

Rapport

R38:1971

**Bakåtförankrad spont
i friktionsjord**

Göran Sandqvist



Byggforskningen

INSTITUTET
FÖR
BYGGDOKUMENTATION

Accnr 72-0146a

Klass 624.137.4

624.152.63

Dep. 69.059.2

ACR

Bakåtförankrad spont i friktionsjord Deformationer och stagkrafter i sponten vid pålning och tjälning

Göran Sandqvist

Pålningens arbeten i en spontad schakt, där jorden utgöres av friktionsmaterial, ger ofta upphov till rörelser i sponten främst på grund av förändringar av jordens packning innanför sponten, ibland även på grund av ett ökat jordtryck utanför sponten. Sådana rörelser kan få allvarliga konsekvenser för omgivande byggnader, gator och ledningar.

För sposter, som står över en vinterperiod, har det ibland konstaterats att stödkrafterna väsentligt ökar under vintern, en ökning som beror på tjälbildningen i jorden bakom sponten. För att studera dessa båda problem har mätningar av stagkrafter och spontutböjning gjorts i samband med grundlägningsarbetena för ett varuhus i kv Pallas i Borås.

Mätningarna har utförts i fem sektioner, tre mot L. Brogatan och två mot Västerlånggatan, se FIG. 1. Byggnadsplatsen är belägen alldeles invid Viskan. Schaktdjupet varierar mellan 5,0 och 6,5 m. Schaktbotten låg ca 4 m under vattenytan i Viskan.

Geoteknisk beskrivning

Schakten spontades mot L. Brogatan

och Västerlånggatan samt utmed Viskan. Sponten var av typ Larssen II vilken förankrades med injekterade kabelstag. I två sektioner var sponten förankrad med endast en rad stag, i de övriga tre sektionerna var förankringen utförd på två nivåer. Hammarbanden utgjordes av dubbla UNP 40. Stagen, som var av typ Freyssinet, hade 6–8 linor. Varje stag var förspänt med 25 % av provdragningslasten, dvs. 19–25 Mp samt förankrades antingen i berg eller i morän.

Under schaktnings- och grundlägningsarbetena var grundvattenytan avsänkt med wellpoint. Wellpointspetsarna var placerade runt schakten invid sponten samt dessutom i en rad mitt i schakten. Grundvattenståndet följdes i fem observationsrör på andra sidan L. Bro- och Västerlånggatorna. Under hela vinterhalvåret 1969–70 låg grundvattenytan i rören ca 2,5 m under den normala nivån. Invid sponten låg grundvattenytan i sektionerna 2–5 i nivå med schaktbotten, vilket kunde konstateras i den blottade schaktväggen under de spontspetsar, som ej trängt ned till schaktbotten. I sektion 1, där spontväggen var tät och nedslagen 5 m under schaktbott-

Bygghorsningen Sammanfattningar

R38:1971

Nyckelord:

spont (bakåtförankrad)

deformationer (spont), pålning, tjälning

stagkrafter (spont), pålning, tjälning
jordtryck, friktionsjord

Rapport R38:1971 avser anslag C 607 från Statens råd för byggnadsforskning till civilingenjör Göran Sandqvist, Stockholm.

UDK 624.137.4
624.152.63
69.058.2
SfB A
(10)

Sammanfattning av:

Sandqvist, G, 1971, *Bakåtförankrad spont i friktionsjord. Deformationer och stagkrafter i sponten vid pålning och tjälning.* (Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Rapport R38:1971, 36 s., ill. 9 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

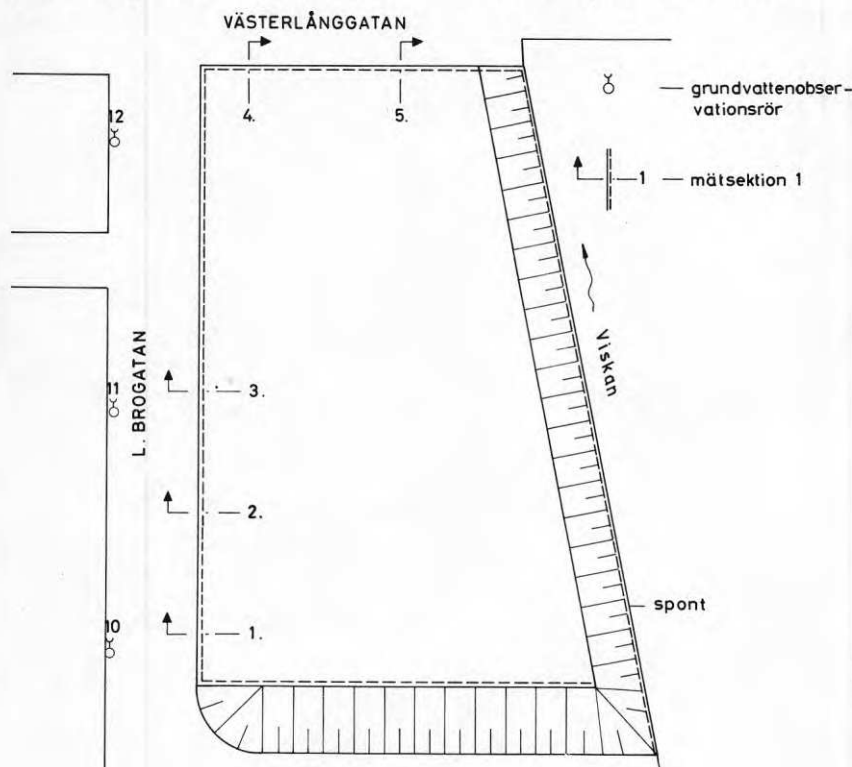


FIG. 1. Plan av byggnadsområdet. Skala 1:1 000.

nen, har grundvattenytan antagits ligga 1,5 m över schaktbotten.

Jordlagerföljden i de fem sektionerna bestod av 1 à 2 m fyllning på mo och sand som i sin tur överlagrade morän. Mon och sanden utgöres av distala avlagringar av Boråsåsen, som löper väster om området. Mons och sandens mäktighet och fasthet varierar mellan de olika sektionerna, i en (sekt. 4) består jorden huvudsakligen av morän. Laboratorieundersökningar, vilka omfattade dränerade skärförsök samt siktanalyser, utfördes på ett antal prov av mo och sand. De ur skärförsöken beräknade friktionsvinklarna varierade mellan 28° och 38°. Dessa värden har legat till grund för jordtrycksberäkningen, som i efterhand gjorts för att jämföra beräknade och uppmätta stagkrafter.

Deformationer och stagkrafter

Spontens utböjning och stagkrafterna mättes vid fyra tillfällen, nämligen

- efter montering av övre hammarband och stag (i sektioner med dubbla hammarband)
- efter färdig schakt men före pålning
- efter påslagningen
- sedan jorden bakom sponten tjälät

Vissa avvikelser från mätningssprogrammet måste dock göras på grund av det sätt på vilket grundläggningsarbetena bedrevs. I varje sektion gjordes mätningar på tre intilliggande stag. Den i rapporten redovisade stagkraften utgör medelvärdet av dessa tre mätningar. Spontens utböjning mättes med teodolit Wild T2, med en mättningsnoggrannhet av ± 2 mm. Avsikten var att stagkrafter och utböjningar skulle mätas samtidigt. Eftersom stagsmätningarna tog längre tid blev dock vissa stag mätta ett par dagar senare. Exempel på uppmätta stagkrafter och spontdeformationer visas i FIG. 2. Tjälbildningen bakom sponten undersöktes i en provgrop i början av mars. Det visade sig därvid att tjälän trängt ned ca 1,2 m under gatuplanet och ungefär 0,5 m vinkelrätt in från sponten.

Påslagningen medförde kraftiga markskakningar, vilka dock icke förorsakade några skador på angränsande byggnader. Schaktbotten sattes sig däremot 1 à 2 dm. Sättningen tolkades som en omlagring — packning av jorden.

För att studera möjligheten att mäta förändringen i jordens packning till följd av pålning utfördes viktsondering i schaktbotten före och efter påslagningen. Sondering företogs i fem punkter. Något entydigt resultat erhöles dock ej. I vissa fall var sonderingsmotståndet större efter pålningen, i några fall registrerades ingen förändring och i något fall var motståndet till och med mindre efter på-

ningen än före densamma.

De uppmätta stagkrafterna har jämförts med de värden som erhålls med gängse beräkningsmetoder. I sektioner med ett hammarband har jordtrycken beräknats enligt Rankine. Vid dubbla hammarband har jordtrycket antagits jämnt fördelat på aktiva sidan enligt Terzaghi—Peck (1967), medan Rankineskt jordtryck antagits på passiva sidan. De beräknade värdena ansluter sig tämligen väl till de uppmätta i sektioner med ett hammarband. Vid dubbla hammarband ger jordtrycksfördelningen enligt Terzaghi—Peck bäst överensstämmelse utom i en sektion där övre stagkrafterna i stället motsvarar Rankinesk fördelning.

I tre av sektionerna (sekt. 1, 2 och 5, se FIG. 1) där mon och sanden är lösast lagrad och har den största mäktigheten blev spontens utböjning efter påslagningen max 3 cm. För de båda övriga sektionerna där jorden är fastare blev utböjningarna helt naturligt mindre och understeg 1 cm. I den ena av dessa båda sistnämnda sektioner (4) förekom ingen påslagning närmare än ca 10 m eftersom denna del av grundläggningen utfördes med hel bottenplatta. Efter påslagningen fortsatte deformationerna, sannolikt till följd av tjältrycket. I början av februari uppgick dessa deformationer till maximalt en centimeter och det är troligt att ytterligare någon centimeters utböjning kunnat konstateras om mätningar varit möjliga att utföra i mars. Den sammanlagda utböjningen efter påslagning och tjäle skulle därvid uppgå till 3 à 5 cm

i sektioner med relativt löst lagrad mo och sand och det större djupet till morän (sekt. 1, 2, 5) respektive 1 à 2 cm i de övriga sektionerna, där jorden är fastare och delvis består av morän. Utböjningen utgör ca 0,5—1,0 % av schaktdjupet.

Eftersom spontens utböjning ökade under påslagningen bör även stagkrafterna ha höjts. Hur stor höjningen blev har icke kunnat klarläggas beroende på att första stagkraftsmätningen i allmänhet gjordes samtidigt med pålningen. Under perioden januari—mars ökade sedan stagkrafterna ytterligare. Denna ökning uppgick till ca 20 % utom i ett fall där den var ca 40 %. De höjda stagkrafterna torde kunna förklaras av tjälbildningen bakom sponten. Temperaturen var under hela perioden november 1969 till april 1970 under 0°C.

Slutord

För att få en uppfattning om vilka tillskottskrafter och påkänningar en spont utsätts för i samband med påslagning samt då jorden tjälär är praktiska försök nödvändiga.

Erfarenheterna från de i rapporten beskrivna mätningarna visar att man måste räkna med vissa avsteg från ett uppgjort mätningssprogram, eftersom mätningarna helt naturligt kommer i andra hand. Men även om således alla planerade mätningar inte alltid helt kan genomföras är de ändå värdefulla eftersom de efter hand ger ett säkrare underlag för bedömningen av vilka tillskottslaster utöver konventionellt jordtryck som spontkonstruktioner bör dimensioneras för.

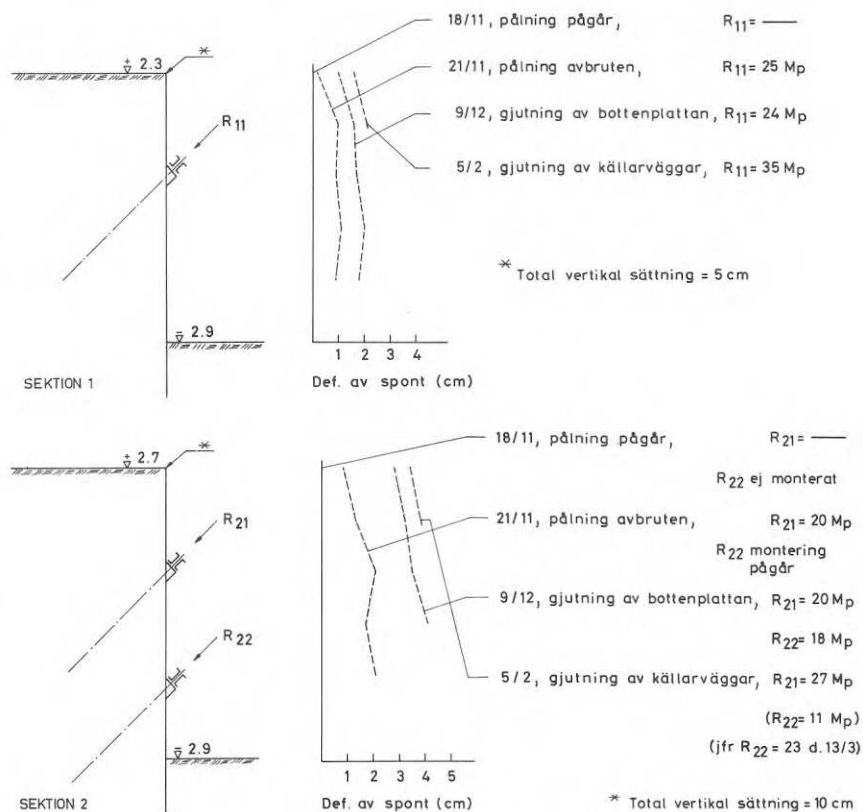


FIG. 2. Spontens deformation samt uppmätta stagkrafter, sektion 1 och 2 enligt FIG. 1.

Anchored sheet pile walls in friction soil Deformations and tie forces in the piling during pile driving inside the excavation and during thaw

Göran Sandqvist

Piling inside an excavation where the sides are supported by sheet piling and the soil consists of cohesionless material often gives rise to movements in the sheet piling, due mostly to changes in soil compaction inside the sheet piling and sometimes also to an increase in earth pressure outside the sheet pile wall. These movements may have serious consequences for buildings, streets and services in the vicinity of the excavation.

It has sometimes been found in sheet pile walls which are left in place over a winter period that tie forces exhibit a considerable increase during the winter, owing to freezing of the soil behind the sheet pile. In order to study these two problems, measurements of tie forces and sheet pile deflection have been carried out in conjunction with foundation works for a department store in the "Pallas" block at Borås.

The measurements were carried out at five sections, three abutting onto L. Brogatan and two abutting onto Västerlånggatan, see FIG. 1. The site is adjacent to the river Viskan. Depth of excavation varied between 5.0 and 6.5 m. The bottom of the excavation was about 4 m below water level in the river.

Geotechnical description

The excavation was supported by sheet piling on the L. Brogatan side, the Västerlånggatan side and alongside the River Viskan. The sheet piling used was type Larssen II anchored by grouted cable ties. In two sections the sheet piling was anchored only by one row of ties while in the other three sections it was anchored at two levels. The waling consisted of double channels UNP 40. The ties which were of the Freyssinet type had 6–8 strands. Each tie was prestressed to 25% of the ultimate proof load, i.e. to 19–25 tonnes, and was anchored either in rock or moraine.

During the excavation and foundation work the ground water level had been lowered by wellpoints. The wellpoints were placed around the excavation next to the sheet piling and also in one row in the middle of the excavation. Observations of the ground water level were carried out by means of five tubes on the other side of the two streets. During the whole of the 1969–1970 winter the ground water level in the tubes was about 2.5 m below the normal level. Next to the sheet piling the ground water surface was level with the bottom

National Swedish Building Research Summaries

R38:1971

Key words:

sheet piling (anchored)
deformations (sheet piling), piling, frost heave
tie forces (sheet piling), piling, frost heave
earth pressure, friction soil

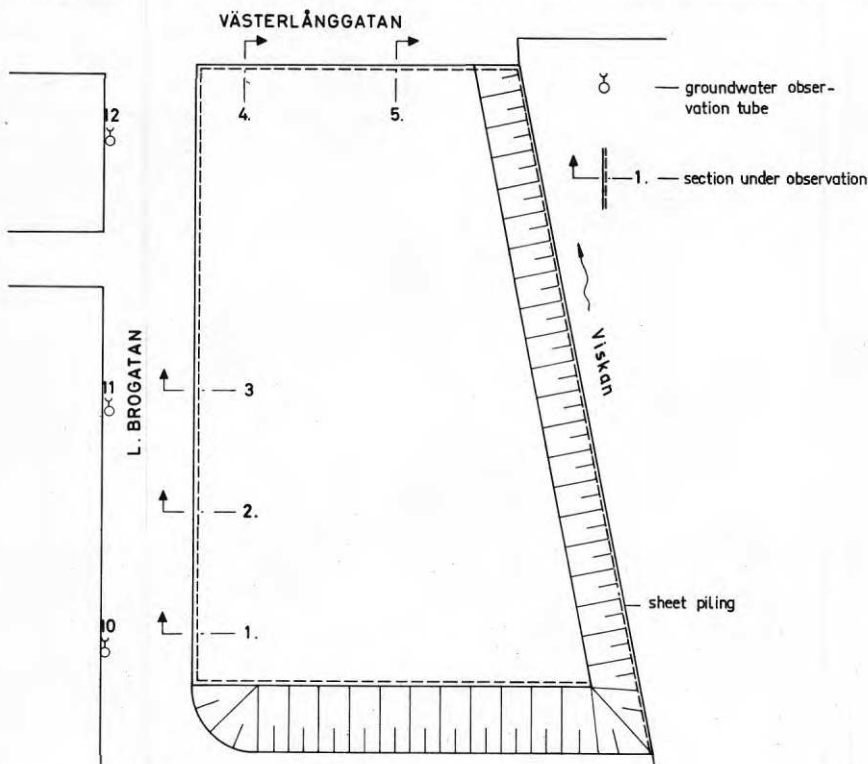


FIG. 1. Plan of the building site. Scale 1:1000.

Report R38:1971 has been supported by Grant C 607 from the Swedish Council for Building Research to Göran Sandqvist, Stockholm.

UDC 624.137.4
624.152.63
69.058.2
SfB A
(10)

Summary of:

Sandqvist, G, 1971, *Bakåtförankrad spont i friktionsjord. Deformationer och stagkrafter i spanten vid pålning och tjälning*. Anchored sheet pile walls in friction soil. Deformations and tie forces in the piling during pile driving inside the excavation and during thaw. (Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Report R38:1971, 36 p., ill. 9 Sw. Kr.

The report is in Swedish with Swedish and English summaries.

Distribution:

Svensk Byggtjänst
Box 1403, S-111 84 Stockholm
Sweden

of the excavation at sections 2–5, a fact that could be observed at the exposed side of the excavation below the points of the sheet piles which had not penetrated to the bottom of the excavation. At section 1, where the sheet piling was watertight and had been driven to a depth of 5 m below the bottom of the excavation, it was assumed that the ground water level was 1.5 m above the bottom of the excavation.

The soil in the five sections consists of 1–2 m fill on fine sand and medium sand underlain by moraine. The sand layers are extreme deposits of the Borås esker which runs to the west of the area. The thickness and strength of the fine and medium sands vary from section to section. At one of the sections (4) the soil mainly consists of moraine. Laboratory tests comprising drained shear tests and sieve analyses were carried out on a number of fine and medium sand samples. The angles of repose calculated from the drained shear tests varied between 28° and 38°. These values were used in subsequent earth pressure calculations which were carried out in order to compare calculated and observed tie forces.

Deformation and tie forces

Deflections of the sheet piling and tie forces were measured on four occasions, a) after placing the upper waling and ties (at sections with double waling) b) after completion of excavation but prior to piling c) after the piles had been driven d) after the soil behind the sheet pile wall had thawed.

Some departures from the measurement programme had to be made, however, owing to the way in which foundation works were carried out. Measurements were made on three adjacent ties at every section, the tie force tabulated in this report being the mean of these three measurements. The deflection of the sheet pile wall was measured with a Wild T2 theodolite with an accuracy of ± 2 mm. The intention had been that tie forces and deflections should be measured at the same time, but owing to the fact that tie force measurements took some time, some tie measurements were carried out a few days later. FIG. 2 contains an example of registered tie forces and deflections in the sheet piling. Frost formation behind the sheet pile wall was studied at the beginning of March in a trial pit. It was found that frost had penetrated about 1.2 m below street level and about 0.5 m inwards from the wall at right angles.

Piling entailed strong ground vibration which however caused no damage to adjacent buildings. On the other hand, however, the bottom of the excavation settled by 1–2 dm. The settlement was interpreted as recompaction of the soil.

In order to study whether measurement of changes in soil compaction, as a result of piling, was possible, static penetration were carried out in the bottom of the excavation before and after piling, at five points. No uniform results were obtained. In some cases penetration resistance was greater after piling, in some cases no changes were found, and in one or two cases the resistance was even less after piling than before.

The observed tie forces have been compared with values obtained by usual calculation methods. At sections with one waling the earth pressure was calculated according to Rankine. In the case of double waling the earth pressure on the active side was assumed to be uniformly distributed according to Terzaghi and Peck (1967) while on the passive side Rankine earth pressure conditions were assumed to apply. The calculated values are in fairly good agreement with those measured at sections with one row of waling. At sections with two rows of waling, the best agreement is given by earth pressure distribution according to Terzaghi and Peck, with the exception of one section where the upper tie forces correspond to a Rankine distribution.

At three of the sections (sect. 1, 2 and 5, see FIG. 1) where the fine and medium sands are the loosest and have the greatest thickness, deflection of the sheet pile wall after piling was a maximum of 3 cm. At both the other sections where the soil is firmer, the deflections were naturally less and did not exceed 1 cm. At one of the latter sections (4) no piling had been carried out nearer than about 10 m from the sheet pile wall since foundation in this area was on a raft. It is probable that deformations proceeded after piling as a result of ice formation pressure. At the beginning of February these deformations amounted to a maximum of 1 cm and it is likely that another cm or two's deflection would have been noted if it had been possible to perform measurements in March. Combined deflection owing to piling and frost

heave would therefore be about 3–5 cm in sections with relatively loose layers of fine and medium sands and large depths down to moraine (sec. 1, 2, 5), and 1–2 cm at the other sections (3, 4) where the soil is firmer and partly consists of moraine. The deflection constitutes 0.5–1.0% of the excavation depth. The vertical settlement was maximum 10 cm. In section 4, however, no settlement was observed.

Since deflection of the sheet piling increased during piling, the tie forces should also have been raised. It has not been possible to ascertain the amount of this increase, since the first tie force measurements were generally carried out at the same time as piling proceeded. The tie forces then increased further during the period January–March. This increase amounts to above 20% with the exception of one case where it is about 40%. It is probable that the increased tie forces are due to frost heave behind the sheet piling. Over the whole period of November 1969 to April 1970 the temperature was below freezing point.

Conclusions

Practical tests are needed in order to form an idea of the additional forces and stresses to which a sheet pile wall is subjected when piling is carried out within the excavation enclosed by the sheet piling and as a result of frost heave.

The experiences obtained from the measurements described in this report show that some departures from a prepared measurement programme must be expected, since measurements will quite naturally have to take second place. But even if all the planned measurements cannot always be carried out in their entirety, they are still of value because they will gradually provide a more reliable basis for the assessment of the forces additional to the conventional earth pressures which must be taken into account in designing sheet pile walls.

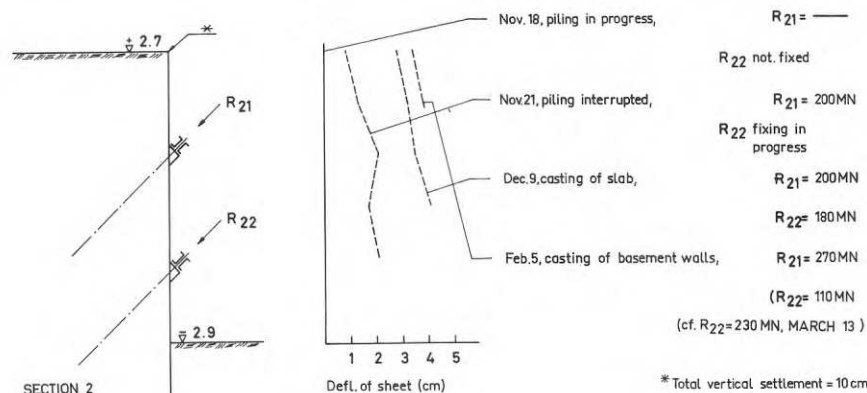


FIG. 2. Deformation in sheet piling and measured tie forces in Section 2 according to FIG. 1.

Rapport R38:1971

BAKÅTFÖRANKRAD SPONT I FRIKTIONSJORD

Deformationer och stagkrafter i sponten vid pålning
och tjälning

ANCHORED SHEET PILE WALLS IN NON-COHESIVE SOIL

Deformations and tie forces in the piling during
pile driving inside the excavation and during thaw

av Göran Sandqvist

Denna rapport avser anslag C 607 från Statens råd för byggnadsforskning till civ.ing. Göran Sandqvist, Stockholm. Försäljningsintäkterna tillfaller fonden för byggnadsforskning

Statens institut för byggnadsforskning, Stockholm

Rotbeckman, Stockholm 1971

INNEHÅLL

CAPTIONS	4
1 INLEDNING	5
2 GEOTEKNISK BESKRIVNING AV BYGGNADSOMRÅDET	5
3 BESKRIVNING AV SCHAKTNINGS- OCH GRUNDLÄGGNINGSSARBETENA	10
4 SPONTENS DEFORMATIONER	11
4.1 Mätningförfarande	11
4.2 Undersökning av tjälen	12
4.3 Rörelser och deformationer i jorden under byggnadstiden	12
5 STAGKRAFTERNA	17
5.1 Mätningförfarande	17
5.2 Beräkning av jordtryck och stagkrafter	21
5.3 Jämförelse mellan uppmätta och beräknade stagkrafter	25
6 DISKUSSION AV MÅTRESULTATEN	26
6.1 Stagkrafterna	26
6.2 Deformationerna	30
7 SLUTORD	31
8 REFERENSER	32
BILAGA: Beteckningar för geotekniska undersökningar	33

CAPTIONS

- FIG. 1. Plan of the building site.
- FIG. 2. The north-eastern part of the site.
- FIG. 3. Section through the moraine below the points of the sheet piles along L. Brogatan, about 25 m from Västerlånggatan.
- FIG. 4. Soil section along L. Brogatan.
- FIG. 5. Soil section along Västerlånggatan.
- FIG. 6. Ground water levels in the observation tubes. The numbers 10, 11, 12 and 13 are the tube numbers, the positions of which are shown on FIG. 1.
- FIG. 7. General section showing placing of measurement points for measurement of deformations in the sheet pile wall.
- FIG. 8. Variation of diurnal mean temperature in Borås during the period November 1969 to June 1970 (according to the Swedish Meteorological and Hydrological Institute).
- FIG. 9. Frost penetration measured behind the sheet pile wall.
- FIG. 10. Deformation in sheet piling and measured tie forces, Sections 1 and 2.
- FIG. 11. Deformation in sheet piling and measured tie forces, Sections 3 and 4.
- FIG. 12. Deformation in sheet piling and measured tie forces, Section 5.
- FIG. 13. Sieve analyses and angles of repose determined by means of drained shear tests.
- FIG. 14. Summary of assumed soil stratum conditions, angles of repose etc. used in earth pressure calculations.
- FIG. 15. Assumed earth pressure distribution for one and two rows of waling respectively.
- FIG. 16. Measured tie forces, Sections 1 and 5.
- FIG. 17. Measured tie forces, Section 2.
- FIG. 18. Measured tie forces, Section 3.
- FIG. 19. Measured tie forces, Section 4.

1. INLEDNING

Vid pålningsarbeten i spontade schakter finner man ofta att spanten utsätts för deformationer till följd av rörelser i jorden under själva påslagningen. Liknande deformationer - påkänningar erhålles även då jorden tjälar. För att få en uppfattning om storleken av de tillskottslaster och påkänningar som uppkommer i spanten till följd av dessa rörelser är praktiska försök nödvändiga. I samband med byggandet av ett nytt varuhus i kv Pallas i Borås har därför mätningar utförts på spanten i syfte att studera förändringar i stagkraft samt spontutböjning dels i samband med påslagning, dels under vinterperioden. De uppmätta värdena på stagkrafterna har jämförts med de teoretiska värden, som erhålls om krafterna beräknas enligt gängse principer.

2. GEOTEKNISK BESKRIVNING AV BYGGNADSORMÅDET

Byggnadsområdet är beläget på Viskans norra strand mellan Västerlånggatan och Hallbergsgatan, FIG. 1 och 2. Jorden består av fyllning på mo och sand ovanpå morän. Fyllningen, vars tjocklek uppgår till 1 à 2 m, innehåller sten och block samt även rester av äldre husgrunder. Mon och sanden utgöres av distala avlagringar av Boråsåsen, som löper väster om området. Jorden är skiktad, så att ett lager innehåller finare material ett annat grövre. Den sammanlagda mäktigheten varierar mellan ca 1 m i områdets nordöstra hörn och 11-13 m utmed Viskan respektive 13 m utmed den västra tomtgränsen. I de södra och västra delarna förekommer inlagringar av organiskt material, gyttja och växtrester. Vid schaktningen upptäcktes t.ex. skikt innehållande helt oförstörda vassblad. Dessa jordlager, som utgöres av svämsediment bildade av Viskan, förekommer dock ej där spontmätningarna företogs. Moränen är blockrik, FIG. 3. Enstaka större block av kubikmeterstorlek påträffades vid schaktningen. I FIG. 4 och 5 visas jordlagerföljden utmed L. Brogatan och Västerlånggatan.

Grundvattenytan, som mätts i öppna rör, låg före schaktningsarbetenas igångsättning på samma nivå som vattenytan i Viskan. Viskans vattenstånd är reglerat. De karakteristiska nivåerna är

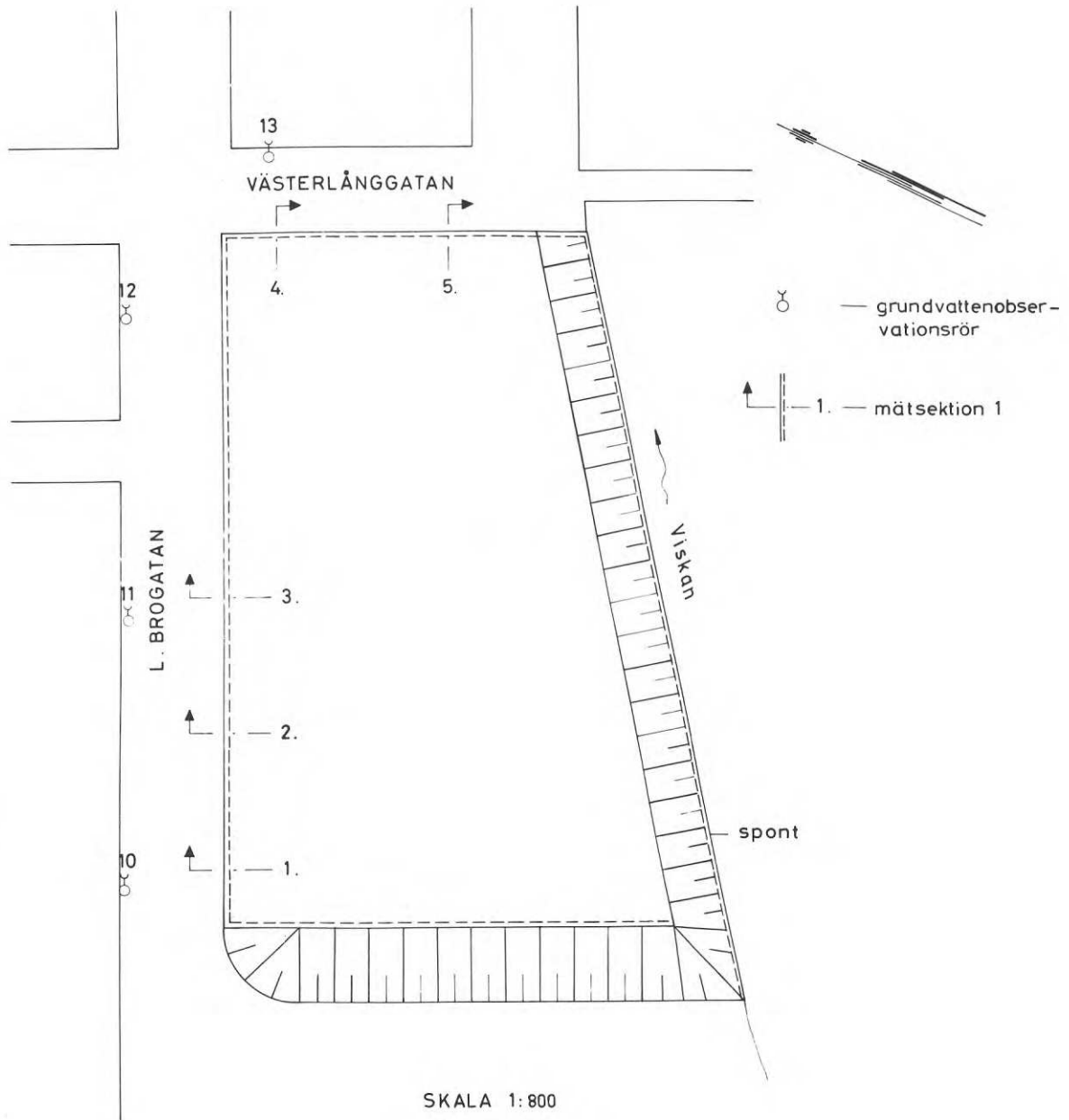


FIG. 1. Plan av byggnadsområdet.



FIG. 2. Nordöstra delen av byggnadsområdet.



FIG. 3. Skärning genom moränen under spontspetsarna vid L. L. Brogatan ca 25 m från Västerlånggatan.

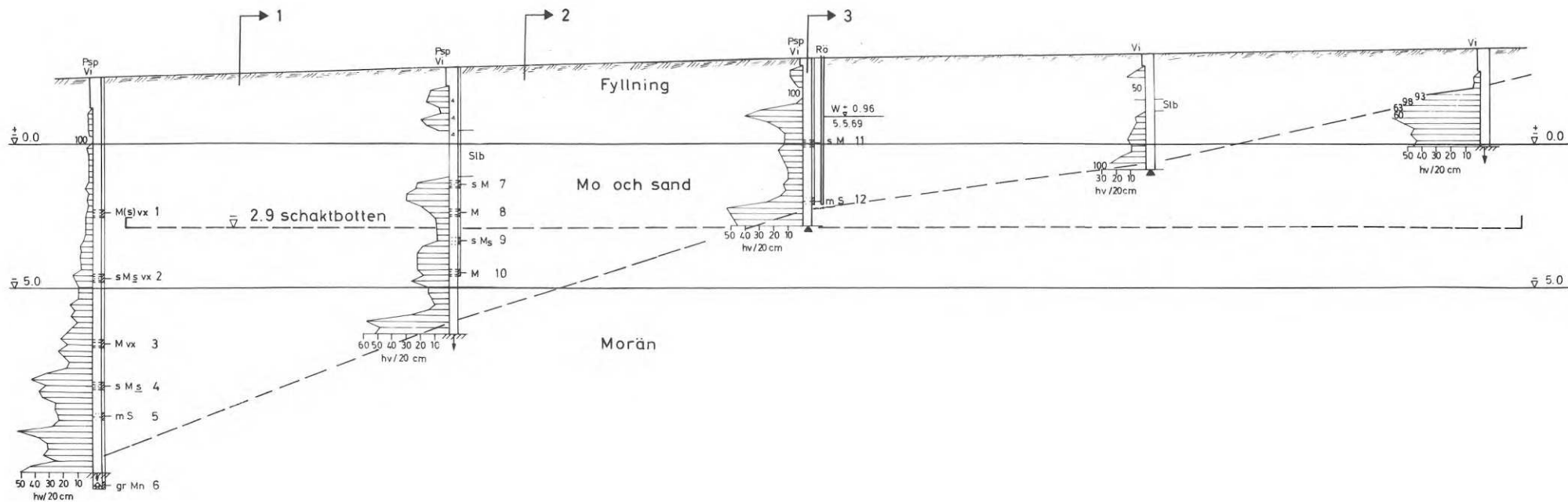


FIG. 4. Geoteknisk profil utmed L. Brogatan. För teckenförklaring se rapportbilaga.

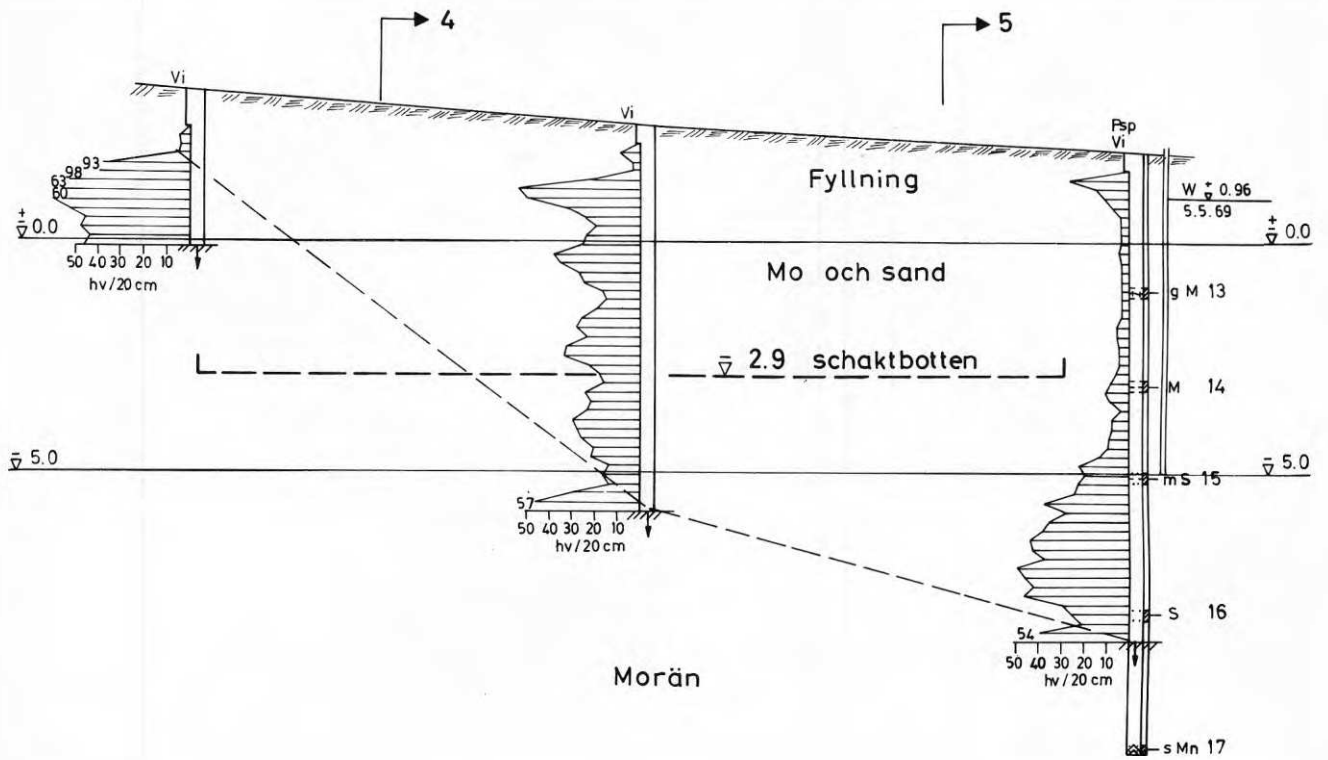


FIG. 5. Geoteknisk profil utmed Västerlånggatan.
För teckenförklaring se rapportbilaga.

HHVY +2,0
 MHVY +1,5
 MVY +1,2
 MLVY -0,5
 LLVY -1,5

Förändringar i Viskans vattenstånd ger omedelbara och lika stora utslag i grundvattennivån. Under den tid schaktnings- och grundläggningsarbetena pågick låg Viskan på i genomsnitt +1,0, d.v.s. ungefär 4 m över schaktbotten.

3. BESKRIVNING AV SCHAKTNINGS- OCH GRUNDLÄGGNINGSARBETENA

Byggnaden innehåller förutom varuhus även en kontorsdel samt tre parkeringsdäck. Totala våningsantalet är fyra, dessutom förekommer källare under hela byggnaden. Byggnaden är grundlagd på stödpålar av betong utom i den nordöstra delen där bottenplattan är gjuten direkt på mark. Bottenplattan är 1 m tjock för att byggnaden skall kunna motstå vattenupptrycket vid högvatten. Schaktbottennivån har därigenom blivit -2,9, vilket är 5,0 - 6,5 m under omgivande markyta.

Schakten spontades mot Lilla Brogatan och Västerlånggatan. Sponten förankrades med kabelstag på en eller två nivåer. Mot Viskan slogs en fri spont, som skall ingå i en permanent kajkonstruktion och då förankras med horisontella dragstag och ankarplattor. Mot väster schaktades med slänt.

Sponten var av typ Larssen IIIn. Hammarbanden utgjordes av två UNP 40, SIS 1311, med undantag för några mindre sträckor där två INP 51, SIS 1311, användes. Samtliga stag var kabelstag, typ Freyssinet, med ett linantal varierande mellan 6 och 8 st. Varje lina består av 7 trådar med 4,1 mm diameter och stålqualitén 160/180 kp/mm². Stagen förspändes med 25 % av provdragningslasten d.v.s. 6 linorsstagen med 19 Mp, 7 linors med 22 Mp och 8 linors med 25 Mp. Stagen förankrades antingen i berg eller i morän.

Grundvattenytan var under hela byggnadstiden avsänkt med wellpoint. Wellpointpetsarna placerades dels runt schakten invid sponten, dels i en öst-västlig linje mitt i schakten. Grundvattenytans läge observerades under byggnadstiden i öppna rör nedslagna utanför sponten, FIG. 6.

Spontnings-, schaktnings- och pålningsarbetena påbörjades i tomtens västra del och drevs i riktning österut. De olika arbetsmomenten utfördes parallellt med en viss inbördes tidsförskjutning. När sålunda schaktning pågick i den östra delen pålades den västra och när pålningen nått fram till den östra delen, göts bottenplattan i den västra.

4. SPONTENS DEFORMATIONER

4.1 Mätningförfarande

Spontens deformationer samt stagkrafterna har mätts i fem sektioner, se FIG. 1. Mätningen av deformationerna har i varje sektion utförts i ett antal punkter liggande i lodlinje med ett inbördes avstånd av 1,0 m, FIG. 7. Mätningen har gjorts med teodolit, Wild T2, med en mätningnoggrannhet av ± 2 mm.

Mätningprogrammet var ursprungligen upplagt så att deformationsmätningen - och stagkraftsmätningen - skulle utföras vid fyra tillfällen i varje sektion nämligen:

- a) efter montering av övre hammarband och stag (i sektioner med dubbla hammarband)
- b) efter färdig schakt men före pålningen
- c) efter påslagningen
- d) sedan jorden bakom sponten tjälät

På grund av att mätningarbetena kom igång först sedan en del av schaktningsarbetet utförts, har i några sektioner det förstrnämnda momentet utelämnats. I stället har i vissa sektioner stagkrafterna mätts i maj månad efter det att tjälän gått

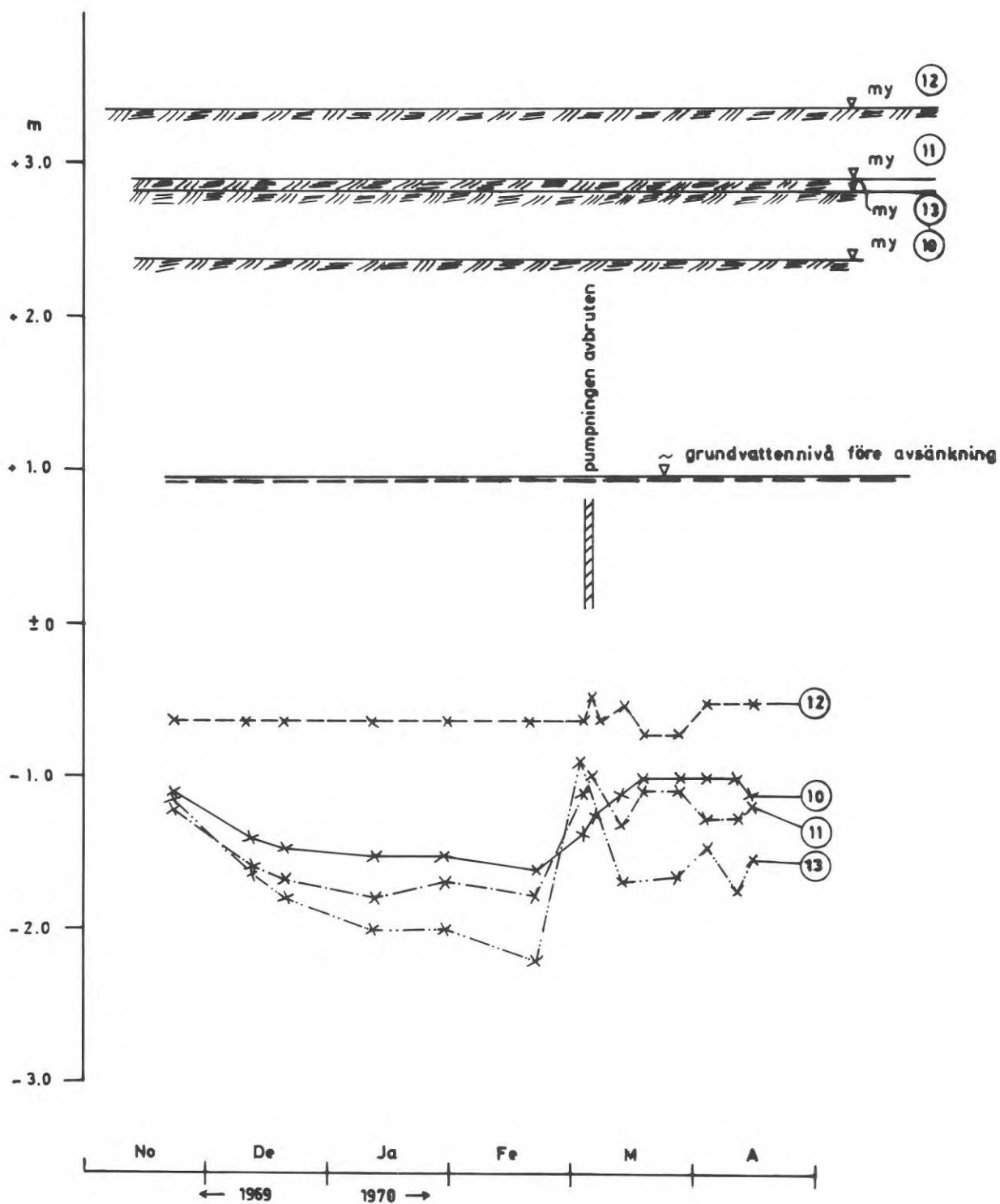


FIG. 6. Grundvattenytans läge i observationsrören, siffrorna 10, 11, 12, 13 anger rörnummer (beträffande rören läge i plan se FIG. 1)

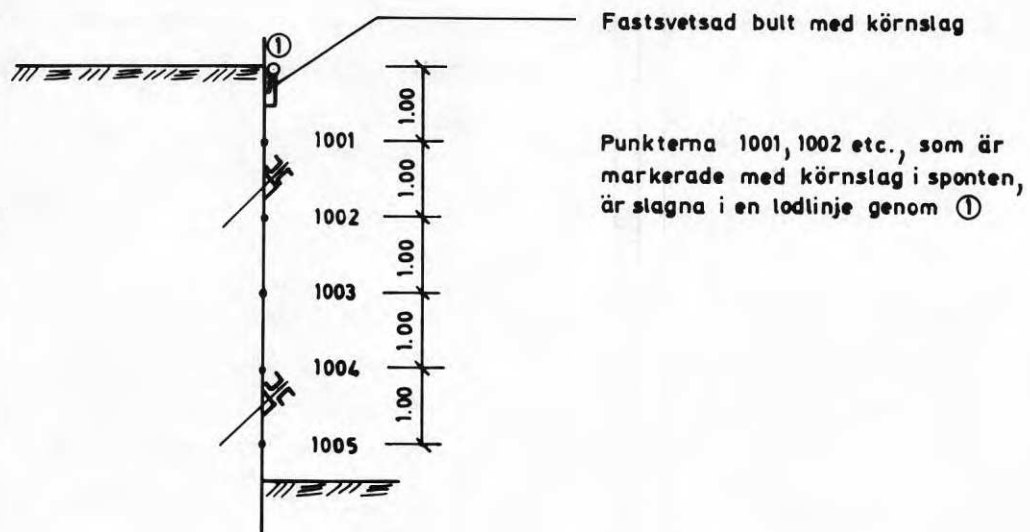


FIG. 7. Principsektion av mätpunkternas placering vid mätning av deformationer i spanten.

ur jorden. Efterhand som formsättningen av källarväggarna fortskridit har i vissa fall de nedre mätpunkterna skymts och därför måst utelämnas vid de sista mätningarna.

4.2 Undersökning av tjälén

Under hela perioden från november -69 till april -70 var medeltemperaturen, med undantag för några dagar i mitten av mars, lägre än 0° C, FIG. 8. Tjälnedträngningen under denna tidsperiod mättes den 14 mars i en provgrop invid sponten. Det visade sig därvid att jorden var tjälad till ca 1,2 m djup under gatuplanet och ca 0,5 m vinkelrätt in från sponten, FIG. 9.

4.3 Rörelser och deformationer i jorden under byggnadstiden

Påslagningen förorsakade kraftiga markskakningar. Sprickbesiktning utfördes av entreprenören på de utmed L. Brogatan och Västerlånggatan närliggande fastigheterna. Dessa är grundlagda på plattor. Någon sprickbildning kunde dock ej konstateras, trots skakningarna och trots att grundvattenytan var avsänkt ca 2 m. Schaktbotten sätte sig däremot 1-2 dm. Denna sättning torde ha förorsakats av omlagring - packning av mon och sanden genom påslagningen. För att eventuellt närmare kunna mäta förändring i jordens packning till följd av pålningen utfördes viktsondering i schaktbotten före och efter påslagningen. Borrningen företogs i fem punkter utmed L. Brogatan och i en punkt vid Västerlånggatan i närheten av Viskan, alla punkterna på ca 10 m avstånd från sponten.

Någon entydig förändring av jordens lagringsfasthet kunde dock ej spåras vid jämförelse mellan sonderingsdiagrammen. Resultatet var nämligen varierande, i vissa fall erhöles större sonderingsmotstånd i andra fall oförändrat och i något fall till och med mindre motstånd efter pålningen än före densamma.

Vid pålning i områdets västra del i närheten av sponten mot L. Brogatan kröp några plank isär ungefär vid sektion 2, som

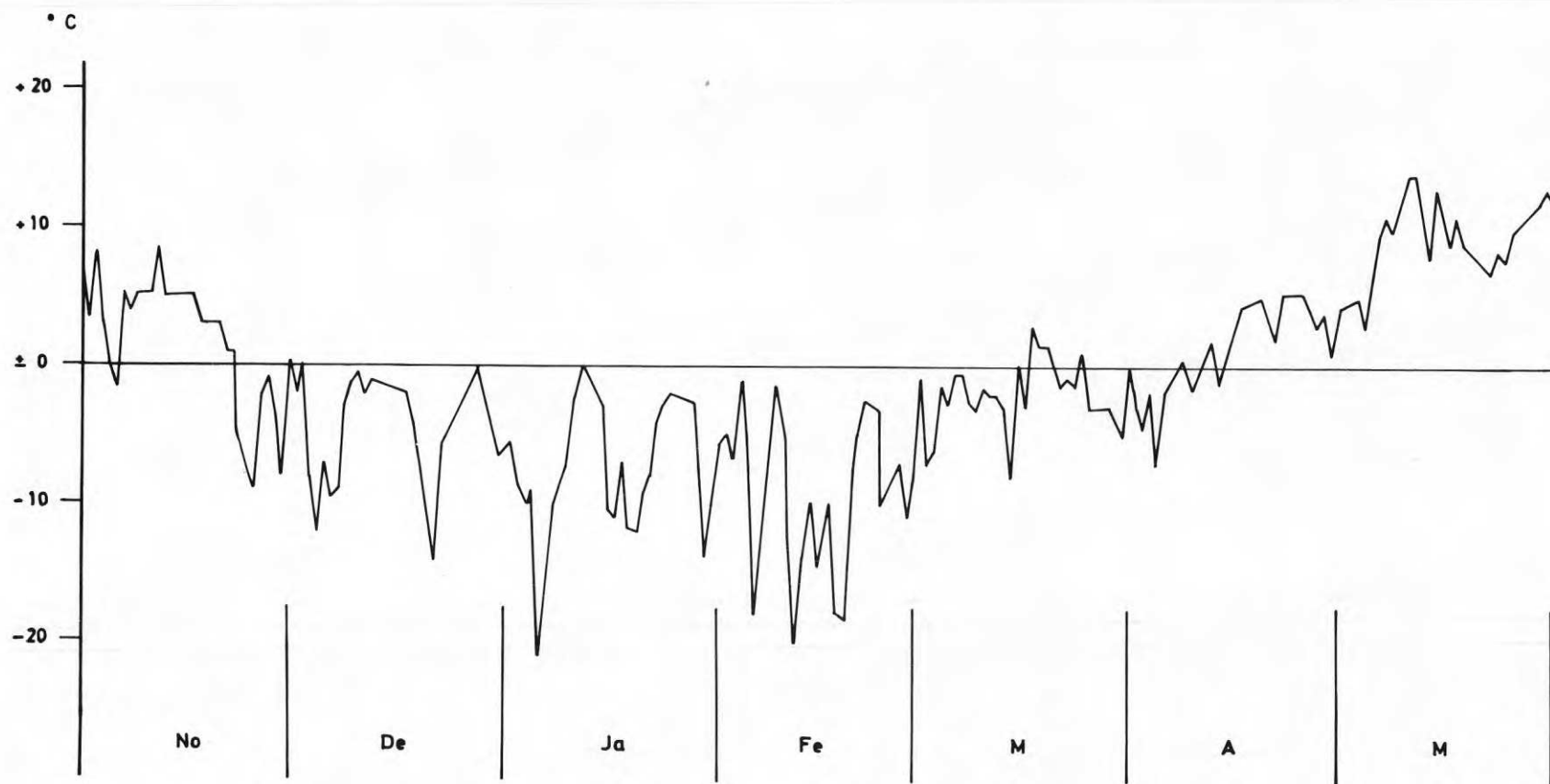


FIG. 8. Dygnsmedeltemperaturens variation i Borås under tiden nov. 1969 till juni 1970 (enl. SMHI).

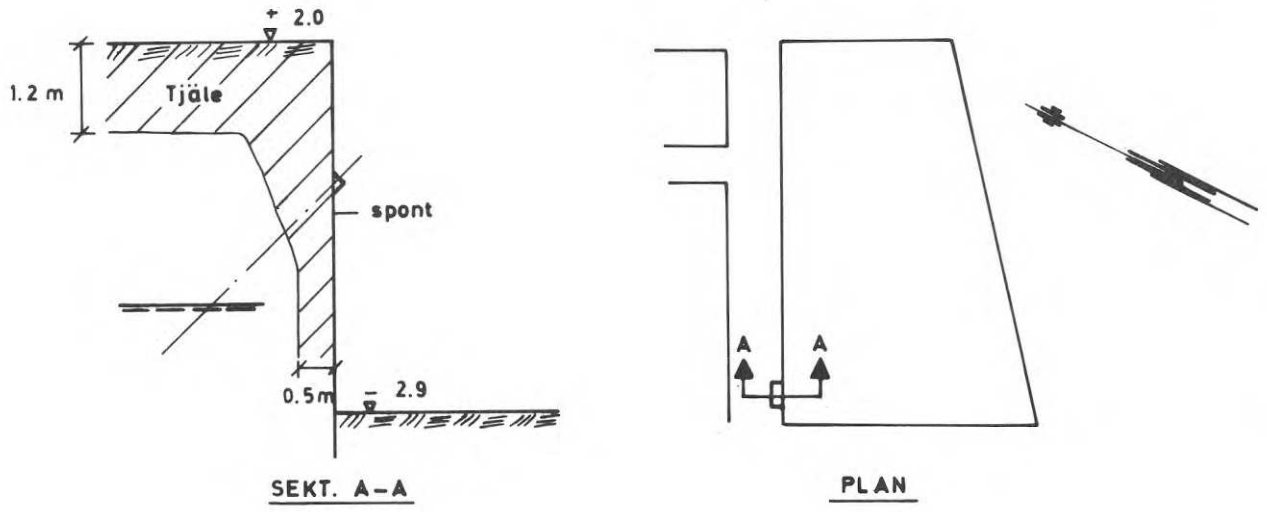


FIG. 9. Uppmått tjälinträngning bakom sponten.

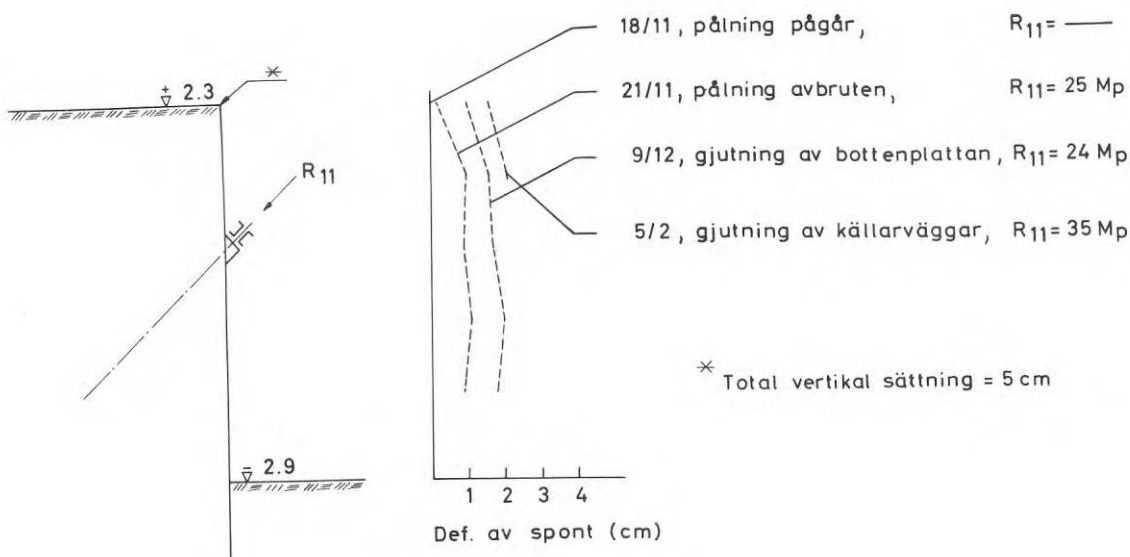
var dimensionerad med endast ett hammarband. Pålningen avbröts omedelbart då deformationerna upptäcktes varpå det undre hammarbandet drogs fram förbi den kritiska punkten. Pålningen kunde därefter fortsätta utan att vidare missöden inträffade. Till följd av spontens utböjning sprang en ledning i gatan läck. Ledningsbrottet berodde dock till stor del på rören, vilka vid uppgrävningen visade sig vara gamla och i dåligt skick.

Omedelbart efter det att den västra slänten schaktats ut uppstod sättningar i markytan ovanför slänten och en spricka slog upp ca 10 m från släntkrönet. Först befarades att rörelserna förorsakats av brott i slänten. Man kunde emellertid snart konstatera att rörelserna enbart var vertikala och att någon utglidning av slänten ej ägde rum. Sättningarna, som slutligen uppgick till ca 0,3 m, torde sannolikt ha uppkommit genom konsolidering - till följd av grundvattensänkningen - av de organiska jordlagren, vilka förekom i riklig omfattning i denna del av schakten.

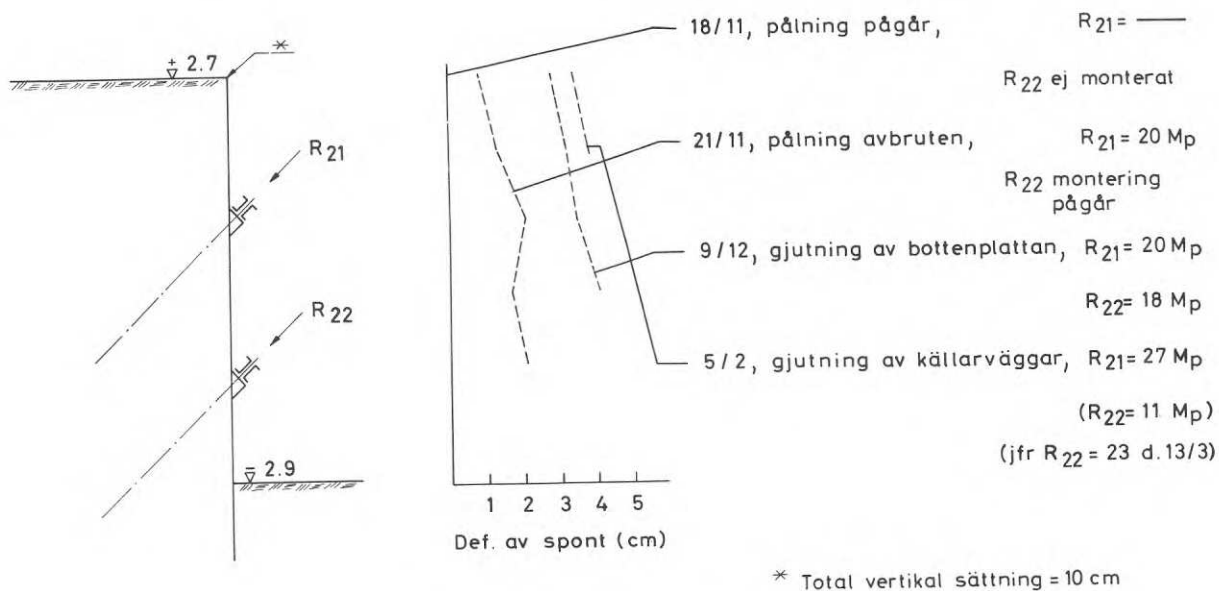
5. STAGKRAFTERNA

5.1 Mätningförfarande

Stagkrafterna mättes i samma sektioner som deformationerna. Mätningen, som utfördes av Nya Asfalt AB, gjordes på tre intilliggande stag. Det redovisade mätvärdet utgör medelvärdet av dessa tre stagkrafter. Avsikten var att mätningen av deformationerna och stagkrafterna skulle ske samtidigt. På grund av att stagsmätningarna tog längre tid än deformationsmätningarna blev vissa stag mätta några dagar senare än deformationerna. Vidare visade det sig praktiskt svårt att få mätningarna utförda exakt vid den med hänsyn till arbetsläget lämpligaste tidpunkten. I FIG. 10-12 redovisas spontens utböjning samt stagkrafterna vid de olika mätningstillfällena.

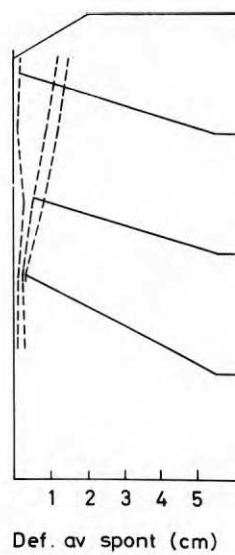
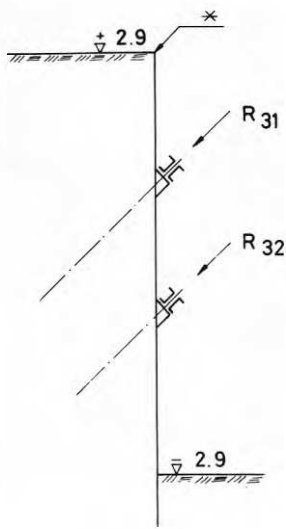


SEKTION 1.



SEKTION 2.

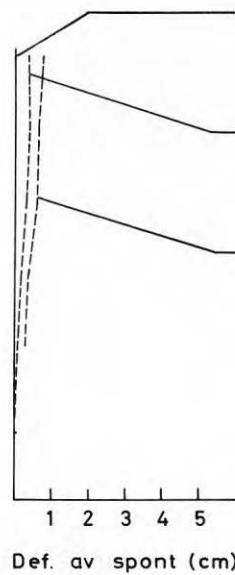
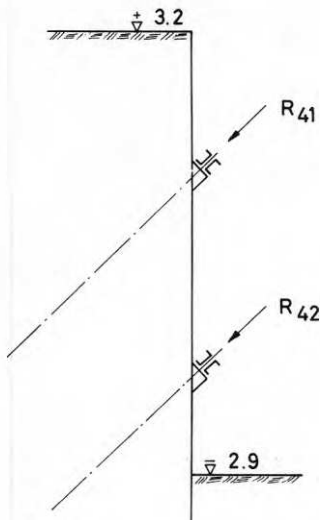
FIG. 10. Spontens deformation samt uppmätta stagkrafter, sektion 1 och 2.



18/11, schaktbotten ± 0.0,	R ₃₁ = —
	R ₃₂ = —
21/11, d:o	R ₃₁ = 21 Mp
	R ₃₂ = —
13/1, pålning pågår,	R ₃₁ = 21 Mp
	R ₃₂ = 19 Mp
5/2, bottenplattan gjuten,	R ₃₁ = —
	R ₃₂ = —

* Total vertikal sättning = 2 cm

SEKTION 3.

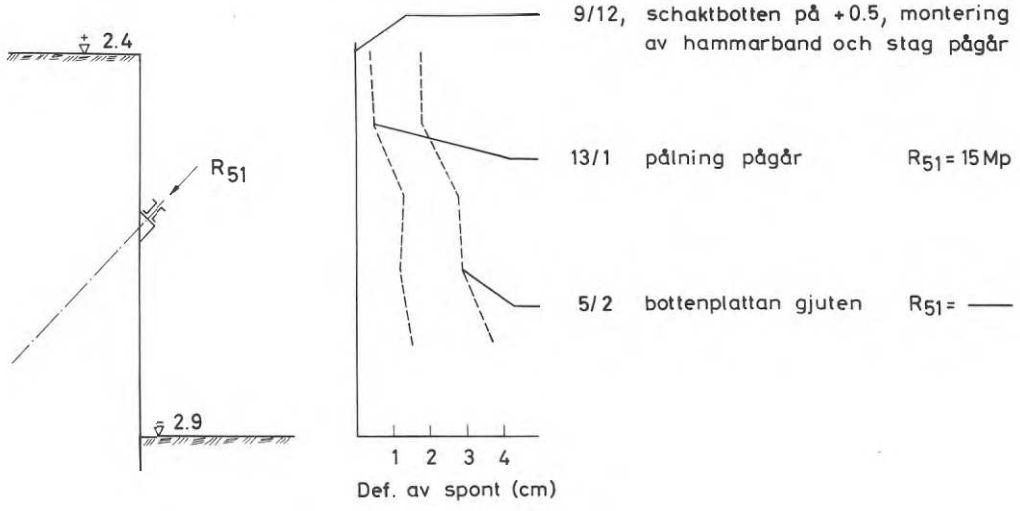


9/12, schaktningen just avslutad,	R ₄₁ = 21 Mp
	R ₄₂ = —
13/1, pålning pågår vid sekt. 5,	R ₄₁ = 15 Mp
	R ₄₂ = 12 Mp
5/2, bottenplattan gjuten,	R ₄₁ = 18 Mp
	R ₄₂ = 13 Mp

Anm. ingen pålning, grundläggningen vid denna sektion utförd på hel platta.

SEKTION 4.

FIG. 11. Spontens deformation samt uppmätta stagkrafter, sektion 3 och 4.



SEKTION 5.

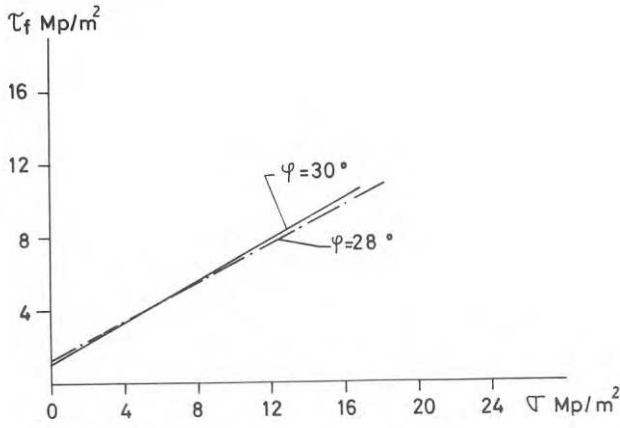
FIG. 12. Spontens deformation samt uppmätta stagkrafter, sektion 5.

5.2 Beräkning av jordtryck och stagkrafter

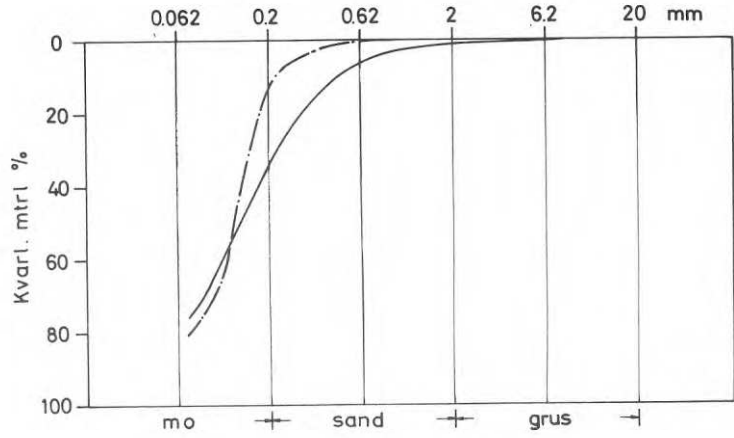
För att jämföra de uppmätta stagkrafterna med de värden som erhålls med gängse beräkningsmetoder har jordtryck och stagkrafter i efterhand beräknats. Beräkningen har baserats på det verkligen erhållna nedslagningsdjupet, grundvattenytans läge etc. Till grund för jordtrycksberäkningen har ett antal dränerade skärförsök utförts på några olika jordprov. Resultatet av skärförsöken jämte siktkurvor redovisas i FIG. 13. Jordproven är tagna med standardkolvborr. Dessutom har ytterligare prov tagits med jordprovtagare till motorslagborr, med spadborr samt även direkt i schaktslänter. Alla prov har siktats. Vid valet av friktionsvinklar och jordlagergränser har resultatet av jordprovsanalyserna jämförts, vidare har hänsyn tagits till viktsonderingarna. En sammanställning av beräkningsantagandena redovisas i FIG. 14. Grundvattenytan har i sektionerna 2 t.o.m. 5 antagits ligga i nivå med schaktbotten. Detta antagande grundar sig på iakttagelser i schakten. I samtliga dessa sektioner förekom nämligen en del plank som stoppat över schaktbotten, varvid man kunde konstatera att jorden i den blottade schaktväggen var torr. I sektion 1 var däremot spontväggen tät och nedslagen 5 m under schaktbotten. Grundvattenytan har därför antagits ligga på -1,5, d.v.s. på ungefär samma nivå som i observationsrör 10. Wellpointpetsarna var nedförda 3 m under schaktbotten.

Jordtrycket har i sektioner med ett hammarband antagits fördelat triangulärt enligt Rankine. I sektioner med två hammarband har Rankineskt jordtryck antagits på passiva sidan medan det aktiva trycket antagits jämnt fördelat enligt Terzaghi och Peck (1967) FIG. 15.

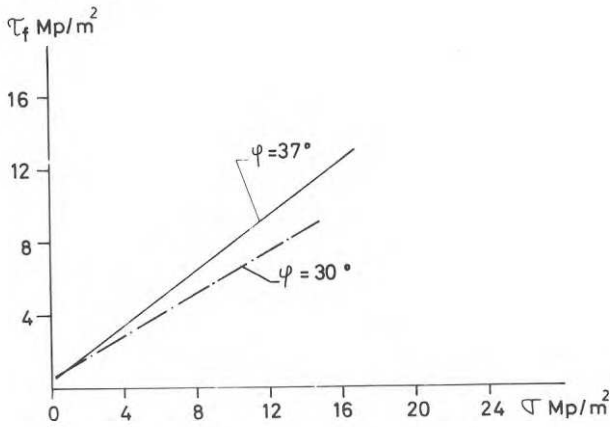
Stagkrafterna har vid två hammarband beräknats genom direkt proportionering av jordtrycket efter stagens placering på sponten. Vid ett hammarband har stagkraften beräknats grafiskt med hjälp av linpolygon.



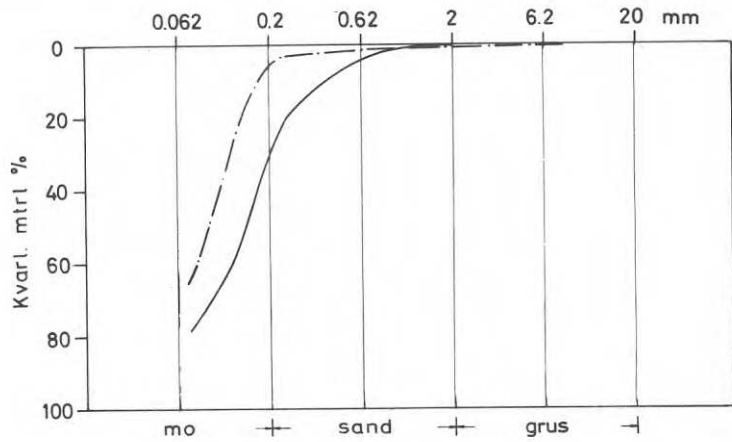
Prov nr 1 — grå mo med enst. sandskikt samt växtdelar
 — " — 2 — sandig mo med rena sandskikt samt växtdelar



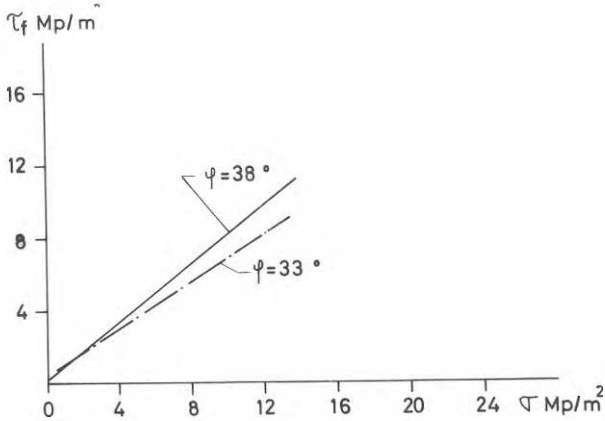
$\gamma = 2.05 \text{ t/m}^3$, $W = 24\%$, Tjälf. grad II
 $\gamma = 2.05 \text{ t/m}^3$, $W = 24\%$, — " — II



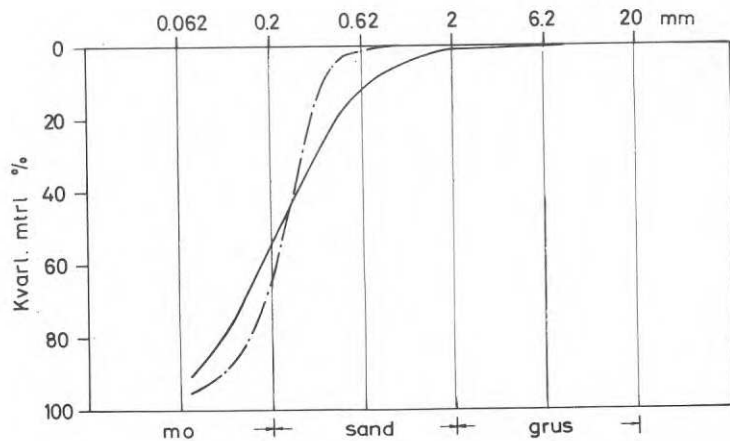
Prov nr 3 — mo med växtdelar
 — " — 4 — sandig mo med sandskikt



$\gamma = 2.02 \text{ t/m}^3$, $W = 22\%$, Tjälf. grad II
 $\gamma = 2.04 \text{ t/m}^3$, $W = 21\%$, — " — II

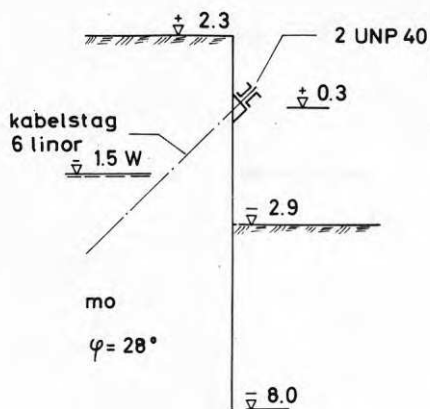


Prov nr 11 — sandig mo
 — " — 12 — grovmoig mellansand

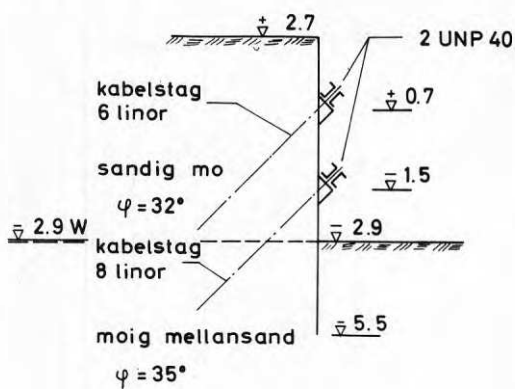


Tjälf. grad I
 — " — I

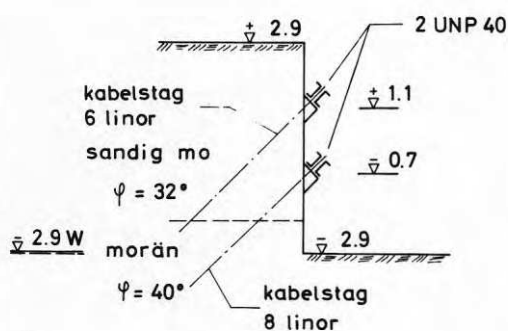
FIG. 13. Siktanalyser samt friktionsvinklar bestämda genom dränerande skärförsök.



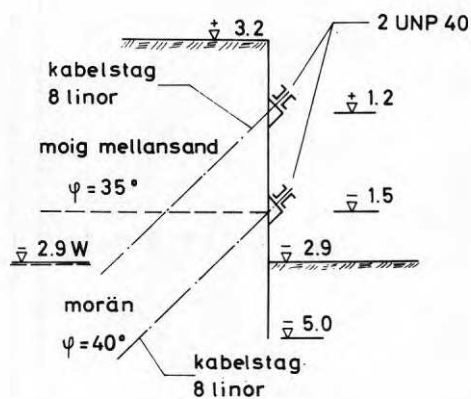
SEKTION 1.



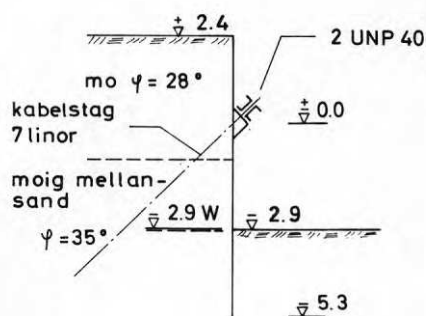
SEKTION 2.



SEKTION 3.



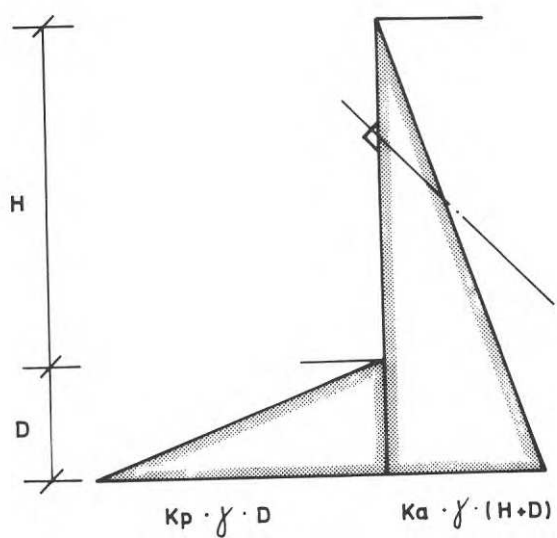
SEKTION 4.



SEKTION 5.

FIG. 14. Sammanställning av antagna jordlagerförhållanden, friktionsvinklar m.m. för jordtrycksberäkningen.

a) ett hammarband



b) två hammarband

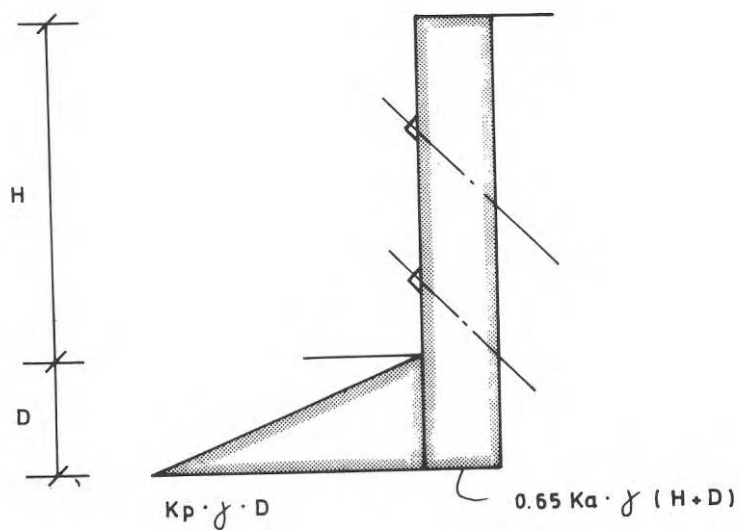


FIG. 15. Antagen jordtrycksfördelning vid ett respektive två hammarband.

5.3 Jämförelse mellan uppmätta och beräknade stagkrafter

I sektionerna med ett hammarband ansluter sig de beräknade värdena på stagkrafterna tämligen väl till de uppmätta. I de andra sektionerna, med dubbla hammarband, ger det jämnt fördelade jordtrycket, enligt Terzaghi - Peck, bäst överensstämmelse med uppmätta värden. Undantag utgöres av övre stagen i sektion 4, där värdena stämmer väl med Rankinesk jordtrycksfördelning men inte alls med den enligt Terzaghi - Peck.

I FIG. 16-19 visas stagkrafternas variationer under perioden november - april. I dessa diagram har även inlagts de beräknade stagkrafterna samt markerats den tid under vilken pålning utfördes vid respektive sektion. De avvikande värdena under januari och februari på de undre stagen i sektion 2 beror sannolikt på mättningsfel.

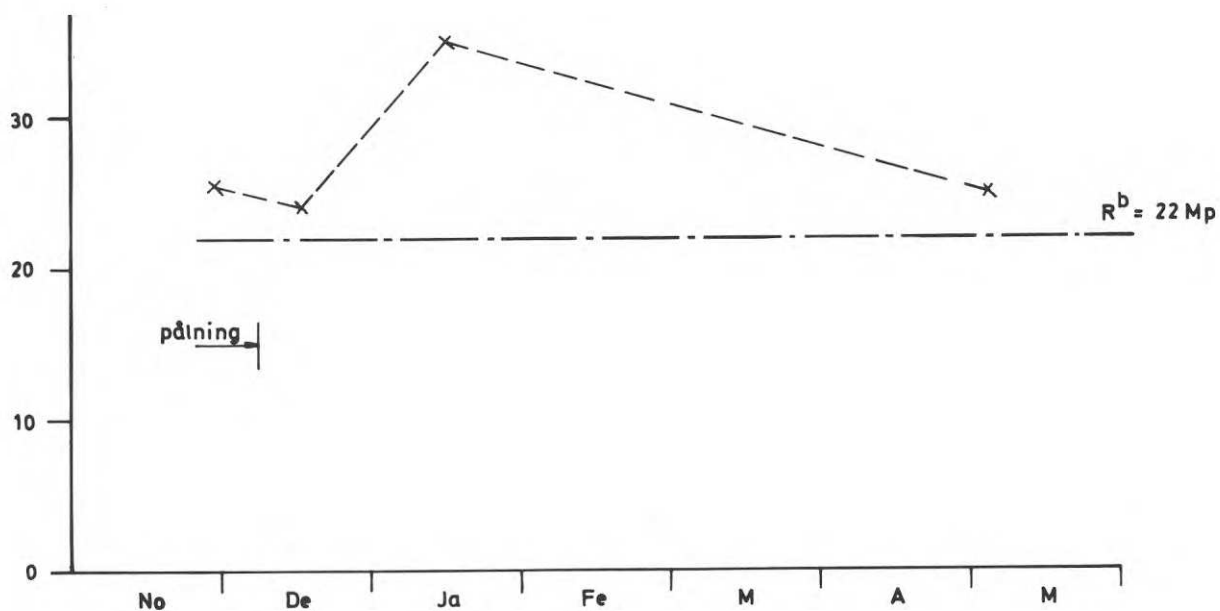
Samtliga uppmätta stagkrafter ligger under de värden för vilka stagen dimensionerats. Detta beror på att friktionsvinklarna vid dimensioneringen i allmänhet antagits något lägre än de värden som erhållits vid skärförsöken. Vidare dimensionerades sponten överallt för 4 m grundvattentryck samt en trafiklast av $1,0 \text{ Mp/m}^2$. Vid efterkalkylen av stagkrafterna har trafiklast ej medräknats i jordtrycken, beroende på att trafiken var mycket obetydlig under den tid stagkrafterna mättes.

6. DISKUSSION AV MÄTRESULTATEN

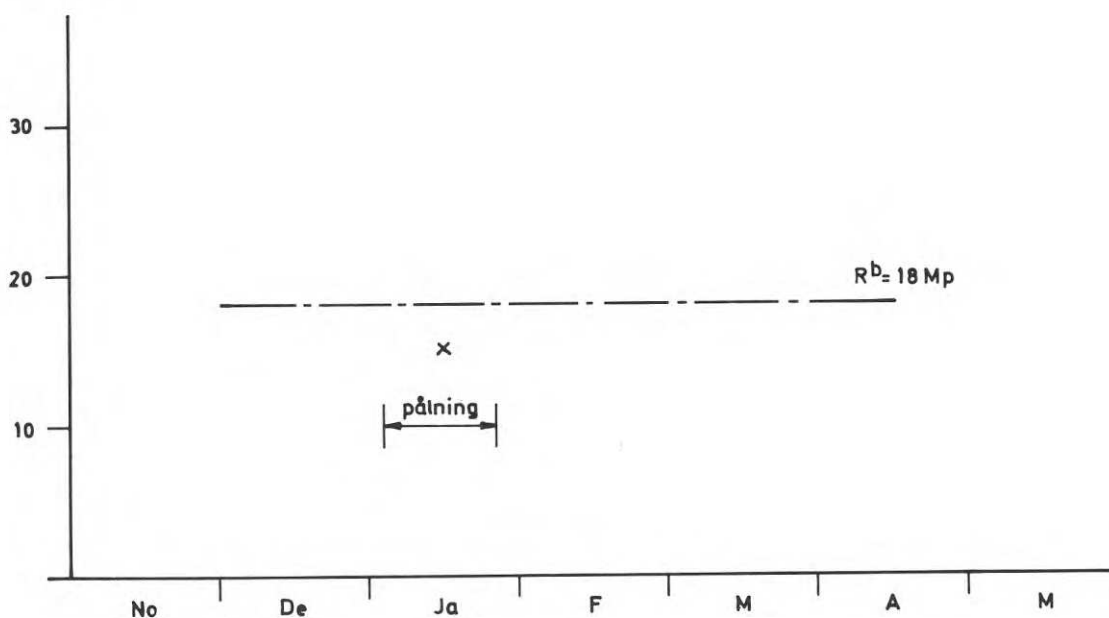
6.1 Stagkrafterna

På grund av att första stagkraftmätningen utfördes samtidigt med pålningen har någon höjning av stagkraften till följd av påslagningen icke kunnat verifieras. I de sektioner där spontens utböjning kunnat mätas före pålningen har dock konstaterats att påslagningen medfört en ökad utböjning. Stagkrafterna bör därför också ha ökat. En viss antydning till detta förhållande kan spåras i sektion 3 där kraften i övre stagen

Stagkraft R.(Mp)



Stagkraft R (Mp)

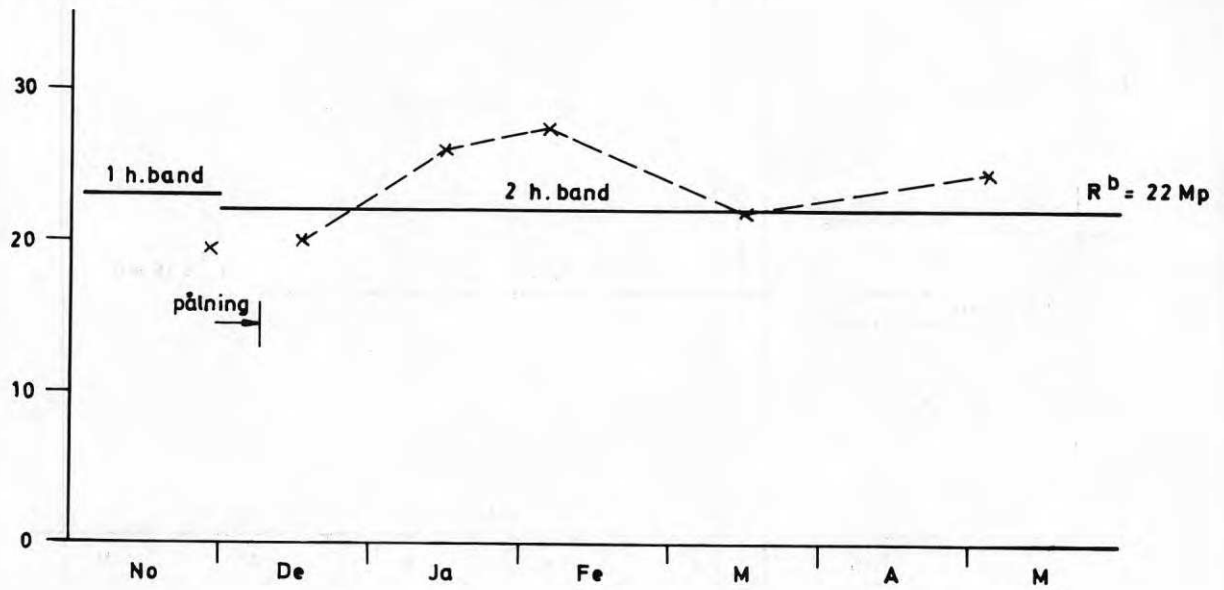


Beteckningar:

-
- R^D = beräknad stagkraft
 - = jordtrycksfördelning enligt Terzaghi - Peck
 - - - = jordtrycksfördelning enligt Rankine
 - x - - x = uppmätta värden
-

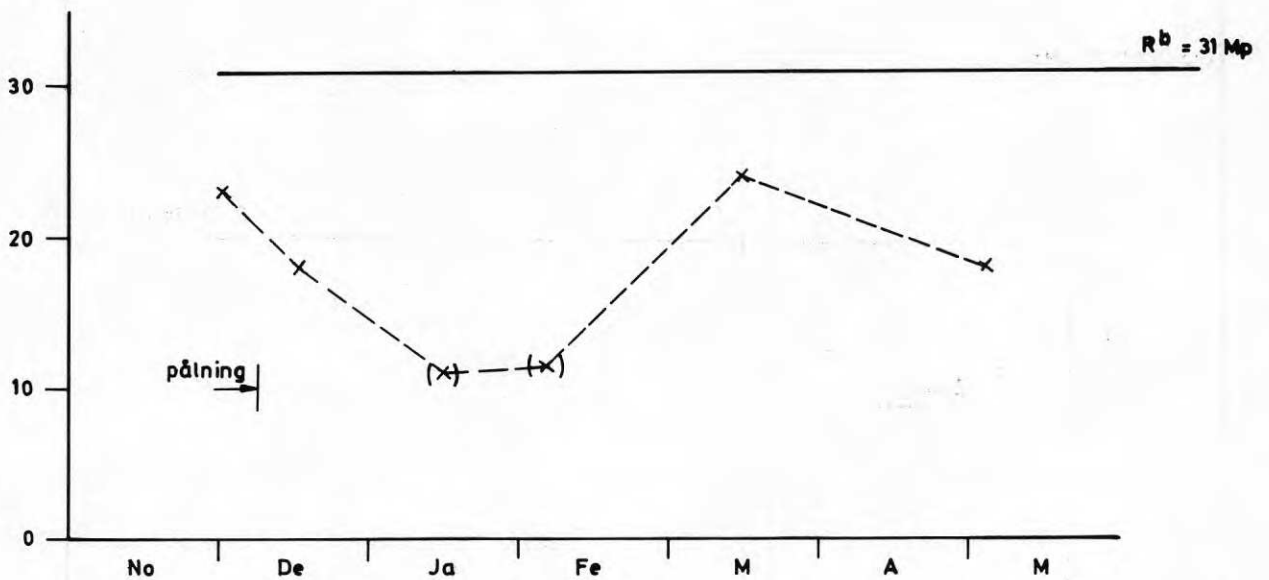
FIG. 16. Uppmätta stagkrafter, sektion 1 och 5.

Stagkraft R (Mp)



SEKTION 2, övre stagen.

Stagkraft R (Mp)



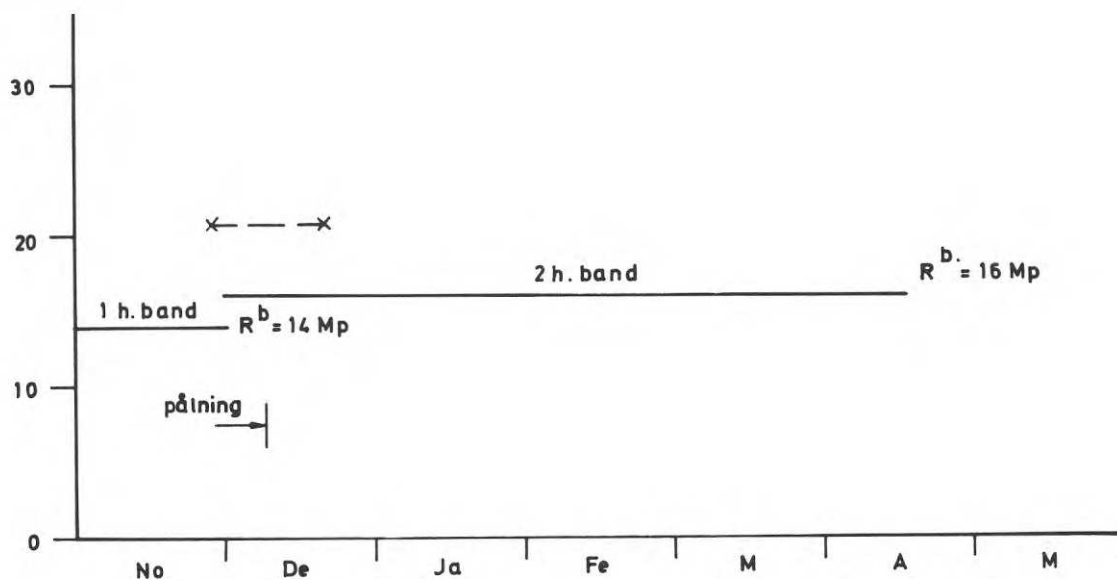
SEKTION 2, undre stagen

Beteckningar:

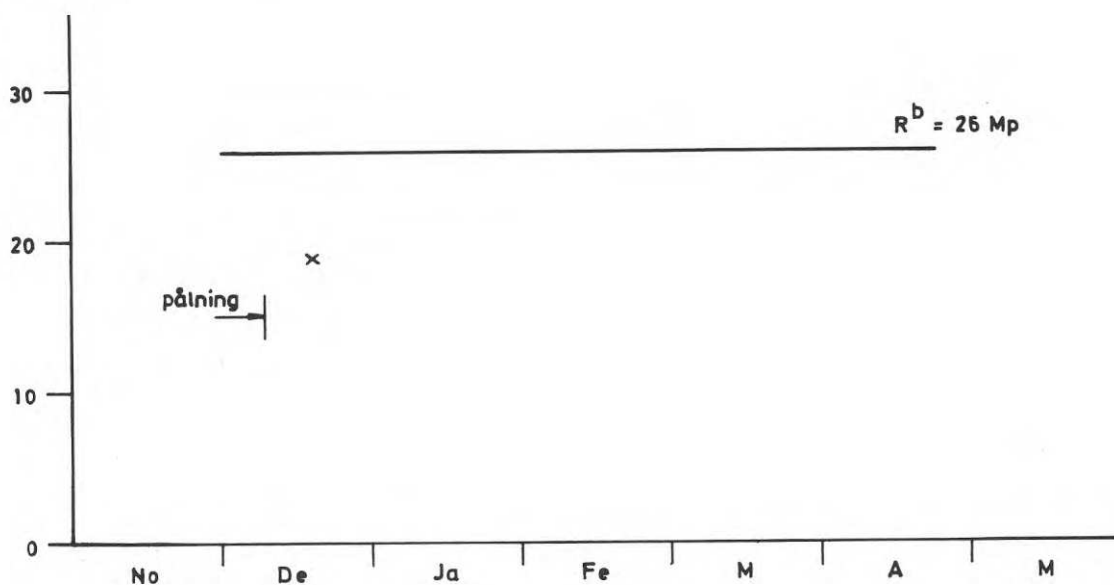
-
- R^b = beräknad stagkraft
 - = jordtrycksfördelning enligt Terzaghi - Peck
 - - - = jordtrycksfördelning enligt Rankine
 - x - x = uppmätta värden
-

FIG. 17. Uppmätta stagkrafter, sektion 2.

Stagkraft R (Mp)

SEKTION 3, övre stagen

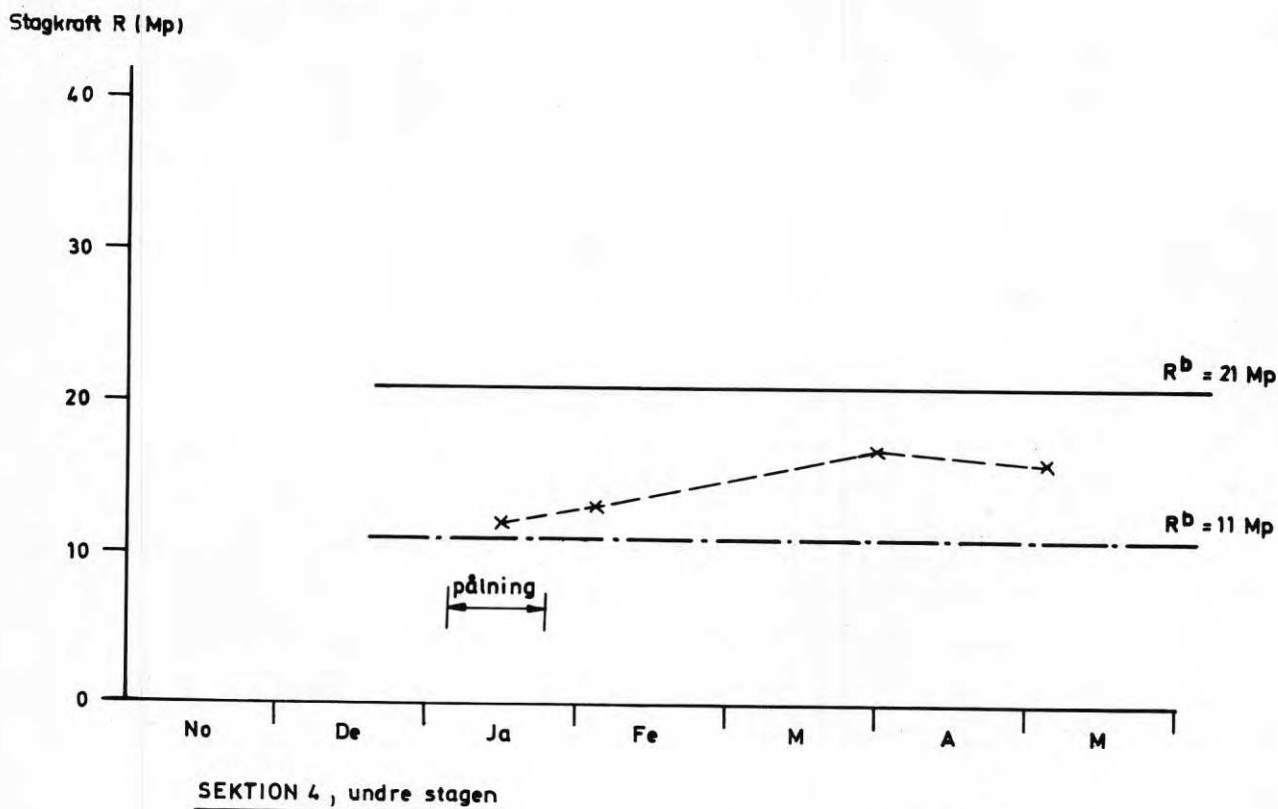
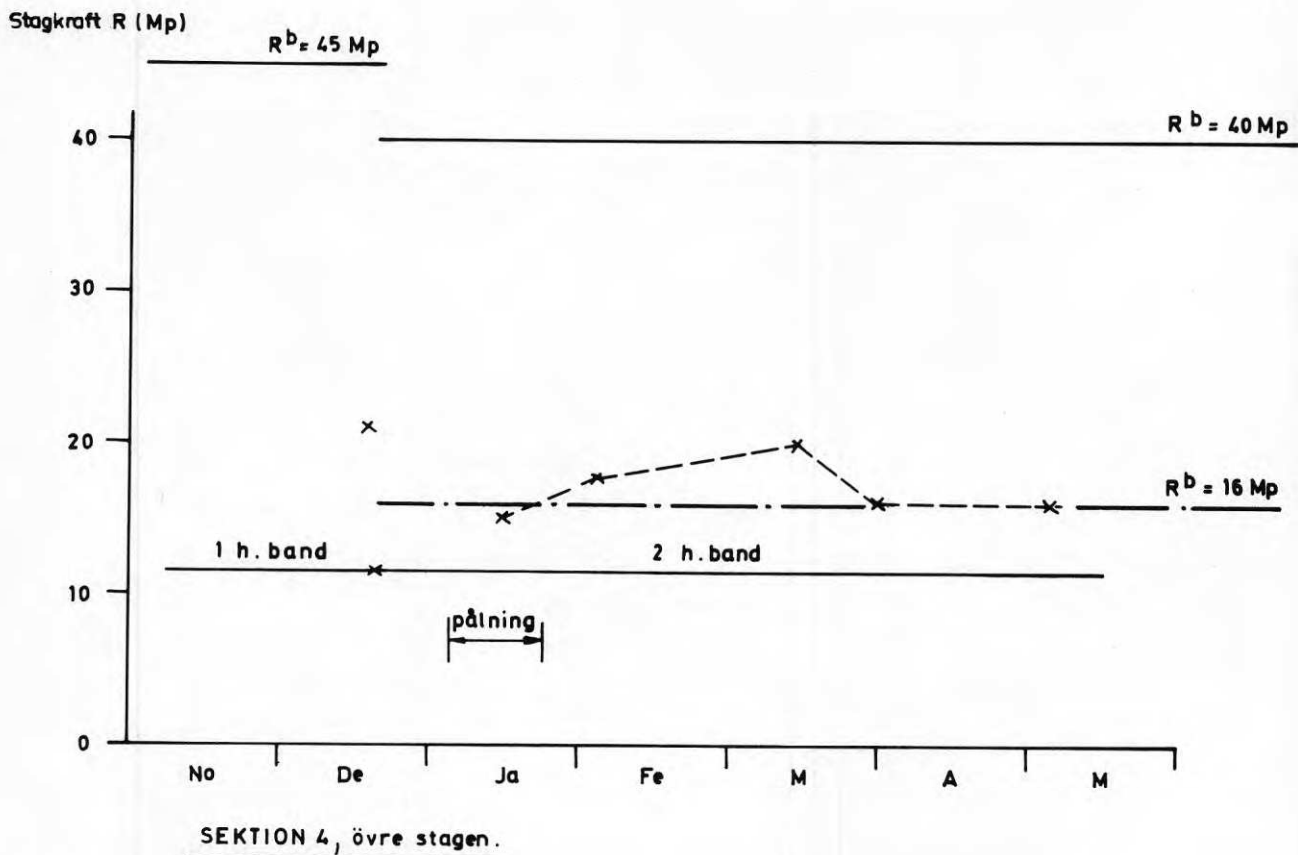
Stagkraft R (Mp)

SEKTION 3, undre stagen

Beteckningar:

-
- R^b = beräknad stagkraft
 - = jordtrycksfördelning enligt Terzaghi - Peck
 - - - = jordtrycksfördelning enligt Rankine
 - x - x = uppmätta värden
-

FIG. 18. Uppmätta stagkrafter, sektion 3.



Beteckningar:

- R^b = beräknad stagkraft
- = jordtrycksfördelning enligt Terzaghi - Peck
- - - = jordtrycksfördelning enligt Rankine
- x - - x = uppmätta värden

FIG. 19. Uppmätta stagkrafter, sektion 4.

var oförändrad mellan mätningarna den 21 nov. och 13 jan. Eftersom den första mätningen gjordes då endast övre stagen var satta och schaktbotten låg på $+0$ borde stagkraften vid detta tillfälle varit något större än vid det senare tillfället då båda hammarbanden var monterade.

En viss ökning av stagkrafterna har registrerats under perioden januari - mars. Denna ökning uppgår i allmänhet till ca 20 % utom i sektion 1 där den är ungefär 40 %. De höjda stagkrafterna torde förklaras av tjälbildningen bakom sponten. I de fall där stagkrafterna kunnat mätas i maj, då tjälen kan antagas ha gått ur jorden, var kraften ungefär lika stor som i december vid tjälningens början.

6.2 Deformationerna

I sektionerna nr 1, 2 och 5, där jorden är finkornigast och lösast lagrad, var spontens utböjning efter påslagningen max. ca 3 cm. I sektionerna nr 3 och 4, där jorden är fastare, blev utböjningen helt naturligt mindre och understeg 1 cm. Någon påslagning förekom dessutom ej vid sektion 4 då grundläggningen här skedde på hel platta. Avståndet till närmaste påle från sektion 4 uppgick till ca 10 m. Spontens vertikala sättning uppgick till maximalt 10 cm. I sektion 4 satte sig dock sponten icke alls.

Efter påslagningen har ytterligare deformationer uppkommit, sannolikt på grund av tjälen. Dessa deformationer uppgick den 5 februari till max. ca 1 cm. Det är möjligt att ytterligare någon centimeters utböjning skulle ha konstaterats om en slutlig mätning kunnat genomföras i mars månad. Den sammanlagda utböjningen till följd av påslagning och tjäle skulle därvid uppgå till 3 à 5 cm i sektion 1, 2 och 5 och mindre än 1 à 2 cm i sektion 3 och 4.

7. SLUTORD

Mätningar, som utförs på sponter i samband med pågående byggnadsobjekt, ger en ökad kännedom om hur spanten påverkas av yttre faktorer som t.ex. påslagning och tjäle.

Erfarenheterna från de i denna rapport beskrivna mätningarna visar dock att man måste räkna med vissa avsteg från ett upp-gjort program då mätningarna helt naturligt kommer i andra hand. Trots detta har de resultat som erhålles ändå sitt värde, då de efter hand ger ett säkrare underlag för bedömning-en av vilka tillskottslaster utöver konventionellt jordtryck som spontkonstruktioner bör dimensioneras för.

8 REFERENSER

Bygg, del 3, 1969, kap. 326:5 "Sponter" och 326:6
"Injekterade stagförankringar".

VII International Conference on Soil Mechanics Mexico 1969,
State of the art volume.

Ralph B. Peck: Deep excavations and tunneling in soft
ground.

(I denna rapport finns en mycket utförlig litteratur-
sammanställning).

BETECKNINGAR FÖR GEOTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR

REDOVISNING I PLAN, JORDARTER VID PROVTAGNING, SONDERINGSHÅLS AVSLUTANDE, FÖRKORTNINGAR

REDOVISNING I PLAN

Sondering

- Enkel sondering utan angivande av jordens fasthet, t. ex. sticksondering
Cirkelns centrum anger borrhålets läge
- Sondering för bestämning av jordens ungefärliga fasthet genom belastning med eller utan vridning (»statisk sondering»), t. ex. viktsondering, trycksondering och maskinsondering
- Sondering för bestämning av jordens ungefärliga fasthet genom slagning eller vibrering (»dynamisk sondering»), t. ex. hejarsondering och sondering med slagborrmaskin

Provtagning

- ⊙ Tagning av störda jordprover, med t. ex. spadborr
- ⊙ Tagning av ostörda jordprover, med t. ex. kolvborr¹

Provning in situ

- ⊗ Skjuvhållfasthetsbestämning i jorden, med t. ex. vingborr

Djup- och bergbestämning

- Sondering till förmodad fast botten
- Sondering till förmodat berg (s. k. bergsvarerhållet)
- Bergsondering minst 3 m under förmodad bergyta
- D:o samt undersökning av borrhax
- Kärnbörning minst 3 m under förmodad bergyta

Hydrologiska bestämningar

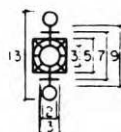
- Dagvattenyta bestämd, i t. ex. spadborrhål
- Grundvattenyta bestämd vid kort- resp. långtidsobservation (vanligen öppet system)
- Provpumpning eller infiltrationsförsök
- ⊕ Portryckmätning (vanligen slutet system)

¹ Använd kolvborrtyp anges på ritning

Övriga bestämningar

- ♀ Deformationsmätning i fält, genom t. ex. jordpegelobservation och inklinometermätning
- Provgrop (större) eller geoteknisk undersökningspunkt i övrigt (t. ex. provbelastning)

Mått



Borrhålsstecknet placeras rättvänt på ritningen oberoende av väderstreck och utsättningslinjer. Mått i mm.

Exempel

(kombination av borrhålsstecken i plan samt redovisning i plan)

Detaljerad redovisning

16
+8,3 12.06.57
A
+9,2 zFo

L 5,3
mS 6,3
Gr 6,8
B (4m)

Enkel redovisning



Borrhålets nummer, 16, eller koordinat skall *alltid* anges och placeras över borrhålsstecknet. Borrhålets nummer inom parentes anger att hålets läge i plan endast är ungefärligt.

För *detaljerad redovisning* gäller dessutom:

Marknivå, + 9,2, eller annan utgångsnivå anges mitt för och till vänster om borrhålsstecknet.

Grundvattenyta(-or), + 8,3, anges mellan borrhålsnumret och tecken för hydrologisk bestämning med angivande av observationsdatum, 12.06.57.

Bokstaven A till vänster om hydrologiskt tecken anger att kemisk undersökning utförts av vattnet med eller utan bakteriologisk analys eller att andra speciella undersökningar utförts, t. ex. korrosionsanalys.

Borrmetod och yt- eller djupprovtagning av speciellt intresse anges nedtill till vänster om borrhålsstecknet med förkortning enl. blad 3 (t. ex. zFo).

Påträffade lagerföljder antecknas till höger om borrhålsstecknet med angivande av läget på respektive lagrets underyta antingen såsom djup från markytan (enligt exemplet) eller annan utgångsnivå eller medelst plushöjd.




















I berg borrat djup anges inom parentes efter bokstaven B. I exemplet ligger sålunda bergytan på 6,8 m djup och borringen har skett 4 m ned i berget, dvs. till 10,8 m djup.

Vid *enkel redovisning* utsatts endast borrhålsnumret.

Om av utrymmesskäl eller andra orsaker kompletta borrhålsstecken ej utsatts, skall det utelämnade särskilt anges

JORDARTER VID PROVTAGNING


















Beträffande bedömda jordarter vid sondering se blad 4

	Fyllning Fyllningens art anges. Jfr blad 3		Lera		Block	
	Matjord, mylla		Mjåla (= finsilt och mellansilt)			Morän (i allmänhet)
	Torv (i allmänhet)		Finmo (= grovsilt)			Moränlera
	Filttorv		Grovmo och sand (= finsand, mellansand och grovsand = sand)		Växtdelar och trärester	
	Dytorv		Grus		Snäckskal	
	Dy eller gyttja		Sten		Block, genomborrat	

Vid blandjordarter kombineras tecknen.

¹Ny beteckning som skall ersätta mjåla och finmo.
Begreppen mjåla och mo utgår därvid och grovmo ersätts med finsand.

SONDERINGSHÅLS AVSLUTANDE

	Sannolikt berg (Motsvarar  för markering i plan)		Sonderingen avbruten — sonden kan utan slag neddrivas ytterligare (Motsvarar  för markering i plan)
	Sannolikt sten eller block (Motsvarar  eller  för markering i plan)		Sonderingen avbruten — sonden kan endast medelst slag neddrivas ytterligare (Motsvarar  eller  för markering i plan)
	Sten, block eller berg (Motsvarar  för markering i plan)		Bergsondering (Motsvarar  eller  för markering i plan)
	Andra fall då sonden ej kan neddrivas ytterligare, t. ex. fast morän (Motsvarar  för markering i plan)		

FÖRKORTNINGAR

Jordarter

B	berg				
Br	rösberg				
Bl	block	bl	blockig		
St	sten	st	stenig	<u>st</u>	stenskikt
Gr	grus	gr	grusig	<u>gr</u>	grusskikt
S	sand	s	sandig	<u>s</u>	sandskikt
M	mo	m	moig	<u>m</u>	moskikt
M _s	grovmo	m _s	grovmoig	<u>m_s</u>	grovmoskikt
M _r	finmo	m _r	finmoig	<u>m_r</u>	finmoskikt
Mj	mjäla	mj	mjälilig	<u>mj</u>	mjälskikt
Si	silt	si	siltig	<u>si</u>	siltskikt
L	lera	l	lerig	<u>l</u>	lerskikt
Dy	dy	dy	dyig	<u>dy</u>	dyskikt
G	gyttja	g	gyttjig	<u>g</u>	gyttjeskikt
T	torv	t	torvig	<u>t</u>	torvskikt
Dt	dytorv	dt	dytorvig	<u>dt</u>	dytorvskikt
Ft	filttorv	ft	filttorvig	<u>ft</u>	filttorvskikt
Mn	morän				
Mnl	moränlera				
Sk	snäckskal	sk	med snäckskal	<u>sk</u>	snäckskalskikt
Skgr	skalgrus	skgr	skalgrusig	<u>skgr</u>	skalgrusskikt
My	matjord, mylla	my	mullhaltig	<u>my</u>	mullskikt
Vx	växtdelar (trärester)	vx	med växtdelar	<u>vx</u>	växtdelskikt
G/L	kontakt, gyttja överst, lera underst	()	något exempelvis (s)=något sandig	()	tunna skikt
F	fyllning (jfr blad 2)	v	varvig		
t	(efter huvudord) torr- skorpa, se Anm. nedan				

Vid angivande av en blandjordart skall adjektiven placeras före substantivet och så, att den kvantitativt större fraktionen sätts efter den mindre. Skiktangivelsen sätts efter substantivet. Exempel: sisL (si) = siltig, sandig lera med tunna siltskikt.

Sammanfattande jordartsförkortningar

Fr	frikitionsjordart	P	oorganisk eller organisk kohesionsjordart
Ko	oorganisk kohesionsjordart		Beteckningen används då man ej kan skilja på dessa jordartstyper.
O	organisk jordart	Pt	torrskorpa i kohesionsjord
	Fr, Ko och O används då man genom neddrivningsmotstånd, hörselintryck el- ler av närliggande provtagning kan sluta sig till jordarten, eller som sam- manfattande beteckning vid provtagning.	X	jordart ej bestämd

Anm Om man vill ange de i en torrskorpa ingående jordarterna, används beteckningar såsom Lt och Sit. Kan jordarten ej bedömas, används beteckningen Xt.

¹ Typ av bormaskin anges.

² Placeras före förkortning för redskap,
t. ex. zFo = djupt foliekärnbormprov.

Sondering

Hf	hejarsond, med förtjockad spets
Ho	hejarsond, utan förtjockad spets
Jb	jord-bergsondering ¹
Slb	slagbormmaskin ¹
Sti	sticksond
Tr	trycksond ¹
Vi	viktsond

Provtagning

Fo	foliekärnborm
Grk	gruskannborm
Js	jalusborm
K	kannborm
Kv	kolvborm
Skr	skruvborm
Sp	spadborm
U	ostört (prov)
D	stört (prov)
C	kontinuerligt (prov)
y	ytligt (prov) ²
z	djupt (prov) ²

Provning in situ

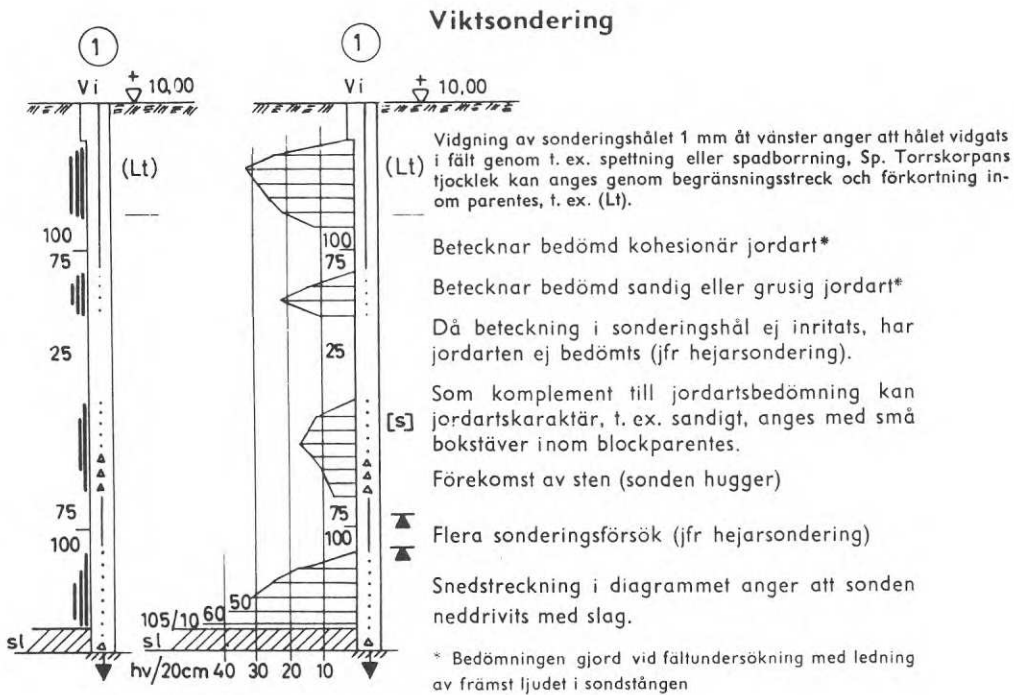
Pp	portryckmätare
Vb	vingborm

Speciella metoder

IkI	inklinometermätning
Rt	rotationsbormning
Rs	rördrivning med slutna rör (spets)
Rö	rördrivning med öppna rör
Se	seismik
Vfm	vattenförlustmätning

Övriga förkortningar

A	analys
Pg	provgrop
sl	slagning eller stötning
W	vattenyta
w	vattenhalt (naturlig)
wL	flytgräns
wP	plasticitetsgräns
wF	finlekstal



Borrhålets nummer placeras ovanför hålet inom cirkel.

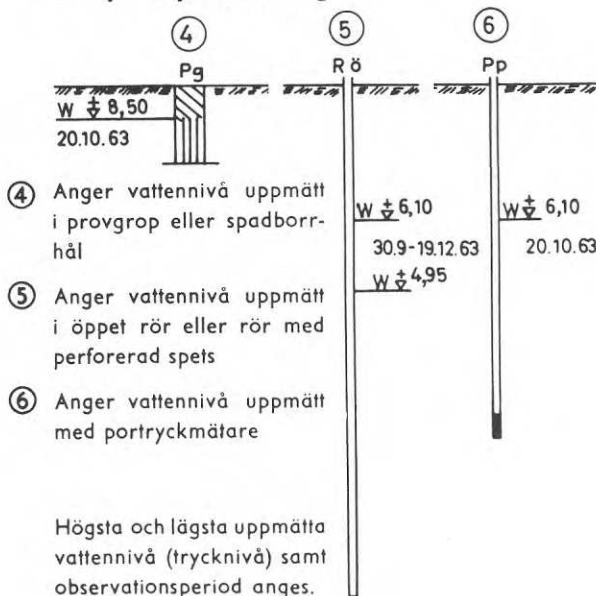
Siffror intill borrhålet anger belastning på sonden i kg. När vridning förekommer, är belastningen alltid 100 kg. Diagrammet (till vänster eller höger om borrhålet) anger antalet halvvarv (hv) för 20 cm sjunkning av sonden (vid 100 kg belastning). Antalet halvvarv inritas vid sjunkningens undre gräns. Sjunkning mindre än 20 cm anges genom utsättning av antalet halvvarv/sjunktningenslängd, t. ex. 105/10 eller 40/0.

Diagrammet kan schematiseras enligt alternativet till vänster, varvid

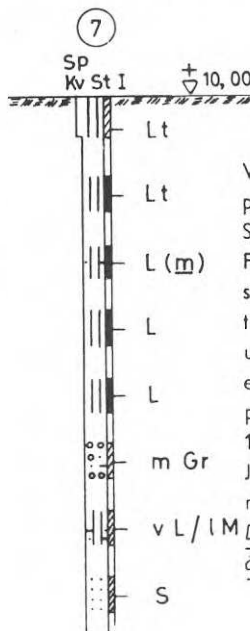
- 1—10 hv markeras med ett grovt streck
 11—20 » » » två grova »
 >20 » » » tre » »

Diagrammet har i exemplet begränsats till 40 hv/20 cm.

Observation av grundvattenyta och portryckmätning



Provtagning i jord



R38:1971

Denna rapport avser anslag nr C 607 från Statens råd för byggnadsforskning till civ. ing. Göran Sandqvist, VIAK, Stockholm.

**Distribution: Svensk Byggtjänst, Box 1403, 111 84 Stockholm
Grupp: konstruktion**

Pris: 9 kronor