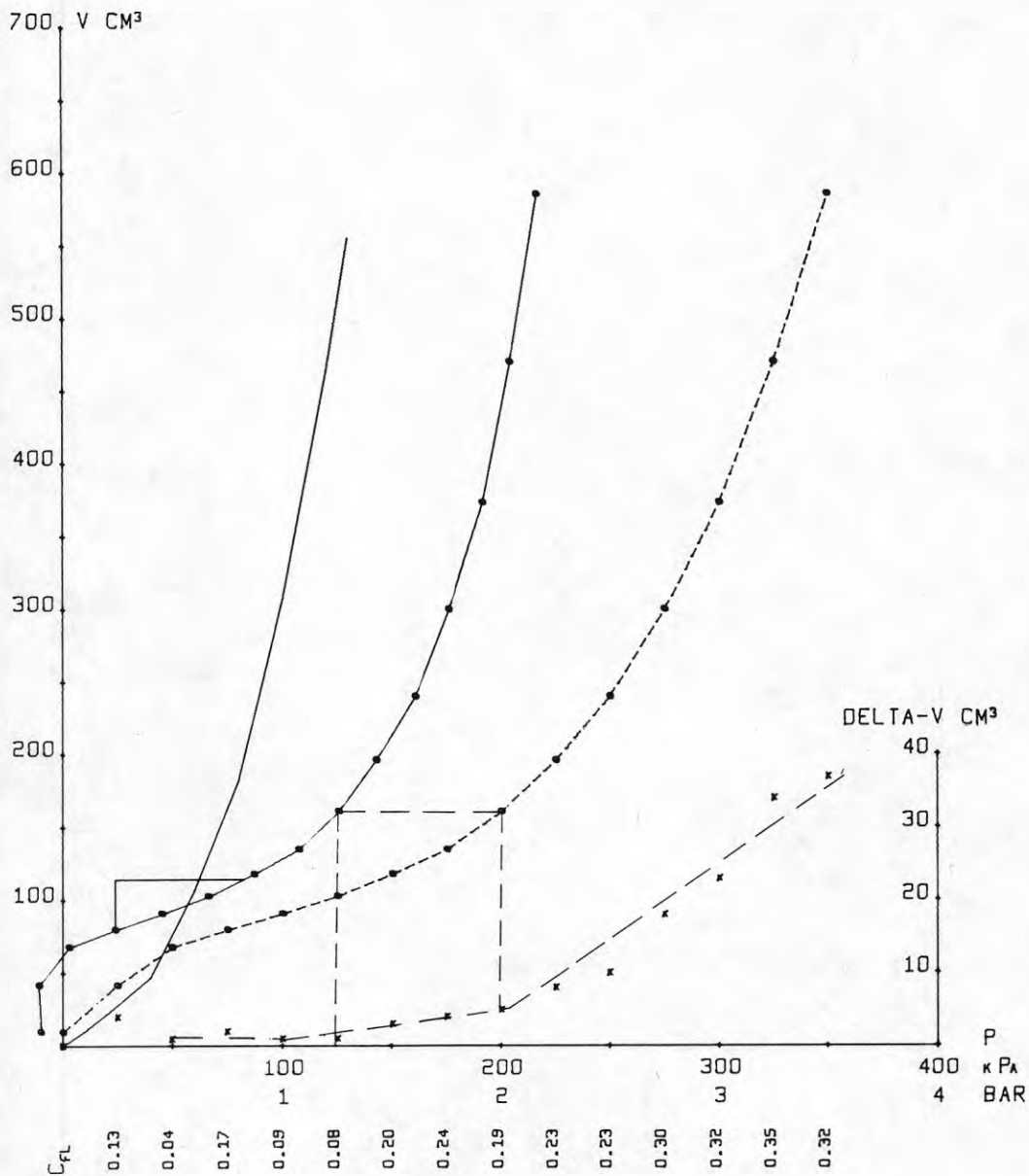


	κ PA	BAR
E_p	3198.	32.
P_L	240.	2.4
P_{FL}	130	1.3

PRESSIOMETERKURVOR

ARB.NR 737269 DATUM 73-11-21
 BH BH11C DJUP 0.50 M
 D60 ANM.

HUS 186-187

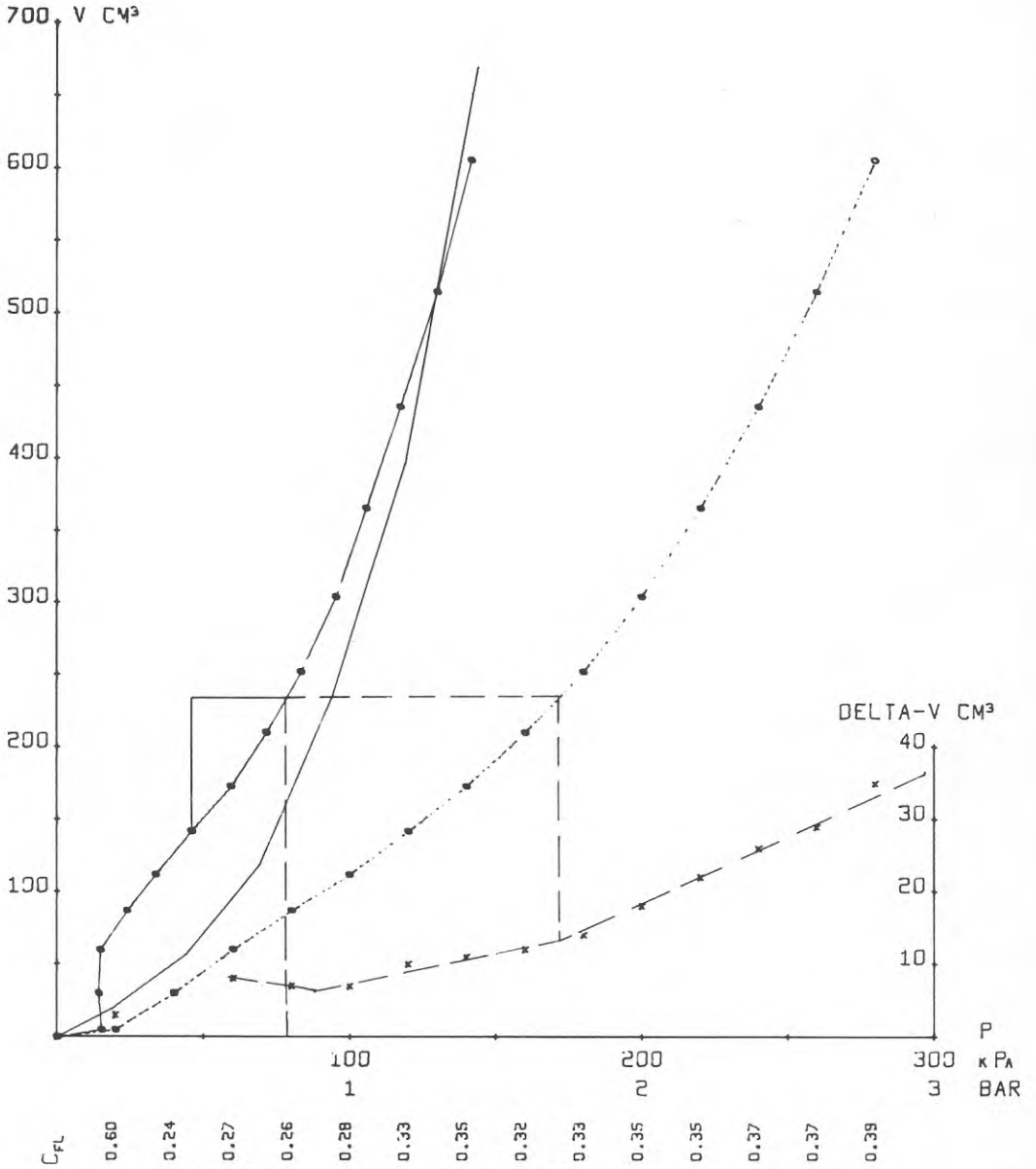


	κ PA	BAR
E_p	3104.	31.
P_L	229.	2.3
P_{FL}	130	1.3

PRESSIOMETERKURVOR

ARB.NR 737269 DATUM 73-10-18
 BH BH12 DJUP 1.50 M
 O60 ANM. SKR

Hus 186-187

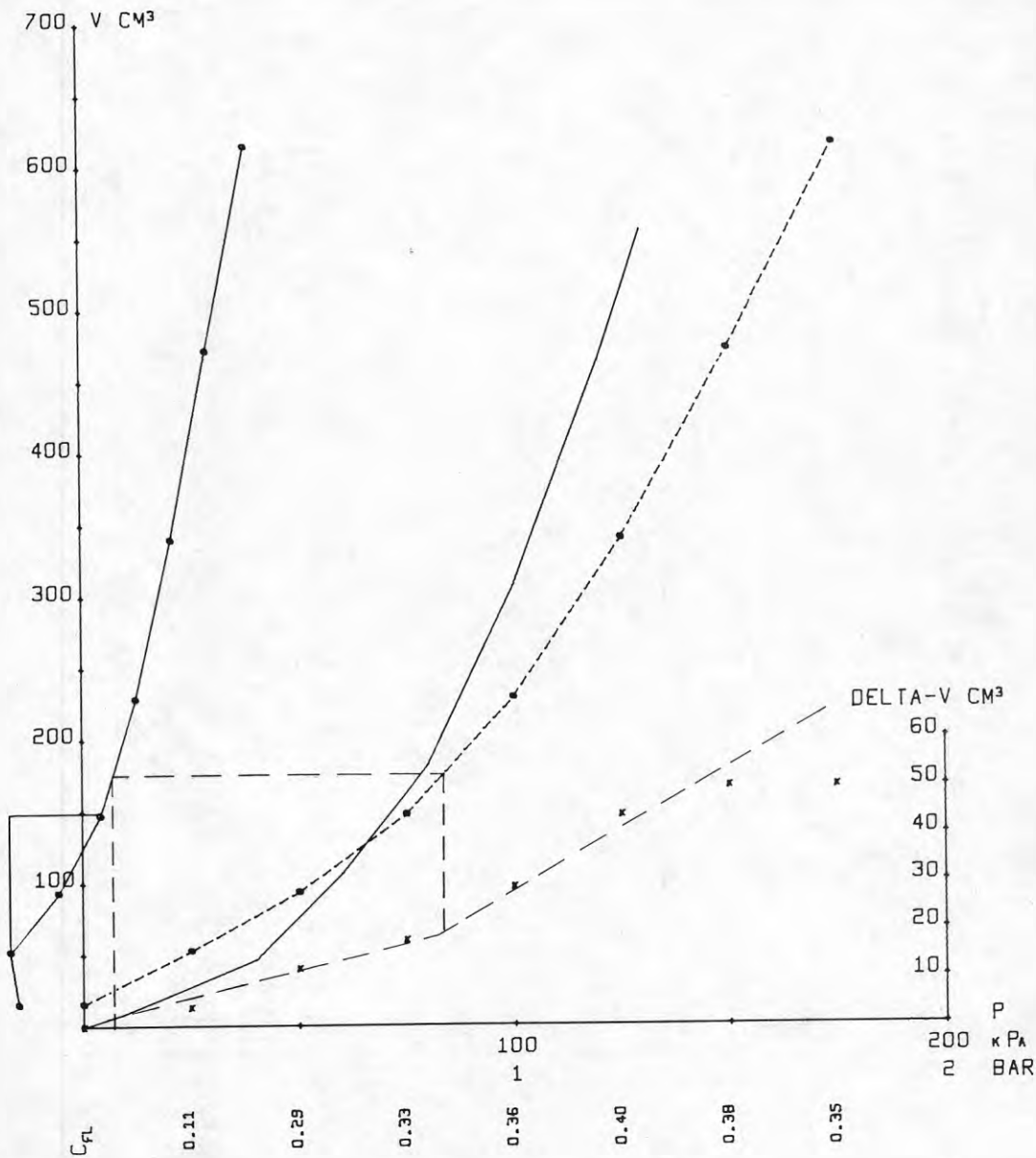


	kPa	BAR
E _p	728.	7.
P _L	154.	1.5
P _{FL}	80	0.8

PRESSIOMETERKURVOR

ARB.NR 737269 DATUM 73-11-21
 BH BH11C DJUP 2.00 M
 Ø60 ANM.

HUS 186-187

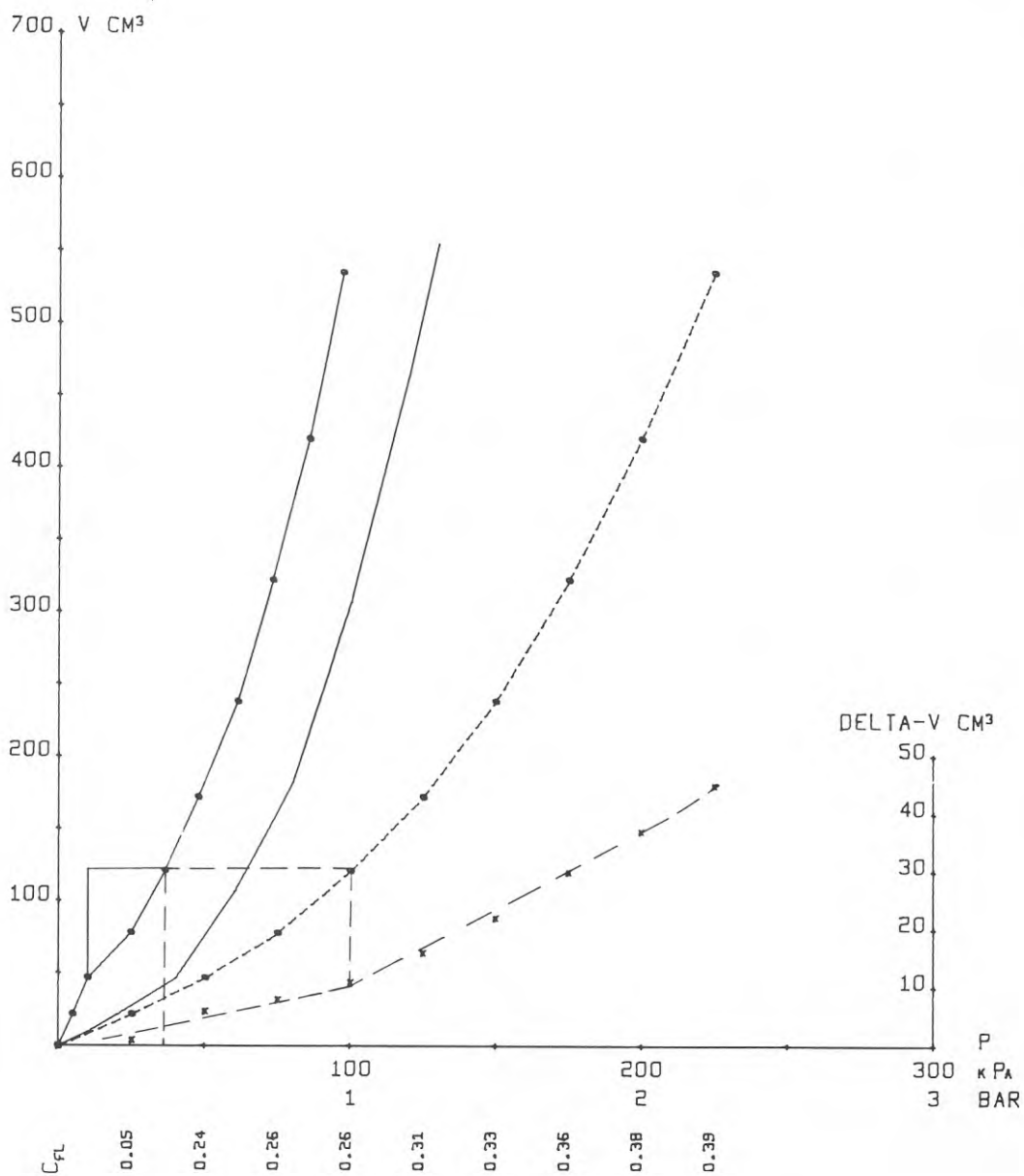


	kPa	BAR
E_p	406.	4.
P_L	60.	0.6
P_{FL}	20	0.2

PRESSIOMETERKURVOR

ARB.NR 737269 DATUM 73-10-18
 BH BH12 DJUP 2.50 M
 D60 ANM. SKR

HUS 186-187

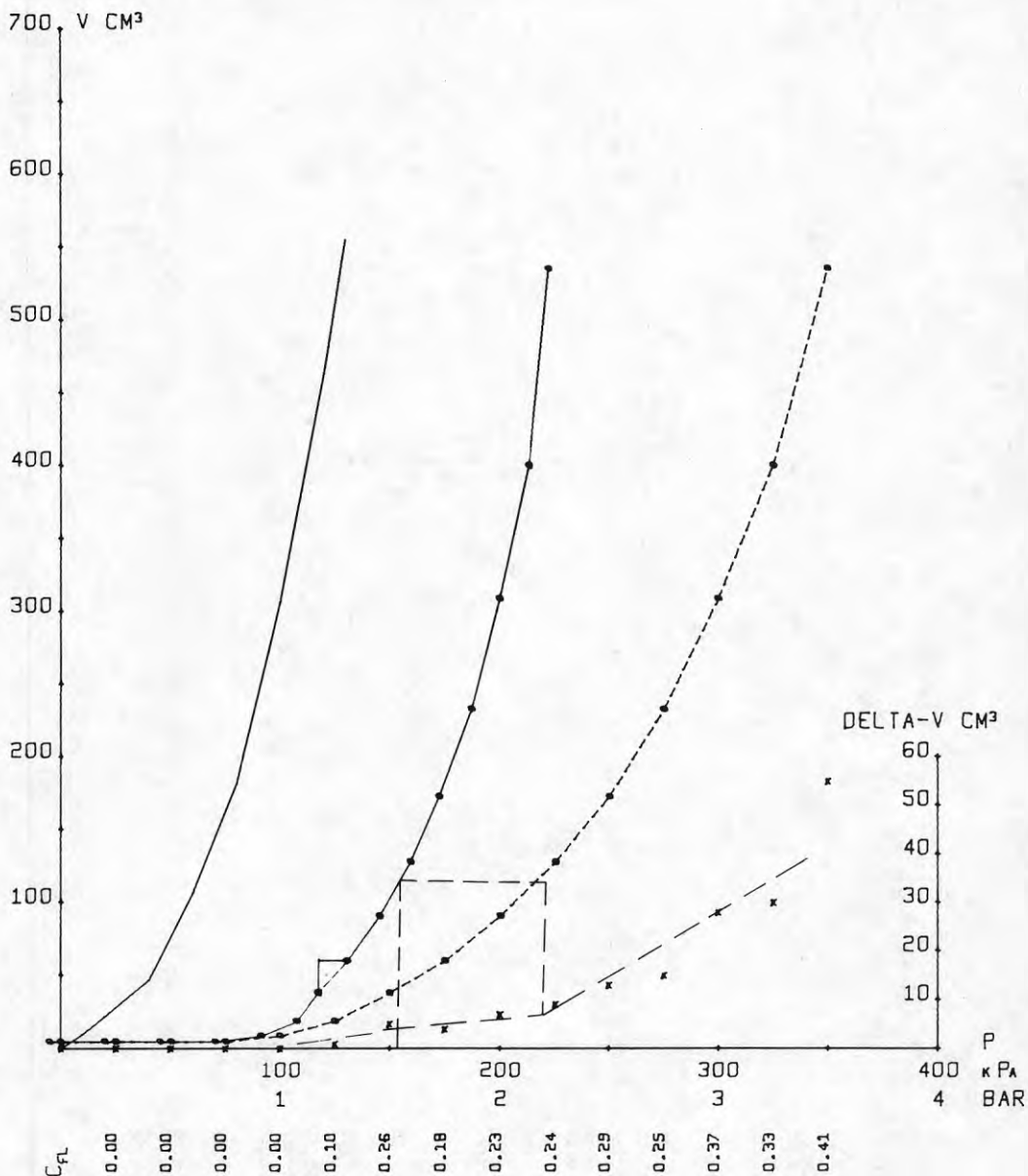


	kPa	BAR
E_p	587.	6.
P_L	114.	1.1
P_{FL}	40	0.4

PRESSIOMETERKURVOR

ARB. NR 737269 DATUM 73-10-18
 BH BH12 DJUP 3.50 M
 Ø60 ANM. SKR

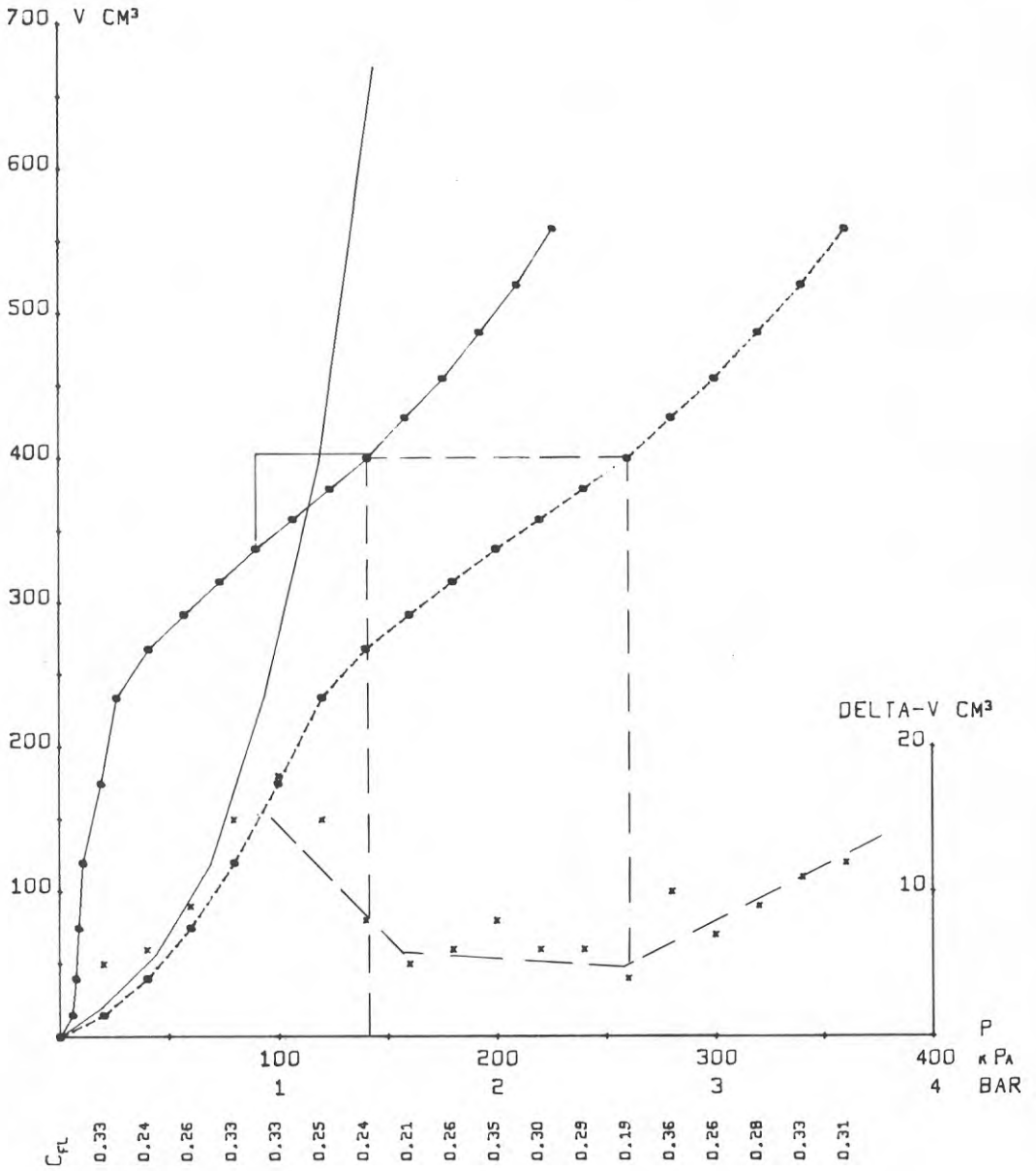
HUS 186-187



E_p 700 . 7.
 P_L 233. 2.3
 P_{FL} 150 1.5

PRESSIOMETERKURVOR
 ARB.NR 737269 DATUM 73-10-18
 BH BH12 DJUP 4.50 M
 O60 ANM. SKR

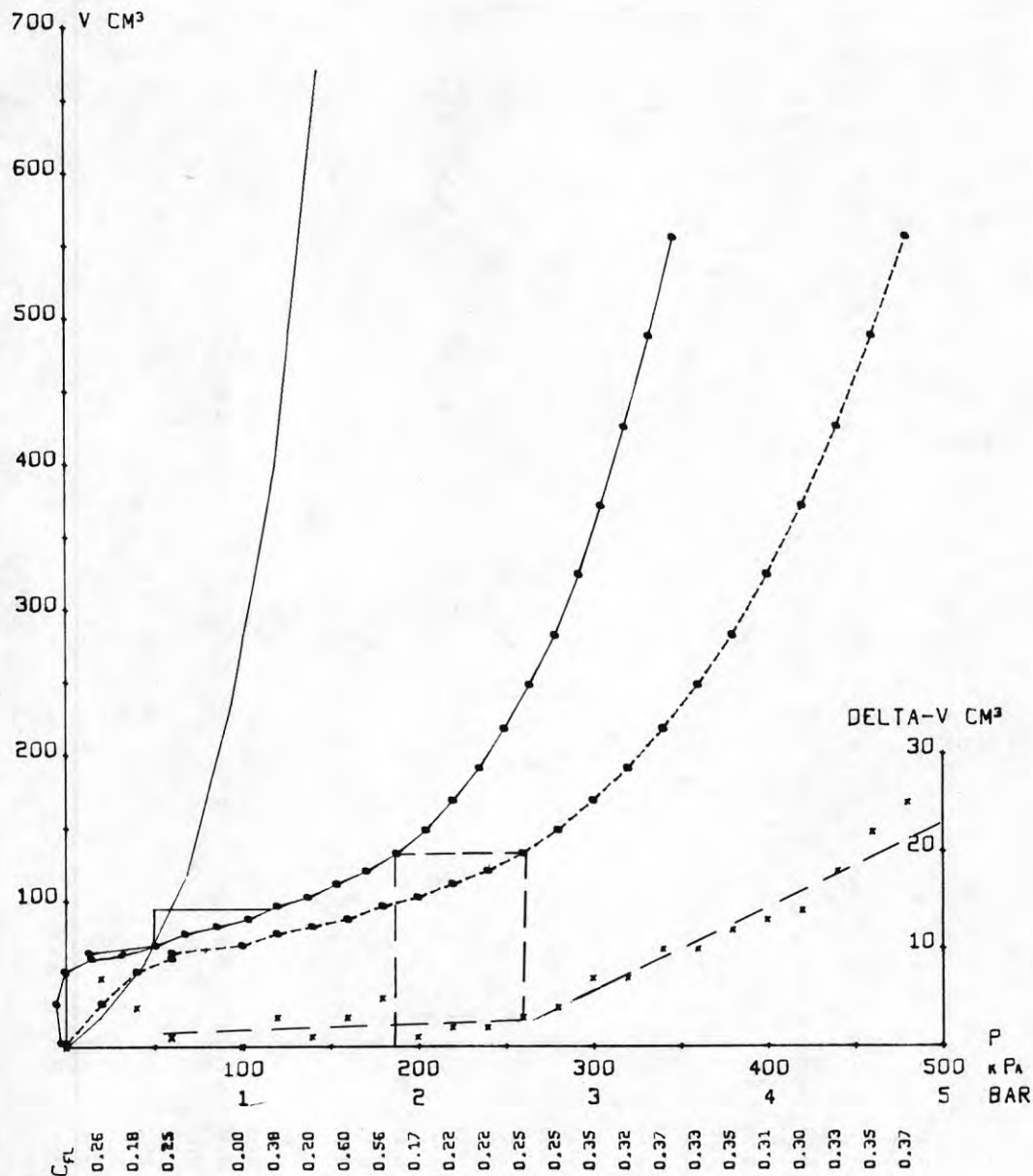
Hus 186-187



E_p 2070. 21.
 P_L 260. 2.6
 P_{FL} 140. 1.4

PRESSIOMETERKURVOR

ARB.NR 737269 DATUM 73-11-21
 BH BH262P DJUP 0.50 M
 D60 ANM.
 HUS 261-262

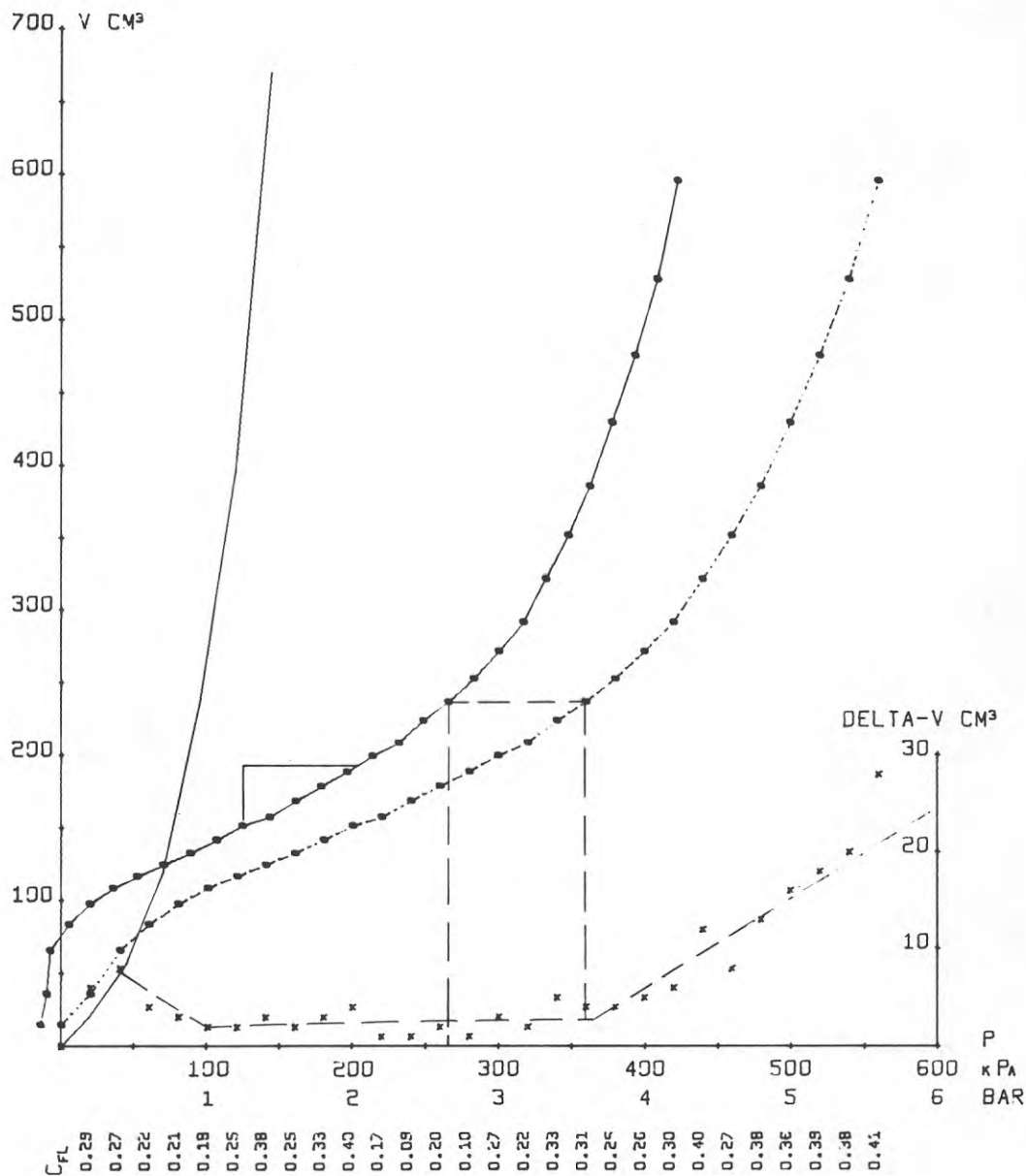


	kPa	BAR
E_p	4300.	43.
P_L	376.	3.8
P_{FL}	180	1.8

PRESSIOMETERKURVOR

ARB.NR 737269 DATUM 73-11-21
 BH 8H262P DJUP 1.50 M
 D60 ANM.

HUS 261-262

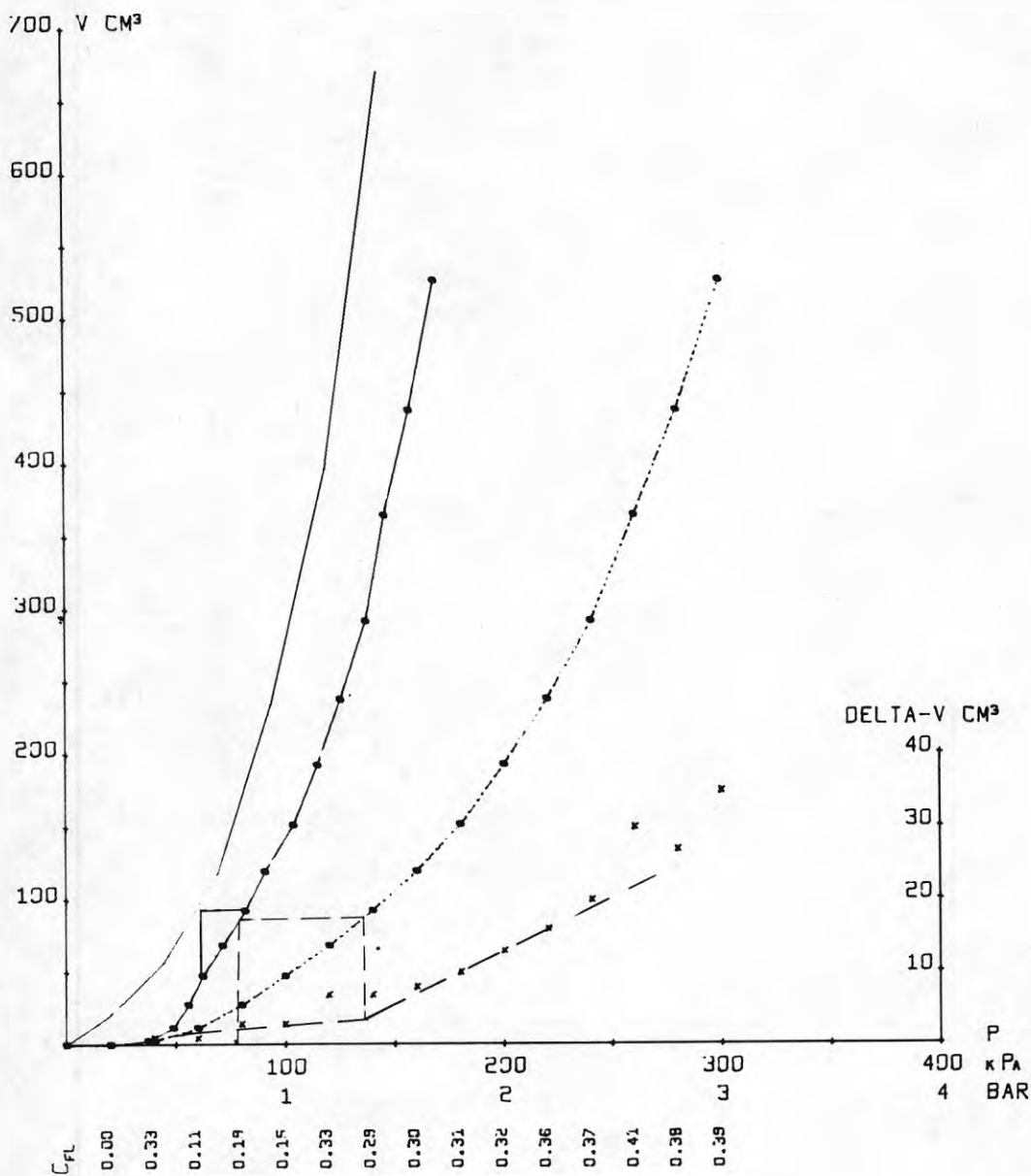


	$\kappa \text{ PA}$	BAR
E_p	3896.	39.
P_c	444.	4.4
P_{FL}	260	2.6

PRESSIOMETERKURVOR

ARB.NR 737269 DATUM 73-11-21
 BH BH262P DJUP 2.50 M
 D60 ANM.

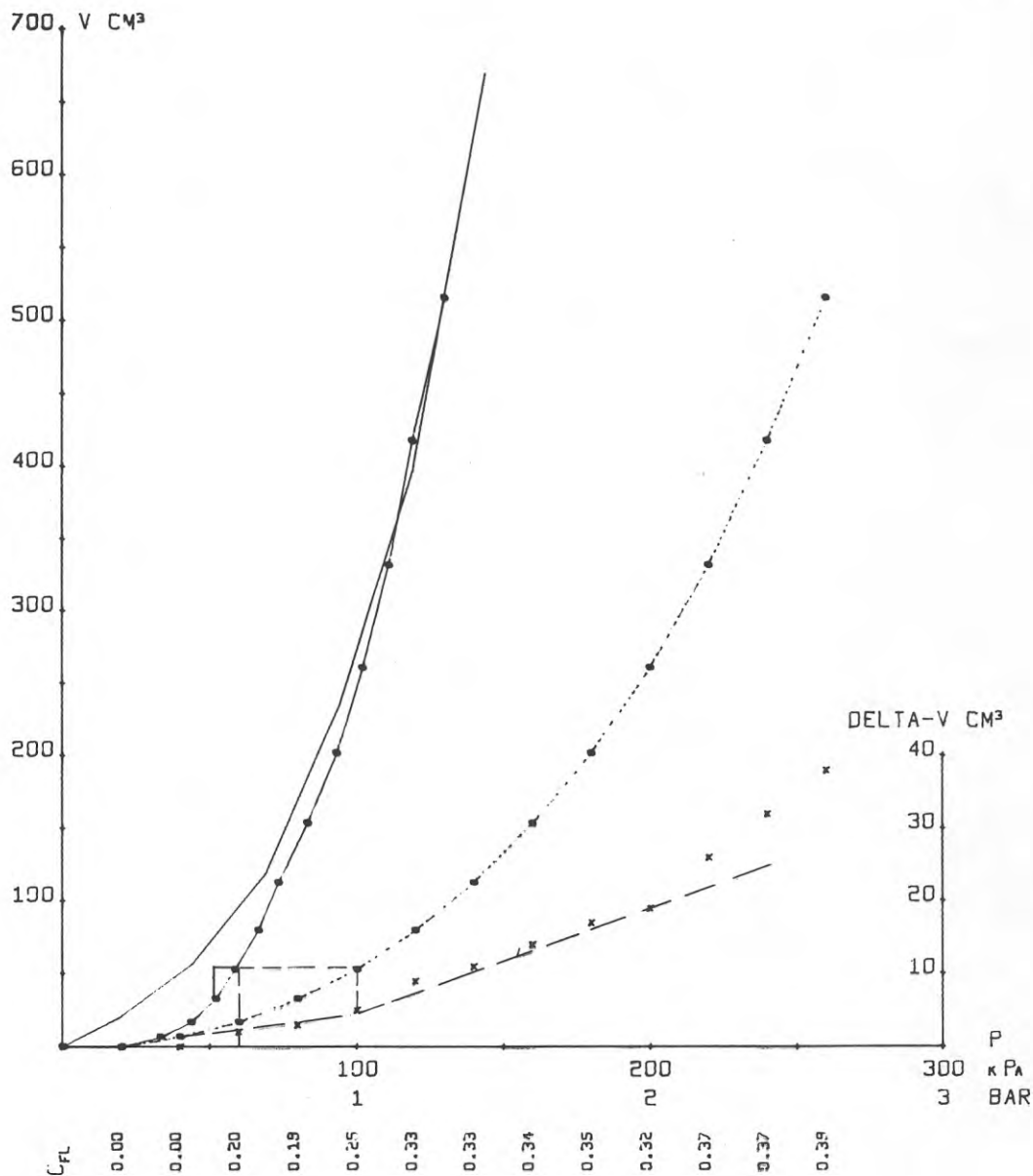
HUS 261-262



	κ Pa	BAR
E_p	700	7
P_L	192	1.9
P_{FL}	80	0.8

PRESSIOMETERKURVOR
 ARB.NR 737269 DATUM 73-11-21
 BH BH262P DJUP 3.50 M
 D60 ANM.

HUS 261-262



	к Па	BAR
E_p	80 J.	8.
P_L	151.	1.5
P_{FL}	60	0.6

PRESSIOMETERKURVOR

ARB.NR 737269	DATUM 73-11-21
BH BH262P	DJUP 4.50 M
D60 ANM.	

HUS 261-262

Rasterhus - el-penetrometer

Kommentar till försöken med el-penetrometer typ BORROS (trycksond)

(Se ritning nr 6)

Sonden ger en jämn och tydlig registrering av neddrivningsmotståndet i torrskorpan och i fast lera. Den använda 4 Mp proben (spets för upp till 4 Mp last) har inte tillräcklig känslighet för att ge tydliga utslag i halvfast lös lera. Numera finns dock en 1 Mp prob med registreringsområde 0-2500 kPa (25 kp/cm^2).

För husen 186 - 187 har fyra sonderingar utförts (punkterna 5, 10, 13 och 14). Sonderingarna i punkterna 5 och 10 visar ett betydligt högre nedträngningsmotstånd nära markytan än i punkterna 13 och 14, där plattförsöken utfördes. Orsaken till det höga motståndet är att en "byggväg" (transport direkt på torrskorpelera efter borttagning av matjord) fanns i dessa punkter. Trafiken har packat torrskorpan ned till några decimeters djup.

Syftet med sonderingarna var att eventuellt få ytterligare underlag för beräkning av brottlasten hos betongrastren. Resultaten ger en god uppfattning om torrskorpans tjocklek vilket är av värde vid beräkningarna.



ANM.
PKT 5, 10, 13 OCH 14 TILLHÖR
HUSEN 186 OCH 187.



ORRJE & CO
SCANDIACONSULT

BACKLURA, HUS 186 187 OCH 262
RASTERGRUNDLÄGGNING
EL-PENETROMETER TYP BORROS

GEOTEKNISKA AVDELNINGEN 08/24 20 80

FALTLAND GRÄNSTRÄD ÖPPLYSNINGAR
J-F SCHULZE

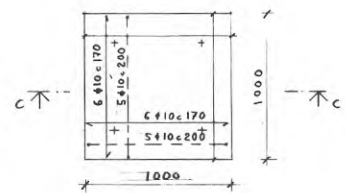
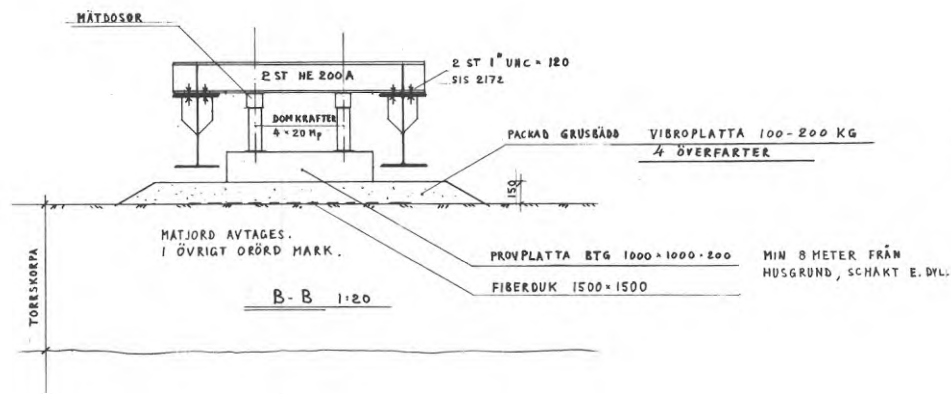
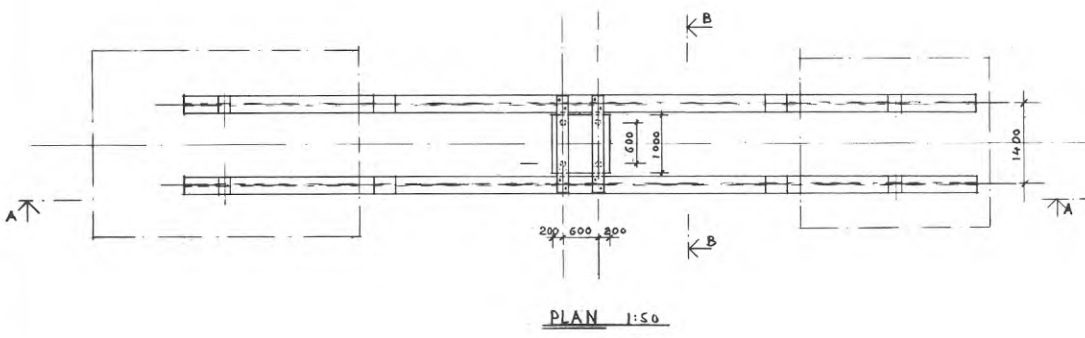
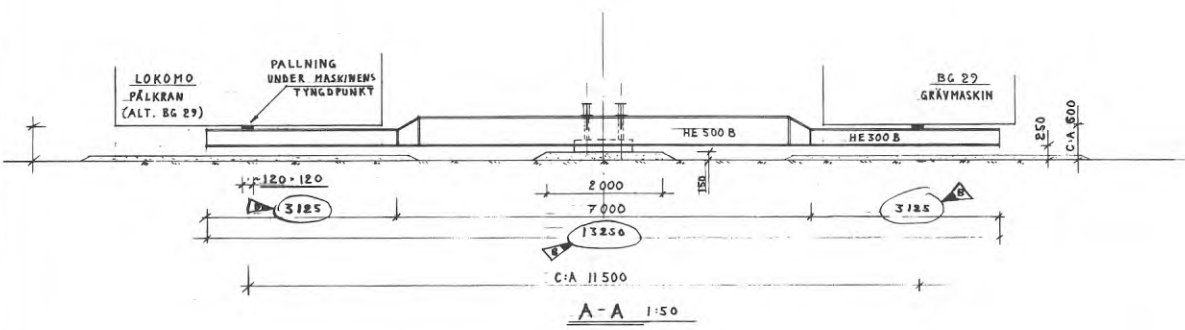
SKALA ---

102 60 STOCKHOLM
1975-12-15

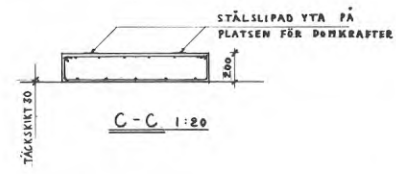
UPPDRAG
57.1668-01

RITN NR
6 REV

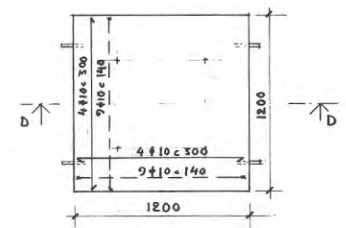
Ritningar



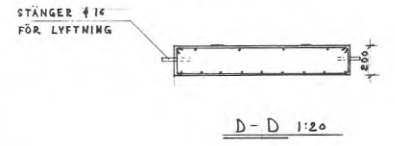
PROVPLATTOR
1:20
2 ST GJUTES PÅ GRUSBÄDDAR ENL. B-B



BETONG: K 300 (KUBBÄLLE, DEN B ÖKT.)
ARM: Ks 40



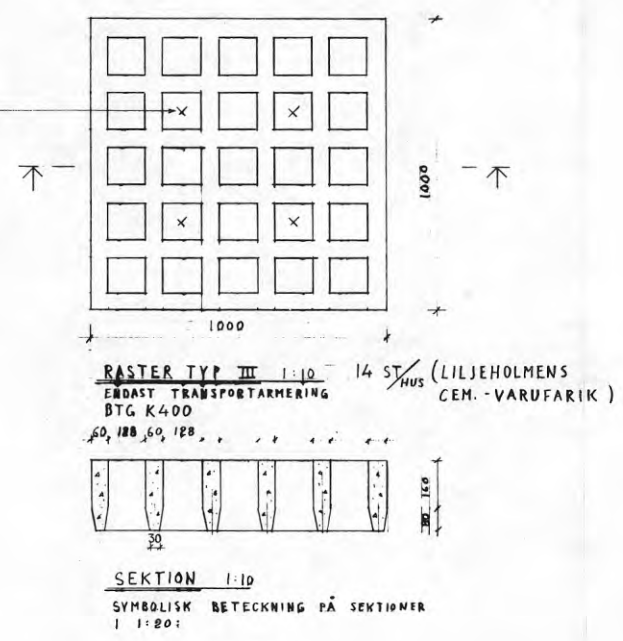
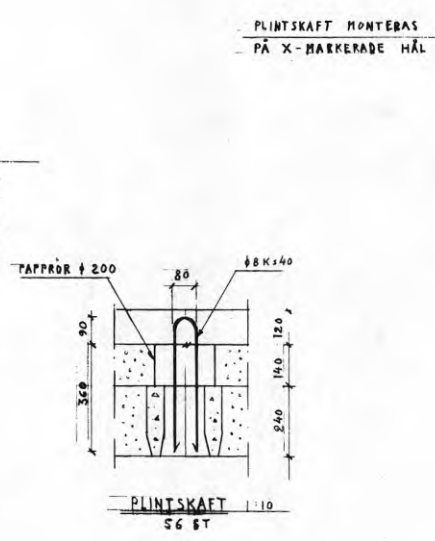
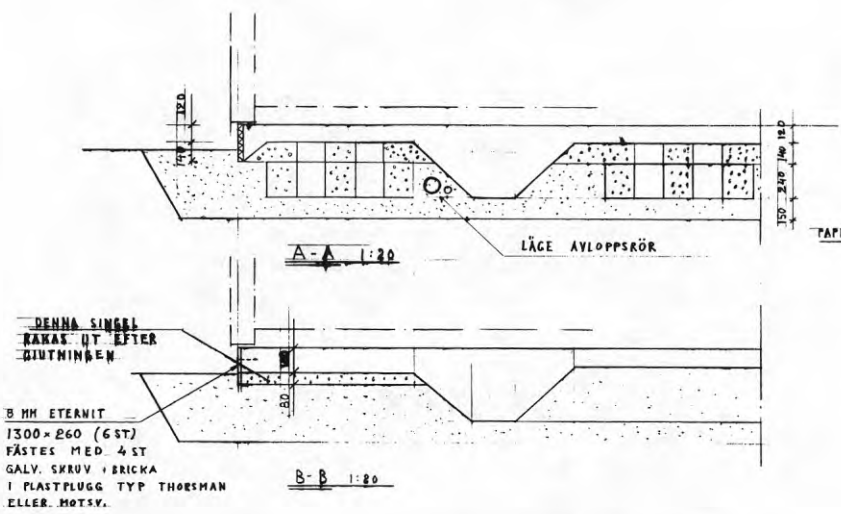
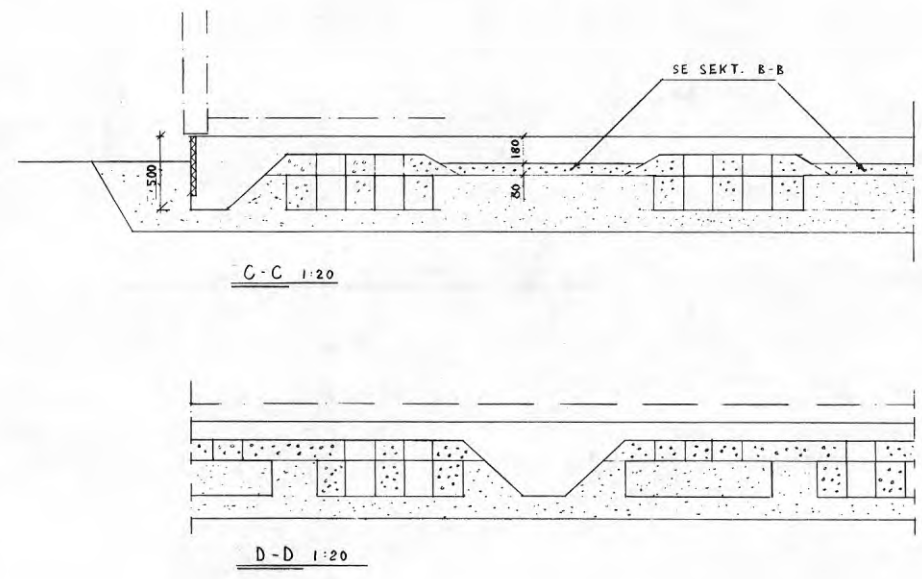
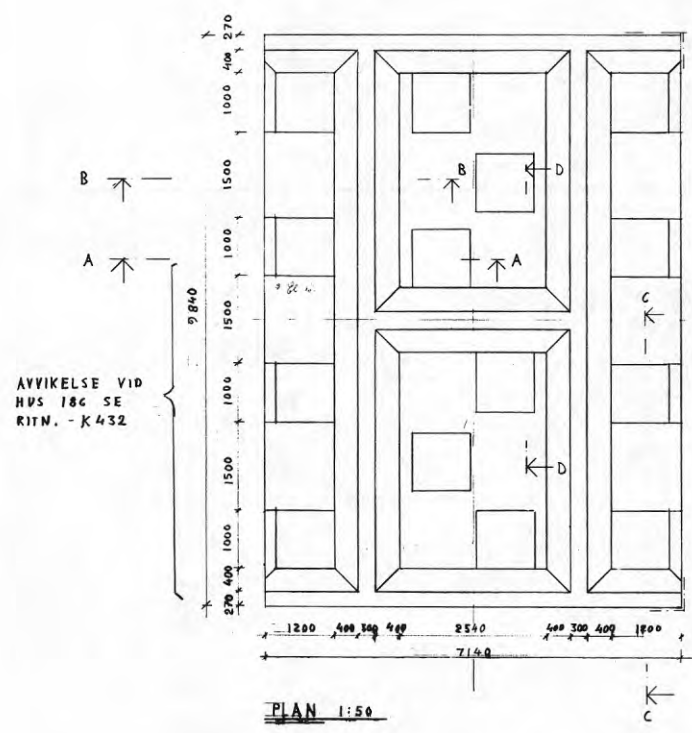
RESERVPLATTOR
1:20
2 ST GJUTES I PROVPLATSENS NÄRHET



STÅL: SIS 1411 ALT. 1412
1 STÅLLEV. SKALL INGÅ PALLNINGSPÅLÅR 26 ST TJÖRWLEK 10 MM
10 ST --- 5 MM
4 ST --- 5 MM

BRF RAPPORT RITN. 1

SVENSKA INDUSTRIBYGGEN AB N/A STATIONSGATAN 75-77 08/34 90 40 FAX - 10230 STOCKHOLM 6 - TELEX 19984		B 3 MÄTT FEL A ARM., FIBERDUK, PÅCKNING 1/1 24/73	
RITAD: <i>[Signature]</i> STOCKHOLM DEN 18.9.73	SKISSER: <i>[Signature]</i> GRANSKAD: <i>[Signature]</i> KONSTR. <i>[Signature]</i>	BEVIDERENDE AVSE: <i>[Signature]</i> SIGN. <i>[Signature]</i> DATUM: <i>[Signature]</i>	SKALA: K 1 RITHINSTRUMNER: B



••••• = DRÄNERINGSGRUS, ~~SE~~ PÅCKAS UNDER VARJE RASTER PÅ EN YTA ~ 1500x1500

••••• = ÄRTSINGEL 4-8 MM PÅ QGH I RASTER TÄCKES MED KRAFTPAPP

ARM. SE RITN. K-431

ANSL. MOT EKONOMIDEL SE RITN - K432

VÄTTEM. O. AVLOPP SE RITN. - V510, 511

BRF RAPPORT RITN 2

REVIDERAD NR	DATUM	SIGNATUR	REVIDERINGEN AVSEER
1	BYGGHERR	KONTROLLANT	
2	BYGGN.AVD.		
3	BYGGN.F.L.		
4	INKÖP		
5	ARKITEKT		
6	KONSTR.		
7	VENT.		
8	RÖR		
9	EL		
10			

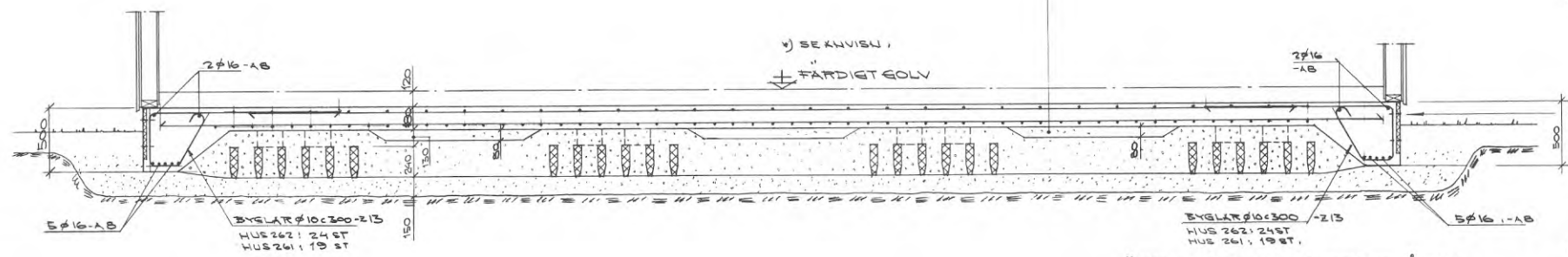
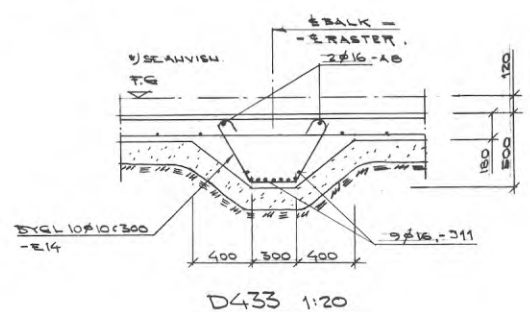
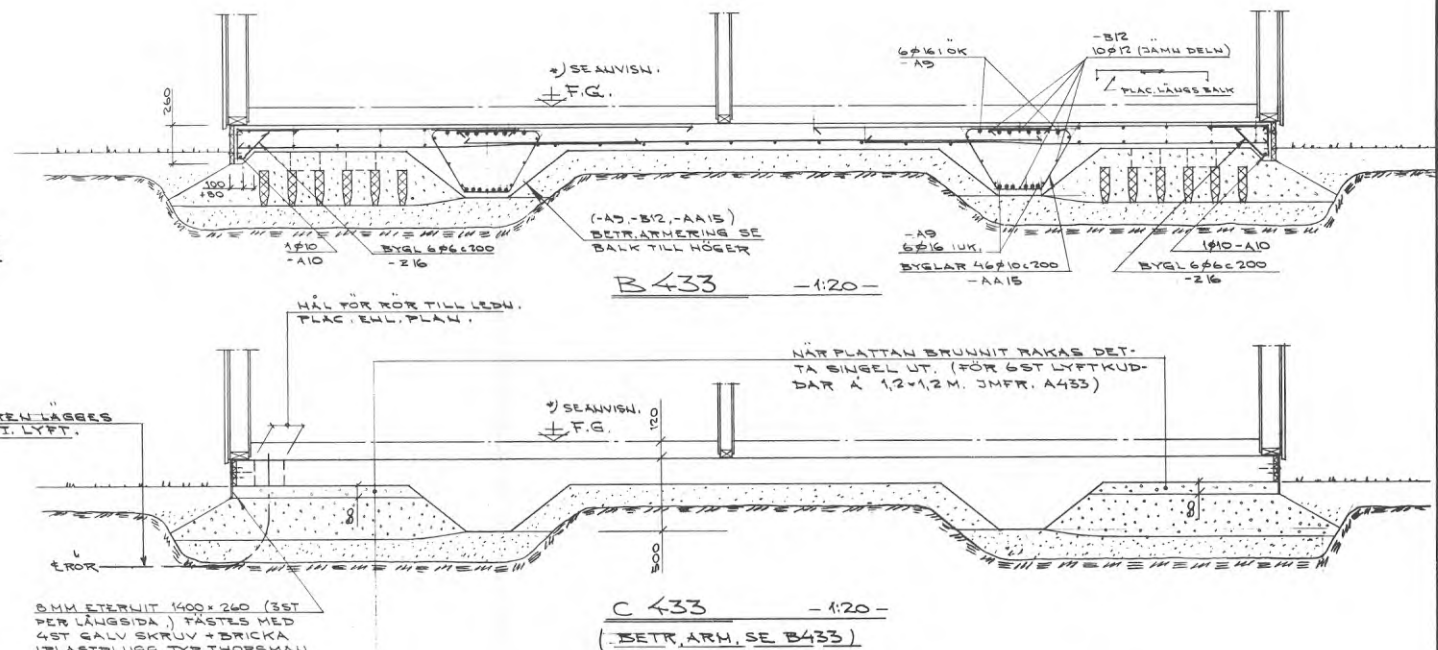
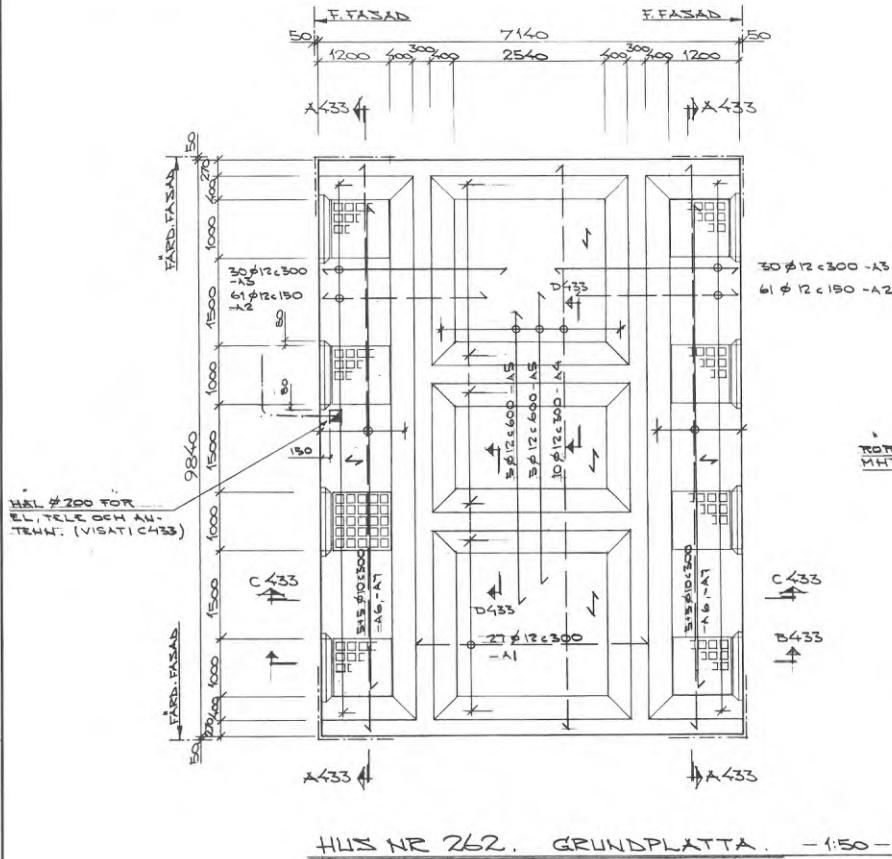
STAD SVENSKA INDUSTRIBYGGEN AB
 N.A. STATIONSGATAN 75-77 08/34 90 40
 FAX - 10230 STOCKHOLM 6 - TELEX 19986

BACKLURA, STOCKHOLM
 HUS TYP 703. BOSTADSDEL
 GRUNDLÄGGNING HUS 186 o. 187
 RASTERGRUND. MÄTT M.M.

STAD G.F. GRANSKAD
 STOCKHOLM DEN 4.1.74

SKALA 1:50, 1:20, 1:10
 KONTO 880-746 K 430

BYGGBRUKARE BY



30 MM. EXP. KORK FÖRANK-
RAS MED 3" GALV TRÄDSPIN
c400 (ZIG-ZAG). YTBEHAND-
LING = ASFALTSTRYKNING

A433 1:20

ANVISNINGAR.

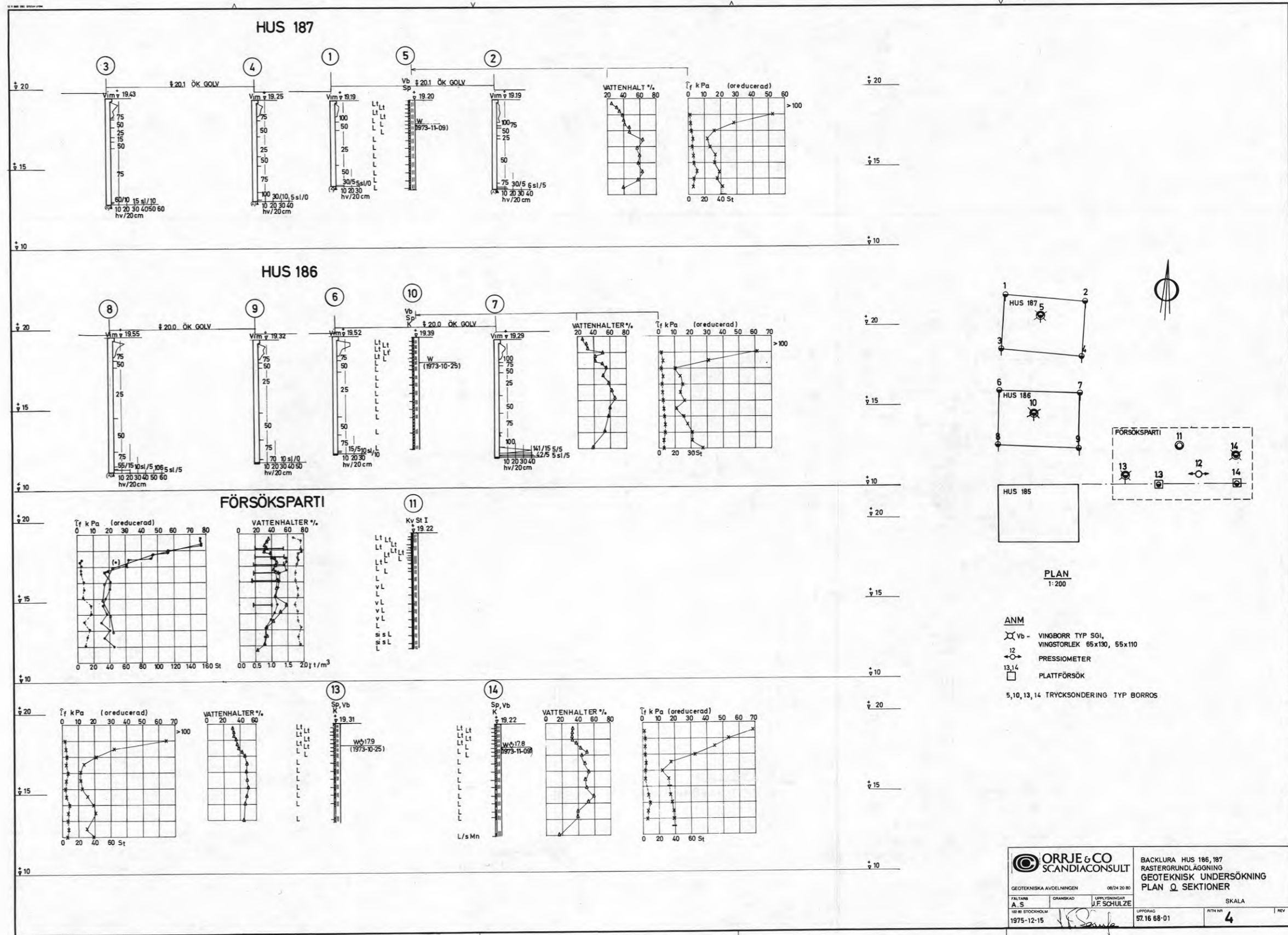
- DRÄNERANDE LAGER AV PÅCKAT GRUS SINGEL ELLER MAKADAM. "GATOR" UNDER RASTER PÅCKAS MED TRAKTORDRIVEN 3-TONS VIBRATORVÄLT, ÅRTSINGEL 4-8 MM (PÅ OCH I RASTER.) 2 STRÅNGAR PER HUS ENLIGT SEKTIONER TÄCKES MED KRAFTPAPPER.
- BETONG: BTG II, STD, K500
- ÅTHERING: KS60, BYGL KS40

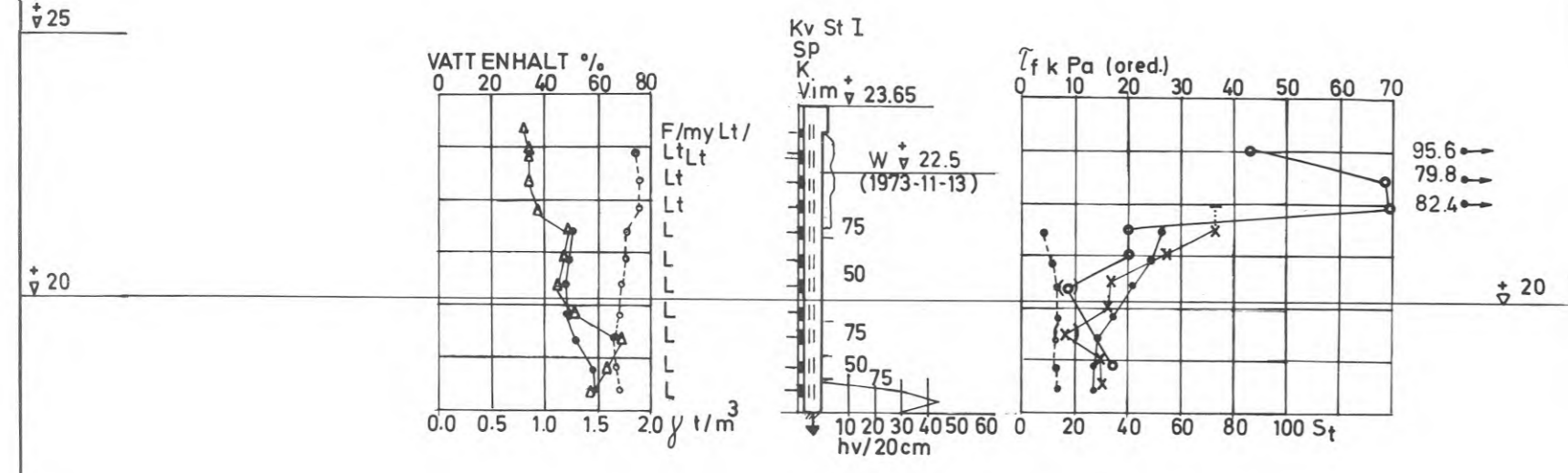
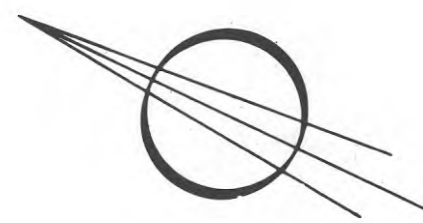
TÄCKANDE BET. SKIKT MOT MARK: Å 18 CM TJOCK BTG, OVAN RASTER 8 KUDDAR 30MM, I ÖVRIGT 50 MM.
 RÖR FÖR EL, TELE OCH CENTRALANLÄNN DRAGES RUMT HUS (RESP. UNDER GARAGE) SAMT IN I HÅL FÖR DITO. (C433, C434, PLANER)
 BETR. VVS. KONTAKTAS ENERUS IUG, BYRÅ AB
 PREFAB. BETONGRASTER ENL. RITNING K-435.
 GRUNDLÄGGNING AV HUS 261 SAMT GARAGE TILL HUS 262 ENL. RITNING K-434.
 *) LÄGGES 5 CM UNDER F.G. ENL. RITN. B208 MHT. LYFTNING. JMF. GEOT. UTREDN. BLAD 4.

ARBETSRTNING

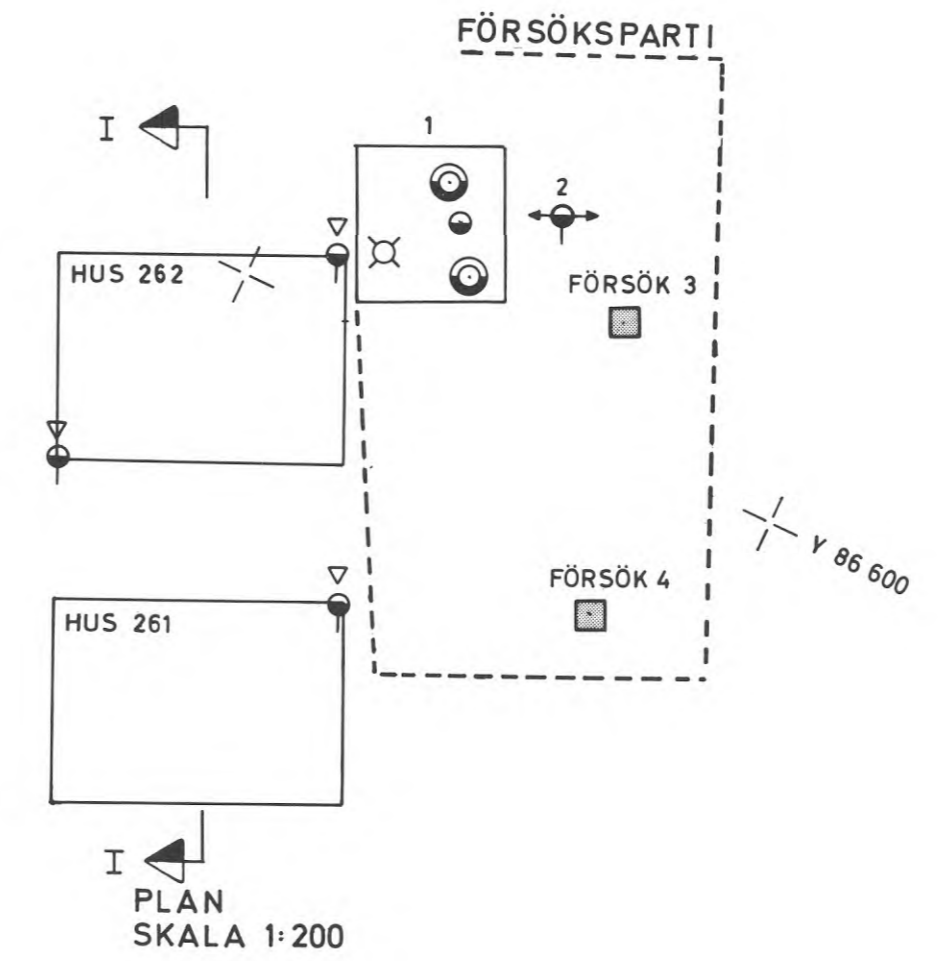
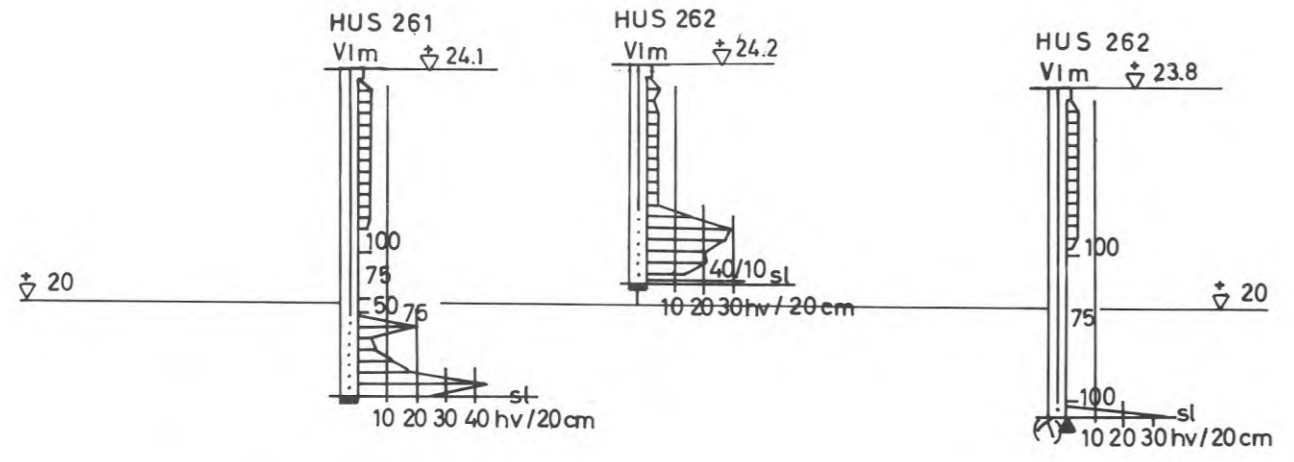
BRF RAPPORT RITN. 3

SVENSKA INDUSTRIBYGGEN AB MA STATIONSGATAN 75-77 08/34 90 40 FAX - 10230 STOCKHOLM 6 - TELEX 19986 ROLFSBON AB STOCKHOLM DEN 31/10-1974 SKALA 1:50, 1:20 KONSTR. X Ring GRANSKAD HENNY RING	REV. ANT. REVIDERINGAR SIGN. DATUM BACKLURA, STOCKHOLM HUSTYP 703, BOSTADSBEL. GRUNDLÄGGNING, HUS 262 RASTERGRUND. SKALA 1:50, 1:20 KONTO 880-746 RITNINGSDUMMOR K-433
	BYRÅ AB KONSTR. X Ring GRANSKAD HENNY RING





I - I



ANM.

- Vb VINGSOND TYP SGI
VINGSTORLEK 55x110
- PRESSIOMETER OCH EL-PENETROMETER
- TRYCKSONDERING TYP BORROS
- PLATTFÖRSÖK
- VIKTSONDERING FRÅN TIDIGARE UNDERSÖKNING

		BACKLURA HUS 261 OCH 262 RASTERGRUNDLÄGGNING GEOTEKNISK UNDERSÖKNING PLAN OCH SEKTION	
GEOTEKNISKA AVDELNINGEN		040/10 00 80	
FALTARB	GRANSKAD	UPPLYSNINGAR	
211 34 MALMÖ		I.F. SCHULZE	
1975-12-15		UPPDRAG 57.1668 - 01	RITN NR 5

R50:1976

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag C 830 från
Statens råd för byggnadsforskning till Svenska
Industribyggen AB.**

**Distribution: Svensk Byggtjänst, Box 1483, 111 84 Stockholm
Grupp: Samhällsplanering**

Pris: 32 kr + moms