



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

R18:1972

TEKNISKA HOGSKOLAN I LUND
SEKTIONEN FOR VAG- OCH VAJERER
BIBLIOTEKET

**Mätning av sättningar
i packad
sprängstensfyllning**

Gunnar Busk

Byggforskningen

Mätning av sättningar i packad sprängstensfyllning

Gunnar Busk

Det visar sig vid grundsprängning av normalt berg, att en stor del av den totala mängden sprängsten blir av större stenstorlek än den för fyllning tillåtna, enligt nu tillämpade normer. Detta förhållande är särskilt uppenbart vid sprängning för husbyggnadsgrunder där pallhöjden i regel är liten.

En fyllning i tjockare lager skulle medföra dels att en större stenstorlek kan användas, dels att fyllningen kan ske snabbare. Det är därför värdefullt för grundläggningsmetodens utveckling, att möjligheterna för att utföra fyllning i tjockare lager än hittills studeras.

De i rapporten redovisade mätningarna av sättningar i packad sprängstensfyllning har utförts under åren 1967–1970 inom Ormingeområdet, Boo kommun, där byggnadsfirman Ohlsson & Skarne AB har uppfört ett flertal byggnader, grundlagda på sprängstensfyllning. Sprängstensmassorna har tagits dels från byggnadsplatsen, dels från en arbetsplats i Henriksdal, Stockholm. Statens geotekniska institut har utfört den i rapporten redovisade analysen av sprängstensmaterialen.

Lagertjocklek och packning

Vid de utförda försöken har maximal la-

gertjocklek vid utläggningen, dvs. före packningen, varit 1,5 m. Packningen har utförts genom minst tio överfarter med 5 t och 5,6 t traktordragen vibrationsvält samt skett utan vattning. Maximal total fyllningshöjd inom försökshusens område har varit 5,9 m. Efter packning av det översta sprängstenslagret har alltid lagts ut ett 0,1 m tjockt avjämningslager som består av samkross 0–30 mm eller naturgrus. Avjämningslagret har också packats genom tio överfarter med vibrationsvälten. Fyllnings- och packningsarbetet har utförts synnerligen noggrant. Det har hela tiden övervakats av en kontrollant.

Mätningar

Sättningar av 40 grundplattor har studerats samt registrerats med hjälp av en speciellt utvecklad sättningsmätare med stor noggrannhet.

Resultatet av mätningarna är sammanfattat i FIGUR 2. De momentana sättningarna är mycket små. En beräkning av elasticitetsmodulerna för momentansättningarna (E_1 -moduler) har utförts med Steinbrenners metod. Medeltalet av E_1 -modulerna är 1 300 kp/cm² (130 N/mm²). Långtidssättningarna har endast till en del hunnit utbildas under mättiden.

Bygghorsknningen Sammanfattningar

R18:1972

Nyckelord:

sprängstensfyllning, lagertjocklek, packning, sättning, grundläggning (grundplatta), husbyggnad (Orminge, Boo kommun), geoteknik

Rapport R18:1972 avser anslag C 359 från Statens råd för byggnadsforskning till civilingenjör Gunnar Busk, AB Jacobson & Widmark Grundkonsult.

UDK 624.131.542
624.135
624.151.5
SfB (10)
ISBN 91-540-2029-8

Sammanfattning av:

Busk, G, 1972, *Mätning av sättningar i packad sprängstensfyllning*. (Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Rapport R18:1972, 52 s., ill. 16 kr.

Rapporten är skriven på svenska med svensk och engelsk sammanfattning.

Distribution:

Svensk Byggtjänst
Box 1403, 111 84 Stockholm,
Telefon 08-24 28 60

Grupp: konstruktion

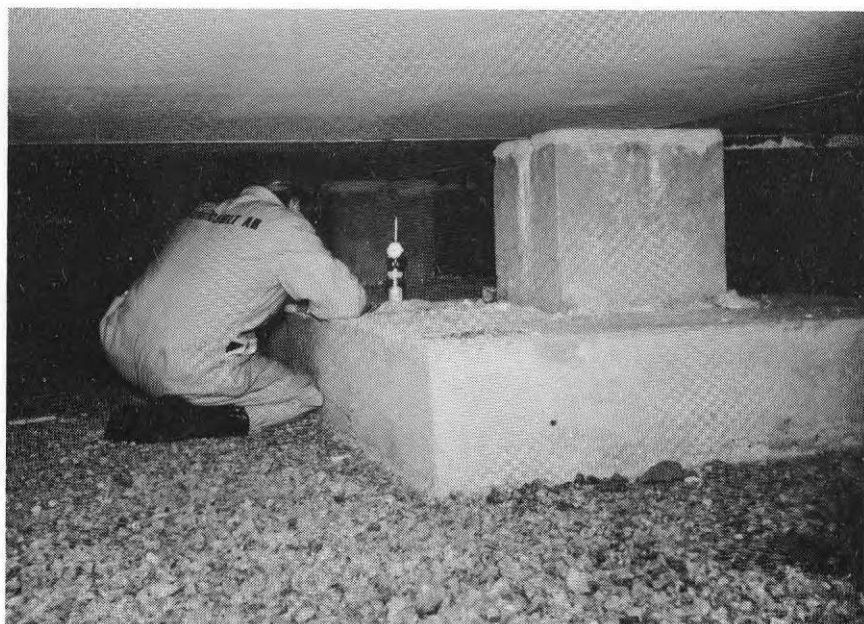


FIG. 1. Mätning av sättningar i kryptrymme.

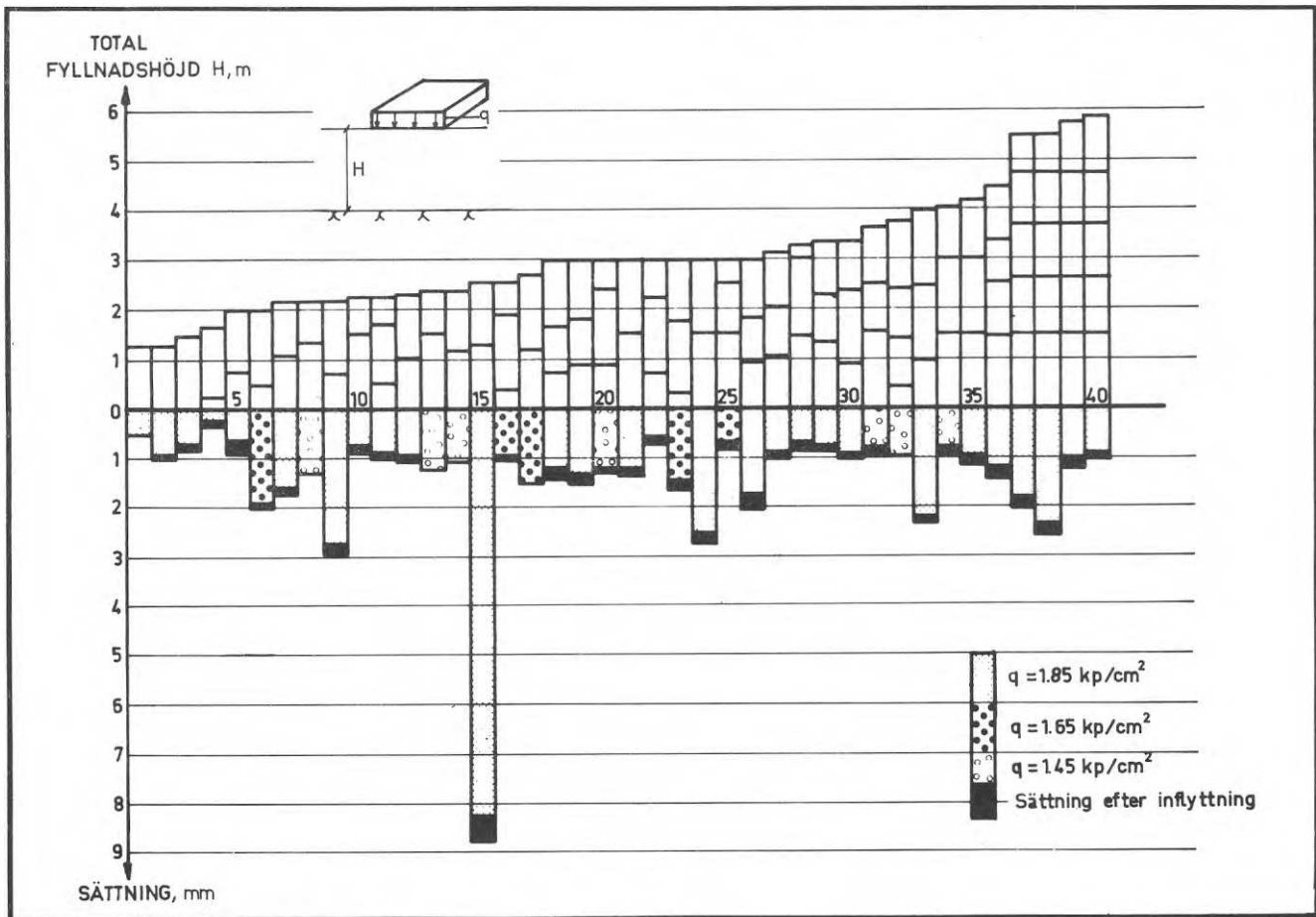


FIG. 2. Resultat av sättningsmätningar för 40 grundplattor.

Slutord

Om mätningarna och resultaten kan sägas

att själva mätmetoden inte nämnvärt har inverkat på mätresultaten

att fyllning och packning i 1,5 m lager i här redovisade fall har utförts med gott resultat samt

att långtidssättningarna bör följas under

många år för att man skall kunna få ökade kunskaper om sättningarnas karaktär och storlek.

Det finns också anledning att varna för att dra alltför långtgående slutsatser av mätresultaten. De har kommit fram under de specifika förhållanden som har gällt i Orminge. Med hänsyn till de många osäkra faktorerna och den stora spridningen i mätvärdena bör man vid

beräkning av momentansättningar med hjälp av elasticitetsteorin i packade sprängstensfyllningar av hårda bergarter, såsom granit och gnejs, tills vidare använda sig av relativt låga värden på E_1 -moduler, förslagsvis maximalt ca $1\ 000\ \text{kp/cm}^2$ ($100\ \text{N/mm}^2$).

Långtidssättningar i sprängstensfyllning bör inte beräknas med hjälp av elasticitetsteorin.

Measurement of settlements in compacted rock fill

Gunnar Busk

It is found in blasting normal rock that a large proportion of the blasted rock is of a size greater than that which can be used for filling according to current regulations. This is particularly noticeable in blasting for the foundations of residential buildings where the bench height is generally small.

Filling in deeper layers would mean that larger stone sizes could be used and also that filling could be carried out more quickly. It is therefore of great interest for the technical and economic significance of developments in foundation methods that filling in layers thicker than those used up to now should be studied.

The measurements of settlements in compacted rock fill which are described in the report were performed over the period 1967–1970 in the Orminge area of Boo (municipality in the county of Stockholm) where the construction firm of Ohlsson & Skarne AB constructed a number of residential buildings on rock fill foundations. The rock for the fill was taken both from the site and from a site at Henriksdal, Stockholm. The analysis of the rock fill material which is described in the report was carried out by the Swedish Geotechnical Institute.

Layer thickness and compaction

In the tests carried out, the maximum

layer thickness was 1.5 m when the fill was spread, i.e. prior to compaction. Compaction was accomplished by at least ten passes of a 5 t and 5.6 t tractor-drawn vibratory roller. No water was added. The maximum total depth of fill in the area covered by the test buildings was 5.9 m. A blinding course 0.1 m thick consisting of screenings 0–30 mm or all-in gravel was always spread after compaction of the top layer of rock fill. This blinding course was also compacted by ten passes of the vibratory roller. Spreading and compaction of the fill was carried out with particular care and was supervised at all times by a member of the resident engineer's staff.

Settlements of 40 foundation piers have been studied and registered with great accuracy using metering equipment specially developed for the purpose.

Results of the measurements are summarized in FIGURE 2. The momentary settlements are extremely small. The moduli of elasticity for these (E_1 moduli) have been calculated using Steinbrenner's method. The mean of the E_1 moduli is 1300 kp/cm² (130 N/mm²). Only a small amount of long-term settlement had time to take place during the measurement period.

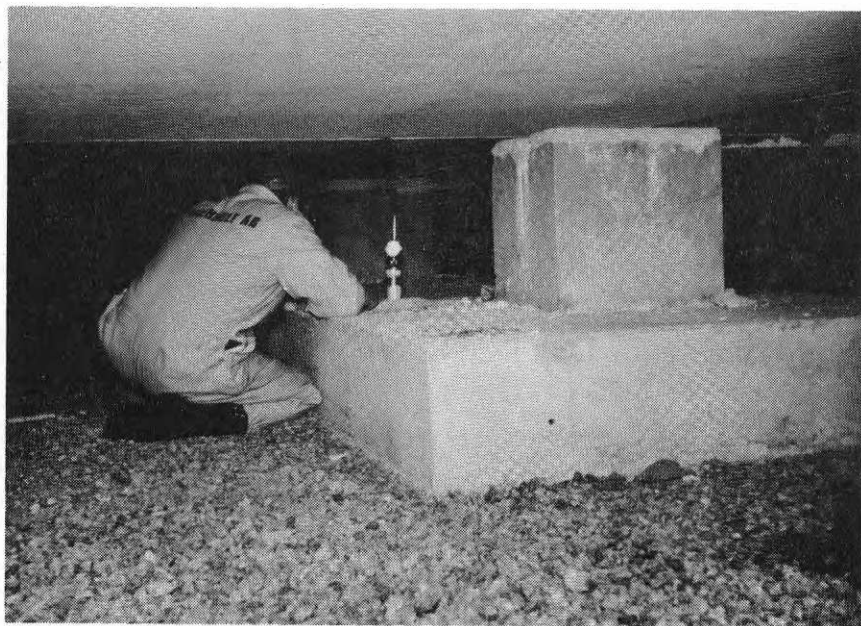


FIG. 1. Measurement of settlements in a crawl space.

National Swedish Building Research Summaries

R18:1972

Key words:

rock fill, layer thickness, compaction, settlement, foundation (foundation pier), building construction (Orminge, Boo), soil mechanics

Report R18:1972 has been supported by Grant C 359 from the Swedish Council for Building Research to Gunnar Busk, civ.eng., AB Jacobson & Widmark Grundkonsult.

UDC 624.131.542
624.135
624.151.5
SfB (10)
ISBN 91-540-2029-8

Summary of:

Busk, G, 1972, *Mätning av sättningar i packad sprängstensfyllning*. Measurement of settlements in compacted rock fill. (Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Report R18:1972, 52 p., ill. 16 Sw.Kr.

The report is in Swedish with Swedish and English summaries.

Distribution:

Svensk Byggtjänst
Box 1403, S-111 84 Stockholm
Sweden

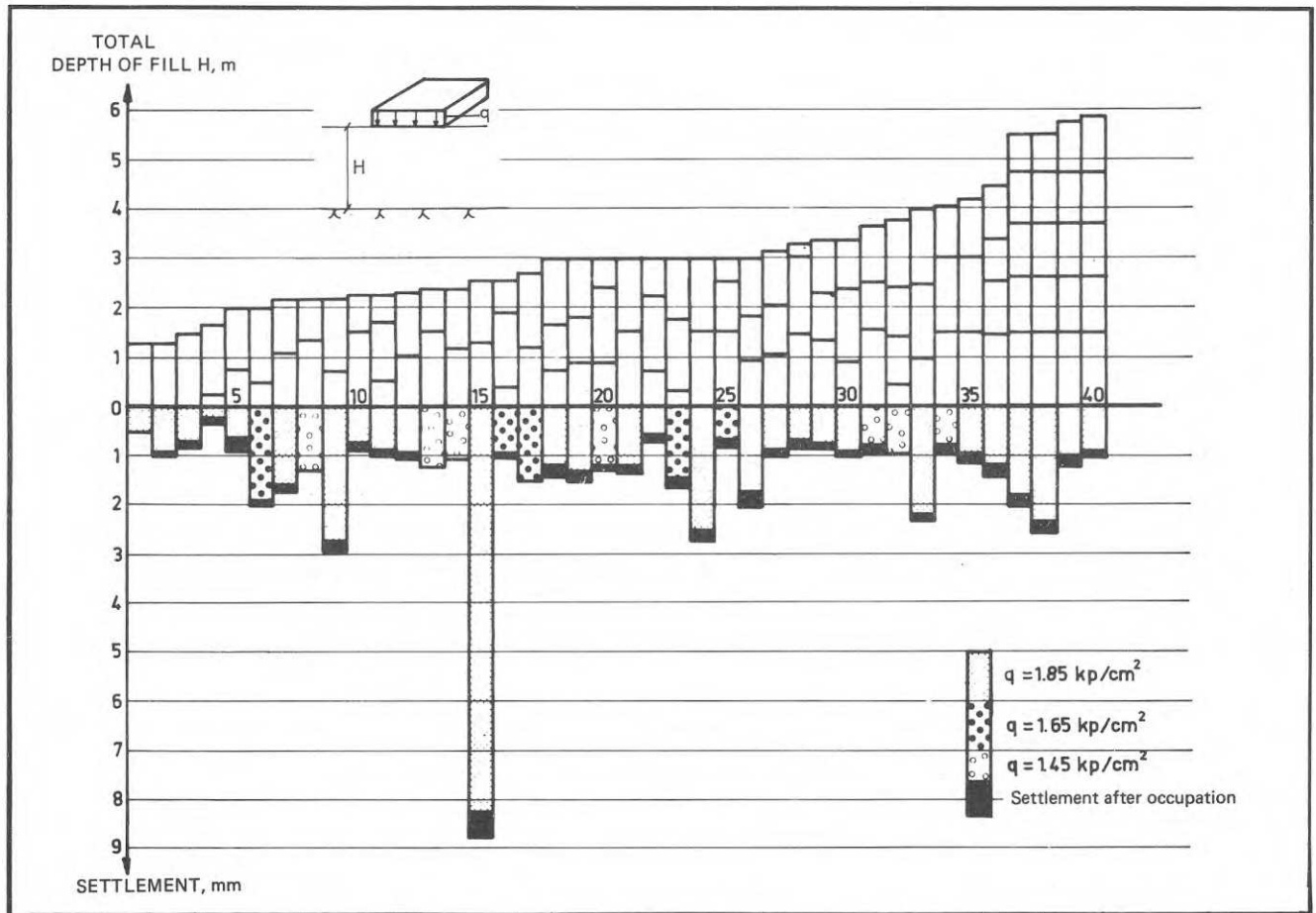


FIG. 2. Results of settlements measurements of 40 foundation piers.

Conclusion

The following can be said concerning the measurements and the results:

the actual measurements method has no appreciable effect on the results filling and compaction in layers 1.5 m thick produced satisfactory results in the cases described here long-term settlements should be observed over a period of many years in

order to provide us with a better knowledge of the magnitudes and character of these settlements.

It must also be borne in mind that very far-reaching conclusions cannot be drawn from these measurement results, since they were obtained under the specific conditions applicable to Orminge.

In view of the many uncertain factors and the large scatter in the results, rel-

atively low values of the E_1 modulus, say a maximum of about 1000 kp/cm^2 (100 N/mm^2), should be used for the time being in calculating instantaneous settlements, on the basis of the elastic theory, in compacted rock fills composed of hard rock species such as granite and gneiss. Long-term settlements in rock fills should not therefore be calculated on the basis of the elastic theory.

Rapport R18:1972

MÄTNING AV SÄTTNINGAR I PACKAD SPRÄNGSTENSFYLLNING
MEASUREMENT OF SETTLEMENTS IN COMPACTED ROCK FILL

av Gunnar Busk

Denna rapport avser anslag C 359 från Statens råd för byggnadsforskning till civilingenjör Gunnar Busk, AB Jacobson & Widmark Grundkonsult, Stockholm. Försäljningsintäkterna tillfaller fonden för byggnadsforskning.

Statens institut för byggnadsforskning, Stockholm
ISBN 91-540-2029-8

Rotobekman Stockholm 1972

INNEHÅLL

CAPTIONS	4
FÖRORD	6
1 ALLMÄNT	7
2 SPRÄNGSTENSFYLLNINGARNAS UTFÖRANDE	8
3 GRUNDLÄGGNING	11
4 SÄTTNINGSMÄTARE	13
5 MÄTPUNKTER	15
6 MÄTNINGSPROGRAM	27
7 MÄTRESULTAT	27
8 SLUTSATSER AV MÄTRESULTATEN	38
9 SLUTORD	45
10 LITTERATUR	46
BILAGOR	47

CAPTIONS

- FIG. 1 Levelling of ground prior to filling.
- FIG. 2 Alternative method of levelling the ground prior to filling.
- FIG. 3 Spreading the rock fill.
- FIG. 4 Compaction of the rock fill.
- FIG. 5 Stability calculations.
- FIG. 6 Precast foundation piers.
- FIG. 7 Settlement gauge.
- FIG. 8 Drilling tower.
- FIG. 9 Tube and measuring rod.
- FIG. 10 Dial gauge with holder.
- FIG. 11 Outline plan of the test site at West Orminge, Boo (municipality in the county of Stockholm).
- FIG. 12 Buildings L1:2, L1:3 and L3:2. Layer thicknesses and depths of fill.
- FIG. 13 Building L3:5. Layer thicknesses and depths of fill.
- FIG. 14 Building L4:2. Layer thicknesses and depths of fill.
- FIG. 15 Building L7:2. Layer thicknesses and depths of fill.
- FIG. 16 Building L8:3. Layer thicknesses and depths of fill.
- FIG. 17 Buildings L9:1 and L11:2. Layer thicknesses and depths of fill.
- FIG. 18 Buildings L12:2 and L12:3. Layer thicknesses and depths of fill.
- FIG. 19 Buildings L16:2, L16:3 and L16:4. Layer thicknesses and depths of fill.
- FIG. 20 Building P36. Layer thicknesses and depths of fill.
- FIG. 21 Building P38. Layer thicknesses and depths of fill.
- FIG. 22 Building P44. Layer thicknesses and depths of fill.
- FIG. 23 Results of settlement measurements.
- FIG. 24 Results of settlement measurements.

- FIG. 25 Results of settlement measurements.
- FIG. 26 Results of settlement measurements.
- FIG. 27 Results of settlement measurements.
- FIG. 28 Results of settlement measurements.
- FIG. 29 Results of settlement measurements.
- FIG. 30 Results of settlement measurements.
- FIG. 31 Results of settlement measurements.
- FIG. 32 Results of settlement measurements.
- FIG. 33 Assumed values of the modulus of elasticity.
- FIG. 34 The position of the characteristic point to Grasshoff.
- FIG. 35 Effective pressure.
- FIG. 36 Results of settlement measurements of 40 foundation piers.

FÖRORD

De mätningar av sättningar i packad sprängstensfyllning som redovisas i denna rapport har under åren 1967 - 1970 utförts av Grundkonsult AB med anslag från Statens råd för byggnadsforskning.

Mätningarna utfördes inom Ormingeområdet, Boo kommun, där byggnadsfirman Ohlsson & Skarne AB har uppfört ett stort antal byggnader, grundlagda på sprängstensfyllning.

Vid planeringen och genomförandet av sättningsmätningarna har förutom undertecknad även deltagit civilingenjör Nils Lilja, HSBs Riksförbund, geotekniska avdelningen samt ingenjör Björn Albertsson, Grundkonsult AB.

Stockholm i september 1971

Gunnar Busk

1 ALLMÄNT

Inom Ormingeområdet, Boo kommun, har byggnadsfirman Ohlsson & Skarne AB uppfört ett stort antal byggnader, dels punkthus i 3 - 5 våningar, dels lamellhus i 2 våningar. Byggherrar är HSB i Stockholm och AB Familjebostäder. Totalt består området av ca 2 200 lägenheter.

Byggnaderna är i regel källarlösa. De byggs upp av förtillverkade element. Grundläggningen utförs huvudsakligen med platsgjutna grundplattor på sprängbotten eller på sprängstensfyllning. Underentreprenörer för markarbetena inklusive iordningställande av sprängbottnar och sprängstensfyllningar har varit Schakt- och Sprängning AB samt AB Skånska Cementgjuteriet.

Med godkännande av byggnadsnämnden i Boo kommun har inom kv. Smaragden grundläggning av 16 två-vånings lamellhus utförts på underlag av packad sprängstensfyllning, utlagd i maximalt 1,5 m tjocka lager och packad med hjälp av traktordragen vibrationsvält, vägande minst 5 t. Byggnadsnämndens beslut grundade sig emellertid på att följande villkor uppfylldes:

1. Arbetsutförandet skulle ske i enlighet med PM av den 7 juli 1967 från Grundkonsult AB, BILAGA 1.
2. Noggrann kontroll skulle ske och protokoll föras.
3. För sättningsmätning skulle erforderligt antal dubbar placeras i grundplattorna och de verkliga sättningarna mätas.

2 SPRÄNGSTENSFYLLNINGARNAS UTFÖRANDE

2.1 Fyllningsmaterial

För de aktuella försökshusen har de utfyllda sprängstensmassorna tagits dels från byggnadsplatsen, dels från en arbetsplats i Henriksdal, Stockholm. För grunderna L1 - L8 har sprängstensmassorna uteslutande tagits från byggnadsplatsen.

En analys av fyllningsmaterialen har utförts av Statens geotekniska institut. Resultatet av denna undersökning har redovisats i ett utlåtande av den 4 februari 1970, BILAGA 2.

Största stenstorleken har uppgått till högst $2/3$ av fyllningens lagertjocklek för husen L1 - L8. Största stenstorlek har definierats som största tvärmått. För husen L9 - L16 har vid maximal lagertjocklek tillåtits en största stenvolym = 1 m^3 . Någon särskild gradering av fyllningsmaterialet har inte föreskrivits. I ytan av varje 1,5 m-lager har ofta finkornigare massor påförts för att göra ytan mera packningsbar.

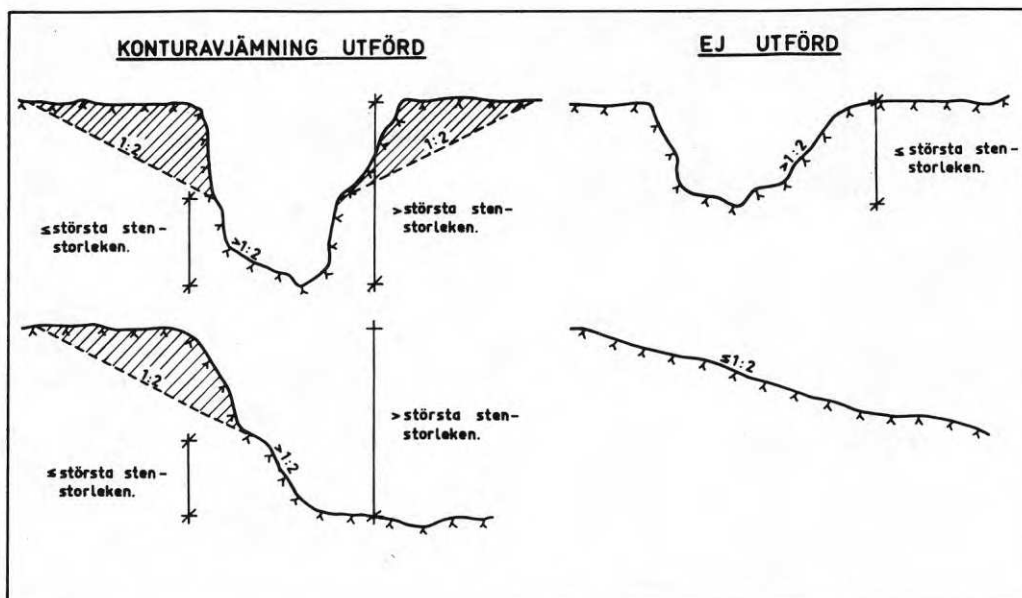
2.2 Utjämnning av bergkonturen

Inom samtliga grunder har schakt inom utfyllningsdelarna utförts ned till berg. Berget har rensats dels med grävmaskin (skopa med däck), dels manuellt. Utjämnning av bergkonturen har utförts enligt bestämmelserna i Svensk Byggnorm 67, dvs. sprängning och schaktning till lutning max 1:2. Jfr FIGUR 1. Sprängning och avjämnning av underlaget har emellertid i vissa fall ersatts med utfyllning och packning av samkrossat berg. Det samkrossade berget har haft en största stenstorlek = 200 mm och packats utan vattning genom minst 6 överfarer med 400 kg vibratorplatta. Lagertjockleken har varit maximalt 0,4 m. Jfr FIGUR 2. Denna alternativa avjämnning av underlaget har endast utförts vid mindre lokala svackor eller ojämnheter i berget. Vilket alternativ som fått gälla i olika fall har avgjorts i samråd med dagkontrollanten.

2.3 Lagertjocklek och packning

Maximal lagertjocklek vid utläggningen (före packningen) har varit 1,5 m. Packningen har utförts genom minst 10 överfarer med 5 och 5,6 t traktordragen vibrationsvält och utan vattning. Inom husgrunderna L1 - L8 har packningen utförts med den tyngre vibrationsvälten (5,6 t). Maximal total fyllningshöjd inom försökshusen = 5,9 m.

Efter packning av det översta sprängstenslagret har man alltid lagt ut ett 0,1 m tjockt avjämningslager som består av samkross 0 - 30 mm eller naturgrus. Detta skikt har packats genom 10 överfarer med den använda välten. FIGURERNA 3 och 4 visar utfyllning och packning av sprängstensmassor.



FIGUR 1. Avjämning av underlag för fyllning.



FIGUR 2. Alternativ avjämning av underlag för fyllning.



FIGUR 3. Utfyllning av sprängstensmassor.

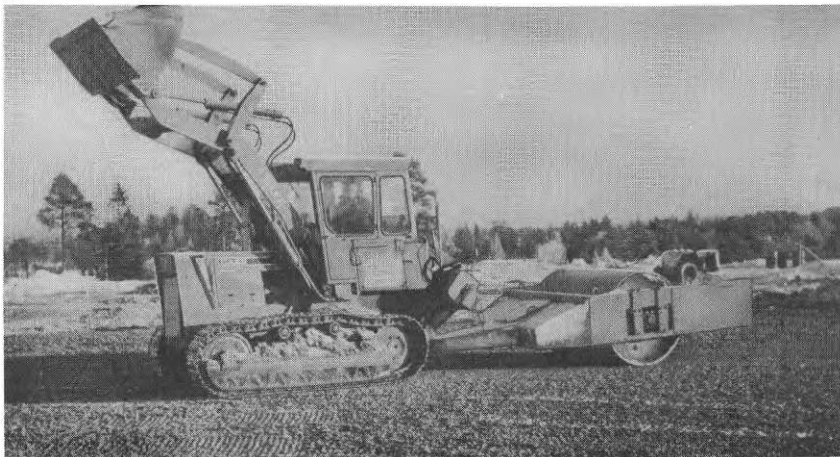
2.4 Fyllningens utbredning i plan

Fyllningen skall enligt Svensk Byggnorm 67 packas intill ett avstånd av minst 0,5 m utanför grundplattan i nivå med plattan. Vid fyllningens botten skall packningen utsträckas i plan intill ett avstånd från grundplattan mätt horisontellt, som är minst lika med fyllningens tjocklek.

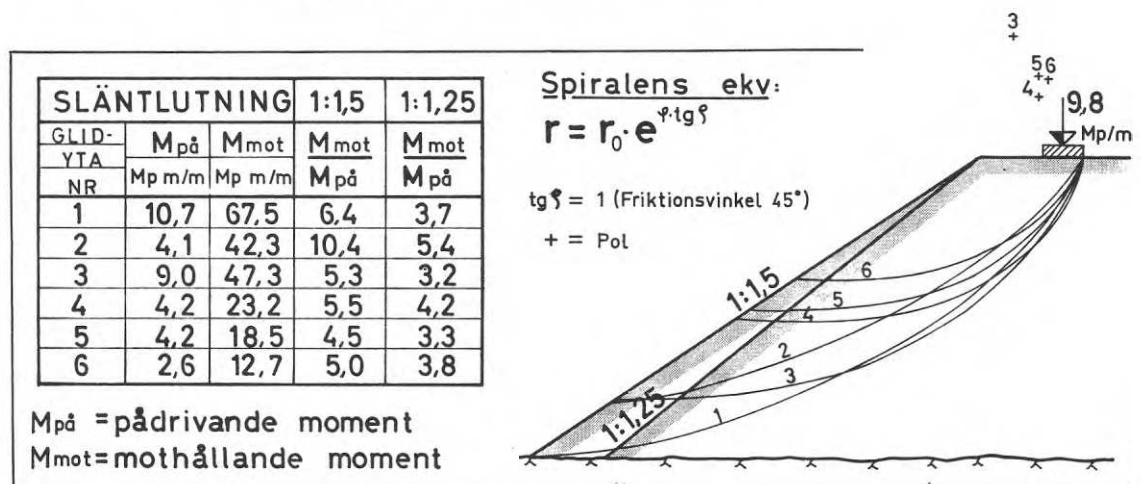
Där fyllningen läggs i slänt utanför grundplattan har för försöksusen kontrollerats att stabiliteten är betryggande. Beräkningen har utförts under antagande av glidytor i form av logaritmiska spiraler, där säkerheten mot brott har definierats som kvoten mellan mothållande och pådrivande moment. Denna säkerhet har beräknats till $\geq 3,2$ för en slänthlutning 1:1,25, räknad från 1 m utanför grundplattan i nivå med plattans underkant. Sprängstensens friktionsvinkel har valts till 45° och dess skrymdensitet till $1,8 \text{ t/m}^3$. Beräkningen har utförts för 5 m total fyllningshöjd. Jfr FIGUR 5.

2.5 Ledningsgravar

Ledningsgravar inom husgrunderna har tagits upp efter det att grunderna varit färdigpackade. Återfyllning har utförts med krossat bergmaterial med kornstorleksfördelning 0 - 65 mm eller med naturgrus. Packningen har utförts med minst 6 överfarter utan vattning med hjälp av 400 kg vibratorplatta. Maximal lagertjocklek har valts = 0,4 m.



FIGUR 4. Packning av sprängstensmassor.



FIGUR 5. Stabilitetskalkyl.

3 GRUNDLÄGGNING

3.1 Grundkonstruktion

Grundkonstruktionen för de aktuella försökshusen utgörs av platsgjutna grundplattor under plintar och sockelbalkar. Avståndet mellan grundläggningsnivå och underkant bottenbärlag är ca 0,8 m, vilket ger ett kryputrymme med väl åtkomliga ledningar. Grundplattorna är platsgjutna. De är längsgående i fasad samt rektangulära eller kvadratiska inne i husen. På de längsgående fasadgrundplattorna monteras förtillverkade sockelbalkar. I övrigt är bärlag, fasader, pelare och innerväggar förtillverkade och av betong. Samtliga vertikalelement har bärande funktioner. Fogar i vägg och fasadelement överensstämmer ej med fogar i bärlagselement. Färdiggjutna grundplattor visas i FIGUR 6.

3.2 Dimensioner och grundpåkänningar för grundplattor

Längsgående fasadgrundplatta för två-vånings lamellhus

$$B = 60 \text{ cm}$$

$$H = 28 \text{ cm}$$

$$\sigma_{\text{utn}} = 1,46 \text{ kp/cm}^2 \text{ (0,146 N/mm}^2\text{)}$$

armering 3 \emptyset 16 UK längsgående Ks 40

betongkvalitet K 250

Inre grundplattor för två-vånings lamellhus

I. Större

$$A = 160 \times 160 \text{ cm}^2$$

$$B = 30 \text{ cm}$$

$$\sigma_{\text{utn}} = 1,65 \text{ kp/cm}^2 \text{ (0,165 N/mm}^2\text{)}$$

armering $\# \emptyset$ 10c180 UK Ks 40

betongkvalitet K 250

II. Mindre

$$A = 130 \times 130 \text{ cm}^2$$

$$H = 30 \text{ cm}$$

$$\sigma_{\text{utn}} = 1,85 \text{ kp/cm}^2 \text{ (0,185 N/mm}^2\text{)}$$

$\# \emptyset$ 10c270 UK Ks 40

betongkvalitet K 250

Längsgående fasadgrundplatta för tre-vånings punkthus (P36, P38 och P44)

I. Gavel

$$B = 50 \text{ cm}$$

$$H = 28 \text{ cm}$$

$$\sigma_{\text{utn}} = 1,28 \text{ kp/cm}^2 \text{ (0,128 N/mm}^2\text{)}$$

armering 3 \emptyset 16 UK Ks 40

betongkvalitet K 250

II. Långsida

$$B = 70 \text{ cm}$$

$$H = 28 \text{ cm}$$

$$\sigma_{\text{utn}} = 1,40 \text{ kp/cm}^2 \text{ (0,14 N/mm}^2\text{)}$$

3 \emptyset 16 UK Ks 40

betongkvalitet K 250

Inre grundplattor för tre-vånings punkthus (P36, P38 och P44)I. Kvadratisk

$$A = 130 \times 130 \text{ cm}$$

$$H = 30 \text{ cm}$$

$$\sigma_{\text{utn}} = 1,73 \text{ kp/cm}^2 \\ (0,173 \text{ N/mm}^2)$$

armering $\# \emptyset 10c240$ UK Ks 40

betongkvalitet K 250

II. Rektangulär

$$A = 190 \times 80 \text{ cm}$$

$$H = 30 \text{ cm}$$

$$\sigma_{\text{utn}} = 1,98 \text{ kp/cm}^2 \\ (0,198 \text{ N/mm}^2)$$

$\# \emptyset 12c90$ UK Ks 40

betongkvalitet K 250

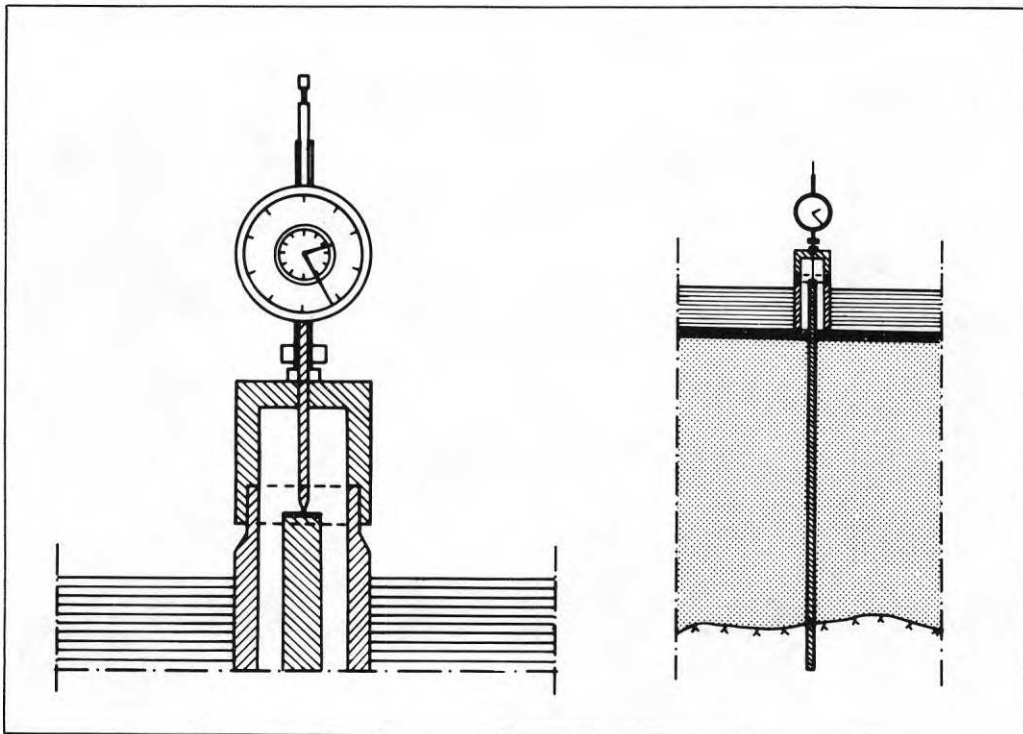


FIGUR 6. Färdiggjutna grundplattor.

4 SÄTTNINGSMÄTARE

Sättningsarna har mätts med hjälp av en speciell sättningsmätare. Dess princip framgår av FIGUR 7.

För att mäta sättningsarna har borrhål borrats ned genom den packade fyllningen. Inom husen L1 - L8 och P36, P38 och P44 har $3/4$ " sexkantiga helstångsborrar använts, vilka har drivits ned med tryckluftsdreven bormaskin. Jfr FIGUR 8. Inom övriga försökshus har $1\ 1/4$ " runda skarvstål använts, vilka borrar ned genom den packade fyllningen med kedjematad tryckluftsbormaskin monterad på borrhvagn. Borrningen har utförts med fyrskärskrona. Endast luftspolning har använts. Stålen är nedborrade i berget minst 30 cm. I grundplattan har ingjutits ett 2" galvaniserat rör i vilket stålet löper fritt. Jfr FIGUR 9. Rörets rörelse relativt stålet registreras med en mätklocka med en noggrannhet av $1/100$ mm. Mätklockan är monterad i en speciell hållare, vilken är avpassad efter rörets svarvade överdel. Mätningen sker mot en plastbricka, som är fastlimmad på det avkapade stålets överyta. Mätklockan med hållare visas i FIGUR 10.

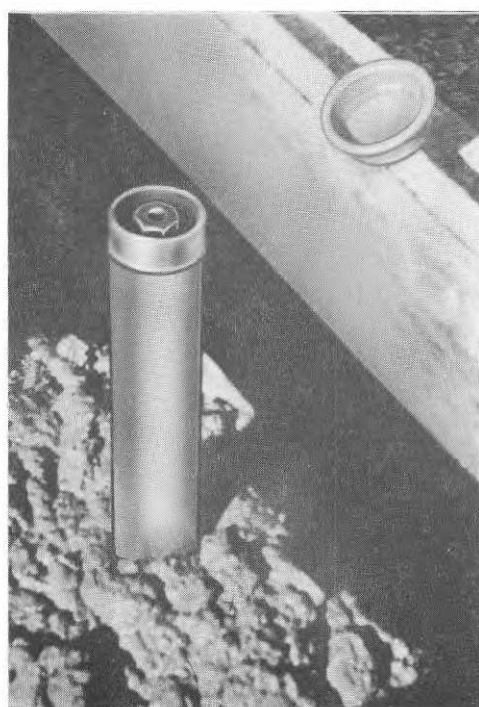


FIGUR 7. Sättningsmätare.

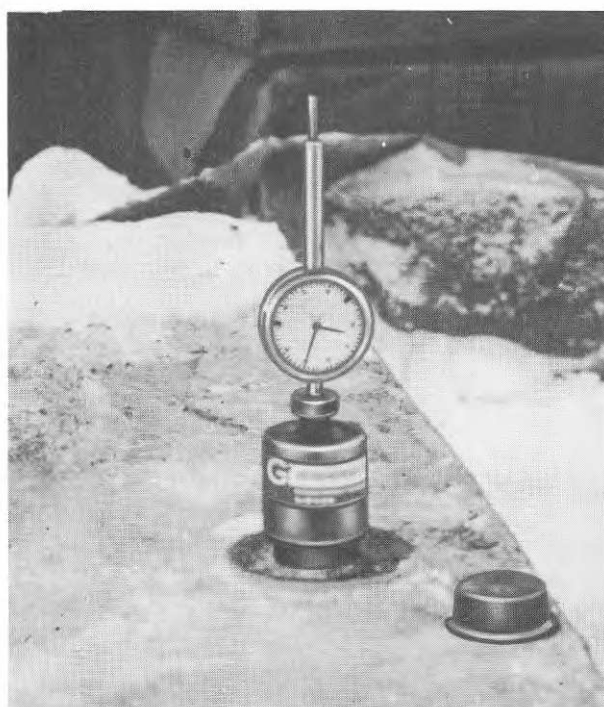


FIGUR 8. Borrtorn.

FIGUR 12. Hus L1:2, L1:3 och L3:2. Lagertjocklekar och fyllningshöjder.



FIGUR 9. Rör och mätstål.



FIGUR 10. Mätklocka med hållare.

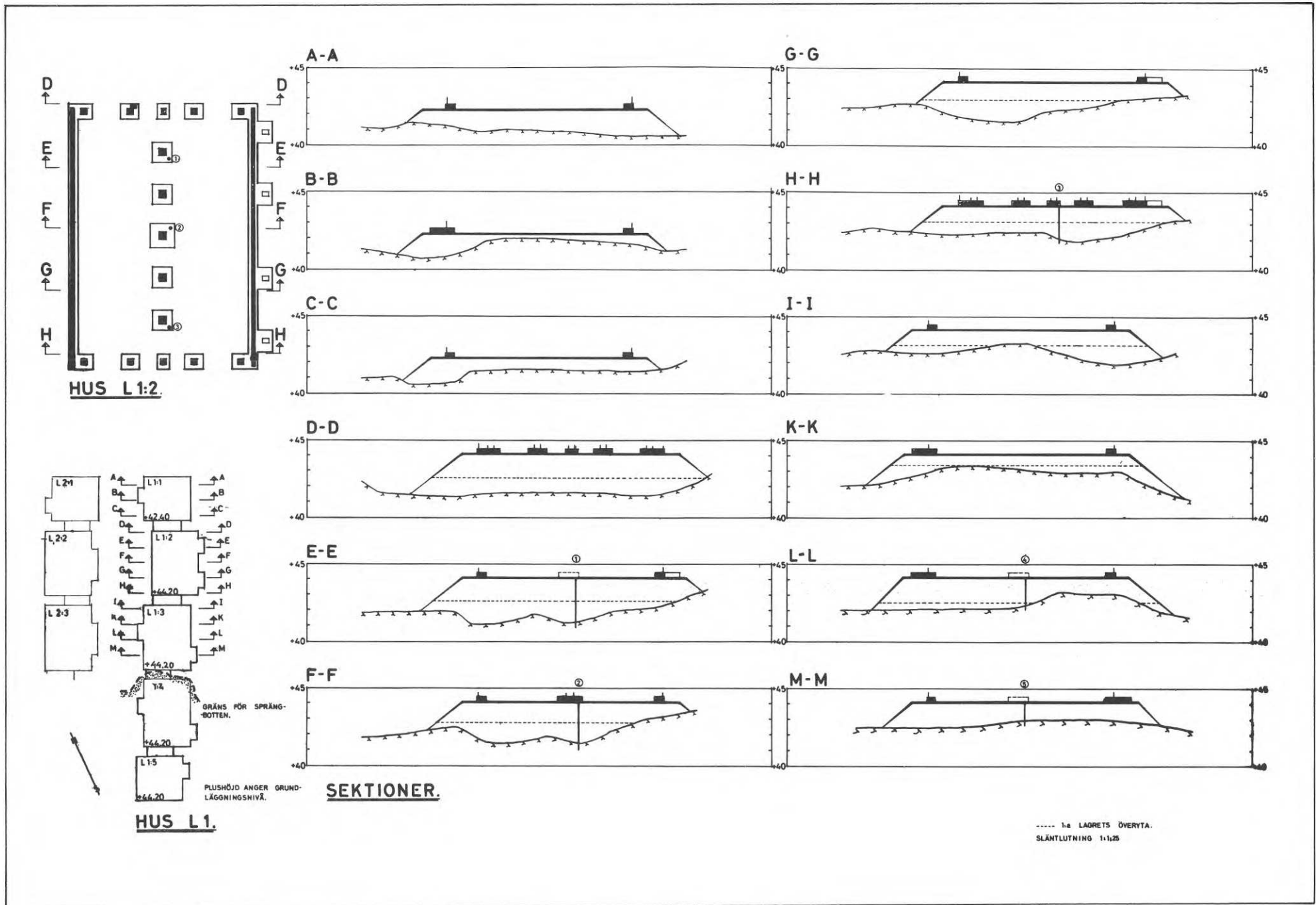
Ett av villkoren för höglageruppfyllning var att erforderligt antal sättningsmätare skulle placeras i grundplattorna. I första hand har sättningsmätare placerats inom de byggnader, där höglageruppfyllning förekommer, och där den totala fyllningshöjden varierar. Mätstål och rör har monterats i byggnaderna enligt följande:

Byggnad	Antal mätpunkter	Byggnad	Antal mätpunkter
L1:2	3	L11:2	2
L1:3	2	L12:2	4
L3:2	1	L12:3	2
L3:5	2	L16:2	4
L4:2	3	L16:3	1
L7:2	4	L16:4	2
L8:3	2	P36	2
L9:1	2	P38	2
		P44	2

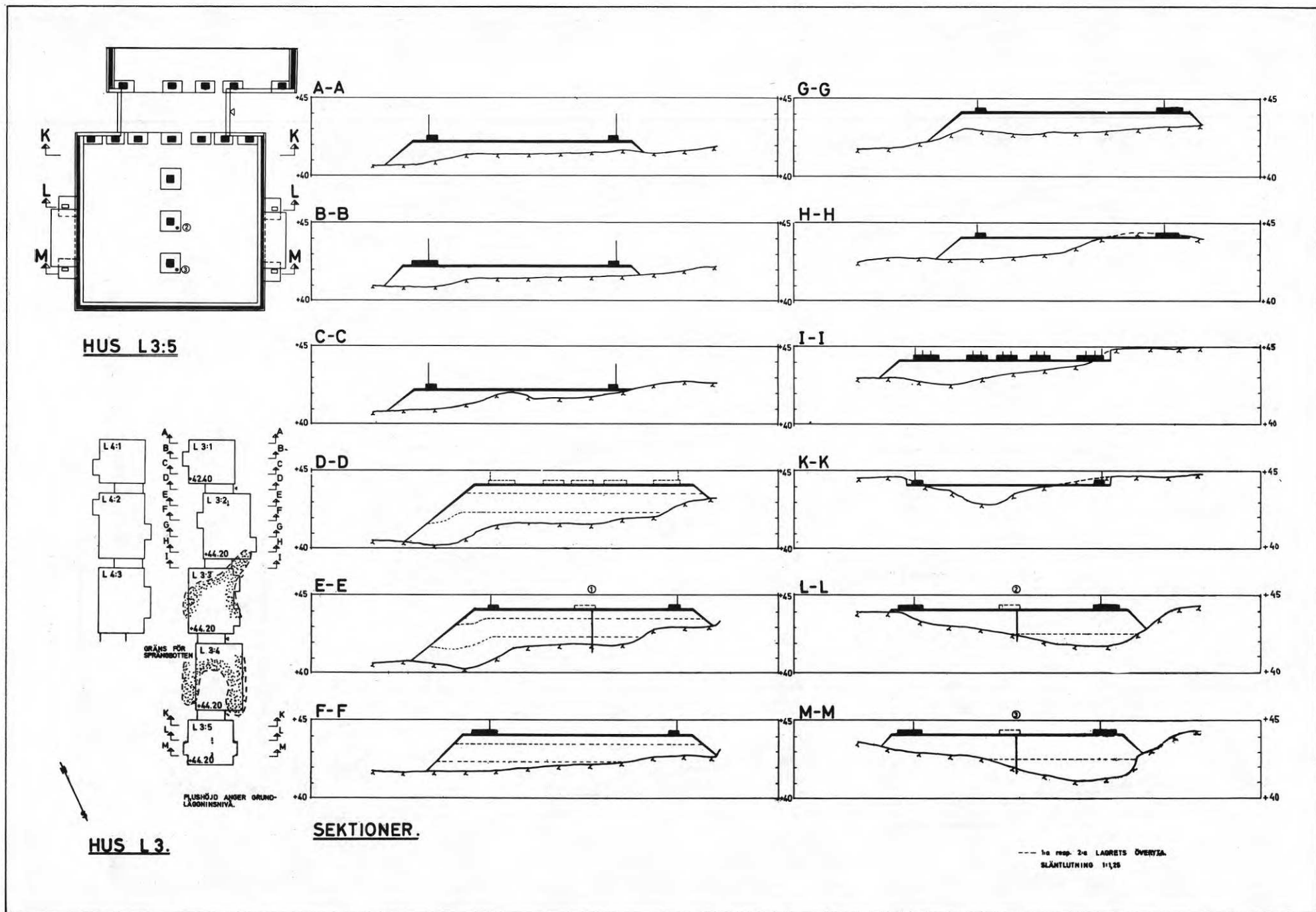
Mätpunkternas läge i plan samt lagertjocklekar och totala fyllningshöjder vid varje mätpunkt framgår av FIGUR 11-22.



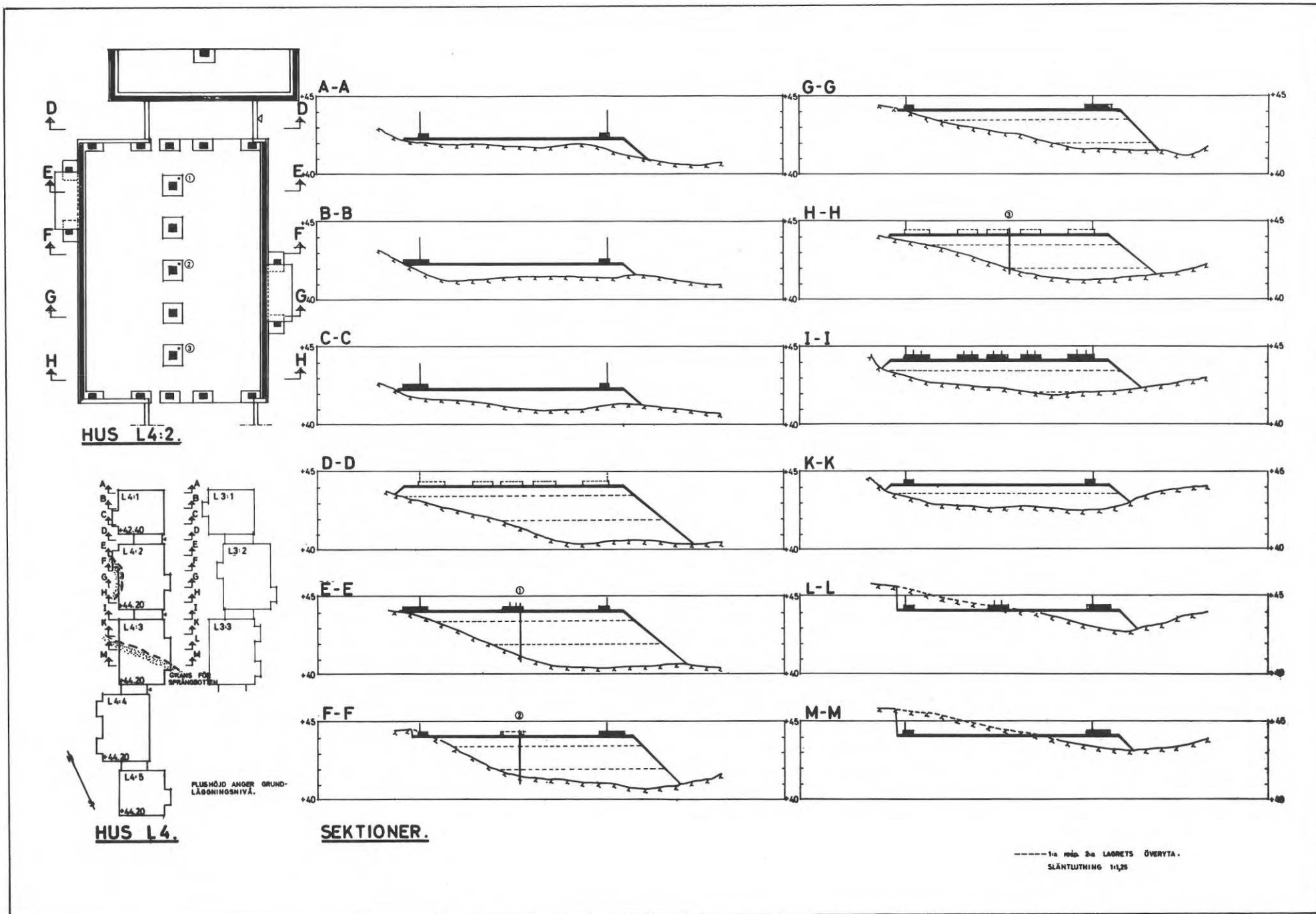
FIGUR 11. Översiktsplan från försöksplatsen Västra Orminge, Boo kommun.



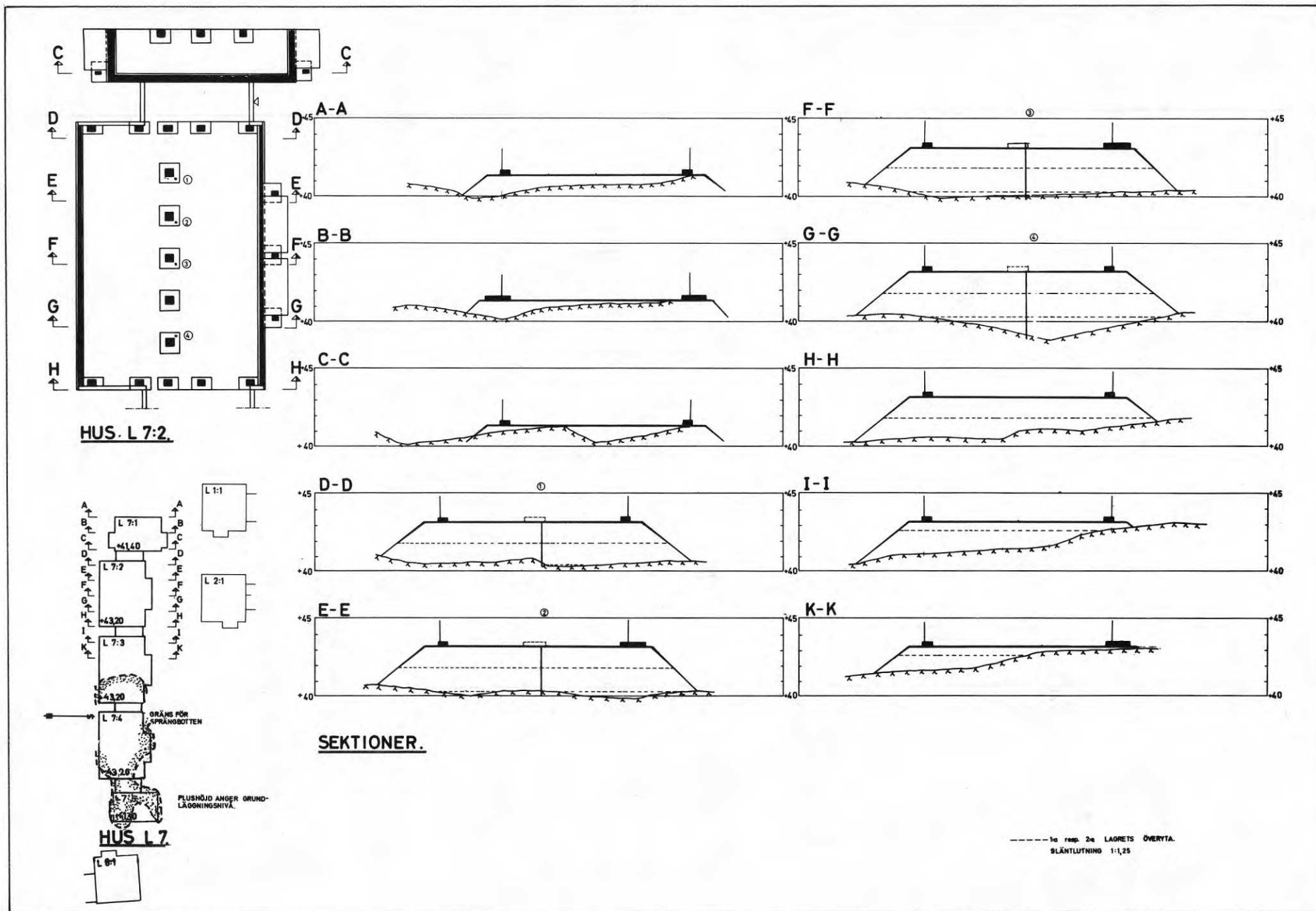
FIGUR 12. Hus L1:2, L1:3 och L3:2. Lagertjocklekar och fyllningshöjder.



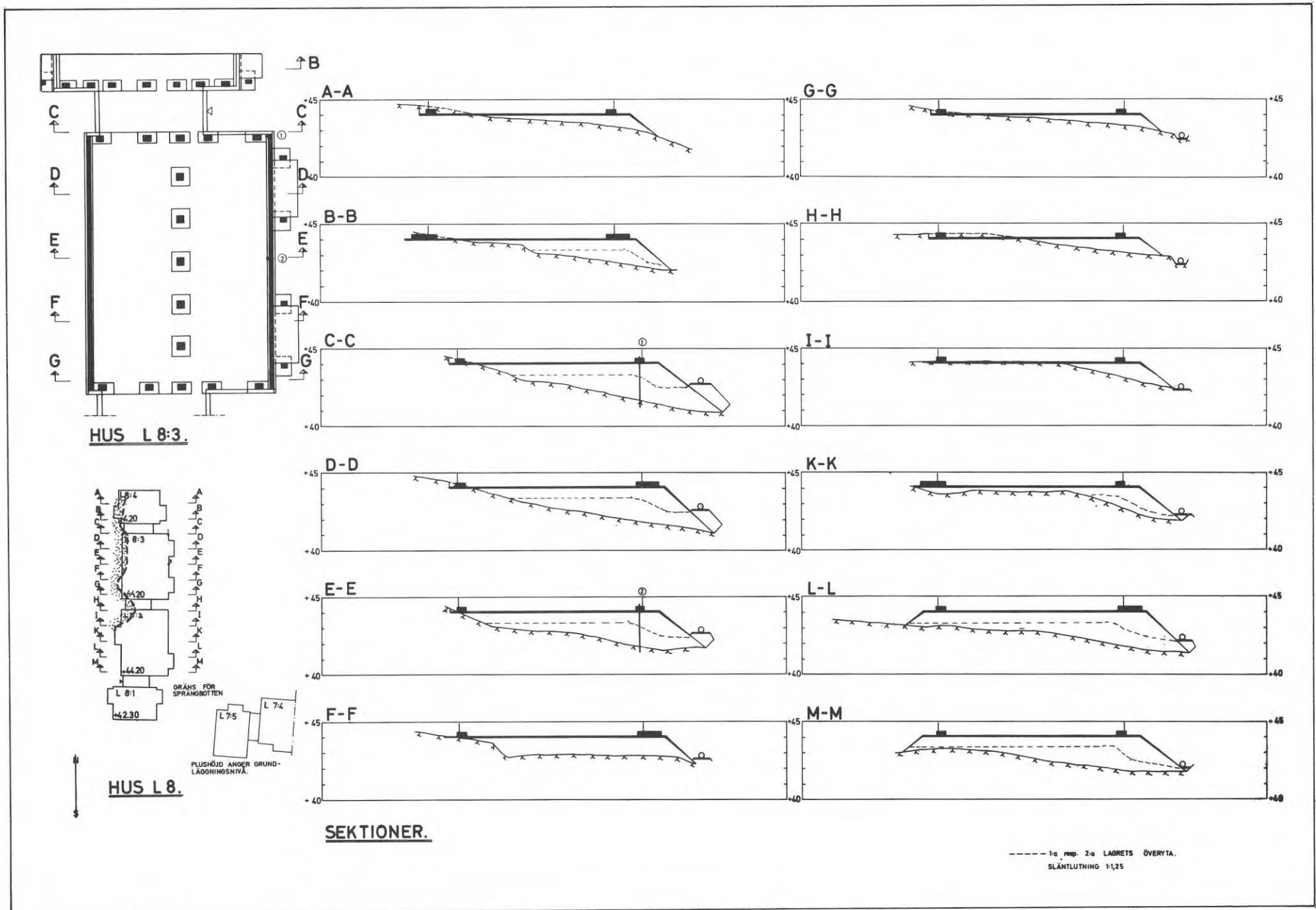
FIGUR 13. Hus L3:5. Lagertjocklekar och fyllningshöjder.



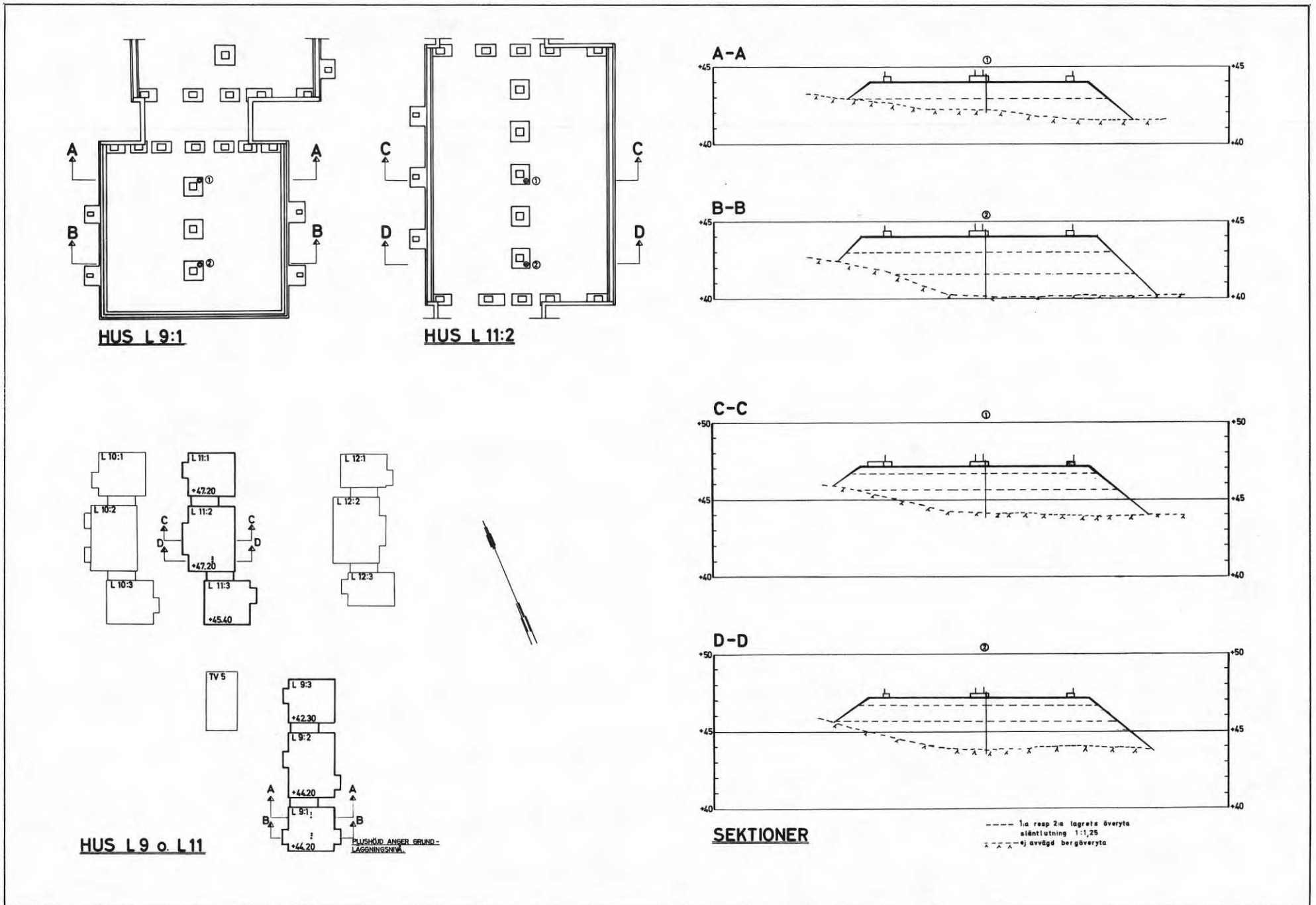
FIGUR 14. Hus L4:2. Lagertjocklekar och fyllningshöjder.



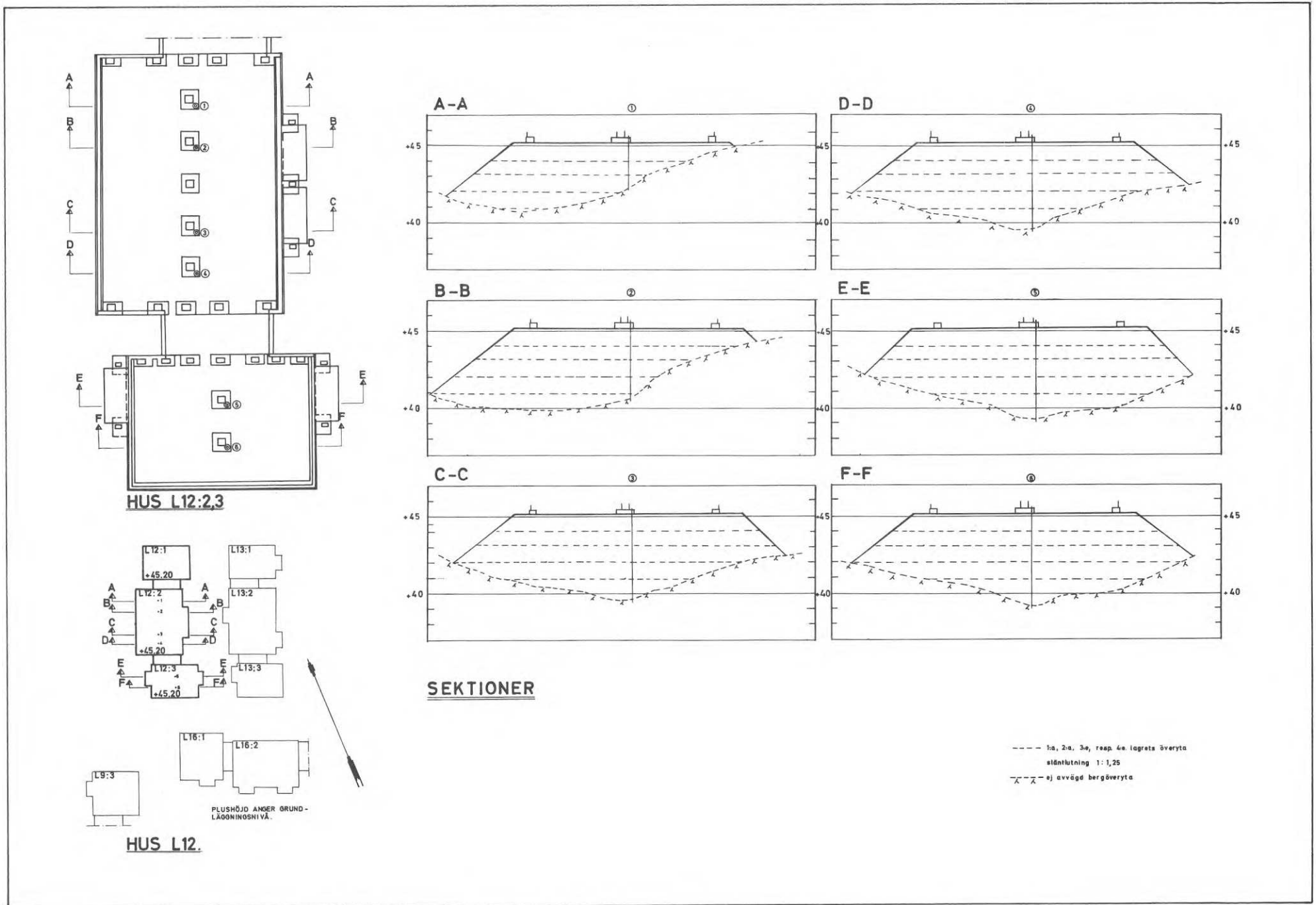
FIGUR 15. Hus L7:2. Lagertjocklekar och fyllningshöjder.



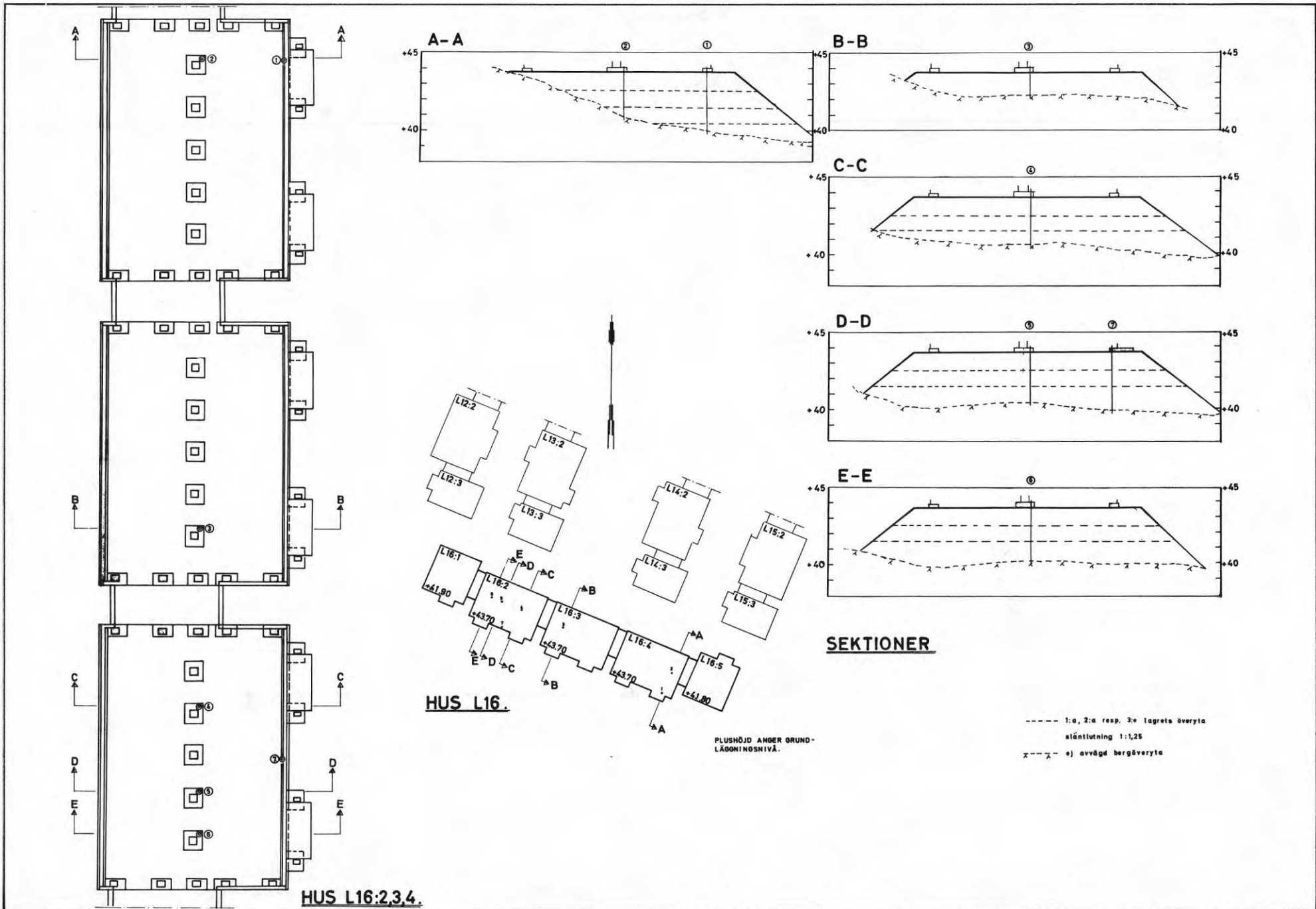
FIGUR 16. Hus L8:3. Lagertjocklekar och fyllningshöjder.



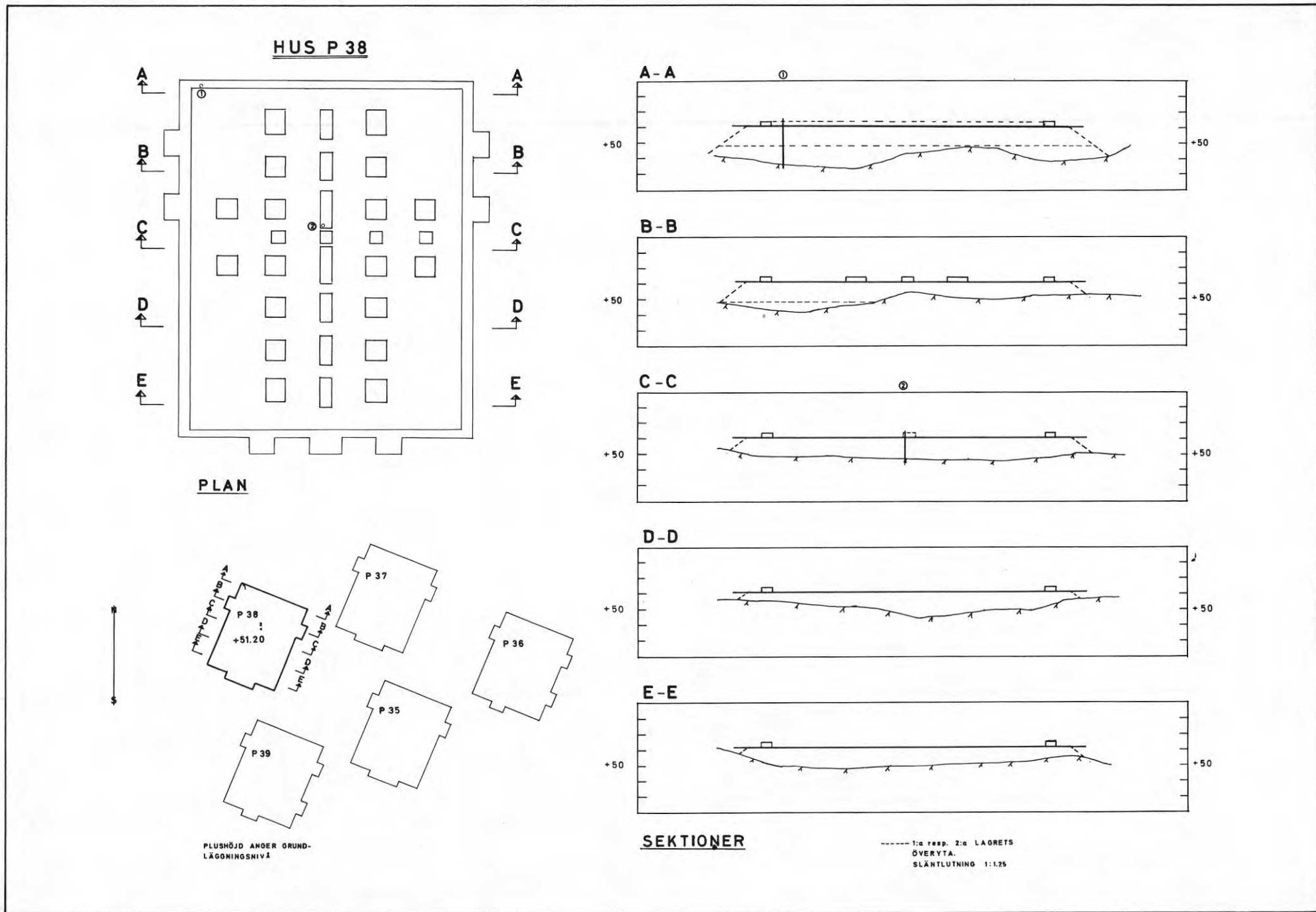
FIGUR 17. Hus L9:1 och L11:2. Lagertjocklekar och fyllningshöjder.



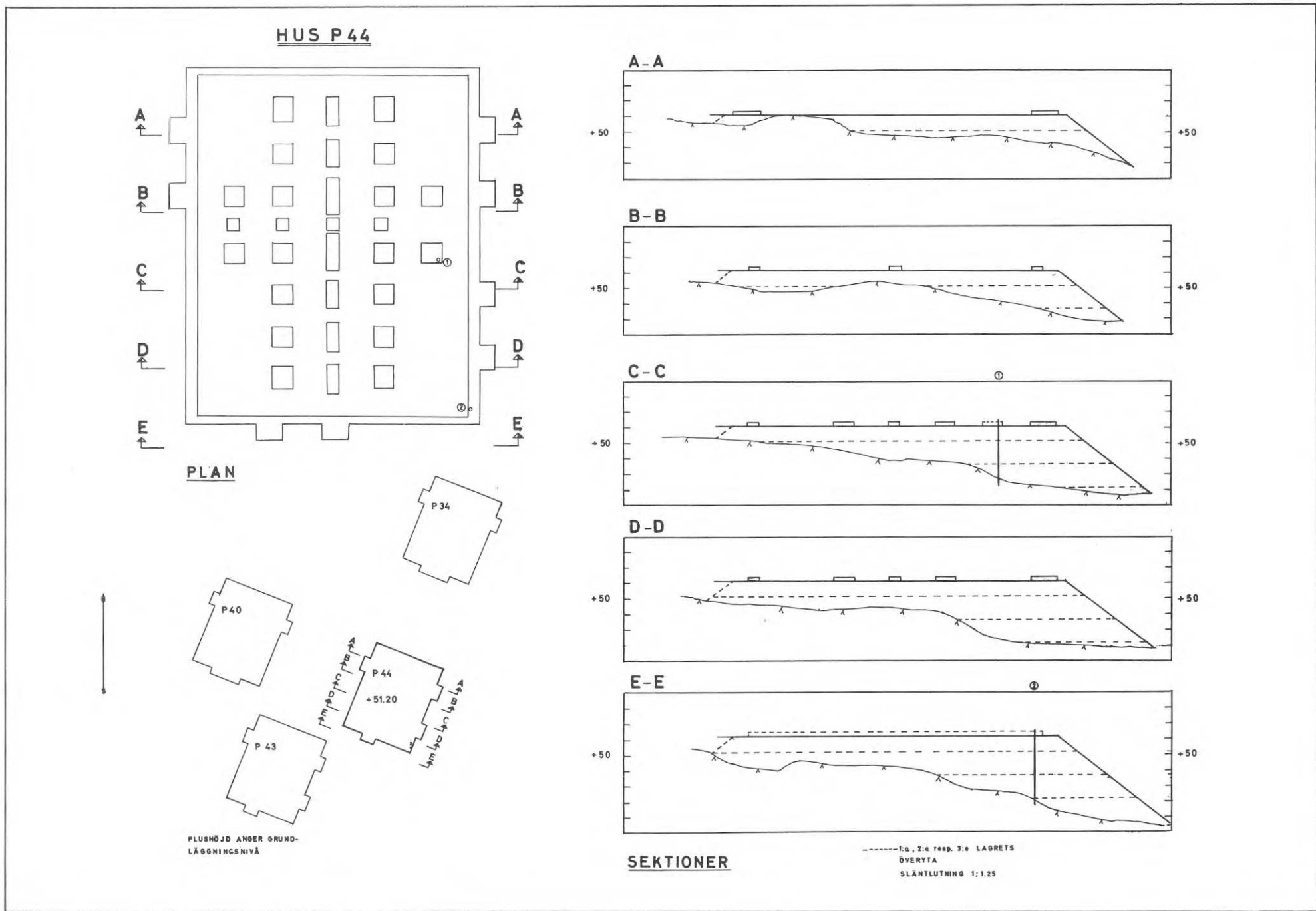
FIGUR 18. Hus L12:2 och L12:3. Lagertjocklekar och fyllningshöjder.



FIGUR 19. Hus L16:2, L16:3 och L16:4. Lagertjocklekar och fyllningshöjder.



FIGUR 21. Hus P38. Lagertjocklekar och fyllningshöjder.



FIGUR 22. Hus P44. Lagertjocklekar och fyllningshöjder.

6 MÄTNINGSPROGRAM

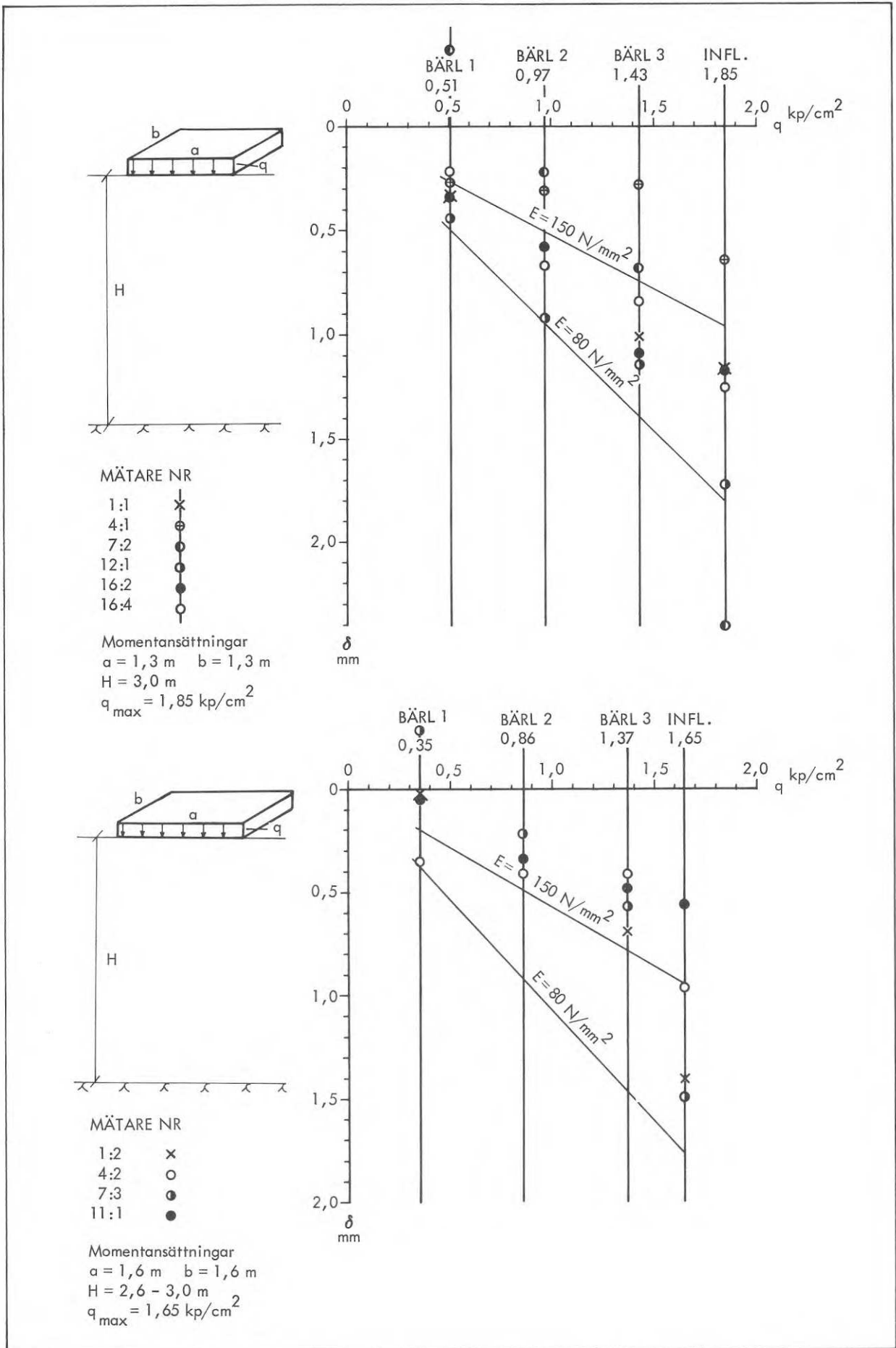
Under byggnadens uppförande har avläsningarna gjorts efter monteringen av varje bärlag eller oftare. Därefter har tiden mellan avläsningarna utökats till ungefär en avläsning varannan månad. Denna tid har emellertid efter hand ökats ut, så att ytterligare två avläsningar per år har utförts.

7 MÄTRESULTAT

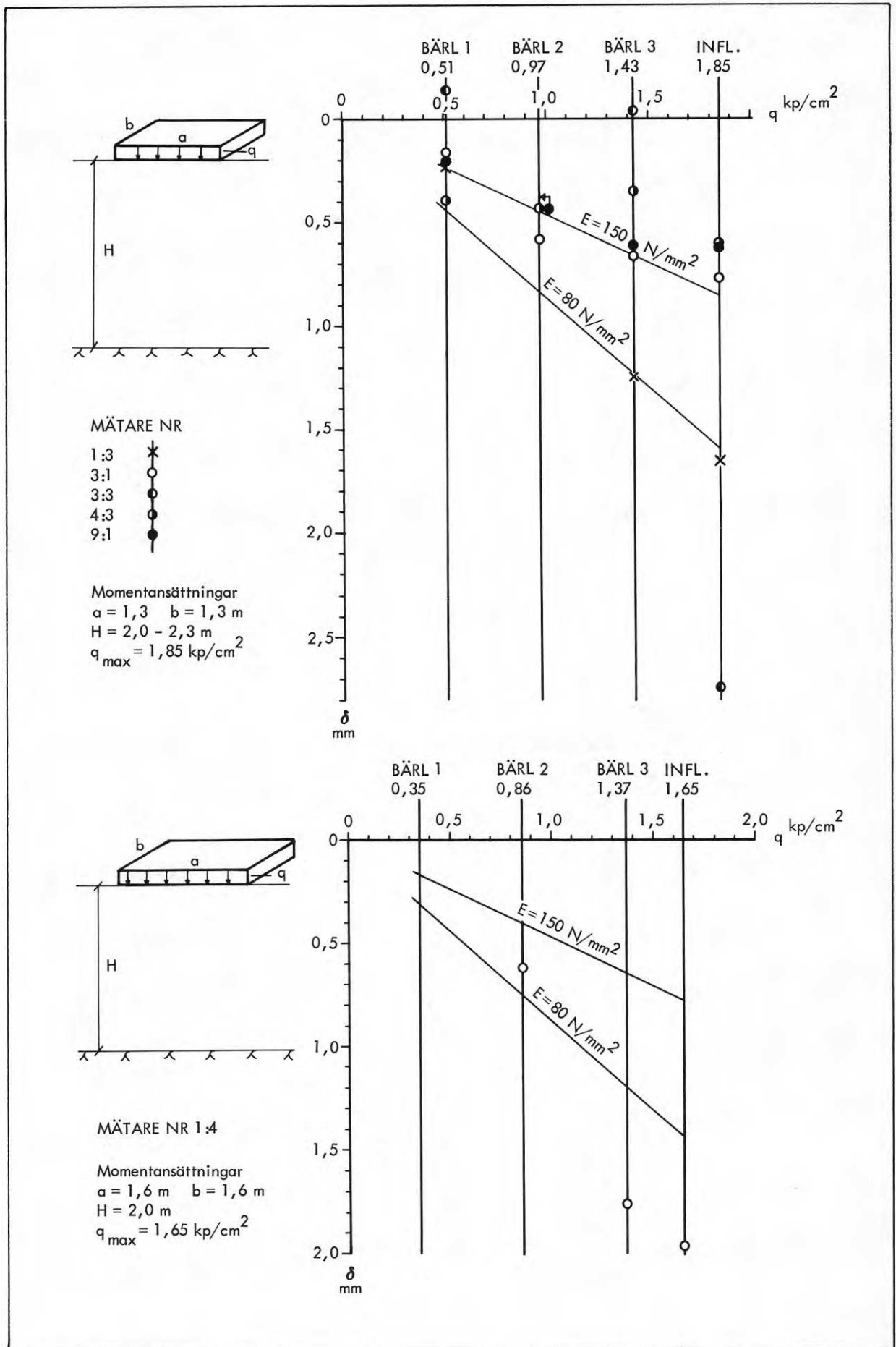
Resultatet av mätningarna redovisas grafiskt på FIGUR 23-32. Diagrammen visar sambandet mellan belastning och deformation för de momentana sättningarna. I diagrammen har också markerats påförd belastning efter montering av olika bärlag samt efter inflyttningen.

7.1 Resultatet av försök 7:1

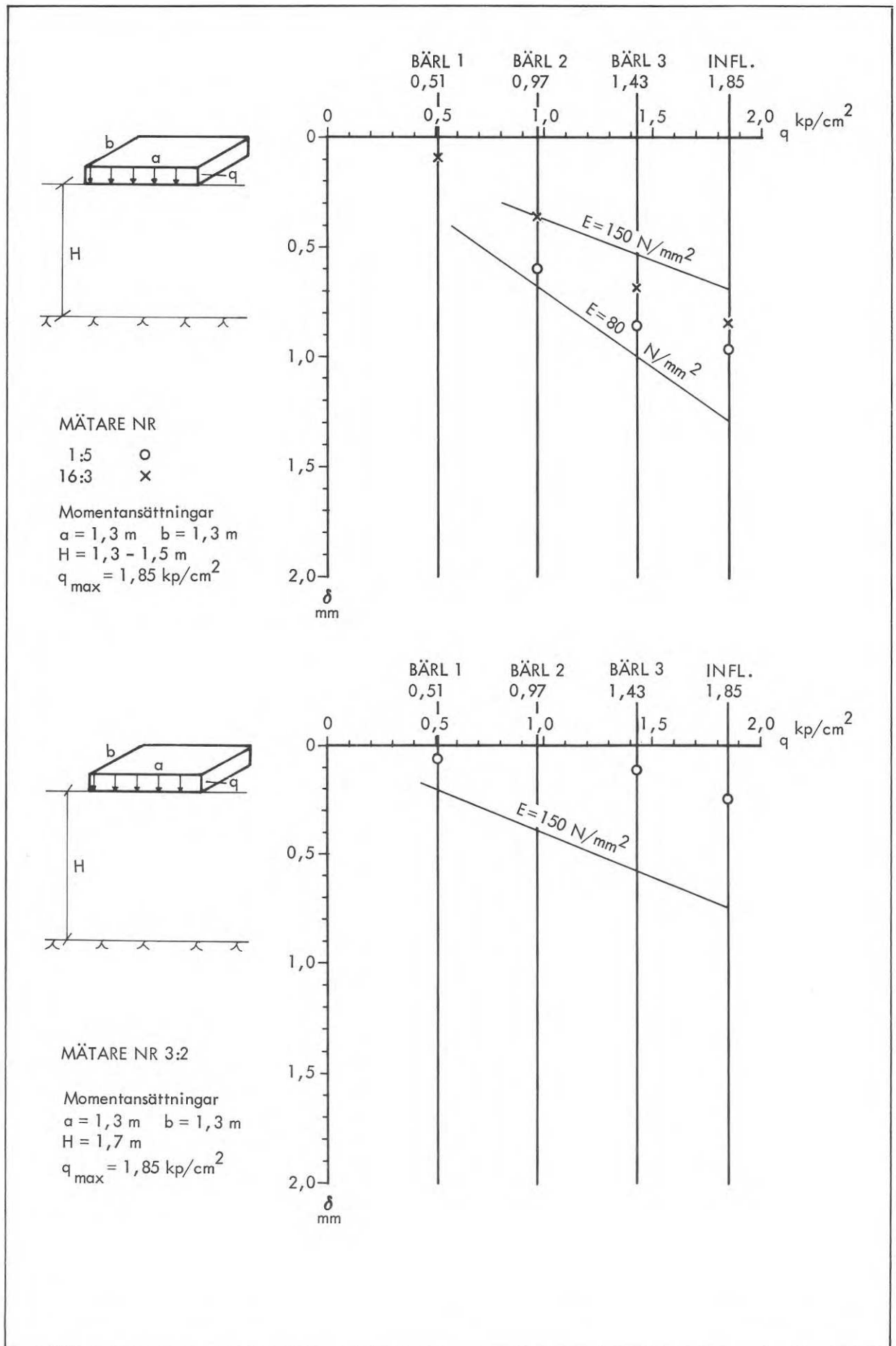
Resultatet av försök 7:1 skiljer sig markant från övriga försök. Mätningarna visar att denna grundplatta har satt sig ca 3 gånger mer än för övriga försökspunkter. Grundplattan är gjuten den 5 mars 1968. Då man redan från början erhöll relativt stora sättningar undersöktes grunden kring plattan. Man kunde då konstatera, att plattan hade gjutits mot ett uppfruset avjämningslager. Ur underlaget för bedömning av sättningar bör resultatet av försök 7:1 därför uteslutas. För bedömning av riskerna med tjälning är försöksresultatet av stort värde.



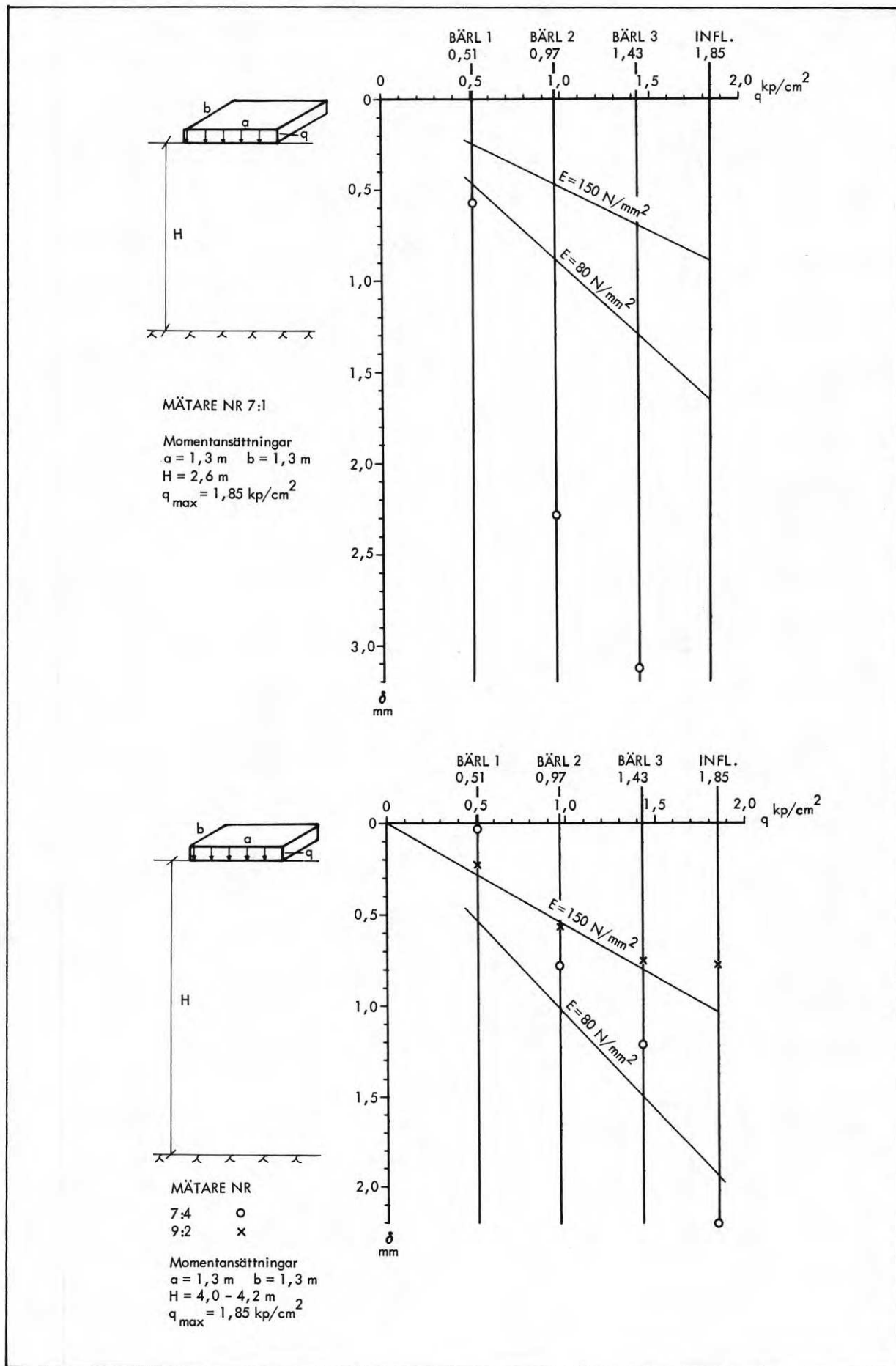
FIGUR 23. Resultat av sättningsmätningarna.



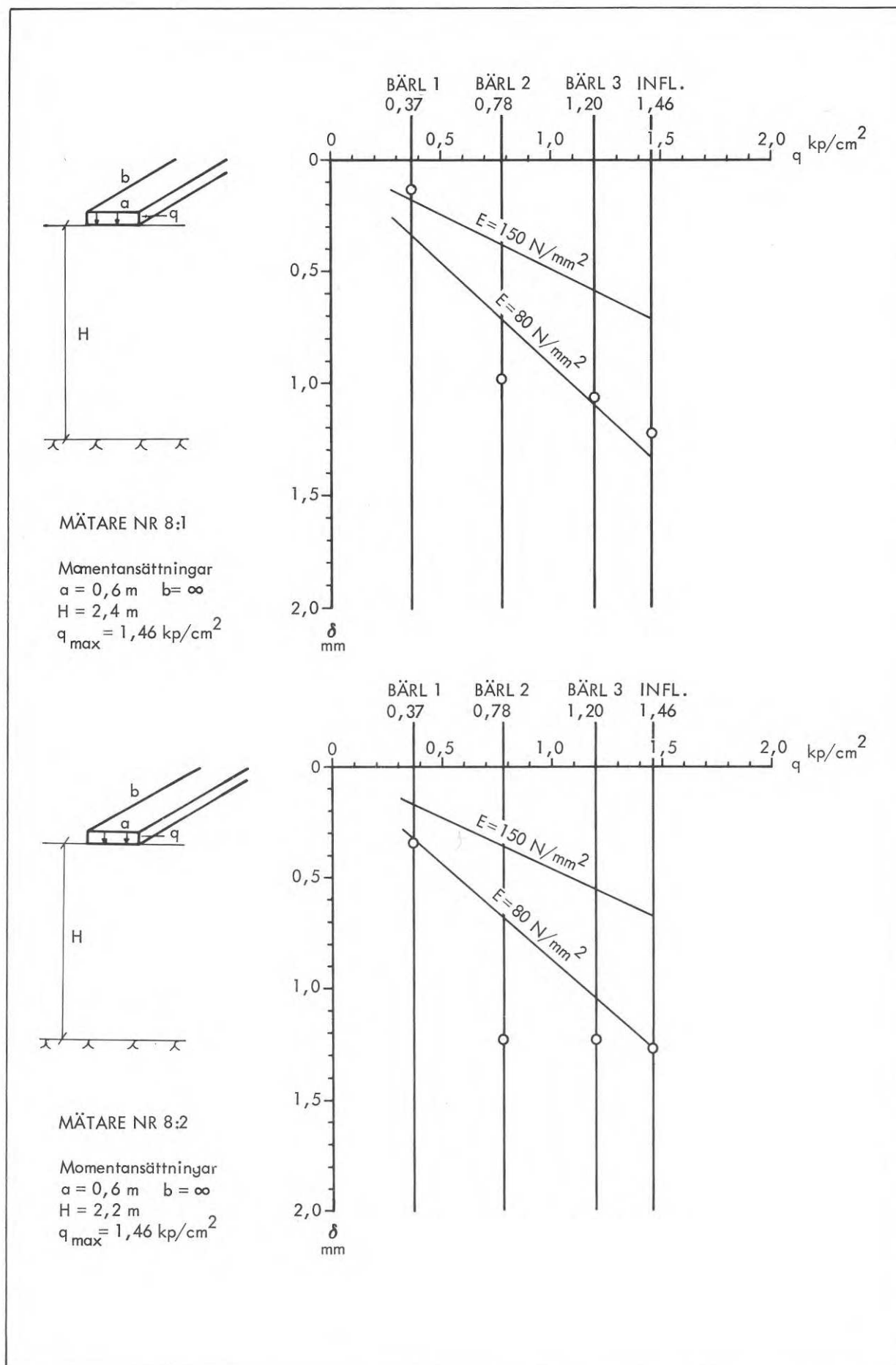
FIGUR 24. Resultat av sättningsmätningarna.



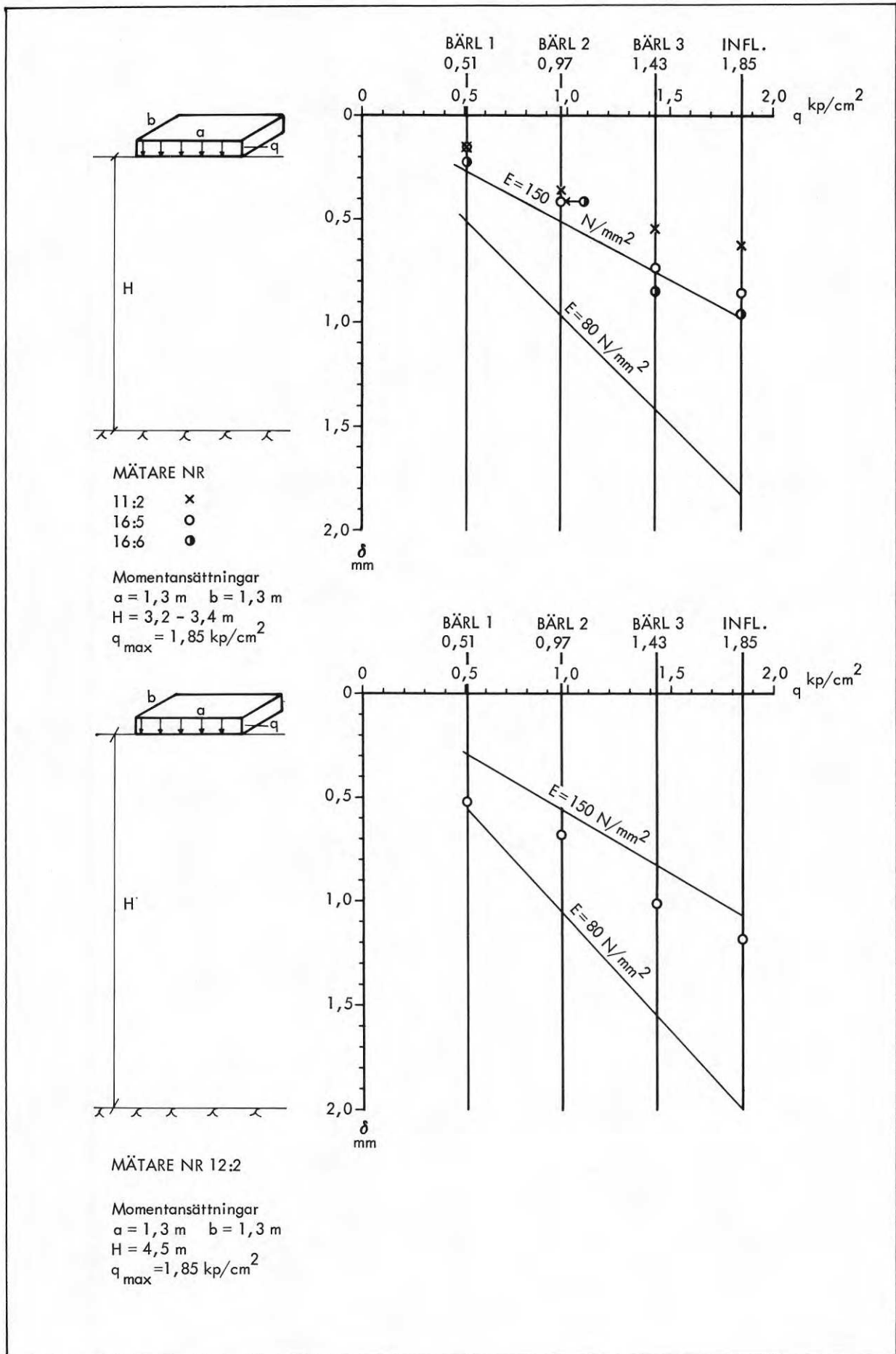
FIGUR 25. Resultat av sättningmätningarna.



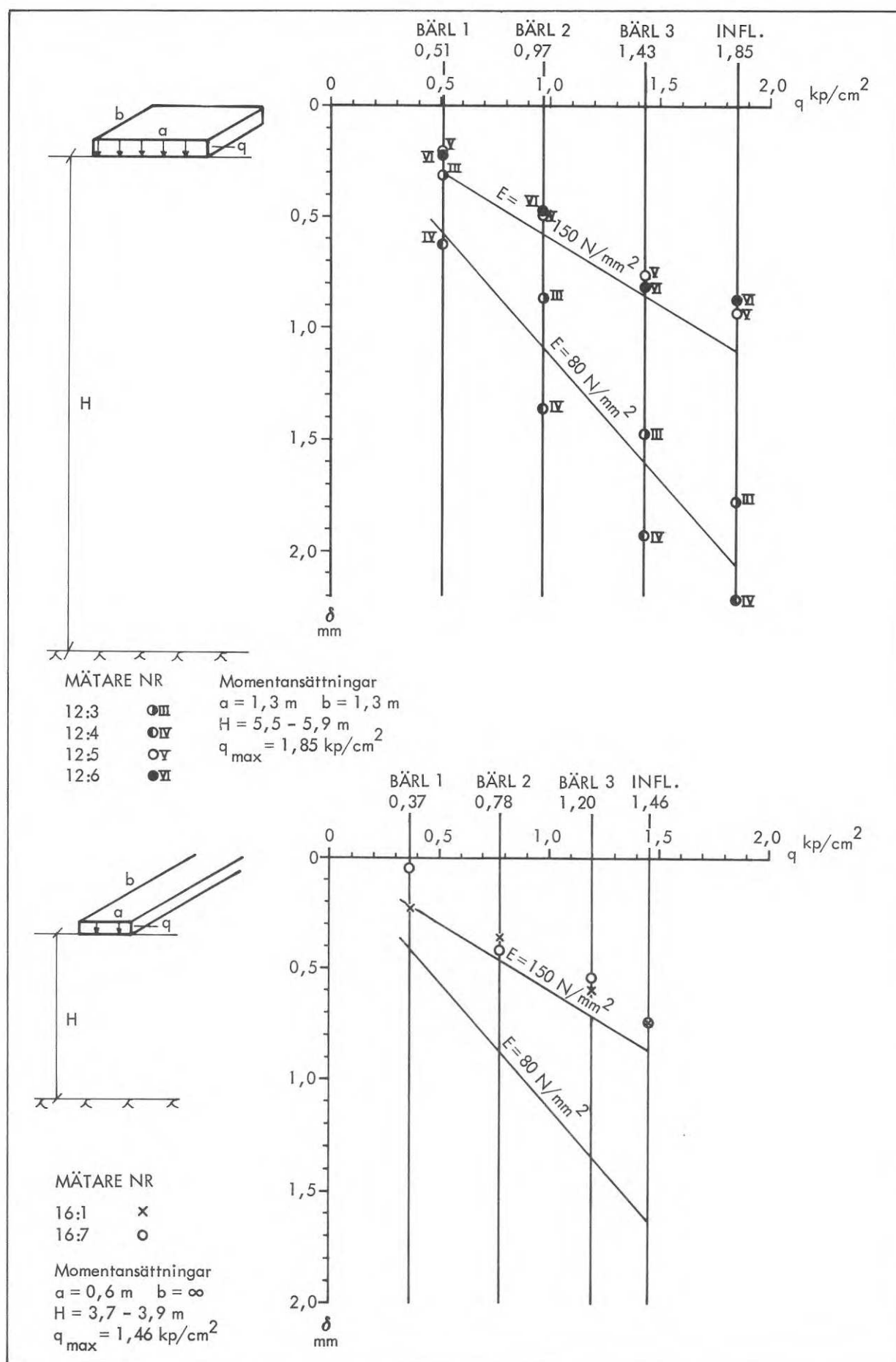
FIGUR 26. Resultat av sättningmätningarna.



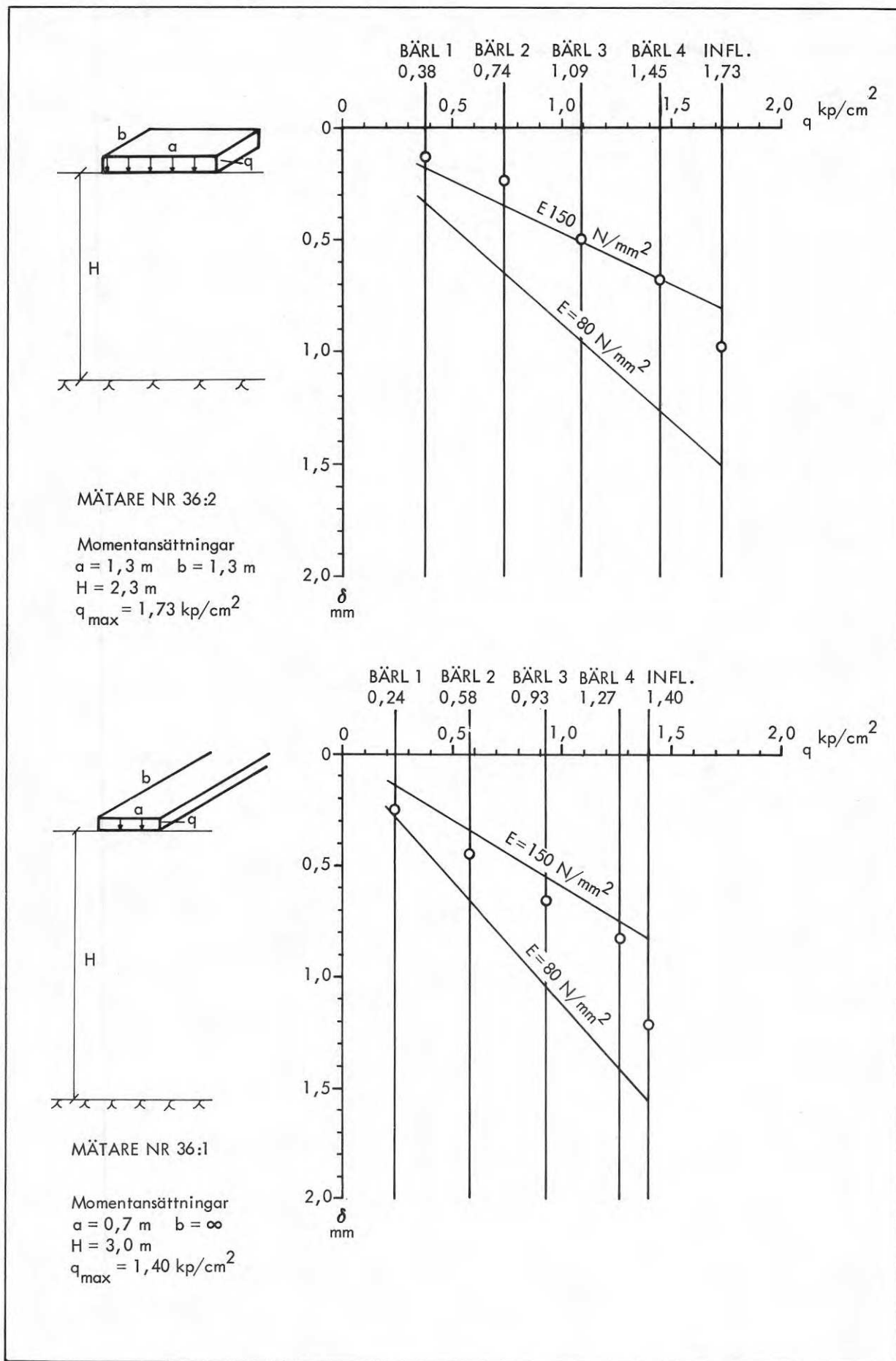
FIGUR 27. Resultat av sättningsmätningarna.



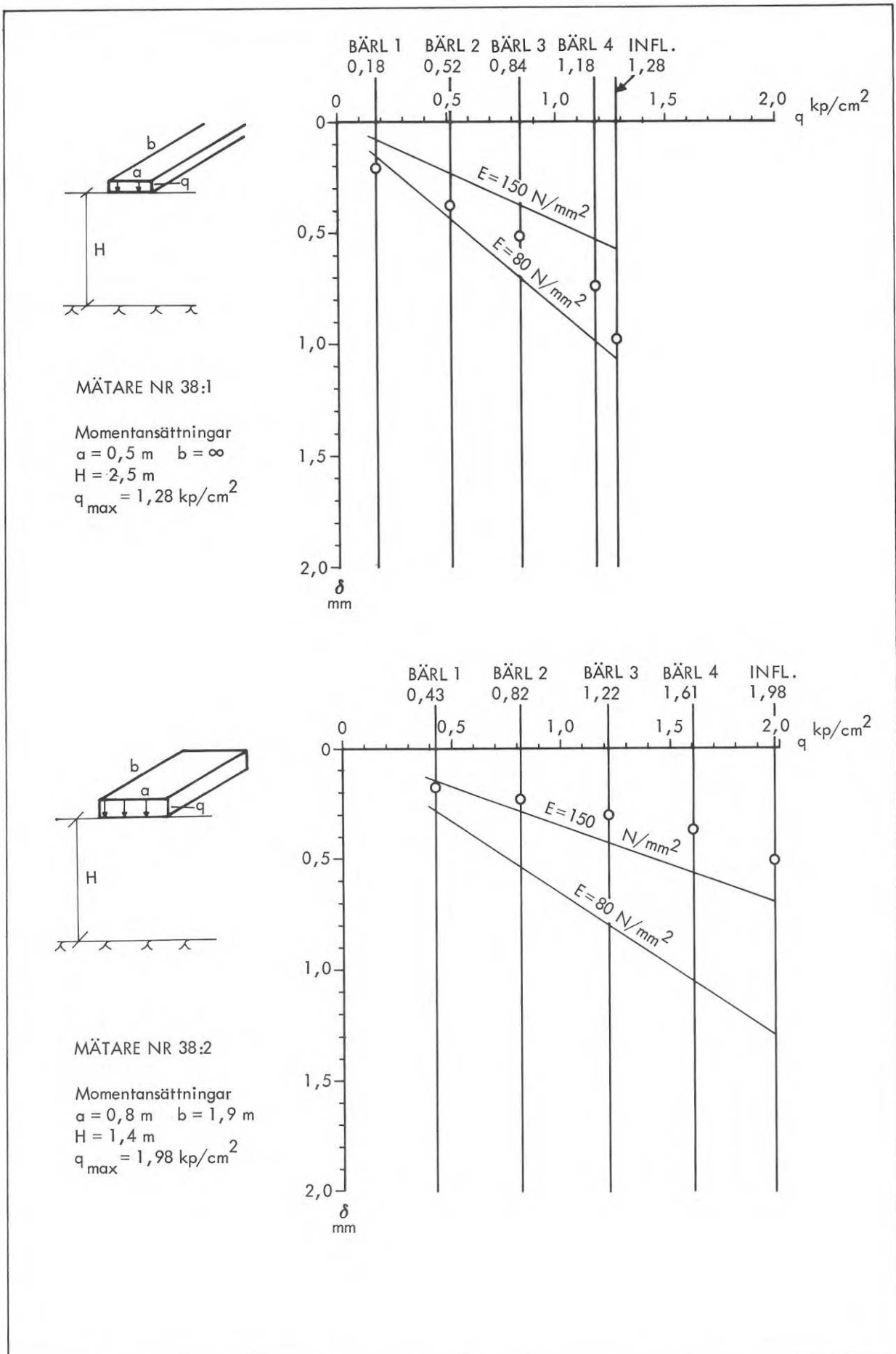
FIGUR 28. Resultat av sättningsmätningarna.



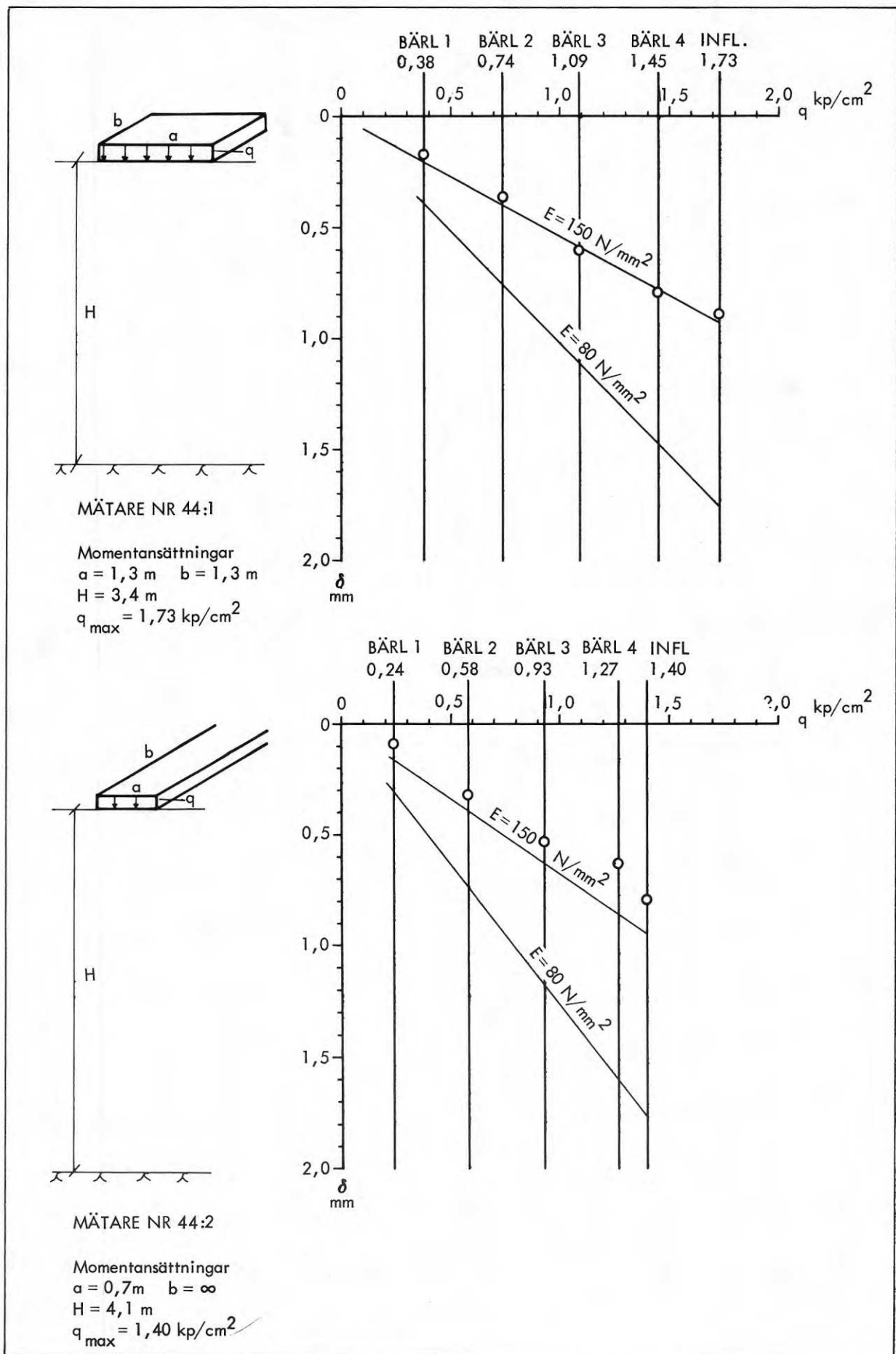
FIGUR 29. Resultat av sättningmätningarna.



FIGUR 30. Resultat av sättningsmätningarna.



FIGUR 31. Resultat av sättningsmätningarna.



FIGUR 32. Resultat av sättningsmätningarna.

8 SLUTSATSER AV MÅTRESULTATEN

Före försökens igångsättning gjordes en beräkning av de sättningar som kunde tänkas uppstå i en 5 m tjock fyllning. Förutsättningarna och resultatet av denna beräkning redovisas nedan.

8.1 Beräkning av sättningar i sprängstensfyllning belastad av grundplattor

Förutsättningar:

1. Sprängstensfyllningen antages vara elastisk.
2. Grundplattorna antages vara oändligt styva.
3. E_1 och E_2 (elasticitetsmodulerna för momentan- resp. långtidssättningar) antages variera med djupet i fyllningen enligt FIGUR 33. De låga E_2 -modulerna vid botten av varje lager är betingade av osäkerheten i vibrationsvältens djupverkan.
4. Kontraktionstalet μ antages lika med 0,3.
5. Beräkningen utförs enligt Steinbrenner.
6. Fyllningens totala tjocklek antages = 5,0 m.
7. Fyllningens egenvikt antages icke påverka de momentana sättningarna men väl långtidssättningarna.
8. Läget av den karakteristiska punkten antages enligt Grasshoff. Jfr FIGUR 34.

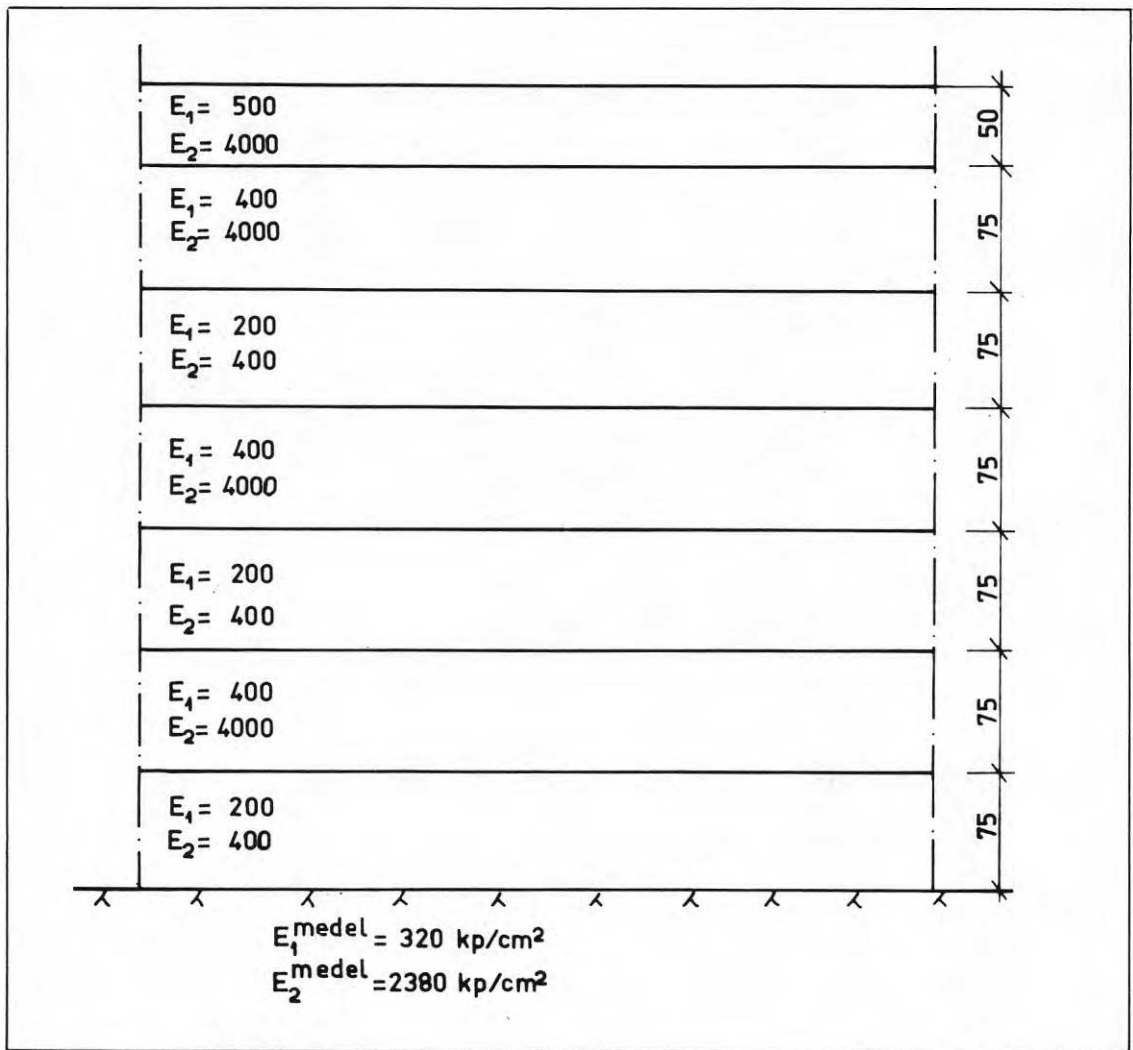
Beräkningen har genomförts för tre olika plattdimensioner och belastningar nämligen

platta 1	1,3 x 1,3 m ²	$\sigma_m = 1,73 \text{ kp/cm}^2$
platta 2	0,8 x 1,9 m ²	$\sigma_m = 1,98 \text{ kp/cm}^2$
platta 3	0,7 x ∞	$\sigma_m = 1,40 \text{ kp/cm}^2$

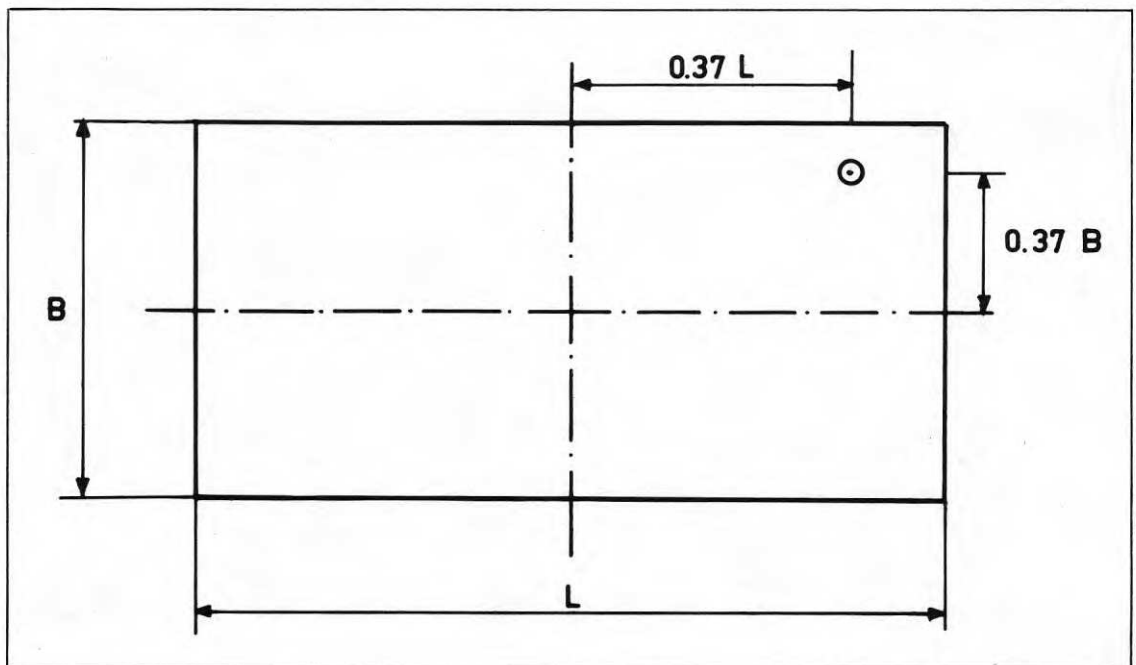
Resultatet av denna sättningsberäkning är följande:

Momentan sättning cm	Långtidssättning cm	Total sättning cm
platta 1	0,47	0,62
platta 2	0,48	0,63
platta 3	0,47	0,62

Sättningar av denna storlek bedömdes ej utgöra någon risk för byggnadernas stabilitet eller framtida funktion.



FIGUR 33. Antagna elasticitetsmoduler.



FIGUR 34. Karakteristiska punktens läge, enl Grasshoff.

8.2 Synpunkter på de uppmätta sättningarna

I förhållande till de på förhand uppskattade sättningarna har de verkliga sättningarna varit små. I diagrammet FIGUR 35 visas sättningarna för varje mätpunkt ordnade efter total fyllningshöjd. Av detta diagram framgår också tjockleken av varje utlagt lager, grundmedelpåkänningen samt långtidssättningen definierad som sättningen efter inflyttning.

Ur detta diagram kan man ej läsa ut att något klart samband mellan total fyllningstjocklek och storleken av sättningarna föreligger. Detta faktum gäller i varje fall för de momentana sättningarna. Långtidssättningarna har förmodligen ej hunnit utbildas mer än till en del. Tiden för långtidssättningarna varierar mellan 1,5 år och drygt 2,5 år. Dessa sättningar är dessutom av så liten storlek att felet i mätningarna inverkar starkt.

I TABELL 1 finns samtliga försök redovisade. Elasticitetsmodulerna E_1 och E_2 har beräknats för de enskilda försöken vid aktuella fyllningstjocklekar, plattdimensioner samt uppgivna grundmedelpåkänningar.

Frånräknas det största och det lägsta värdet blir medeltalet av E_1 -modulerna $1\ 300\ \text{kp/cm}^2$ ($130\ \text{N/mm}^2$) och medeltalet av E_2 -modulerna $29\ 500\ \text{kp/cm}^2$ ($2\ 950\ \text{N/mm}^2$). Medelavvikelsen är emellertid så stor som $500\ \text{kp/cm}^2$ ($50\ \text{N/mm}^2$) respektive $24\ 500\ \text{kp/cm}^2$ ($2\ 450\ \text{N/mm}^2$).

8.3 Momentansättningarna

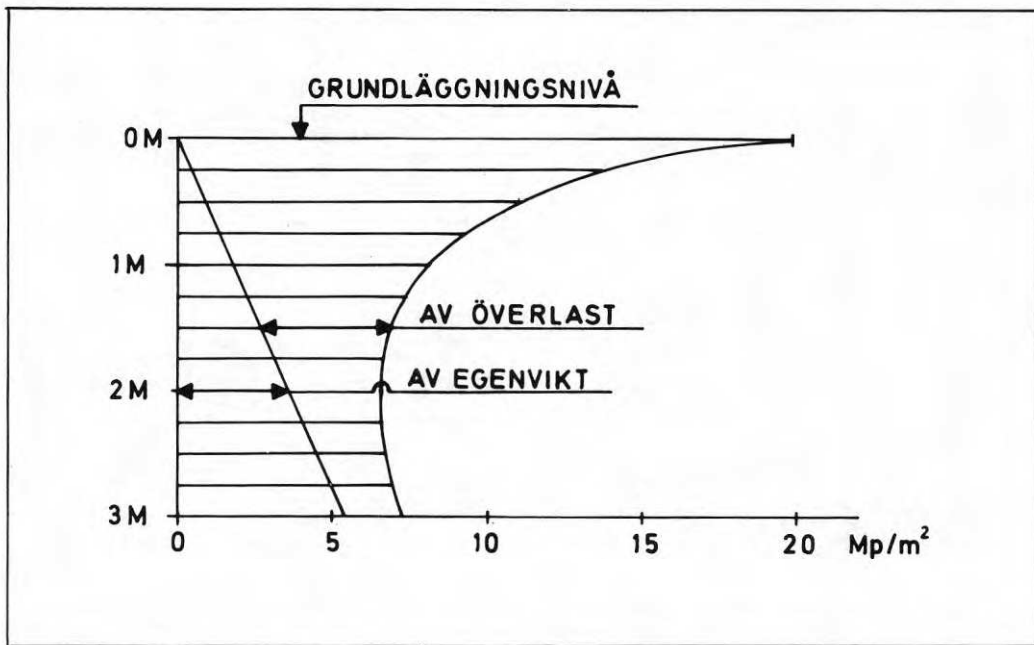
De E_1 -moduler som erhållits vid försöken är förvånansvärt stora i jämförelse med vid tidigare försök erhållna värden (Busk, 1967). Tänkbara orsaker till detta behandlas i det följande.

8.3.1 Belastningen

Den verkliga grundmedelpåkänningen torde vara lägre än den uppgivna. I belastningsantagandena finns relativt stora "säkerheter" inbyggda. Detta gäller främst snölast och nyttig last. Även i själva lastnedräkningen kan osäkerheter finnas. Om den verkliga belastningen är lägre än den beräknade, är den verkliga E_1 -modulen i motsvarande grad lägre än den beräknade.

8.3.2 Last-deformationskurvans utseende

Enligt tidigare belastningsförsök är last-deformationskurvan ej en rät linje. Den beräknade E_1 -modulen utgörs av en sekantmodul. De i Busk (1967) redovisade modulerna är beräknade för lastintervallet $0-3\ \text{kp/cm}^2$ ($0-0,3\ \text{N/mm}^2$). För det i föreliggande fall utnyttjade lastintervallet $0-1,5\ \text{kp/cm}^2$ ($0-0,15\ \text{N/mm}^2$) till $0-2\ \text{kp/cm}^2$ ($0-0,2\ \text{N/mm}^2$) blir E_1 -modulen betydligt större.



FIGUR 35. Effektivtryck.

TABELL 1. Sättningsförsöken.

Mätpunkt nr	Plattdimension cm	Grundmedelpåkänning kp/cm ²	Total fyllningshöjd m	Momentansättning mm	Långtids-sättning mm	Beräknad E ₁ kp/cm ²	Beräknad E ₂ kp/cm ²	Datum från vilket långtids-sättning mätts upp
1:1	130 x 130	1,85	3,0	1,16	0,10	1240	22500	10/5 - 68
1:2	160 x 160	1,65	2,7	1,40	0,01	994	204000	10/5
1:3	130 x 130	1,85	2,2	1,64	0,02	780	85700	10/5
1:4	160 x 160	1,65	2,0	1,96	0,07	586	21600	10/5
1:5	130 x 130	1,85	1,3	0,97	0,08	1025	14300	10/5
3:1	130 x 130	1,85	2,3	0,77	0,03	1660	58500	4/4 - 68
3:2	130 x 130	1,85	1,7	0,24	0,12	4670	11500	10/5 - 68
3:3	130 x 130	1,85	2,2	2,74	0,24	467	7150	10/5
4:1	130 x 130	1,85	3,0	0,64	0,11	2250	20400	4/4 - 68
4:2	160 x 160	1,65	2,6	0,96	0,09	1460	22400	4/4
4:3	130 x 130	1,85	2,3	0,60	0,12	2140	14600	4/4
(7:1)	130 x 130	1,85	2,6	(8,41)	(0,47)	(159)	(4150)	5/6 - 68
7:2	130 x 130	1,85	3,0	2,40	0,17	600	13200	5/6
7:3	160 x 160	1,65	3,0	1,49	0,16	966	14100	5/6
7:4	130 x 130	1,85	4,0	2,20	0,06	700	49600	5/6
8:1	60 x	1,46	2,4	1,26	0,09	850	17700	9/7 - 68
8:2	60 x	1,46	2,2	1,30	0,07	776	20600	9/7
9:1	130 x 130	1,85	2,0	0,69	0,26	1810	6200	9/7
9:2	130 x 130	1,85	4,2	0,86	0,17	1810	18500	9/7
11:1	160 x 160	1,65	3,0	0,62	0,11	2320	20400	14/8 - 68
11:2	130 x 130	1,85	3,3	0,66	0,11	2200	22000	14/8
12:1	130 x 130	1,85	3,0	1,86	0,31	775	7250	14/8
12:2	130 x 130	1,85	4,5	1,28	0,22	1250	15500	14/8
12:3	130 x 130	1,85	5,5	1,85	0,20	880	21800	14/8
12:4	130 x 130	1,85	5,5	2,33	0,22	700	19800	14/8
12:5	130 x 130	1,85	5,8	1,04	0,17	1600	27500	9/7 - 68
12:6	130 x 130	1,85	5,9	0,97	0,08	1710	58500	9/7
16:1	60 x	1,46	3,9	0,82	0,05	1600	--	14/10 - 68
16:2	130 x 130	1,85	3,0	1,25	0,17	1150	13200	14/10
16:3	130 x 130	1,85	1,5	0,84	0,03	1240	41300	14/10
16:4	130 x 130	1,85	3,0	1,40	0,20	1030	11250	14/10
16:5	130 x 130	1,85	3,2	0,92	0,09	1580	26300	14/10
16:6	130 x 130	1,85	3,4	0,92	0,02	1610	127000	14/10
16:7	60 x	1,46	3,7	0,82	0,12	1570	21000	14/10 - 68
36:1	70 x	1,40	3,0	1,21	0,05	1025	41000	15/12 - 68
36:2	130 x 130	1,73	2,3	0,98	0,03	1225	56000	15/12
38:1	50 x	1,28	2,5	1,01	0	835	--	15/2 - 69
38:2	190 x 80	1,98	1,4	0,51	0	2020	--	15/2
44:1	130 x 130	1,73	3,4	0,89	0,04	1570	61000	15/2
44:2	70 x	1,40	4,1	0,75	0,13	1890	23800	15/2

8.3.3 Packningsarbetet

Fyllnings- och packningsarbetet har utförts ytterst noggrant och övervakats av ständigt närvarande kontrollant. Packningsarbetet har inom många grunder utökats genom att fler än 10 överfarter med vibrationsvälten utförts. Eftersom avjämningslagret packats genom 10 överfarter har i realiteten det översta fyllningslagret packats genom 20 överfarter. De momentana sättningarna utbildas just inom en jordvolym närmast ytan.

Vid packning av en friktionsjord blir packningseffekten relativt dålig närmast ytan. Detta har sannolikt påverkat E_1 -modulerna negativt vid försöken i Karlskrona, se Byggforskningens rapport 13:1967. Packningen av avjämningslagret och gjutningen av grundplattorna direkt mot den färdigpackade ytan torde ha påverkat E_1 -modulerna i positiv riktning vid Ormingeförsöken.

Vid nedborrning av borrstål för sättningsmätare kan en extra packning av fyllningsmaterialet under mätpunkterna ha ägt rum. Med hänsyn till den ringa rörelseenergi som borrar-maskinen och borrstålen kan åstadkomma torde emellertid denna extra packning ha varit av mycket liten betydelse.

8.3.4 Upphängning av massorna på mätstålet

Vid sammanpressning av sprängstensmassorna kan dessa genom mantelfriktion mot mätstålet hängas upp på detta och även sammantrycka stålet. Nedan följer en beräkning av den kraft som kan upptas av stålet samt dess sammantryckning vid ett normalfall.

Grundplatta	130 x 130 cm ²
Grundtryck	1,98 kp/cm ² (0,198 N/mm ²)
Last på grundplattan	1,3 · 1,3 · 19,8 = 33,5 Mp (335 kN)
Stål 1 1/4", omkrets	1,25 · 2,5 · π = 9,8 cm
area	8,0 · 1,2 = 6,8 cm ²
längd = 3 m	

Friktionskoefficient stål - sprängsten = 0,45

Jordtryckskoefficient 0,45

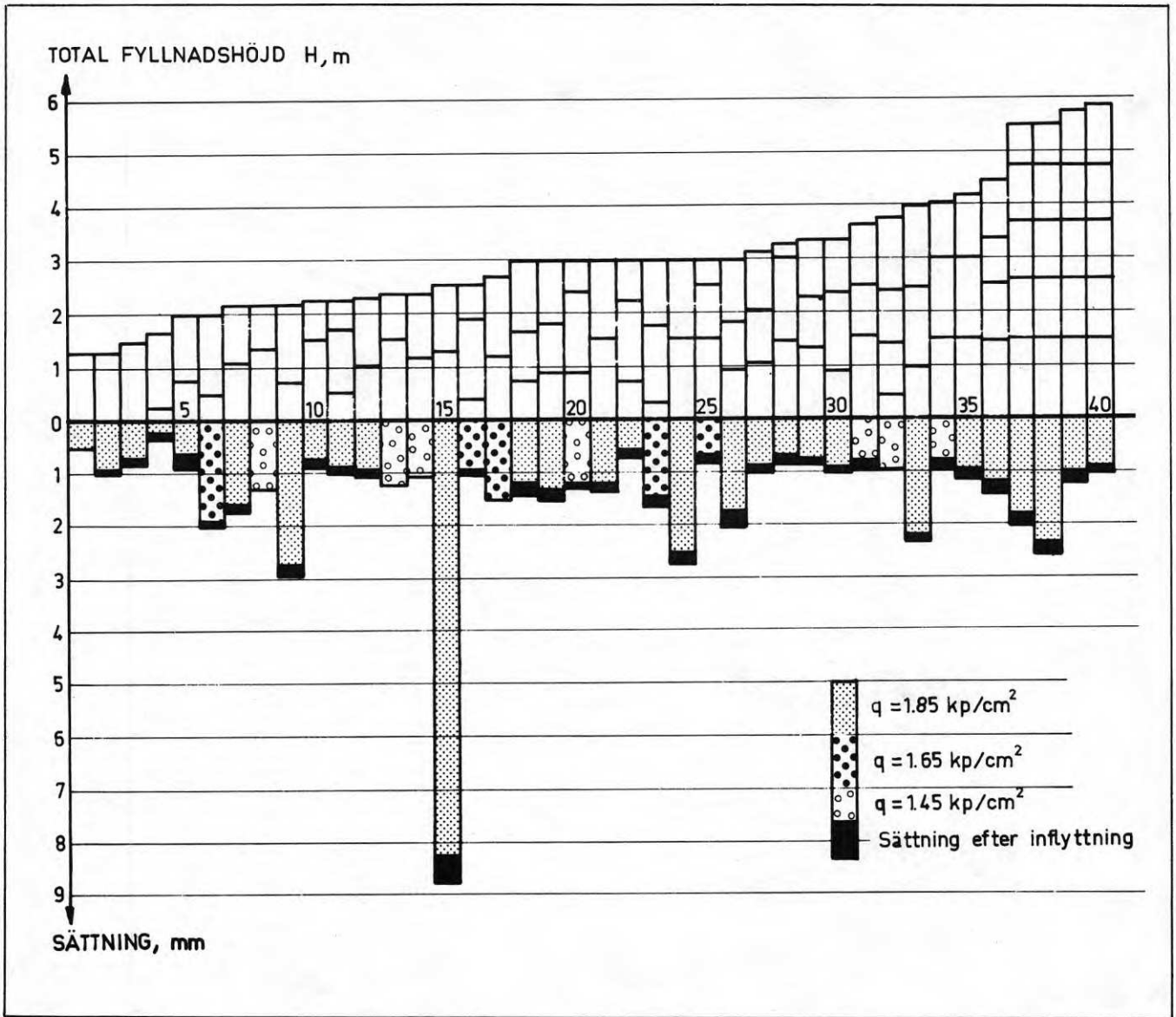
Sprängstens skrymdensitet 1,8 ton/m³

Lastspridning i sprängstensfyllningen 2:1

Effektivtryckets fördelning blir

$$\begin{aligned}
 0 \text{ m} \quad \bar{\sigma} &= 19,8 \text{ Mp/m}^2 \\
 1 \text{ m} \quad \bar{\sigma} &= 1,8 \cdot 1 + \frac{33,5}{(1,3+1)^2} = 8,1 \text{ Mp/m}^2 \quad (81 \text{ kN/m}^2) \\
 2 \text{ m} \quad \bar{\sigma} &= 1,8 \cdot 2 + \frac{33,5}{(1,3+2)^2} = 6,7 \text{ Mp/m}^2 \quad (67 \text{ kN/m}^2) \\
 3 \text{ m} \quad \bar{\sigma} &= 1,8 \cdot 3 + \frac{33,5}{(1,3+3)^2} = 7,2 \text{ Mp/m}^2 \quad (72 \text{ kN/m}^2)
 \end{aligned}$$

Jfr FIGUR 36.



FIGUR 36. Resultat av sättningsmätningar för 40 grundplattor.

$$J = 0,45 \cdot \left[\frac{(19,8+8,1) \cdot 1}{2} + \frac{(8,1-6,7) \cdot 1}{2} + \frac{(6,7+7,2) \cdot 1}{2} \right] \text{ Mp/m}$$

$$J = 12,7 \text{ Mp/m (127 kN/m)}$$

Max. friktionskraft som kan överföras till stålet

$$P = 0,45 \cdot 0,098 \cdot 12,7 = 0,56 \text{ Mp (5,6 kN)},$$

vilket är mindre än 1,7 % av den påförda lasten. Sammantryckningen av stålet på grund av kraften P

$$\Delta l = \frac{560 \cdot 300}{6,8 \cdot 2,1 \cdot 10^6} = 0,017 \text{ cm},$$

vilket är ca 10 % av den uppmätta rörelsen.

Med all säkerhet står de nedborrade stålen till stor del fritt i genomborrade block och påverkas alltså inte efter hela sin längd av något jordtryck. Den reellt överförda kraften torde därför vara betydligt mindre än den teoretiskt beräknade. Man kan därför säga att mätresultaten endast obetydligt torde ha påverkats av sprängstensmassornas upphängning på mätstålen.

8.4 Långtidssättningarna

De uppmätta långtidssättningarna är, som tidigare nämnts, av mycket liten storlek. Mättiden är emellertid relativt kort och sättningarna kan tänkas öka till, i förhållande till momentansättningarna, relativt stora värden. Från dammbyggnader känner man till att långtidssättningar vid löst utfyllda sprängstensmassor är av samma storleksordning som de momentana sättningarna. Vid väl packade sprängstensmassor har emellertid långtidssättningar visat sig vara mycket små.

Sättningsmätningarna i Orminge bör fortsätta kontinuerligt under lång tid, för att ge en klarare bild av långtidssättningarnas utveckling.

Med hjälp av elasticitetsteorin beräknade långtidssättningar visar dålig överensstämmelse med de verkliga sättningarna.

9 SLUTORD

Om mätningarna och resultaten kan sammanfattningsvis sägas

att själva mätmetoden inte nämnvärt har inverkat på mätresultaten

att utfyllning och packning i 1,5 m lager i detta fall har utförts med gott resultat samt

att långtidssättningarna bör följas under många år för att man skall kunna få ökade kunskaper om sättningsarnas karaktär och storlek.

Slutligen vill vi varna för att dra alltför långtgående slutsatser av mätresultaten. De har framkommit under de specifika förhållanden som har gällt i Orminge.

Med hänsyn till de många osäkra faktorerna och den stora spridningen i mätvärdena bör man vid beräkning av momentansättningar med hjälp av elasticitetsteorin i packade sprängstensfyllningar av hårda bergarter, såsom granit och gnejs, tills vidare tillämpa relativt låga E-moduler, förslagsvis maximalt ca 1 000 kp/cm² (100 N/mm²).

Långtidssättningar i sprängstensfyllningar bör således beräknas med hjälp av elasticitetsteorin.

10 LITTERATUR

- Busk, G, 1967, Provbekastning av grundplattor på sprängstensmassor. (Statens institut för byggnadsforskning) Rapport 13:1967. Stockholm.
- Forssblad, L, 1967, Packning av jord- och stenfyllningar. (Svenska bokförlaget - Byggforskningen) Stockholm.
- Grasshoff, H, 1955, Setzungsberchnungen starrer Fundamente mit Hilfe des "kennzeichnenden Punktes". Der Bauingenieur 30, Heft 2.
- Hansbo, S, 1967, Sättningar och brottproblem vid grundläggning med plattor på friktionsjord. STF-TII. Kurs i Geoteknik, 1 - 3 mars 1967. Stockholm.
- Kjellman, W & Jakobsson, B, 1955, Some relations between stress and strain in coarsegrained cohesionless materials. Royal Swedish Geotechnical Institute, Proceedings nr 9, Stockholm.
- Kjærnsli, B, 1962, Deformasjoner av fyllningsdammer. Norges Geotekniske Institutt, Publikasjon 48, Oslo.
- Steinbrenner, W, 1934, Tafeln zur Setzungsberchnung, Die Strasse, Vol. 1.
- Terzaghi, K, 1943, Theoretical Soil Mechanics, John Wiley & Sons, Inc, New York.

BILAGA 1

PMangående utfyllning och packning av sprängsten för vissa byggnader i kv. Smaragden, Boo kommun

Utfyllning och packning av sprängsten för hus L1, L7, L8, L9, L12 och L16 i kv. Smaragden skall utföras i enlighet med de bestämmelser, som gäller för kv. Kristallen och övriga hus i kv. Smaragden med de undantag som framgår av nedanstående punkter.

1. Lagertjocklek och packning:

Maximala lagertjockleken får uppgå till 1,5 m. Sprängstenen utlägges med traktorutbredning. Packningen utföres med 10 överfarer med 5-tons traktordragen vibrationsvält utan vattning.

2. Största stenstorlek och gradering:

Största stenstorleken får uppgå till högst $2/3$ av lagertjockleken. Största stenstorleken definieras som största tvärmåttet. Någon särskild gradering föreskrives icke. Några siktanalyser av fyllningsmaterialet skall dock utföras. Lagerytorna kan behöva avjämnas med samkross (0-200 mm) för att bli "vältbara".

3. Fyllnings utsträckning och släntlutningar:

I grundläggningsnivån utsträcker fyllningen intill minst 1,0 m utanför grundplattans ytterkant och i botten intill minst 1,0 m plus $1,25 \times$ totala fyllningshöjden (släntlutning 1:1,25). Dessa mått ger enligt bifogade stabilitetsberäkning en säkerhet mot utglidning större än 3.

4. Avjämnning av underlaget:

Avjämnning av underlaget till en lutning av högst 1:2 utföres, där höjdskillnaden är större än största stenstorleken. Som alternativ till utjämnning av bergkonturen kan lokala gropar utfyllas med välgraderat krossmaterial 0-200 mm, vilket utlägges i maximalt 40 cm tjocka lager och packas med minst 6 överfarer med 400 kg vibratorplatta under vattning.

Stockholm den 7 juli 1967

GRUND-KONSULT AB

Gunnar Busk

BILAGA 2

Stockholm den 4/2 1970
Banérgatan 16STATENS GEOTEKNISKA INSTITUT
STOCKHOLM No
Tel. 08/67 00 90
Telegr. adr.: GEOTEKNISKAVar god åberopa institutets
referens: K 9731Angående laboratorieundersökning av sprängstensprover från Orminge och Henriksdal.

På uppdrag av Grundkonsult AB den 8.12.1969 har Statens geotekniska institut utfört laboratorieundersökning av sprängstensprover avseende bergart, huvudmineral, kristallform och kornform. Bergart och mineralsammansättning har bedömts okulärt, medan kornformen bestämts genom uppmätning av proverna. De undersökta proverna utgörs av 19 st från Orminge och 12 st från Henriksdal.

Bergart och mineralsammansättning

Bergarten utgörs i materialet från både Orminge och Henriksdal av grå gnejs med något inslag av pegmatit. Huvudmineral är kvarts, fältspat (plagioklas) och glimmer (biotit och muskovit). Proverna visar en mer eller mindre tydlig skiktning där parallellorienteringen av mineralen är mest framträdande i de glimmerrika delarna. I sju prover framträder skiktningen mycket svagt. Bergartsproverna är medel-till finkorniga. I ett fåtal skikt förekommer 1-1 1/2 cm stora fältspatkristaller.

Kornform

Stenmaterialet är kantigt, ofta med två ytor parallella med bergartsskiktningen.

Stenarnas dimensioner har uppmätts enligt TABELL 2 och 3. Antalet stenar är för litet för att medge en noggrann bestämning av kornformen.

TABELL 2. Ormingematerialets kornform.

Sten nr	L mm	B mm	T mm	Avplattning och flis- ighet enl Cailleux och Tricart		Kornform enl. Zingg		
				$A = \frac{L+B}{2T}$	$F = \frac{B}{T}$	$\frac{B}{L}$	$\frac{T}{B}$	Benämning
01	101	44	18	4,03	2,44	<2/3	<2/3	Flatstänglig
02	61	26	26	1,67	1,0	<2/3	>2/3	Stänglig
03	94	42	25	2,72	1,68	<2/3	<2/3	Flatstänglig
04	96	48	37	1,95	1,30	<2/3	>2/3	Stänglig
05	86	65	21,5	3,52	3,02	>2/3	<2/3	Flat
06	85	72	35	2,24	2,06	>2/3	<2/3	Flat
07	125	77	39	2,59	1,97	<2/3	<2/3	Flatstänglig
08	65	32	19	2,55	1,68	<2/3	<2/3	"-
09	118	77	45	2,16	1,71	<2/3	<2/3	"-
010	61	42	27	1,91	1,55	<2/3	<2/3	"-
011	147	90	72	1,64	1,25	<2/3	>2/3	Stänglig
012	90	75	52	1,58	1,44	>2/3	>2/3	Kubisk
013	114	85	57	1,76	1,53	>2/3	>2/3	"-
014	211	146	46	3,88	3,18	>2/3	<2/3	Flat
015	258	109	62	2,96	1,76	<2/3	<2/3	Flatstänglig
016	121	113	63	1,86	1,79	>2/3	<2/4	Flat
017	167	96	68	1,93	1,41	<2/3	>2/3	Stänglig
018	165	87	73	1,72	1,19	<2/3	>2/3	"-
019	259	220	100	2,39	2,20	>2/3	<2/3	Flat

TABELL 3. Henriksdalsmaterialiets kornform.

Sten nr	L mm	B mm	T mm	Avplattning och flisighet enl. Cailleux och Tricart		Kornform enl. Zingg		
				$A = \frac{L+B}{2T}$	$F = \frac{B}{T}$	$\frac{B}{L}$	$\frac{T}{B}$	Benämning
H1	159	84	37	3,29	2,27	<2/3	<2/3	Flatstänglig
H2	172	51	32	3,49	1,59	<2/3	<2/3	"-
H3	126	34	28	2,86	1,21	<2/3	>2/3	Stänglig
H4	190	121	40	3,91	3,02	<2/3	<2/3	Flatstänglig
H5	160	102	59	2,22	1,73	<2/3	<2/3	"-
H6	170	95	92	1,44	1,03	<2/3	>2/3	Stänglig
H7	186	128	108	1,45	1,18	>2/3	>2/3	Kubisk
H8	193	108	45	3,34	2,40	<2/3	<2/3	Flatstänglig
H9	82	78	29	2,75	2,69	>2/3	<2/3	Flat
H10	233	143	75	2,50	1,90	<2/3	<2/3	Flatstänglig
H11	227	150,5	70,5	2,67	2,14	<2/3	<2/3	"-
H12	252	95	85	2,04	1,12	<2/3	>2/3	Stänglig

I tabell 2 och 3 är

L = största längd

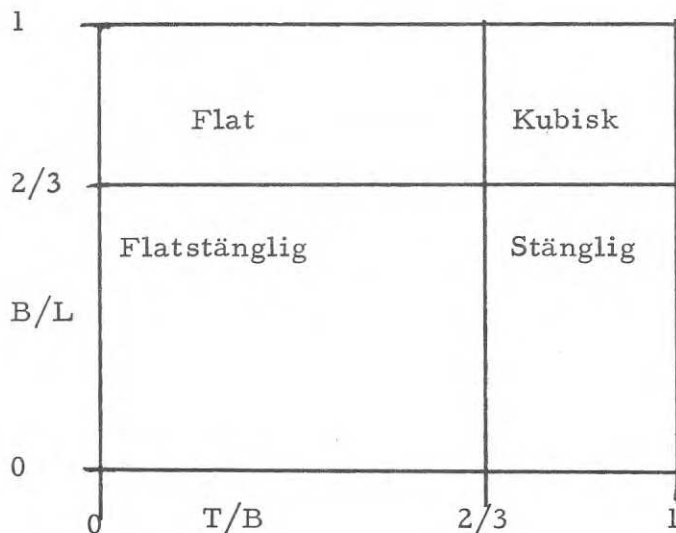
B = största bredd vinkelrätt mot L

T = största tjocklek vinkelrätt mot L och B

A = avplattning

F = flisighet

Benämningen av kornformen enligt Zingg anges som kubisk, flat, stänglig eller flatstänglig efter förhållandet mellan L, B och T enligt nedanstående figur.



Avplattningen A är bestämd ur sambandet $A = \frac{L+B}{2T}$ och flisigheten $F = \frac{B}{T}$ enligt Cailleux och Tricart. Som framgår av TABELL 4 är Henriksdalsmaterialet mer avplattat än Ormingematerialet. Flisigheten motsvarar det värde som man för grus brukar erhålla genom stavsiktning. Medelvärdet för de båda lokalerna är av storleksordningen 1,8 - 1,9.

TABELL 4. Jämförelse mellan avplattningen för Orminge- och Henriksdalsmaterialet.

Avplattning 100 · A	Orminge		Henriksdal	
	Antal	Procent	Antal	Procent
100-200	9	48	2	17
200-300	7	37	6	50
300-400	2	10	4	33
≥400	1	/5		

Stockholm den 4 febr. 1970

STATENS GEOTEKNISKA INSTITUT

Laboratorieavdelningen

Rudolf Karlsson

Ulf Kihlblom

R18: 1972

Denna rapport avser anslag C 359 från Statens råd för byggnadsforskning till civilingenjör Gunnar Busk, AB Jacobson & Widmark Grundkonsult, Stockholm.

Distribution: Svensk Byggtjänst, Box 1403, 111 84 Stockholm

Grupp: konstruktion

Pris: 16 kronor