

MEDDELANDE NR 1

Slagningsprov av pålskor
med bergdubbar

av Bror Fellenius

24 september 1963



INGENIÖRSVETENSKAPSAKADEMIEN
PÅLKOMMITTÉN

MEDDELANDE NR 1

Slagningsprov av pålskor
med bergdubbar

av Bror Fellenius

24 september 1963

De i meddelandet framförda åsikterna är författarens och
behöver icke vara pålkommitténs ståndpunkt.

Pris 10:- kr.

Slagningsprov av pålskor med bergdubbar

1. Inledning

På sträckan Göteborg C - Almedal, järnvägslinjen Göteborg - Malmö har nyligen byggandet av en ny ca 280 m lång dubbelspårsviadukt (vid Gubbero) påbörjats. Viadukten grundlägges på betongpålar slagna till fast botten. Pålarna får varierande längd mellan 4 m och 70 m. De kortare pålarna slås till berg, de längre sannolikt till pinnmo. Man har vid projekteringen räknat med att överföra höga laster (ca 110 kg/cm^2) på dessa pålar. För att så stora laster skall kunna tillåtas krävs att slagningen inte avbrytes förrän pålspetsen vid de stora djupen nått tillräckligt fasta lager. Vid bergstopp måste pålarna få ett säkert fäste i berget. Pålarna kommer därför att utsättas för mycket hård slagning, vilket medför stora påfrestningar på såväl betongen i pålarna som materialet i pålskorna. Utformningen av pålskorna har därför stor betydelse.

För att prova pålmaterial och pålskor har en provslagning utförts på sex pålar försedda med pålskor av två olika typer enligt nedan. Som provningsplats ansågs en plats med litet djup till berget vara lämpligast. En sådan plats fanns lätt tillgänglig vid kanten av gamla landsvägen mitt för Bohus station på vägen Göteborg - Trollhättan (foto nr 1). Djupet till berg varierar mellan 1,0 och 1,5 m.

2. Provningsobjekt

Provpålarna hade följande data:

Längd: 4 m

Area: 30 x 30 cm

Armering: 4 $\emptyset$ 19 Ks 40, som slutar ca 50 mm från pålände.

Byglar $\emptyset$ 5 s k Halmstadsbygel, stigning 100 mm på en sträcka av 1 m från skalle resp ~~sko~~ **stigning** 200 mm.

Betong: Snabbcement K 500 (cement av fabrikat Hellekis).

Pålsko: Påle P1 - P3 sko typ A enligt ritning bil 1 och foto 2.
Påle P4 - P6 " " B " " " 2 " " 2.
Bergdubben är av stål SIS 142090-2, Hellefors 134 HF2.

På pålskon typ A fördelas trycket från bergdubben av en 50 mm tjock kvadratisk stålplatta, som svetsats fast på pålens 22 mm tjocka bottenplatta. På typ B sker denna fördelning enbart av pålens 20 mm tjocka bottenplatta. Pålskallen skyddas med sprickring 3 x 100 mm placerad ca 30 mm från påländen.

Pålarna tillverkades den 19.6 1963.

Vid gjutningen togs provkuber, varav tre förvarades på samma sätt som pålarna och provtrycktes samma dag som provslagningen påbörjades och tre andra förvarades normenligt och provades efter 28 dygn.

Kubhållfastheten var i första fallet (efter 13 dagar) 542, 517 och 506 kg/cm², och i andra fallet 537, 608 och 611 kg/cm².

3. Provningsförfarande

Innan proven igångsattes gjordes urgrävning till berget och återfyllning med grus på ett för provslagningen erforderligt område. Berget bestod av skiffrig västkustgnejs och låg i lutning varierande mellan 1:2 och 1:4.

För varje provpåle uppmättes djupet till berg genom sondering. Vid slagningen slogs pålarna ned så att spetsen stod på berget, innan själva provslagningen påbörjades.

Slagningen utfördes med mobilkran av typ Åkerman försedd med 3 ton ~~hejare~~ upphängd i enkel part.

Hejarens fallhöjder varierades mellan 0,25 och 0,50 m. Man började slagningen med 0,25 m fallhöjd och ökade därefter fallhöjden successivt med 5 cm åt gången upp till 0,50 m (bil 3). På pålen P3 slogs 3670 slag, pålen P4 970 slag, pålen P5 2940 slag och på övriga pålar 3000 slag vardera. För att i görligaste mån hålla avsedd fallhöjd, sattes markeringar på gejdern till ledning för kranmaskinisten. Över lag blev fallhöjderna något högre än de avsedda.

Pålskallen skyddades på sedvanligt sätt med trä mellanlägg i slagdynan bestående av tre lager 1" bräder. Detta mellanlägg byttes ut mot nytt efter i medeltal ca 900 slag, då det var förbrukat.

Sjunkningarna avlästes genom ett avvägningsinstrument på en på provpålarna fastklistrad millimeterskala. Avläsning skedde för vart 10:e slag, varigenom räkningen av antalet slag samordnades med sjunkningsmätningen.

4. Resultat

Pålarnas sjunkning, bergdubbarnas inträngning i berget samt utbyte av trä mellanlägg i slagdynan framgår av bil 3. Dessutom visar fotografierna pålarnas utseende före och efter slagningen.

Provpåle P1 (Pålsko typ A med förstärkning, bil 1).

Pålen slogs med 3000 slag och totala sjunkningen var 27,4 cm. Stor del av pålskon med fjädrar hade trängt ned i berget, se foto 3. Bergmjöl hade fastnat på fjädrarna och trängt in utmed bergdubben i ämnesröret. Pålen var helt oskadad, se foto 4 och 5.

Provpåle P2 (Pålsko typ A med förstärkning, bil 1).

Pålen slogs med 3000 slag och totala sjunkningen var 8,6 cm.

Värmeutvecklingen i dynan blev mycket stor så att trä mellanlägget förkolnade under rökutveckling (foto 6). Trä mellanlägget byttes dock inte förrän efter 925 slag. Detta borde ha skett tidigare. Efter ca 2000 slag uppstod synliga skador på pålskallen (foto 7).

Pålskon var efter slagningen oskadad, så när som på att bergdubben var något krökt. Inträngningen i berget syns på foto 8.

Provpåle P3 (Pålsko typ A med förstärkning, bil 1).

Pålen slogs med 3670 slag och totala sjunkningen var 16,4 cm.

Pålen drog sig snett under slagningen varav följde sneda slag. Redan efter ca 600 slag lossnade skärvor vid pålskallen och efter ca 1500 slag skadades ett hörn (foto 9). Vid ca 3500 slag gick sprickringen av, varefter pålskallen krossades (foto 10). Värmeutvecklingen i dynan var kraftig under slagningen.

Pålskon hade inte tagit någon skada av slagningen (foto 11). Inträngningen i berget syns på foto 12.

Provpåle P4 (Pålsko typ B utan förstärkning, bil 2).

Redan innan pålspetsen nått berget drog sig pålen snett, varför den fick dras upp och sättas ned på nytt och hållas upprätt med kranen. Härvid utsattes pålen för viss böjning.

Pålen slogs med 970 slag, då slagningen avbröts på grund av att sjunkningen ökade onormalt.

Under slagningen iaktogs att pålen hoppade, vilket torde bero på det ringa djupet till berg (1,1 m) med därav följande dåliga stöd i sidled.

Pålskallen förblev oskadad under slagningen.

Vid uppdragningen konstaterades att betongen vid bottenplattan krossats på grund av att bergdubben tryckts in och åstadkommit en inbuktning mot betongen på bottenplattan (se foto 13 och 14). Bergdubben hade tryckts in totalt 10 mm.

Hålet i berget var 9 cm i diameter (dubbens diameter = 6 cm, foto 15).

Provpåle P5 (Pålsko typ B utan förstärkning, bil 2).

Pålen slogs med 2940 slag då slagningen avbröts på grund av att sjunkningen ökade onormalt (bil 3).

Efter uppdragningen konstaterades att betongen bakom bottenplattan krossats på grund av att bergdubben tryckts in och åstadkommit en inbuktning på bottenplattan. Bergdubben hade tryckts in totalt 18 mm (foto 16).

Av sjunkningsdiagrammet (bil 3) att döma synes brottet ha inträffat efter ca 2800 slag då sjunkningen var 5,8 cm.

Vid uppmätningen av intrycket i berget visade det sig att en bit av berget slagits loss (foto 17).

Provpåle P6 (Pålsko typ B utan förstärkning, bil 2).

Pålen slogs med 3000 slag och totala sjunkningen var 17,9 cm.

Denna påle var helt oskadad vid spetsen och endast obetydligt skadad vid pålskallen (se foto 18 och 19). Inte bara bergdubben utan även en del av pålskon hade trängt ned i berget, vilket framgår både av sjunkningsdiagrammet bil 3 och foto 20.

5. Sammanfattning

Av resultaten framgår att skadorna uppkommit antingen vid pålskallen eller vid pålspetsen. Vidare har skadorna vid pålspetsen uppkommit på pålar med pålskor av typ B utan den 50 mm tjocka stålplattan.

Slagningen måste betecknas som hård (som jämförelse kan dock nämnas att för att slå ned en 70 m lång påle med 3 ton hejare och 0,5 - 0,6 m fallhöjd erfordrades vid försöken i Gubbero vid påle P1T ca 8700 slag av vilka ca 3000 slag var att betrakta som stoppslagning dvs en sjunkning av 1 mm/slag eller mindre).

Efter uppdragningen togs prov dels av material som fastnat på bergdubben och dels av material som trängt in mellan bergdubben och ämnesröret. Båda proven visade sig vara bergmjöl som bildats under slagningen.

Proven visar, att bergdubb med den använda stålqualiten (SIS 142090-2 Hellefors 134HF2) borrar sig in i berget och ger gott fäste utan att dubben skadas. Man torde kunna nöja sig med att slå ca 300 slag med en fallhöjd av 0,3 m sedan pålspetsen nått berg, för att få tillräckligt fäste för pålen i berget. Detta skulle då gälla pålar av ordinär längd upp till 20 m och en hejarvikt av 3 ton. Vid längre pålar bör sannolikt antalet slag ökas upp till 400 à 500 slag. Om hejarvikten ökas till 4 ton torde dock 300 slag vara tillräckligt även för mycket långa pålar.

När man använder pålspets med bergdubb är avsikten att få fäste i berget genom att slå på pålen så hårt och så länge att bergdubben borrar sig in i berget. Nedslagningen av bergdubben i berget är sålunda oberoende av pålarnas avsedda bärförmåga. Utformningen av pålsko med bergdubb har därför intet direkt att skaffa med pålens tillåtna belastning.

Försöken visar att den föreslagna bergspetsen typ B är för svag. Bottenplattan kröker sig och spränger sönder pålen. Bergdubben tränger in i pålen i stället för att tränga in i berget. Den förstärkta pålskon - typ A - har visat sig hålla och kan därför i princip rekommenderas.

Linjen mellan bergdubbens sidokant och pålens yttersta kant lutar på den provade bergdubben 1,6:1 vilken lutning synes vara lämplig.

Ovan beskrivna försök har letts av författaren med biträde av ingenjör W Pejrud. Skånska Cementgjuteriets vattenavdelning, Göteborg har tillverkat pålarna och utfört påslagningsarbetet utan kostnad.

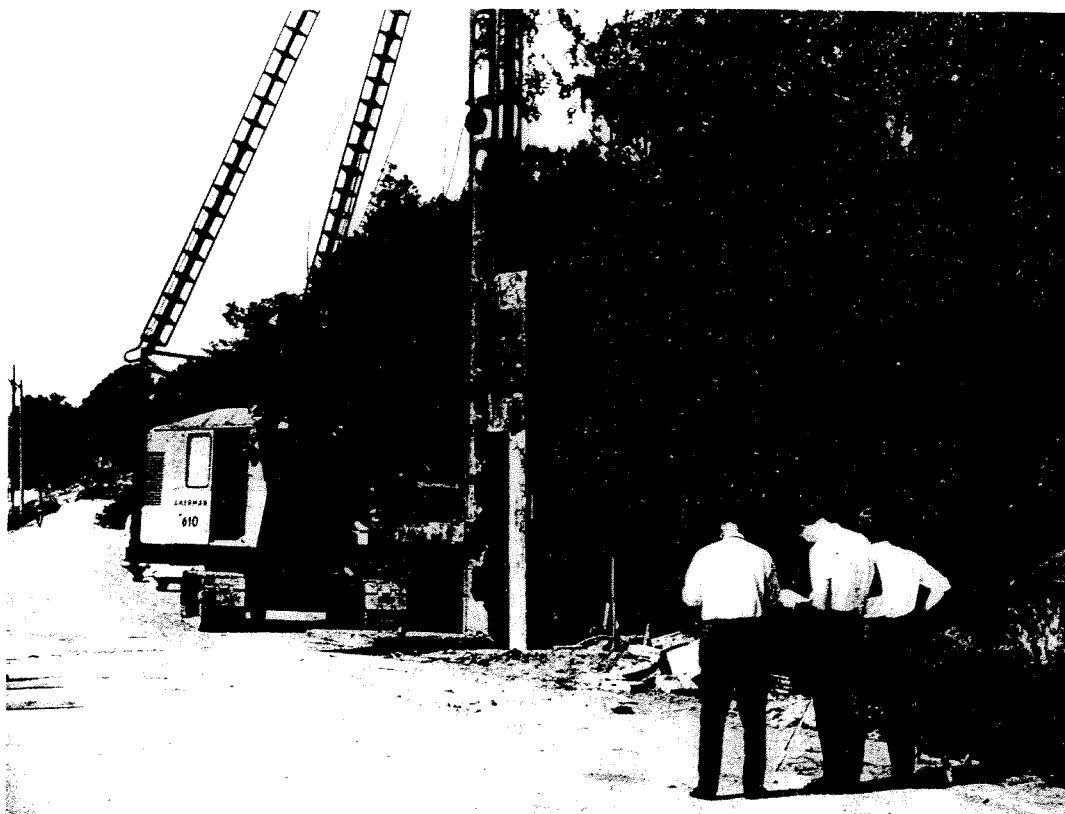


Foto nr 1.
Provslagnings-
platsen

Foto
SCG, Göteborg

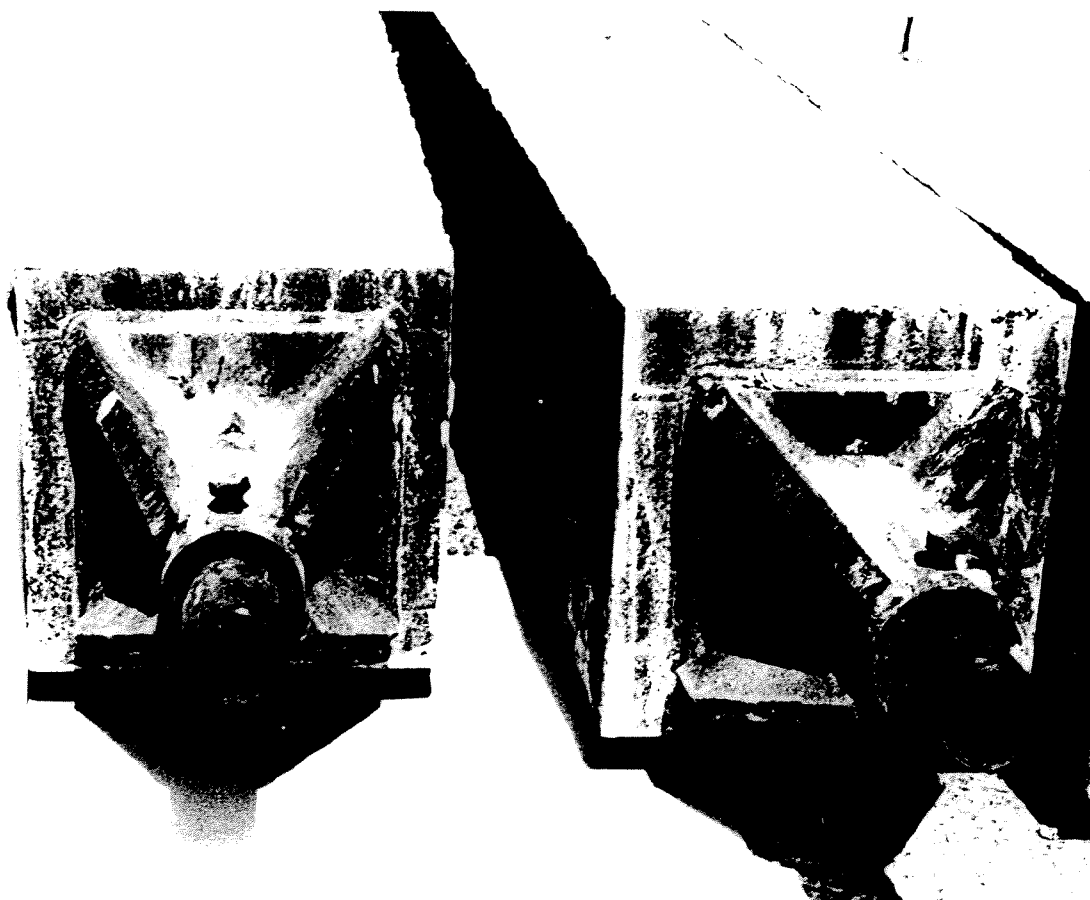


Foto nr 2.
Pålskor före slagningen.
T v typ A t h typ B.



Foto nr 3.

Pålen P1. Hål i berget efter bergdubben sedan pålen dragits upp.

Foto:
SCG, Göteborg

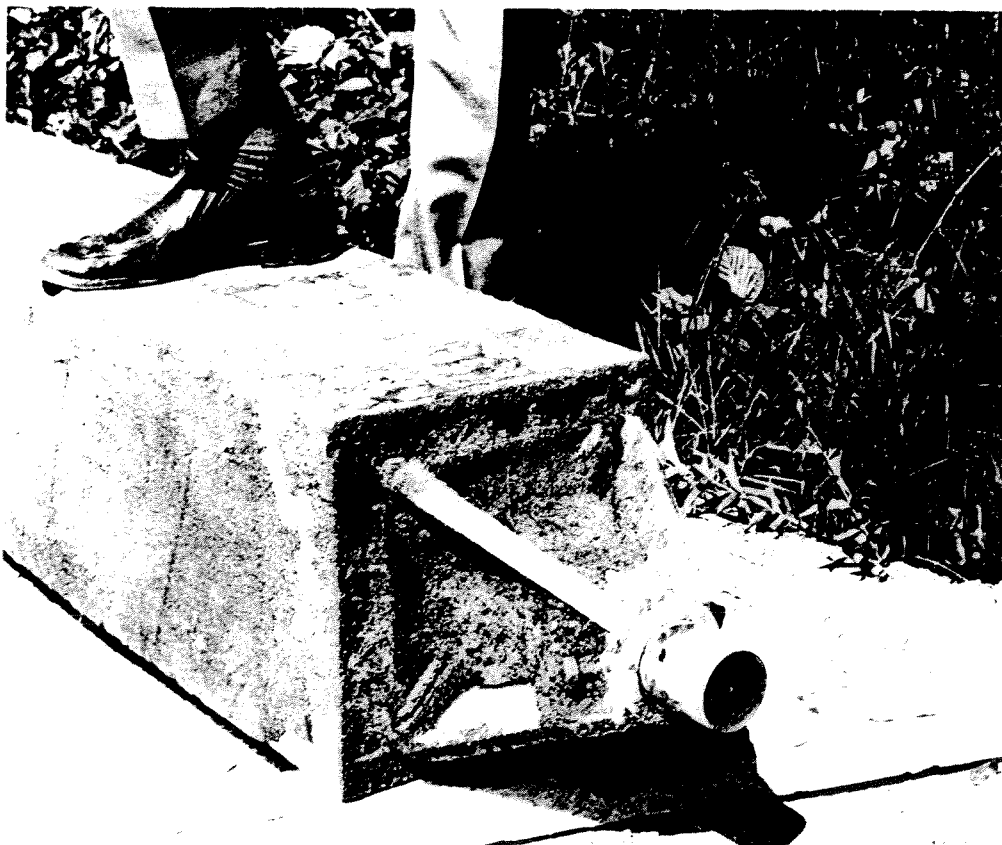


Foto nr 4.

Pålen P1 efter slagningen sedan den dragits upp. Icke rengjord.

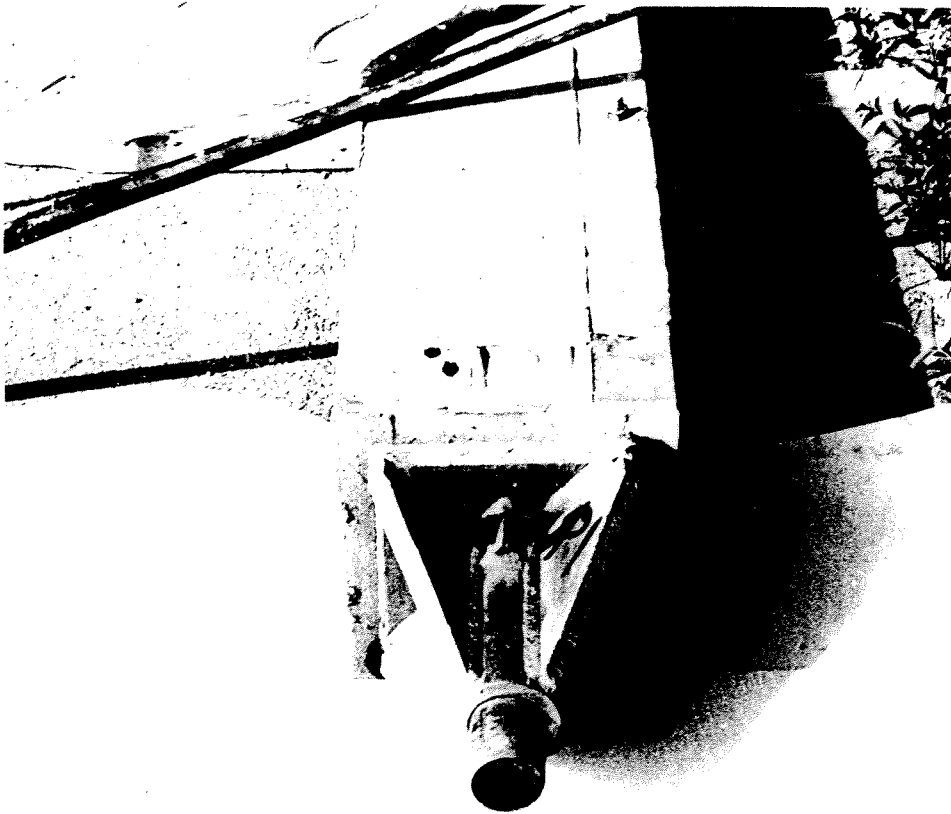


Foto nr 5.

Pålen P1 efter slag-
ningen sedan den dra-
gits upp. Rengjord.

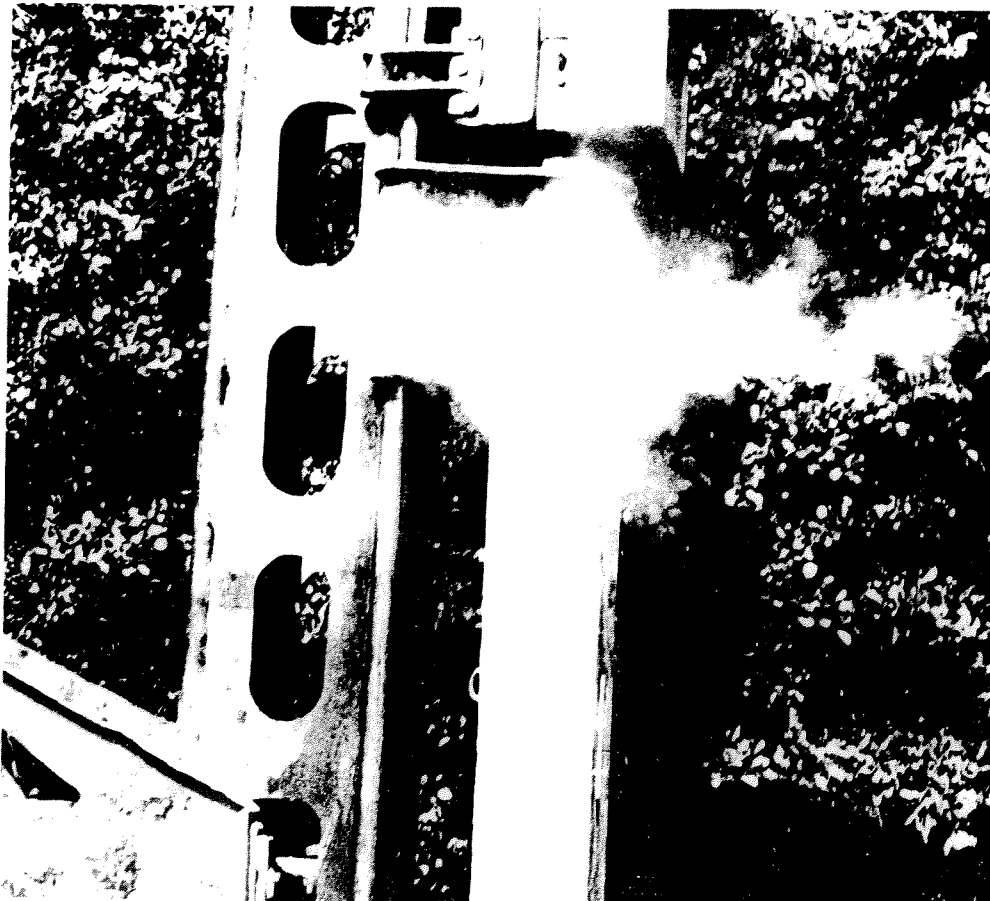


Foto nr 6.

Pålen P2. Rökutveck-
ling vid pålskallen.
Värmeutveckling i
dynan.



Foto nr 7.

Pålen P2 efter slag-
ningen. Pålskallen
skadad.

Foto:
SOG, Göteborg



Foto nr 8.

Pålen P2. Hål i ber-
get efter bergdubben
sedan pålen dragits
upp.

Foto:
SOG, Göteborg



Foto nr 9.

Pålen P3. Skador vid pålskallen efter ca 1500 slag.



Foto nr 10.

Pålen P3. Pålskal-
len efter avslutad
slagning. (ca 3670
slag)



Foto nr 11.

Pålen P3 efter slagningar
sedan den dragits upp och
rengjorts.

Foto:
SOG, Göteborg



Foto nr 12.

Pålen P3. Mål i berget
efter bergdubben sedan
pålen dragits upp.

Foto:
SOG, Göteborg



Foto nr 13.

Pålen P4 efter slagningen sedan den dragits upp och rengjorts



Foto nr 14.

Pålen P4 efter slagningen sedan den dragits upp. Pålskons bottenplatta sedd uppifrån. I plattans mitt syns en inbuktning åstadkommen av bergdubben.

Foto:
SOG, Göteborg



Foto nr 15.

Pålen P4. Hål i berget efter bergdubben sedan pålen dragits upp.

Foto:
SOG, Göteborg



Foto nr 16.

Pålen P5 efter slagningen sedan den dragits upp och rengjorts.



Foto nr 17.

Pålen P5. Hål i berget efter bergdubben sedan pålen dragits upp.



Foto nr 18.

Pålen P6 efter slag-
ningen sedan den dra-
gits upp och rengjorts

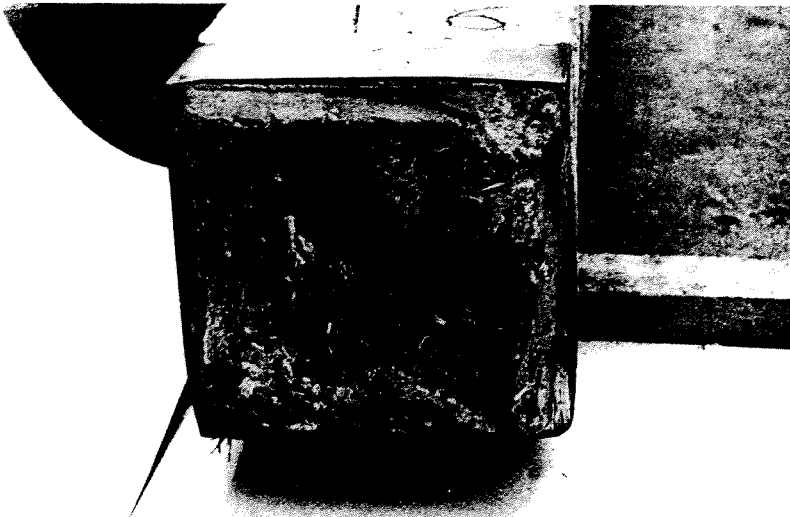


Foto nr 19.

Pålen P6. Pålskallen
efter slagningen.

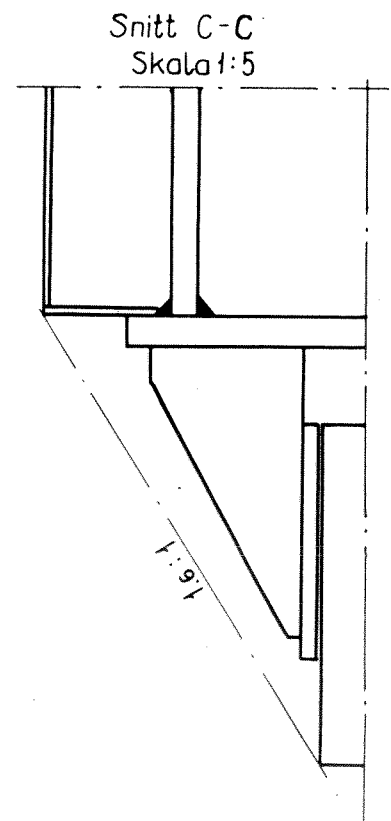
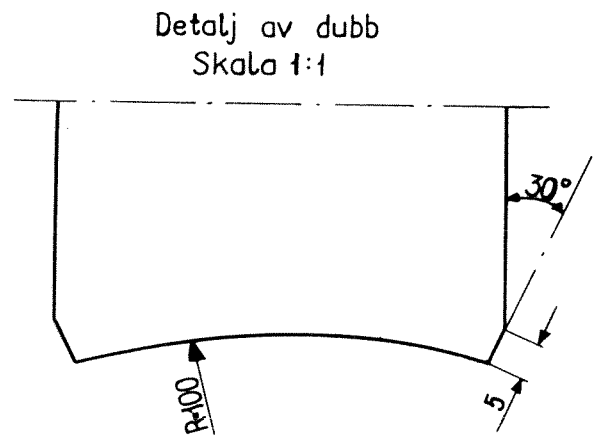
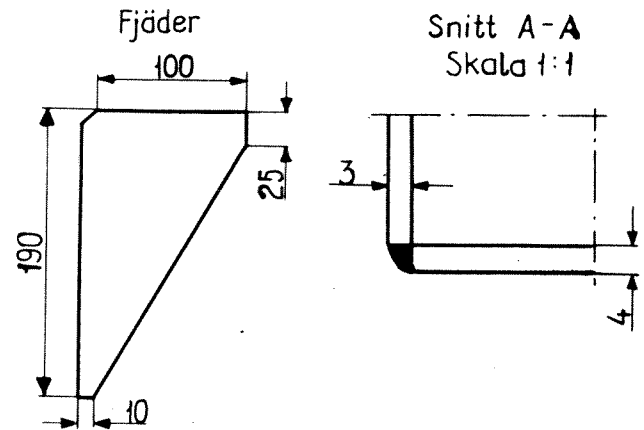
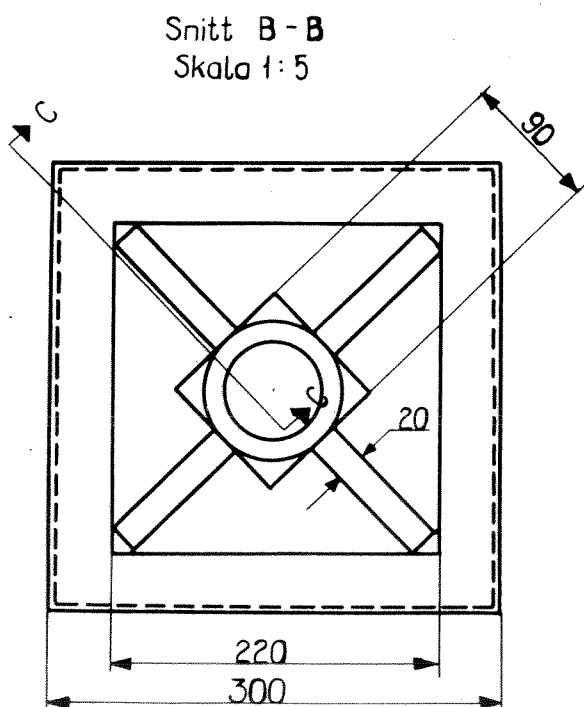
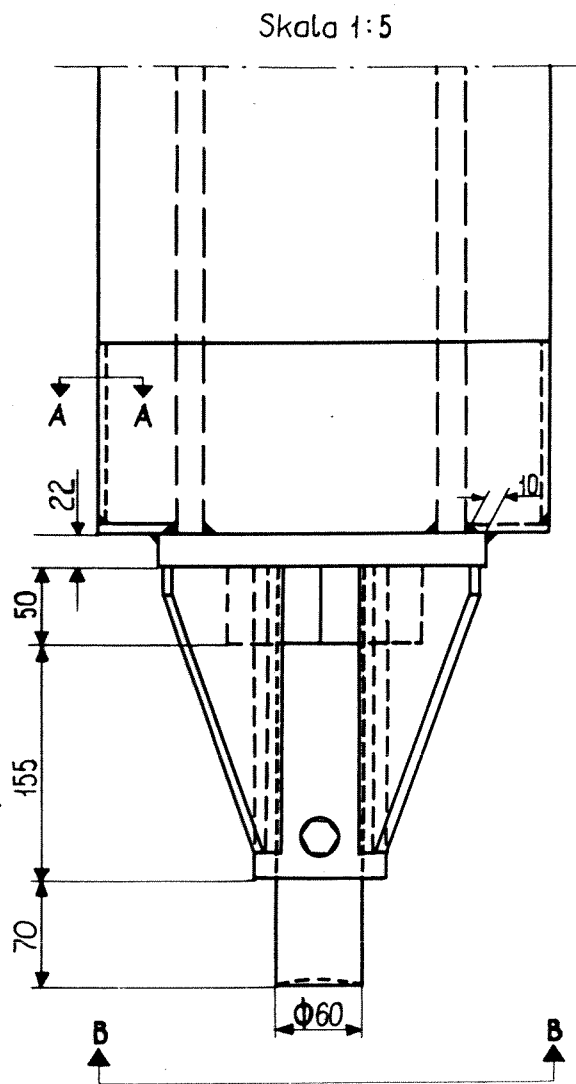


Foto nr 20.

Pålen P6. Hål i ber-
get efter bergdubben
sedan pålen dragits
upp.

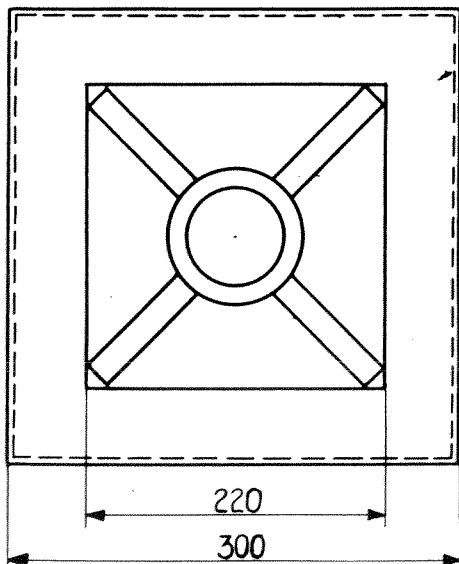
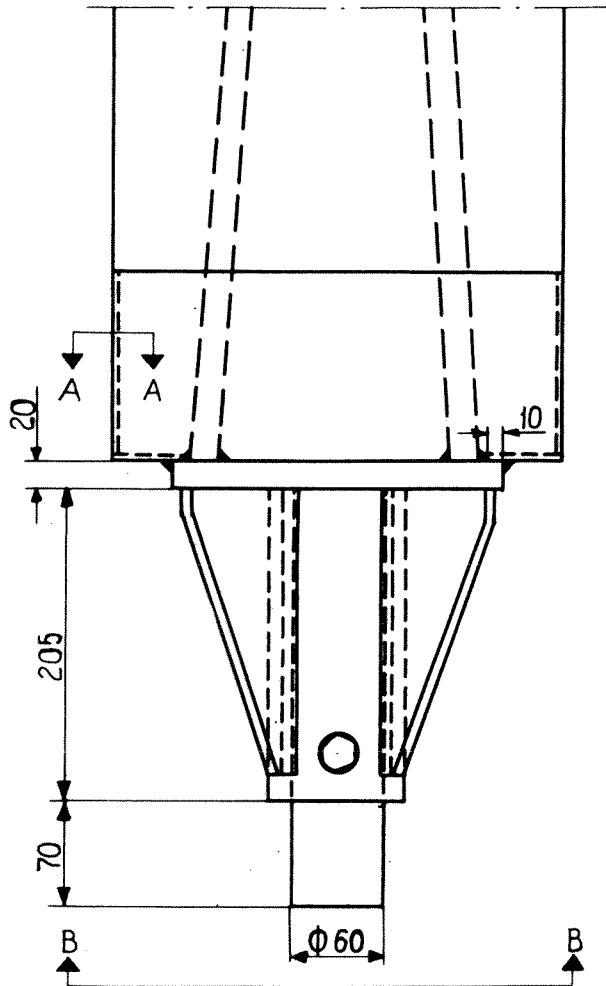
Pålsko med bergdubb
Typ A (förstärkt).

Bil 1.



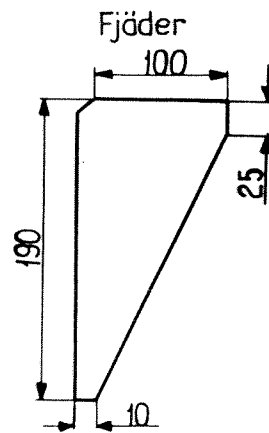
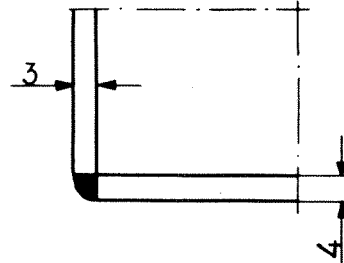
Pålsko med bergdubb
Typ B (ej förstärkt).

Skala 1:5

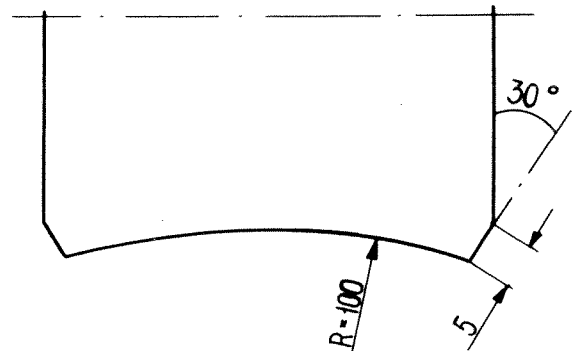


Snitt B-B. Skala 1:5

Snitt A-A
Skala 1:1

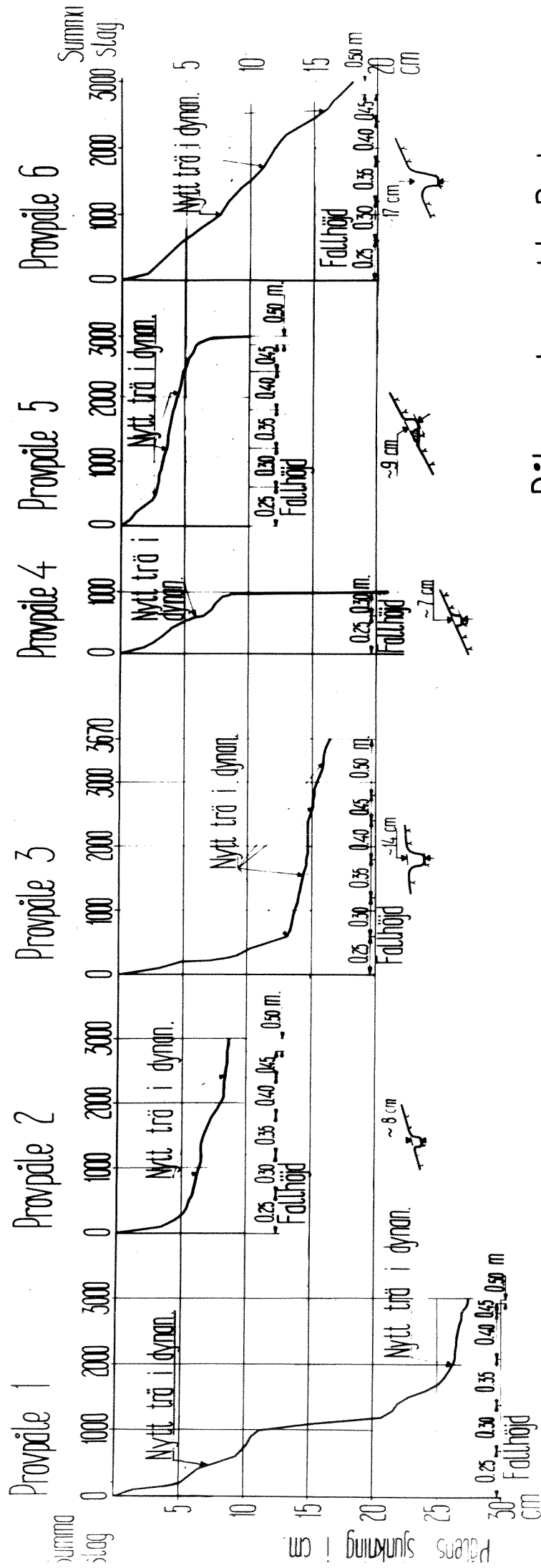


Detalj av dubb. Skala 1:1.



Sjunktingsdiagram.

3 ton fallhöjare.



~22 cm. Hål i berget efter dubb.

Pålprovning vid Bohus.