

SÄRTRYCK OCH PRELIMINÄRA  
RAPPORTER NR 8

Industriell tillverkning  
av betongpålar

Kajsa Sundberg och Arne Forsell

24 februari 1968



INGENIÖRSVETENSKAPSAKADEMIEN  
PÅLKOMMISSIONEN

SÄRTRYCK OCH PRELIMINÄRA  
RAPPORTER NR 8

Industriell tillverkning  
av betongpålar

Kajsa Sundberg och Arne Forsell

24 februari 1968

Examensarbete nr 67 i byggnadsekonomi  
och byggnadsorganisation vid Kungliga  
Tekniska Högskolan, Stockholm

Utfört våren 1967 av

Kajsa Sundberg och Arne Forsell

De i meddelandet framförda åsikterna är författarnas och behöver  
icke vara pålkommissionens ståndpunkt.

Pris 10:- kr.

## FÖRORD 1

Föreliggande examensarbete utfördes under tiden april - juli 1967 vid institutionen för byggnadsekonomi och byggnadsorganisation, Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm.

Ämnesval och inriktning har skett i samråd med Planeringsavdelningen vid Granit och Beton Aktiebolaget, Stockholm, som också lämnat visst ekonomiskt bidrag till resor m m.

Vi vill tacka företag, myndigheter och enskilda som ställt sig till förfogande vid examensarbetets utförande.

Stockholm den 14 juli 1967

Kajsa Sundberg      Arne Forsell

## FÖRORD 2

I samband med att examensarbetet överlämnats till IVA:s påkommision för publicering i påkommisionens särtrycksserie har kap 2, kap 9.3 och bil 13 översetts och kompletterats.

Stockholm den 29 februari 1968

Kajsa Sundberg      Arne Forsell

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. Inledning
  - 1.1 Pålmaterialalets utveckling
  - 1.2 Pålningens verksamhetens omfattning
  - 1.3 Utredningens målsättning
  - 1.4 Utredningsmetodik
2. Bestämmelser
  - 2.1 Sammanställning över gällande bestämmelser
  - 2.2 Normer för monteringsfärdiga byggnadselement av betong
  - 2.3 Provisoriska anvisningar för stödpålar av betong K 500
  - 2.4 Statens Järnvägars bestämmelser
  - 2.5 Pålnormkommitténs arbete
  - 2.6 Synpunkter på normfrågan
3. Påltilverknning i stort
  - 3.1 Påltyper
  - 3.2 Tillverkningsprocess
4. Tillverknning av betongen
  - 4.1 Egen tillverknning av betong
  - 4.2 Fabrikstillverkad betong
  - 4.3 Betongkvalitet
5. Formutrustning
  - 5.1 Träformar
  - 5.2 Stålformar
    - 5.2.1 Stålformar för fyrkantiga och sexkantiga pålar
    - 5.2.2 Stålformar för runda pålar
  - 5.3 Betongformar
  - 5.4 Plastformar
6. Iordningställande av formen
  - 6.1 Rengöring
  - 6.2 Inoljning
  - 6.3 Iläggning av avstängare, distansklotsar och pålsmide
  - 6.4 Sammansättning av formen



## 7. Armering

### 7.1 Armering av slakarmerade pålar

7.1.1 Armering enligt provisoriska bestämmelser för stödpålar av betong K 500

7.1.2 Material

7.1.3 Lagring av armeringsjärn

7.1.4 Tillverkning av armeringsgalgar

7.1.5 Hantering av armeringsgalgar

### 7.2 Armering av förspända pålar

7.2.1 Material

7.2.2 Armeringsförfarande

## 8. Gjutning av betongen

8.1 Kärning

8.2 Gjutning med kran och bask

8.3 Gjutning med spårgående vagn

8.4 Gjutning med glidande överform

8.5 Vibrering

8.6 Ytavjämning

8.7 Anbringande av lyftöglor

## 9. Härdning

9.1 Problemställning

9.2 Härdningsprocess

9.2.1 Förlagring

9.2.2 Uppvärmning

9.2.3 Härdning

9.2.4 Avsvalnande

9.3 Bestämmelser

9.4 Härdning med ånga

9.4.1 Ånga ovan bädden

9.4.2 Ånga under bädden

9.5 Härdning med varmluft

9.6 Härdning med elektricitet

9.7 Täckmaterial

## 10. Hantering och lagring av pålar m m

10.1 Brytning av pålbädd och uttransport till lager

10.1.1 Fyrkantiga pålar

10.1.2 Runda pålar

10.2 Transporthjälpmedel

10.3 Efterbehandling

10.4 Lagring

11. Fabriksområdet
  - 11.1 Byggnader
  - 11.2 Fabriksområdets planering
12. Produktion, marknadsföring och utvecklingsplaner
  - 12.1 Arbetskraft
  - 12.2 Produktionskapacitet
  - 12.3 Tillverkningskostnader
  - 12.4 Marknadsföring
  - 12.5 Utvecklingsplaner
13. Tillverkningskontroll
  - 13.1 Kontrollrådet för betongvaror
    - 13.1.1 Organisation
    - 13.1.2 Kontrollens utförande
    - 13.1.3 Anmärkningar vid kontrollen
    - 13.1.4 Ansvarig arbetsledare
    - 13.1.5 Ritningsunderlag
  - 13.2 Olika myndigheters och beställares tillverkningskontroll
    - 13.2.1 Statens Planverk
    - 13.2.2 Statens Vägverk
    - 13.2.3 Statens Järnvägar
    - 13.2.4 Stockholms stad
    - 13.2.5 Göteborgs stad
  - 13.3 Tillverkningskontroll av förspända pålar
14. Sammanfattande synpunkter
  - 14.1 Egen tillverkning av betong - fabrikstillverkad betong
  - 14.2 Träform - stålform - betongform - plastform
  - 14.3 Gjutning med: kran och bask - spårgående vagn - glidande överform
  - 14.4 Ångrör ovan bädden - ångrör under bädden - elhärdning
  - 14.5 Fyrkantiga pålar - runda pålar
  - 14.6 Slakarmerade pålar - förspända pålar
  - 14.7 Slutord
15. Litteraturförteckning
16. Bilagor

## 1. INLEDNING

Under den senaste tioårsperiodens kraftiga expansion inom städer och tätorter har områden med allt sämre markförhållanden måst tagas i anspråk för byggnadsarbeten av skilda slag och då framför allt för bostäder. Grundläggningen på dessa markområden, som i regel fått utföras med hjälp av pålning, har därför blivit av stor ekonomisk betydelse.

Trots det intresse som borde finnas för en rationell påtillverkning, har vi inte påträffat någon litteratur, som behandlar ämnet i hela sin omfattning, utan vad som publicerats är närmast de olika firmornas beskrivningar av sina metoder.

### 1.1 Pålmaterialets utveckling

Ursprungligen existerade av helt naturliga skäl endast en typ av pålar, nämligen träpålar. Träet som pålmaterial har också dominerat långt in på 1940- och 1950-talen. Det är först de senaste 10 à 20 årens tekniska utveckling som på ett ganska markant sätt har trängt tillbaka träet och i stället fört fram betongen som pålmaterial. De faktorer som härvidlag har varit avgörande, är dels ekonomiska och dels tekniska. Träet har sålunda ökat i pris relativt betongen. Det har dessutom blivit allt svårare att ur skogarna få fram tillräckligt långa och grova stammar lämpliga till pålar. En av de tekniska faktorerna är att i många fall en sänkning av grundvattenytan åstadkommit, t ex genom dränering av marken inom stadsområdena, vilket medfört att det blivit vanskeligare att använda träpålar. Inom många städer har därför sedan åtskilliga år tillbaka träet som pålmaterial antingen varit förbjudet av byggnadsnämnderna eller också undvikits på grund av de stora kostnader som varit förknippade med framtida förstärkning av rötskadade träpålar. En annan viktig faktor, som kraftigt påverkat utvecklingen, är den omständigheten att man numera övergått till att tillverka betongpålar på fabrik under sträng kvalitetskontroll (1)<sup>x</sup>.

### 1.2 Pålningens verksamhetens omfattning

För närvarande (1967) torde mellan två och tre miljoner längdmeter betongpåle slås per år i Sverige (Cement och Betong 1966:4).

---

<sup>x</sup> Siffror inom parantes hänvisar till litteraturförteckningen.



Å bilaga 1 redovisas statistik över antal slagna pålmeter inom Sverige under 1962 (IVA:s pålkommission). Pålkommissionen håller för närvarande på med att bearbeta insamlade statistikuppgifter för år 1966.

### 1.3 Utredningens målsättning

Utredningen avser att studera metoder och hjälpmedel vid industriell tillverkning av betongpålar samt att inventera därmed sammanhängande normer och bestämmelser.

### 1.4 Utredningsmetodik

Materialiet till utredningen har erhållits genom

1. Studier av svensk och utländsk litteratur,  
se 15. Litteraturförteckning
2. Studiebesök på pålfabriker,  
se bil 2
3. Samtal med företrädare för olika myndigheter, organisationer och företag,  
se bil 3



## 2. BESTÄMMELSER

### 2.1 Sammanställning över gällande bestämmelser

Betongpålar framställs i enlighet med följande gällande bestämmelser:

1. Statliga betongbestämmelser. Del 1. Materialdelen.  
Kap 3, 7, 8 och 9. (SOU 1949:64)
2. Bestämmelser för betongkonstruktioner. Material och utförande. Betong (Statens Betongkommitté 1965)
3. Statliga Cementbestämmelser (Statens Betongkommitté 1960)
4. Normer för monteringsfärdiga byggnadselement av betong (Statens Betongkommitté 1960)
5. Anvisningar till byggnadsstadgan. BABS 1960  
(KBS publikationer 1960:1)
6. Provisoriska anvisningar för stödpålar av betong K 500  
(KBS meddelande 1963:5)
7. Byggsvetsnormer av år 1949 med kompletteringar 1950 och 1961 (Svetskommissionen)
8. Brobyggnadsanvisningar (KVVS 1965)

### 2.2 Normer för monteringsfärdiga byggnadselement av betong

Dessa normer, betongelementnormerna, är för närvarande föremål för omarbetning. Arbetet med normerna bedrivs inom den s k Prefabgruppen, Statens Betongkommitté, under medverkan av representanter för elementtillverkarna.

Den snabba utvecklingen inom elementområdet i kombination med att nya betongmaterialnormer utkommit 1965 samt att nya armeringsnormer utkommer under 1968 har motiverat att nuvarande elementnormer revideras.

Bestämmelserna kommer att uppdelas i en elementdel och en byggnadsdel. De skall liksom tidigare utgöra ett komplement till övriga betongnormer (2).

### 2.3 Provisoriska anvisningar för stödpålar av betong K 500

I BABS 1960 kap 13:6332 har angivits tillåten last på stödpålar av betong K 400. Med hänsyn till att utvecklingen på pålningsområdet lett till användning av betongpålar av högre kvalitet har rubricerade anvisningar meddelats som tillägg till BABS, vilket gäller provisoriskt tills en planerad omarbetning genom-

förts av kapitlet om pålning.

Spännarmerade pålar har icke ansetts kunna medtagas i dessa provisoriska anvisningar, bl a beroende på avsaknaden av officiella normer för spännarmerad betong. Efter framställning av vederbörande tillverkare av spännarmerade pålar är dock Statens Planverk<sup>x</sup> beredd att för varje påltyp pröva lämpligheten av att tillåta högre pållast än den i BABS angivna.

(Statens Vägverk<sup>xx</sup> har ännu icke typgodkänt någon spännarmerad påle.)

Framställningen av pålarna skall ske i enlighet med Normer för monteringsfärdiga byggnadselement av betong med vissa i Provisoriska anvisningar angivna undantag och tillägg. Pålarna skall tillverkas vid fabrik, som underkastas kontroll av Kontrollrådet för betongvaror enligt av rådet fastställda bestämmelser. Fabriken skall dessutom vara godkänd av planverket för tillverkning och utnyttjande av betong i kvalitet K 500. Pålarna av standardtyp skall utföras enligt ritningar, som godkänts av planverket jämligt 1960 års elementnormer och rubricerade anvisningar.

#### 2.4 Statens Järnvägars bestämmelser

SJ centralförvaltning har utgivit provisoriska bestämmelser för pålar, (3), (se bil 4). Man tillåter högre påkänningar än planverket.

SJ har under flera år försökt påverka andra myndigheter att höja de tillåtna påkänningarna.

#### 2.5 Pålnormkommitténs arbete

Statens Planverk har tillsatt en pålnormkommitté, som fått i uppgift att revidera de tekniska anvisningarna för grundläggning på pålar. Kommittén är sammansatt av representanter för såväl berörda statliga och kommunala myndigheter som enskilda byggnadsföretag och konsulter. Avsikten är att anvisningarna rörande pålning i BABS, kap 13:6, och styrelsens meddelande 1963:5 i sin helhet skall omprövas. Förutom de pålningsfrågor, som redan finns behandlade i BABS, har kommittén på sitt arbetsprogram upptagit även andra pålningsproblem, t ex klass-

---

<sup>x</sup> Före den 1.7.1967 Kungl. Byggnadsstyrelsen

<sup>xx</sup> Före den 1.7.1967 Kungl. Väg- och vattenbyggnadsstyrelsen



indelning av pålar och pålningsarbeten, spännarmerade pålar, platsgjutna pålar (plintpålar och motsvarande), pålars konstruktion och dimensionering, säkerhetsfaktorer vid ständig respektive rörlig last samt olika metoder för pålars neddrivning (4).

Avsikten var, att kommittén skulle bedriva sitt arbete i sådan takt att nya anvisningar för grundläggning på pålar kunde intas i en reviderad upplaga av BABS, som planerades att utges under år 1965.

Omarbetningen av BABS blev dock försenad och den nya utgåvan kom ut hösten 1967. Pålnormkommittén hann dock ej bli färdig med sitt arbete till dess, varför pålbestämmelserna kommer att ges ut som ett senare komplement.

## 2.6 Synpunkter på normfrågan

Under rubriken "Pålningsnormer efterlyses" i tidskriften Byggnadsvärlden, nr 18 1963, (5), framför ing Sven Strömbäck, chef för Granit och Betons pålningsverksamhet, följande synpunkter:

"Tyvärr finns för närvarande inga enhetliga bestämmelser för betongpålars konstruktiva utförande. Detta gör, att för många objekt måste specialpålar tillverkas. I dessa fall blir urvalet av olika längder nödvändigtvis begränsat. Där djupet till fast botten avviker från gjorda antaganden kan detta förhållande ge upphov till allvarliga störningar på arbetsplatserna.

En samordning av gällande bestämmelser för betongpålars utförande, gärna med skärpta krav på pålarnas kvalitet, skulle med tillfredsställelse hälsas av alla som sysslar med påltillverkning och pålslagning."

Liknande synpunkter har vid studiebesöken framkommit från ytterligare ett par håll.

Vi har framför allt intervjuat arbetsledare vid fabrikena, och de har i regel inte haft några speciella synpunkter på normfrågan. Det kanske finns större anledning för de som är engagerade i pålslagingsverksamheten att vara kritisk.

### 3. PÅLTILLVERKNING I STORT

#### 3.1 Påltyper

Vid de besökta pålfabrikerna tillverkas normalt följande påltyper:

##### 1. Slakarmerade pålar

- |    |            |                                                                                    |
|----|------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| a. | Fyrkantiga | 25 x 25, 30 x 30 cm <sup>2</sup>                                                   |
| b. | Sexkantiga | Tvårsnittsyta 420, 600, 800 cm <sup>2</sup><br>Snittsidor resp 12.7; 15.2; 17.6 cm |
| c. | Runda      | Ø 28 cm                                                                            |

##### 2. Förspända pålar

- |    |       |                           |
|----|-------|---------------------------|
| a. | Runda | Ø 28 cm, Ø 33 cm, Ø 34 cm |
|----|-------|---------------------------|

Tillverkningsmetoden för slakarmerade och förspända pålar skiljer sig principiellt endast vid armeringsförfarandet.

Betongpålar tillverkas huvudsakligen i längder mellan 3 och 14 m (16 m) och lagerförs i regel för varje 1.0 m intervall. Vid några fabriker lagerförs korta pålar för varje 0.5 m intervall.

En betongpåle med dimensionen 25 x 25 cm<sup>2</sup> väger ca 150 kg/m.

Vissa fabriker tillverkar även s k betongpåläggare (längd 1.8 - 2.5 m), som fästs i toppen på träpålar med hjälp av två ingjutna plattjärn.

Av bil 2 framgår respektive fabrikers påltyper.

Statens Vägverk granskar och godkänner ritningar över betongpålar, som användes för väg- och brobyggnadsarbeten. När det gäller husbyggnader ombesörjs den centrala prövningen av Statens Planverk. För pålar av K 500 är denna prövning obligatorisk. I avvaktan på utarbetande av nya normer har nu gällande godkännande av pålar begränsats till den 31.12.1968.

Ritningar över pålar av betong K 400 kan godkännas av antingen resp byggnadsnämnd eller Statens Planverk. I de nya bestämmelserna kommer Statens Planverk att rekommendera fabriker som tillverkar betongpålar av standardutförande att låta typgodkänna dem. Flera fabriker har redan låtit göra detta.

Statens Vägverk har typritningar för betongpåle □ 250, Ø 280 (bil 5), □ 300 och Ø 330 samt för pålsko med bergspets till



respektive påle. Som exempel på av Statens Planverk godkänd påle visas Nya Asfalt AB:s typritning för betongpåle  $\square$  300 å bil 6. Statens Planverk har inga egna typritningar på pålar.

Pålarna förses i allmänhet med fastgjutna pålskor eller bergspetsar. (Se bil 5 och 6.)

Olika typer av skarvar ingjuts. Av dessa har myndigheterna godkänt två momentstyva skarvar, ABB-skarven (AB Stabilator) och Herkulesskarven (Nya Asfalt AB). Herkulesskarven visas å bil 6. Perssons Betongpålar har utvecklat en ännu icke godkänd momentstyv skarv. AB Svenska Pålfabriken har egen skarv för runda pålar.

Även andra ingjutningsdetaljer såsom inspektionsrör ( $\emptyset$  32 mm,  $\emptyset$  42 mm), lyftöglor, sprickringar m fl är vanliga.

Fabrikerna tillverkar specialpålar på beställning.

### 3.2 Tillverkningsprocess

Fabriksmässig framställning av betongpålar kan betraktas som en kontinuerlig process med fyra delvis sammanfallande kedjor. En cirkulär kedja, där pålformen bearbetas cykliskt, och tre icke slutna kedjor, där dels betongmassan och dels armeringen bearbetas till den slutliga produkten: betongpålen, dels pålen härddas, avformas och transporteras till lager.

I ett flödesschema, enligt bil 7, kan man sålunda särskilja fyra delvis sammanfallande flöden:

1. Armeringens och övriga ingjutningsdetaljers bearbetning från mottagandet på fabriken till iläggningen i formen.
2. Betongråvarornas (alt betongens) bearbetning från mottagandet på fabriken till gjutningen.
3. Pålformens cykliska bearbetning.
4. Härdning, avformning och uttransport av betongpålen.

Flödena kan erhålla principiellt olika utformningar beroende bl a på pålslag och fabriken mekaniseringsgrad.

För framställning av betongpålar fordras i regel följande huvudprocesser:

1. Tillverkning av betongen

2. Iordningställande av formen
  - a. Rengöring
  - b. Inoljning
  - c. Iläggning av avstängare, distansklotsar och pålsmide
  - d. Sammansättning av formen
3. Armering
  - a. Preparering
  - b. Iläggning
4. Gjutning av betongen
  - a. Ifyllning
  - b. Vibrering
  - c. Ytavjämning
  - d. Anbringande av lyftöglor
5. Härdning
  - a. Förlagring
  - b. Uppvärmning
  - c. Härdning
  - d. Avsvalnande
6. Brytning av pålbädden
7. Transport av pålen
8. Lagring

Vid tillverkning av runda pålar är arbetet och produktionen organiserad efter dygnsrytm, d v s brytning av pålbädden, iordningställande av formen, armering och gjutning sker en gång per dag, varefter elementen värmehärdas under natten.

Tillverkning av fyrkantiga pålar sker ej efter samma regelbundna rytm. Vanligen gör man tre gjutningar per bädd under en tidsrymd av 14 dagar.



#### 4. TILLVERKNING AV BETONGEN

Sex av de besökta fabrikerna har egen tillverkning av betong medan de övriga fyra köper fabrikstillverkad betong (bil 2).

##### 4.1 Egen tillverkning av betong

Tillverkning av betong kan uppdelas i följande steg: mottagande, lagring och dosering av råmaterial samt betongblandning.

Mellan dessa led förekommer olika former av interna transporter.

Emedan betongtillverkningen vid fabrikerna sker enligt gängse metoder har vi inte ägnat den ingående studium, utan den kommer endast att omnämnas i korthet.

Anläggningen för betongtillverkning består i regel av silos, fickor, skopelevator eller bandtransportör och frifallsblandare (ofta av fabrikat Tornborg & Lundberg, med en volym av 750 l).

Cement levereras i trycktankförsedda lastbilar och lossas med tryckluft direkt i cementsilos. Av de fabriker som själva tillverkar betong har Nya Asfalt Ucklum, Perssons Betongpålar Tumba och Skånska Cementgjuteriet Kristianstad grustäcker inom eller i omedelbar närhet av fabriksområdet, vilket givetvis är fördelaktigt ur transportsynpunkt.

Byggnadsaktiebolaget Paul Anderson (Bygg-Paul) Västerås och Perssons Betongpålar tar betong från egen betongstation, och levererar även betong till andra köpare.

Vissa fabrikanter anser, att det är en fördel att själv tillverka betongen, bl a därför att man då lättare kan följa upp tillverkningen och kontrollera betongens kvalitet. Man torde även smidigare kunna anpassa betongleveransen till det aktuella behovet, om man själv svarar för tillverkningen.

##### 4.2 Fabrikstillverkad betong

Fabrikstillverkad betong transporteras med lastbilar, antingen i roterande behållare eller i öppna tråg, från betongstationer belägna på avstånd upp till 5 km från fabriken. Den tippas direkt i gjutvagnen, som vid Nya Asfalts Örebrofabrik m fl fabriker, eller som vid övriga fabriker, som köper betong, i en stor betongbask eller i en betongficka (volym ca 3 m<sup>3</sup>). Mottagningsanordningen måste ha sådan rymd att den rymmer lastbilens hela



betonglast.

Ur förbrukarens synpunkt anses i allmänhet största fördelen hos fabriksbetong ligga i en överflyttning av ansvaret för betongmassans kvalitet på betongtillverkaren, specialisten, som bör kunna garantera större jämnhet i kvalitet grundad på rikare erfarenhet, möjligheter till säkrare kontroll samt på speciellt utbildad personal. Som skäl för fabriksbetong åberopas även den större kapaciteten (6).

Den stora händelsen på kvalitetssidan har varit Svenska Fabriksbetongföreningens initiativ för kontroll av fabriksbetong. I föreningen har bildats en kontrollnämnd bestående av representanter för tillverkare och myndigheter. I publikationen Fordringar för auktorisation av betongfabriker (FAB) har kontrollnämnden preciserat hur tillverkning och leverans av fabriksbetong skall löpa för att en anläggning skall få sin produktion godkänd (7). FAB bygger på 1965 års betongbestämmelser men har i flera avseenden skärpta krav för att säkra betongkvaliteten (8).

Man bör observera, att färdigblandad betong inte är en lagervara. Den måste användas inom en begränsad tid efter blandningen. Störningar i leveranserna kan alltså orsaka inte endast väntan på fabriken utan också spoliering av betongmassa (9).

#### 4.3 Betongkvalitet

Pålar skall gjutas i lägst kvalitet Btg 11 Std, K 400 enligt betongbestämmelserna.

De besökta fabrikerna använder uteslutande betong av utförandeklass 1 (Std 1).

Enligt bestämmelser för betongkonstruktioner (Statens Betongkommitté 1965) gäller följande: För utnyttjande av betongens hållfasthet vid hållfasthetsklasser över K 400 erfordras tillstånd av vederbörande statliga myndighet efter särskild prövning. Sådant tillstånd förutsätter att betongen tillverkas med synnerlig omsorg på ett fabriksmässigt sätt samt att jämna, godkända provningsresultat uppnåtts vid tidigare tillverkning av betong med samma eller högre hållfasthetsklass. Om betong av sådan hållfasthetsklass tidigare ej tillverkats vid arbetsplatsen skall genom förundersökningar och provningar påvisas att jämna, godkända resultat kan förväntas.

Trots att en tillverkare inte har tillstånd att utnyttja betongens hållfasthet till ökning av tillåten pållast använder han ofta Btg K 450 eller Btg K 500 för att snabbare uppnå minimihållfasthet för brytning av pålbädden.



## 5. FORMUTRUSTNING

Ursprungligen användes träformar. De flesta pålfabriker har dock övergått till stålformar. Även en kombination av trästål och betongstål förekommer som formmaterial. Vid påltillverkning torde också plastformar kunna användas

### 5.1 Träformar

Vid Skånska Cementgjuteriets pålfabrik i Gunnilse användes träformar, tjocklek 45 mm (bil 10, fig 5 och 6). Man har fyra 13 m långa gjutbäddar, som ligger efter varandra. Varje bädd är utförd för 20 st  $30 \times 30 \text{ cm}^2$  pålar eller 23 st  $25 \times 25 \text{ cm}^2$  pålar. Fabrikens verkmästare ansåg träform vara alltför arbetskrävande och dyrbar. Han påpekade dock att den har en viss fördel på vintern - det fryser inte så lätt is på träet, som dessutom ger bättre värmeisolering än stål.

Granit och Betons pålfabrik i Barkaby har träform med en tjocklek av ca  $1 \frac{1}{4}$ ". Väggarna hålles på plats och stabiliseras av påspikade träreglar. Avståndet mellan formsidorna kan ändras till önskad pålstorlek. Formvirket slites kraftigt. Det bytes ut ungefär 2 ggr/år. Man tänker övergå till stålform. Gjutbäddarna har storleken  $8.5 \times 14 \text{ m}^2$ , vilket ger möjlighet att samtidigt gjuta 39 st  $30 \times 30 \text{ cm}^2$  pålar eller 46 st  $25 \times 25 \text{ cm}^2$  pålar av 14 m längd.

Perssons Betongpålar har tidigare använt träform. Arbetsledaren vid fabriken ansåg stålform vara klart överlägsen träform framför allt på grund av följande faktorer: träform har högre underhållskostnad, fordrar mer formolja och är besvärligare att rengöra än stålform.

### 5.2 Stålformar

I detta avsnitt behandlas även formar, där både trä och stål ingår i konstruktionen.

#### 5.2.1 Stålformar för fyrkantiga och sexkantiga pålar

Hos Nya Asfalt i Örebro har formar av stål varit i bruk sedan 1962. För tillverkning av fyrkantpålar finns två 140 m långa och 8 m breda gjutbäddar. Sexkantpålar tillverkas i en 60 m lång bädd innehållande 20 pålrader. Tvärsnitt av gjutbäddarna visas å bil 8. Gjutbädden för sexkantpålar lutar 0.5% i längsled för att vattnet skall kunna rinna undan, medan det i fyrkantbädden kan rinna ut i springor mellan vägg och botten (bil 8).



De enda reparationer som erfordrats på formarna är typriktning. Denna utförs efter behov med hjälp av s k gafflar (spett med klyka). Skadorna uppstår huvudsakligen vid brytning av bädden.

Vid pålfabriken i Ytterby har plåten i formarna en tjocklek av 6 - 7 mm i både sidor och botten. Bäddarna rymmer 800 m  $30 \times 30 \text{ cm}^2$  pålar och 1.800 m  $25 \times 25 \text{ cm}^2$  pålar. Arbetsledaren ansåg, att stålformar uppskattningsvis kan användas i 7 - 8 år, medan träformar måste kasseras efter ca ett halvt år. Man räknar med ett riktningsarbete av 15 min per gjutomgång.

Göteborgs Betongpålar i Kungsbacka har några mindre bäddar för fyrkantpålar. Stålformens väggar innehåller värmeisolerande material.

Perssons Betongpålar använder stålformar med fasta sidor av 5 mm tjocklek. Bottnen består av oimpregnerade 1" träluckor av 3 - 4 m längd (bil 10, fig 8). Bäddarna är upplagda på tvärgående stålbalkar, som i sin tur ligger på en runt bädden löpande betongsula. Träluckorna stöttas även upp av  $15 \times 15 \text{ cm}^2$  betongkuber. Fabriken har tre gjutbäddar, 52 m långa (bil 10, fig 1). Två bäddar är avsedda för  $25 \times 25 \text{ cm}^2$  pålar (22 st i bredd) och en för  $30 \times 30 \text{ cm}^3$  pålar (18 st i bredd). Man kan göra ca 50 gjutningar innan träluckor i bottnen måste bytas ut. Samtliga luckor bytes ut efter cirka två år. Efter varje gjutning justeras större deformationer med hjälp av slägga. Hela bädden riktas om ungefär en gång per år, vilket tar ungefär en vecka i anspråk. Man tror att vidhäftningen betong - form blir för stark om även bottnen utförs av stål.

Bygg-Paul har en bädd för  $25 \times 25 \text{ cm}^2$  pålar, som rymmer 1.000 m påle. Företagets tillverkning är dock huvudsakligen inriktad på runda pålar.

#### 5.2.2 Stålformar för runda pålar

Svenska Pålfabriken har fem gjutformar, 86 m långa, i en fabriksbyggnad av trä. Den halvcirkelformade underformen är fast och delvis nerbäddad i grus. Överformen, även den halvcirkelformad, är delad i två hälfter, så att en kragförsedd öppen spalt för ifyllning av betong bildas i formens översta del (bil 10, fig 9). De två delarna är fästade med gångjärn vid underformen och kan låsas fast vid varandra. Enligt verkmästaren är formen "praktiskt taget outslitlig". Gångjärn och låsanordning fordrar dock

17

vissa reparationer. Formarna deformeras något och måste därför riktas om med jämna mellanrum. Vid fabriken finns en liten gjutbädd ute i det fria. Där kan kortare bitar av armeringswiren utnyttjas.

Göteborgs Betongpålar har åtta gjutformar, ca 80 m långa, för runda pålar. Formarna är belägna i en fabriksbyggnad. Underformen är fast ingjuten i betong, medan överformen är avlyftbar. Överformen är indelad i sektioner, som kan lyftas av två man. Man har använt sig av formarna i sex år och ännu inte behövt byta ut dem. Överformarna fordrar viss reparation. Fabrikens verkmästare ansåg det förmånligt att ha underformen kringgjuten av betong, ty därmed blir den ej så lätt skadad eller skev. Man kan då också använda sig av relativt tunn plåt.

Hos Skånska Cementgjuteriet i Kristianstad sker också tillverkningen i bäddar med fast ingjutna halvcirkelformade underformar, plåttjocklek 3 mm. S k glidande överform användes. (Se 8.4 Gjutning med glidande överform.) Under tak har man en 50 m lång bädd med sex gjutformar för  $\varnothing$  28 cm pålar (bil 10, fig 10 och 11) och en 60 m lång bädd med sju gjutformar för  $\varnothing$  34 cm pålar. Anskaffningskostnaden för  $\varnothing$  34 cm bädden uppgår enligt uppgift till ca 350.000 kr. Utomhus finnes en 50 m lång bädd med 4 formar för  $\varnothing$  28 cm pålar. Reparations- och omriktningskostnaderna har varit obetydliga.

Bygg-Paul använder fast underform och lyftbar överform, delad i sektioner om tre meter. Man har två gjutbäddar, vardera 60 m lång, som består av sex formar för  $\varnothing$  28 cm pålar resp sex formar för  $\varnothing$  33 cm pålar.

### 5.3 Betongformar

Vid Nya Asfalts pålfabrik i Ucklum tillverkas sexkantiga pålar. Den undre fasta formhalvan är av betong, medan den övre, avlyftbara formhalvan är tillverkad av stål och fylld med sand. (Se bil 10, fig 7.)

Överformen hanteras med hjälp av kran.

### 5.4 Plastformar

Såvitt vi känner till förekommer inte plastformar vid påltill-



verkning i Sverige. Det borde dock vara möjligt att använda sig av sådana.

Man kan enligt (10) bekläda formar med plast, lämpligen då med polyvinylklorid, som utmärkes för sin böjlighet, eller med polystyrol, som är lite mindre böjligt, men mera slitstarkt. Bägge materialen kan fås som plattor eller folier. Gjutning mot plast ger slät betongyta och lätt avformning och formrensning.

I (11) omtalas en undersökning av plastmaterials användbarhet som formbeklädnadsmaterial. Det lades vid undersökningen speciellt vikt vid lätt avformning, lätt rensning av formarna och möjlighet till upprepad användning av formarna utan rensning. Alla de undersökta materialen visade sig väl ägnade till ändamålet och tycktes ge bättre resultat än inoljning eller infettning av formarna.

Anskaffningspriset är högt, men vid många gjutningar i samma form ges det likaväl möjligheter till besparingar.

Användning av glasfiberarmerad polyester som formmaterial omnämnes i (12). Där redogöres också för vilka hårdmedel som skall iblandas polyestern. Författaren skriver att priset för form av polyester ligger ungefär mitt emellan priset för träform och stålform. (Se också 6.2 Inoljning.)



## 6. IORDNINGSTÄLLANDE AV FORMEN

Iordningställandet av formen kan uppdelas i följande huvudmoment: rengöring; inoljning; iläggning av avstängare, distansklotsar och pålsmide samt sammansättning av formen. Samtliga moment utom det sistnämnda utföres innan armeringen lägges ned.

### 6.1 Rengöring

Efter brytningen av pålbädden är formytorna täckta med betongrester. Om man inte rengjorde formen skulle detta medföra att pålarna vid nästa gjutning erhöill en ojämn och söndrig yta. Mängden betongrester på formytan beror till största delen på den formolja som används.

Rengöringen sker framför allt genom skrapning och borstning. Till skrapningen används en barkspade e d. Vid vissa fabriker får de lossade betongresterna ligga kvar i formen, medan de vid andra tas bort med spade eller trassel, som dras längs formen (gäller framför allt formar för runda pålar). Flera fabriker anser skrapningen överflödig och nöjer sig med borstning med vanlig piassavakvast.

Vid Nya Asfalts pålfabrik i Ytterby skrapar man endast ren formens överkant. Betongrester som sitter på formsidorna får vara kvar, eftersom man anser att formoljan då lättare fastnar på plåten.

Träformar verkar vara besvärligare att rengöra än stålformar. (Se 5. Formutrustning.)

### 6.2 Inoljning

För att pålarna lättare skall lossna och deras yta skadas mindre anbringas olja på formens inneryta. Vanligen används speciell formolja men spillolja förekommer även. Denna är dock något aggressiv och förorsakar lätt eksem hos dem, som handskas med den.

Nya Asfalt i Ucklum använder eldningsolja 1, medan Svenska Pålfabriken blandar 1/3 spillolja (från fabriakens lastbilar) och 2/3 eldningsolja 1. Spilloljan mörkfärgar betongytan något.

Perssons Betongpålar ansåg att man skall använda tunnast möjliga olja. När formen är ny kan man däremot använda en relativt tjock olja.

Vid Svenska Pålfabriken sker inoljning med mopp. Övriga fabriker, som vi besökte, sprutar på oljan, i regel med hjälp av en "sprutpistol" kopplad till en liten tryckoljetank, som bäres på ryggen.

Nya Asfalts pålfabrik i Ytterby använder en vagn med hjul, som löper på två formsidor. På vagnen står ett oljefat, en pump och en spridare. Den körs manuellt och sprider olja över tio pålformar i bredd. För att möjliggöra användning av vagnen till inoljning av form för både  $25 \times 25 \text{ cm}^2$  pålar och  $30 \times 30 \text{ cm}^2$  pålar är den försedd med varierbar hjulbas.

När man väljer formolja skall, enligt (13), följande krav tillgodoses:

1. Lätt avformning
2. Lätt formrensning, d v s minimal slambeläggning på formen
3. Rostskydd av formen, d v s att den formsida som vänder sig mot betongen skall vara rostfri vid avformningen
4. God överyta, d v s minimum av fel på betongytan

Vid ryska bostadsministeriets centrallaboratorium har man, enligt (14), utvecklat en metod för framställning och påföring av en polymer förening, som kan användas i stället för formolja. Föreningen bildar en plasthinna, som enligt försök kan användas upp till 60 ggr utan skada och som fördubblar en stålforms livslängd. Den speciella fördelen med denna "formolja" hävdas vara det enkla sätt, på vilket hinnan påföres metallformen förutom att den gör det speciellt lätt att avforma betongelementen. (Se 5.4 Plastformar.)

### 6.3 Iläggning av avstängare, distansklotsar och pålsmide

Innan armeringsgalgarna läggs ned i formarna, vid tillverkning av slakarmerade pålar, sätts avstängare ned för att åtskilja de olika pålarna i samma rad. Avstängarna ger också rätt form åt pålhuvudet.

Vid Nya Asfalts pålfabrik i Örebro placeras dessutom en några centimeter bred "gaffel" mellan pålarna (se bil 9). Denna lyfts upp, innan pålbädden bryts, för att pålarna ej skall knäckas.

Även distansklotsar placeras i pålformen innan galgarna läggs ned. Vanligen används vinkelformade klotsar, vilka sättes ned i for-

mens nedre hörn, så att armeringen hamnar centralt i formen och så att täckande betongskikt erhålles runt hela pålen.

Örebrofabriken m fl använder runda distansklotsar, som najas fast vid de längsgående järnen. När galgarna läggs ner i formarna vänds de, så att de står på klotsarna. Armeringsgalgarnas sidläge justeras i Örebro med hjälp av en "kam" (se bil 9).

Hos Göteborgs Betongpålar förekommer det att man trär runda distansklotsar på längsarmeringen. Klotsarna har sådan diameter att täckande betongskikt erhålles.

Olika former av pålsmide såsom pålskor, bergspetsar, skarvar och sprickringar placeras också i formen, innan armeringen lyftes ned. Nya Asfalts pålskor, skarvar o d är målade i olika färger beroende på pål- och skarvtyp. (Se 3.1 Påltyper.)

#### 6.4 Sammansättning av formen

Vid tillverkning av sexkantpålar och runda pålar (undantagandes pålfabriken i Kristianstad, som saknar överform) läggs den rengjorda och inoljade överformen på, innan gjutningen börjar. (Se 5. Formutrustning.)



## 7. ARMERING

### 7.1 Armering av slakarmerade pålar

#### 7.1.1 Armering enligt provisoriska anvisningar för stödpålar av betong K 500

Längsgående armering skall utgöras av kamstål av normerad kvalitet. Täckande betongskikt till längsarmeringen skall vara minst 30 mm.

Påle skall förses med armering av slutna byglar eller spiralbyglar. Byglarnas inbördes avstånd får uppgå till högst 20 cm med undantag för en sträcka av en meter närmast vardera påländen, där avståndet ej får överstiga 10 cm. Byglarna skall ha dimensionen  $\emptyset$  6 mm av kvalitet St 44. Annan ståldimension och -kvalitet, som ger ungefär samma produkt av stålarea och sträckträns (0.2 - gräns), må dock väljas, om stålet kan påvisas ha erforderlig böckbarhet. Stålets dimension får dock lägst vara  $\emptyset$  4 mm.

Bygellarmering får icke svetsas fast vid den längsgående armeringen utan skall najas.

(Bestämmelser angående armering skiljer sig i princip icke från ovanstående.)

#### 7.1.2 Material

Till längsarmeringen används vanligen Ks 40 men även Ks 60. Armeringen köps i färdiga längder, varför man varken svetsar eller kapar den. Vid fabriker som tillverkar fyrkantpålar användes färdigböckade bygelspiraler, vanligen med dimensionen  $\emptyset$  5.0 mm och 0.2 - gräns  $\geq 40 \text{ kp/mm}^2$ . (Halmstadbyglar, se bil 10, fig 2.)

Göteborgs Betongpålar tillverkar vid fabriken i Kungsbacka runda slakarmerade pålar. Spiralarmeringen till dessa färdigställes, av kalldragen tråd med 0.2 - gräns ca  $50 \text{ kp/mm}^2$ , i en specialmaskin i fabriken.

#### 7.1.3 Lagring av armeringsjärn

Armeringsjärnen lagras i allmänhet utomhus utanför armeringsboden (eller motsvarande).

---

Anm. 0.2-gränsen är den spänning, efter vilken en permanent deformation av 0.2% erhålls vid den följande avlastningen.

Göteborgs Betongpålar lagrar järnen utanför armeringsboden, som ligger i ena änden av byggnaden med gjutbäddar. Före armeringen läggs armeringsjärnen upp på en ställning med rullar utanför boden och skjuts in genom öppningar i väggen, så att de blir åtkomliga för armerarna.

#### 7.1.4 Tillverkning av armeringsgalgar

Armeringen sammansättes genom hopnajning av längsarmering och byglar till s k armeringsgalgar. Detta göres i allmänhet i ett skjul i närheten av bädden. Sommartid utföres arbetet ofta utomhus. Vid sammansättningen användes stativ, på vilka längsarmeringen hänges upp. Bygelspiralen träs på de långsgående järnen och najas fast. Stativen medger bekväm arbetshöjd. (Se bil 10, fig 2.)

När man drar isär bygelspiralen fungerar den som en fjäder och vid varje avstånd mellan ändarna av spiralen blir avstånden mellan de olika varven inbördes lika stora. På ett utomordentligt snabbt och enkelt sätt kan man sålunda placera en rad byglar med önskad delning omkring huvudarmeringen. Najning behöver endast ske i begränsad omfattning. Det är även möjligt att variera bygeldelningen utefter konstruktionens längd, t ex så att tätare bygelplacering erhålles vid ändarna.

Göteborgs Betongpålar använder ej distansklotsar vid tillverkning av runda pålar. I stället najas icke slutna byglar fast i längsarmeringen, med ungefär två meters c/c - avstånd, på vilka armeringen vilar i formen, så att erforderligt täckande betongskikt erhålles.

Vissa tillverkare najar fast sina lyftöglor vid armeringen (bil 10, fig 3).

#### 7.1.5 Hantering av armeringsgalgar

Vid flera fabriker transporteras galgarna ut till gjutbäddarna på traktordragna vagnar, på vilka de lägges upp allt efter de blir färdiga (bil 10, fig 3).

Lätta armeringsgalgar lägges ner i gjutbädden för hand, medan tunga galgar utplaceras med hjälp av kran.



## 7.2 Armering av förspända pålar

### 7.2.1 Material

Svenska Pålfabriken har som huvudarmering i  $\emptyset$  28-pålarna fem och i  $\emptyset$  33-pålarna sju  $3/8"$  armeringswirar. Wiren är spunnen av sju trådar och levereras på rullar. Dragprovdiagram uppvisar för 0.2% - lasten följande värden:

|              |                                     |
|--------------|-------------------------------------|
| Medelvärde   | 9.2 t                               |
| Lägst värde  | 8.8 t (Minsta tillåtna värde 8.1 t) |
| Högsta värde | 10.1 t                              |

Skånska Cementgjuteriet i Kristianstad armerar pålarna med högvärdigt stål: i  $\emptyset$  28 cm pålarna 6 st 7-trådiga  $5/16"$  wirar, s k "strands", med en brottgräns på  $189 \text{ kp/mm}^2$  och en 0.2-gräns på  $177 \text{ kp/mm}^2$ , i  $\emptyset$  34 cm pålarna 8 st svagt vågade 6 mm stål, vars motsvarande värden är  $160 \text{ kp/mm}^2$  resp  $130 \text{ kp/mm}^2$  (15). All längsarmering köps på rullar.

Byggnadsaktiebolaget Paul Anderson, Västerås, använder till längsarmeringen kamstål, Ks 60, som levereras på rullar. Stålet klipps och kallsträcks vid pålfabriken till 0.2-sträckgräns  $80 \text{ kp/mm}^2$ .

Bygelarmeringen består vid de tre fabrikerna av spiraler av 4 mm stål med 0.2-gräns  $70 \text{ kp/mm}^2$ . Tråden bockas och klipps på resp pålfabrik.

### 7.2.2 Armeringsförfarande

Svenska Pålfabriken förvarar armeringswiren på rulle utanför fabriksbyggnadens kortsida. Wiren dras genom hål i väggen in i resp gjutform, klipps av och fästes i ena änden. Dessförinnan har bygelarmering, pålskarvar, avstängare o d lagts ned i formen, så att wiren kan dras obruten genom allt ingjutningsgods. Förspänningen sker från motsatt ände mot den där wiren dragits in och fästs. Samtliga wirar i pålen spännes samtidigt. Spännkraften, som uppgår till ca 32 ton för  $\emptyset$  28 pålar och ca 48 ton för  $\emptyset$  33 pålar, anbringas med hjälp av en domkraft (max dragkraft 150 t). Kraftbestämningen sker genom mätning av domkraftstrycket med manometer. Domkraften får stöd mot ett mothåll av betong. Man har endast en domkraft i fabriken, och den flyttas därför mellan gjutformarna med telfer (bil 10, fig 9). Efter uppspänningen



av samtliga wirar, d v s fem, i en bädd drages bygelspiralen ut och najas fast. Najningen sker relativt glest.

Vid pålfabriken i Kristianstad spännes en wire i taget, med en dragkraft av 2.5 ton vid  $\emptyset$  28 påle och 3.0 ton vid  $\emptyset$  34 påle. Domkraften löper på en skena i taket. Ungefär varannan bygel najas fast vid huvudarmeringen.

Även Bygg-Paul förspänner sina pålar med hjälp av domkraft. På var femte meter insättes speciella byglar bockade så att längsarmeringen får riktigt läge.

Innan de färdiga pålarna tas upp ur bädden kapas armeringen mellan pålarna i samma form med skärbrännare. Vid efterbehandlingen skärs sedan utstickande delar bort.

## 8. GJUTNING AV BETONGEN

### 8.1 Kärning

Vid Granit och Betons pålfabrik tippas betong från mottagningsfickan ner i skottkärra. Sedan kärras betongen ut över gjutbädden via utlagda landgångar.

Nya Asfalt i Örebro använder ibland kärra vid gjutning av sexkantpålar.

### 8.2 Gjutning med kran och bask

Med hjälp av kran lyftes betongbask eller betongficka upp över bädden. En arbetare håller i basken och öppnar en lucka i dess botten, varvid kranföraren gör en svepande rörelse med kranarmen, så att betongen sprides över gjutbädden.

Denna metod användes endast vid tillverkning av fyrkantiga pålar (Nya Asfalt AB i Ytterby och Ucklum, Skånska Cementgjuteriet i Gunnilse). Betongen fördelas i formen med spade. Baskarna har en volym mellan 1 och 3 m<sup>3</sup>. (Se bil 10, fig 5.)

### 8.3 Gjutning med spårgående vagn

Nya Asfalt i Örebro använder gjutvagn, som är flyttbar i sidled längs en ram. Denna kan i sin tur förflyttas i gjutbäddens längsled genom att den är försedd med hjul, som löper på räls utefter bäddens längdriktning. (Se bil 8.) Gjutvagnen, som rymmer 3.2 m<sup>3</sup>, täcker ungefär en bredd av 8 pålar. Lastbilarna tippar betongen direkt i vagnen. Tre man svarar för gjutningen. Gjutkapaciteten uppgår till omkring 1.000 meter påle per dag.

Perssons Betongpålar har liknande gjututrustning. Även här tippar lastbilarna betongen i gjutvagnen. Förflyttning av vagnen i tvärled och längsled ombesörjes av elektriska motorer. Betongen får vid gjutningen en fallhöjd av 60 - 70 cm. Samma gjutvagn användes för fabriken tre bäddar, och den flyttas mellan bäddarna med mobilkran. (Se bil 10, fig 4.)

Svenska pålfabriken använder också gjutvagn skjutbar i både längsled och tvärled. Den tömmer med hjälp av handmanövrerad spak. Vagnen rymmer ca 0.5 m<sup>3</sup> betong, och den fylles direkt från blandaren. Betongspill m m skottas upp i en speciell vagn, som kan lyftas upp på skenorna.

Göteborgs Betongpålar har sina gjutformar för runda pålar ingjutna i betong. Man använder vid gjutningen vagnar (vaggor), som skjuts längs spår i golvplanet. Det finns två spår för vardera fyra formar. Vagnen har två hål i bottnen, så att två gjutformar kan fyllas samtidigt. Betongen tippas direkt i vagnen från betongblandaren.

Bygg-Paul använder gjutvagn, som skjutes på spår, så att två gjutformar täckes. Vagnen förflyttas mellan de olika spåren och betongblandaren på tralla. Betongen öses vid gjutningen med spade ner i formen.

#### 8.4 Gjutning med glidande överform

Över bäddarna vid Skånska Cementgjuteriets fabrik i Kristianstad löper en utläggervagn, som genom stålbandstransportör erhåller betong från den centralt belägna blandarestationen. Betongen passerar genom en ca 25 cm bred öppning ner i formen och fördelas med en "skruv".

Gjutningen påbörjas så fort armeringen och avstängarna färdigställt i ena änden av bädden. Utläggervagnen för  $\varnothing$  28 cm pålarna rör sig framåt med en hastighet av 30 cm/min. Den drivs med elektriska motorer. Vagnen för  $\varnothing$  34 cm pålarna dras med vinsch med en hastighet av 31 cm/min.

På utläggervagnen sitter en s k glidande överform, som formar pålens överyta allt efter det vagnen åker framåt. Tillverkningsmetoden med den "glidande överformen" är numera patenterad i Sverige såväl som i ett flertal andra länder. (Se bil 10, fig 10 och 11.)

#### 8.5 Vibrering

Betongmassans bearbetning i formen är en av de viktigaste av de faktorer, som avgör den färdiga betongkonstruktionens kvalitet och ekonomi.

Vid samtliga besökta pålfabriker bearbetas betongen genom vibrering med stavvibrator, samtidigt med eller i omedelbart samband med gjutningen. Nya Asfalt och Skånska Cementgjuteriet i Gunnilse ytvibrerar dessutom pålarna med s k vibratorbalk.

I Kristianstad sker vibreringen från en på utläggervagnen monterad plattform.



En stavvibrator av lämplig storlek kostar ca 1.200 kr och en vibratorbalk ca 1.000 kr.

Enligt Bestämmelser för betongkonstruktioner - material och utförande - betong skall vid vibrering tillses bl a:

- att betongmassans konsistens är lämplig för vibrering
- att vibreringen utföres systematiskt, vid stavvibrering med ett största avstånd mellan insticken av ca 10 ggr stavdiameter
- att stavvibrator nedföres till sådant djup, att den nypåförda betongmassan hoparbetas med den tidigare utlagda
- att stavvibrering skall fortgå till dess att betongytan i närheten av staven blir jämn och blank
- att stavvibrator drages upp med jämn hastighet och så långsamt, att hålet efter staven med säkerhet igenfylls under uppdragningen
- att vibrator ej används för sidotransport av betongmassa, t ex genom vibrering i slänt.

#### 8.6 Ytavjämning

Pålarnas överyta avjämnas vid tillverkning av fyrkantiga pålar med spade, borste eller träplatta (bil 10, fig 6).

Bygg-Paul avjämnar sina runda pålar med ett halvcirkelformat verktyg. Förekomsten av stora stenar i gruset medför att ytan rivs upp något vid avjämningen, så att man blir tvungen att även göra en efterjustering.

#### 8.7 Anbringande av lyftöglor

Efter ytbearbetningen stickes lyftöglor ned i den ännu färska betongen. Några fabriker najar dock fast lyftöglorna i samband med färdigställandet av armeringsgalgarna (bil 10, fig 3).

Lyftöglorna får icke vara rostiga, ty då kan vidhäftningen mellan järn och betong äventyras. De skall, enligt elementnormerna, vara utförda och ingjutna så att brottlasten uppgår till minst 4 ggr elementets vikt.

## 9. HÄRDNING

### 9.1 Problemställning

Ett problem vid fabrikation av betongprodukter är hur man skall kunna minska tiderna för avformning och leverans så mycket som möjligt. Kortare avformningstid medger bättre utnyttjande av formar och därmed bättre ekonomi. Kortare leveranstid medför bl a att mindre lagringsutrymmen behövs. För att kunna avforma och leverera snabbast möjligt är det önskvärt med snabb hållfasthetstillväxt hos betongen (16).

En metod att åstadkomma snabb tillväxt av hållfastheten är värmehärdning, som innebär att man genom att tillföra värme påskyndar de kemiska reaktioner, som äger rum vid betongens hårdnande. Värmehärdning ger sålunda en avsevärd ökning av korttids-hållfastheten jämfört med betong som lagrats vid lägre temperatur. Däremot påverkas sluthållfastheten vid en rätt utförd värmehärdning endast i liten utsträckning. Felaktigt utförd värmehärdning kan dock nedsätta sluthållfastheten jämfört med vid lägre temperatur lagrad betong (16).

### 9.2 Härtningsprocess

Vid de besökta pålfabrikerna förekommer endast värmehärdning vid atmosfärtryck. Enligt (16) kan härtningsprocessen uppdelas i följande delförlopp:

1. Förlagring
2. Uppvärmning
3. Härdning
4. Avsvalnande

#### 9.2.1 Förlagring

Med förlagringstid menas här den tid, som förflyter från det en produkt gjutits i formen och till dess den utsätts för temperaturstegring i samband med värmehärdning. Om denna insätts omedelbart eller kort tid efter gjutningen, erhålles visserligen en högre "korttidshållfasthet" än den som fås för samma betong lagrad vid lägre temperatur, men man får en lägre "långtidshållfasthet". Försök har visat, att det för varje betong och härtningstemperatur finns en "optimal förlagringstid", när det gäller inverkan på hållfastheten.

Prefabgruppens s k härtningsutskott rekommenderar minst 2 tim-



mars förlagringstid vid en högsta temperatur av  $30^{\circ}$  C.

#### 9.2.2 Uppvärmning

Då den egentliga härdningsprocessen skall påbörjas, får temperaturstegringen inte ske för hastigt, eftersom detta inverkar nedsättande på sluthållfastheten på samma sätt som värmehårdning utan föregående förlagring.

Rekommendationerna anger gränskurva enligt bil 9 och att temperaturstegringen inte får ske snabbare än med  $20^{\circ}$  C per timme.

#### 9.2.3 Härdning

Under uppvärmningens första skede har betongen lägre temperatur än omgivningen, och om uppvärmningen sker med direktinsprutning av vattenånga kondenserar en del av denna på betongytan. Härvid finns ingen risk för uttorkning av fukt ur betongen. Så småningom stiger betongens temperatur genom kemiskt frigjord värme, och kommer efter hand att överstiga omgivningens. På detta stadium har vattnet i betongen ett högre ångtryck än den vattenånga, som finns i omgivande atmosfär, vilket medför att vatten avgår från betongen till omgivningen. För att så mycket som möjligt förhindra detta, skall atmosfären i härdkammaren hållas fuktmättad.

Rekommendationerna anger  $70^{\circ}$  som den högsta temperatur hos omgivningen, som ej vid någon tidpunkt bör överstigas. Samtidigt framhålls, att betongens omgivning skall vara fuktmättad.

#### 9.2.4 Avsvalnande

Under avsvalnandet har betongen högre temperatur än omgivningen och den ångtrycksskillnad, som därvid finns mellan fukt i betong och omgivning gör att uttorkning av betongen äger rum. Denna uttorkning sker snabbare ju hastigare avsvalnandet är.

Uttorkningen kan förhindras genom att betongen vattnas under avsvalnandet. Eventuellt kan bevattningen ske med varmt vatten i början och så småningom allt kallare för att inte avsvalnandet skall ske för hastigt.

Rekommendationerna anger en högsta avsvalningshastighet av  $20^{\circ}$  per timme ned till gjuthallens temperatur.



### 9.3 Bestämmelser

I nuvarande betongelementnormer behandlas inte värmehärdning, men i kommentarerna till normerna finns allmänna riktlinjer för värmehärdning. Dessa redovisas ovan.

Utvecklingen inom elementområdet går av ekonomiska skäl allt mer mot värmehärdning, varför det varit motiverat att mera ingående studera problem i samband med härdningen. Två metoder för värmehärdning diskuteras f n och kommer troligen att medtagas i de reviderande normerna, nämligen en normalmetod och en valfri metod. Tillämpar man normalmetoden behöver man inte, så vitt nu kan bedömas, utföra några mera omfattande förundersökningar. Om man härdar efter annan metod, så måste man utföra ett antal förprov, som visar att betongen uppnår erforderliga egenskaper (2).

### 9.4 Härdning med ånga

Pålfabrikerna använder huvudsakligen härdning med ånga under atmosfärtryck. Ångan levereras från oljeeldad högtryckspanna. Ångtillförseln kan regleras med ventiler på grenledningarna.

Vid fabriker, där runda pålar tillverkas användes värmehärdning hela året (undantag Göteborgs Betongpålar), medan man vid tillverkning av fyrkantiga pålar endast värmehärdar under vintern. På sommaren vattnas fyrkantbäddarna med hjälp av trädgårdsspridare.

Vid härdning av fyrkantiga pålar bryts bädden i regel efter 2.5 - 3 dygn.

Tillverkare av runda pålar släpper på ånga strax innan arbetena avslutas för dagen och fränkopplar den på morgonen därpå, då pålarna är färdiga att tagas upp från bädden.

#### 9.4.1 Ånga ovan bädden

Efter gjutningen lägges perforerade ångrör ovanpå bädden, bädden täckes med presenningar e d (se 9.7 Täckmaterial) och ångan släpps på. Vid härdning av runda pålar tas dessutom överformen bort, innan ångtillförseln börjar.

Skånska Cementgjuteriet i Kristianstad har ångrör ovan bädden vid härdning av  $\varnothing$  28 cm pålar.

Bygg-Pauls pålfabrik sänker ner ett isolerat plåttak över bädden. Genom detta sprutas sedan ångan in.

#### 9.4.2 Ånga under bädden

De perforerade ångrören kan därvid antingen vara inbäddade i grus eller singel, såsom hos Svenska Pålfabriken, eller befinna sig i ett fritt utrymme mellan bäddens undersida och markytan, såsom hos Perssons Betongpålar och Nya Asfalt Örebro (se bil 8). Gruset tjänstgör som värmeisolering. Vid denna metod uppvärms formen av den heta ångan, som också tränger upp till bäddens yta.

#### 9.5 Härdning med varmluft

Vintertid blåses varmluft in under gjutbäddarna vid Nya Asfalts pålfabrik i Ytterby.

#### 9.6 Härdning med elektricitet

Denna metod användes, vad vi känner till, ej vid påltillverkning i Sverige. Följande uppgifter är hämtade från (17).

Elektrisk härdning av betong provades redan på 1930-talet. Sedan dess har endast skett en finslipning och produktionsanpassning av tekniken och då särskilt i Sovjetunionen, där metoden används i storproduktion av betongelement. Under senare år har i detta land, men kanske framför allt i Frankrike, utvecklats principiellt nya metoder, som används i löpande tillverkning i fabrik, för platsgjuten betong och i vinterbyggeri. Samtliga metoder baserar sig på jouleeffekten. Då en ström passerar genom ett motståndsmedium omvandlas elenergi till värme.

Indelningen av metoderna kan göras enligt följande:

1. Elektriska motståndet hos stål i betongen utnyttjas
  - a. Armerings- och/eller spännstålet
  - b. Isolerad motståndstråd inbäddad i betongmassan.
 I båda fallen går värmeströmmen mot betongens yta.
2. Externa värmeelement anbringade på formens yttersida eller insida. Härvid går värmeströmmen liksom vid ånghärdning mot betongkroppens kärna.
3. Elektriska motståndet hos betongmassan vid direkt strömpassage genom betongen.
4. Högfrekvensuppvärmning.  
Befinner sig på forskningsstadiet.

I praktiken används framför allt metod 1 a vid tillverkning av långsträckta kroppar såsom balkar m m.

Elhärdning av betong kan, enligt ett i (17) redovisat räkneexempel, utföras till en kostnad av 2 - 3% av betongproduktens försäljningspris. Speciellt bör man beakta den kapacitetsökning, som elhärdning medger. Det finns ett antal exempel på dubblad produktion genom att man övergått från ång- till elhärdning. Det är också lätt att programmera och automatiskt övervaka elhärdningsprocessen (17).

#### 9.7 Täckmaterial

Innan värmehärdningen igångsättes anbringas övertäckning på gjutbädden. Fabrikerna använder sig därvid av följande material:

1. Presenning
  - Granit och Beton
  - Svenska Pålfabriken
  - SCG i Kristianstad
2. Armerad plastduk, s k Griffolynduk
  - Perssons Betongpålar
3. Isoleringsmatta av Rockwool
  - Nya Asfalt i Örebro
4. Cellplast i plastfolie + presenning
  - SCG i Gunnilse
  - Nya Asfalt i Ytterby
5. Plastduk
  - Göteborgs Betongpålar
6. Isolerad plåt
  - Nya Asfalt i Ucklum
  - Bygg-Paul

Täckmaterialet lägges ofta över på bädden utplacerade regler e d, så att luftcirkulationen skall bli god (bil 10, fig 11).

Övertäckningen hindrar fuktighet och värme från att avgå från bädden.



## 10. HANTERING OCH LAGRING AV PÅLAR m m

### 10.1 Brytning av pålbädd och uttransport till lager

Pålbädden får ej brytas förrän betongen uppnått erforderlig hållfasthet för hantering.

Enligt Statens Vägverk (18) gäller, i de fall att hanterings-hållfasthet ej angivits på ritning, att betongen skall ha uppnått fordringarna för hållfasthetsklass K 250 före lyftning och transport.

Brytningen måste ske varsamt, ty risken för skador på pålarna är stor.

#### 10.1.1 Fyrkantiga pålar

Vid brytning av pålbäddar med fyrkantiga eller sexkantiga pålar användes mobilkran eller spårgående tornkran, som lyfter en påle åt gången ur bädden (bil 10, fig. 8). Man hjälper ofta till med spett eller dylikt för att få pålen att lossna.

Pålarna läggs ibland ned vid sidan av gjutbädden före vidare transport med kran till lager.

En del fabriker lastar pålarna på traktordragen vagn, som för den till lagret. Sommartid händer det att de lastas direkt på lastbil för leverans.

#### 10.1.2 Runda pålar

Pålarna lyftes ur bädden med hjälp av två telfrar (lyftförmåga vardera vanligen 1.500 kg), monterade på längs bädden skjutbara stativ (bil 10, fig 9).

Hos Göteborgs Betongpålar och Svenska Pålfabriken hakas krokarna fast i lyftöglor ingjutna i pålarna.

Skånska Cementgjuteriet i Kristianstad gör vid gjutningen två jack i pålarna. Telfrarna är här försedda med hydrauliska "saxar", vilkas klor griper in i jacken.

Bygg-Pauls telfrar är utrustade med en speciell hydraulisk anordning, som ger grepp om pålens mantelyta.

Med hjälp av telfrarna förs pålarna till gjutbäddens långsida, där de läggs ned. De rullas sedan ut genom öppningar i fabriksbyggnadens väggar. Därefter transporteras pålarna till lager

med travers (Bygg-Paul), mobilkran eller spårgående tornkran (övriga fabriker).

#### 10.2 Transporthjälpmedel

Enligt ovan finns följande transporthjälpmedel vid de besökta fabrikerna:

1. Mobilkran
2. Spårgående tornkran
3. Telfrar
4. Travers
5. Traktordragen vagn

1, 2 och 4 användes även vid lastning av pålar på transportfordon (bil 10, fig 12).

De tyngsta pålarna väger ca 3 ton.

För att man inte skall behöva flytta mobilkranen för mycket bör den ha en utliggning, så att den från samma plats även kan lyfta pålar från bäddens motsatta sida.

Pålarna lyftes i en, två eller flera punkter beroende på pållängden. Minsta moment vid lyftning i två punkter erhålles om lyftpunkterna placeras på ett avstånd av  $0.2 \times$  pållängden från vardera påländen. Lyftpunkterna skall vara tydligt markerade på pålen (t ex målad ring).

#### 10.3 Efterbehandling

Skånska Cementgjuteriet i Kristianstad vattnar pålarna med trädgårdsspridare, sedan de lyfts ur bädden.

Tillverkare av förspända pålar skär bort utstickande delar av armeringswiren med skärbrännare.

#### 10.4 Lagring

Lagringen av betongpålar har två funktioner: att utjämna variationer i tillverknings- och leveranshastigheter samt att efterhärda pålarna till reglementerad hållfasthet.

Vid samtliga fabriker lagras pålarna utomhus utan övertäckning.

Pålarna staplas i regel på varandra åtskilda av träreglar, som måste ha sådan dimension, exempelvis 3" x 3", att lyftöglorna

inte skadas.

Runda pålar staplas ibland till "pyramider" utan mellanlägg, fastän de är försedda med lyftöglor.

Lagret fordrar ett fast underlag. Det bör därför ligga på mark, som icke är tjälkänslig. Underlaget måste dessutom vara plant, så att pålarna icke skadas vid lagringen.

Som underlägg för pålstuvarna anbringas stålspont, kasserade pålar e d. Speciellt gjutna betongfundament förekommer också.

Lagerhållningen måste planeras mycket noga, så att de äldsta pålarna ej kvarligga till sist. De olika påldimensionerna måste vara lätt åtkomliga. Man lägger ofta upp pålarna vinkelrätt mot kranspåret eller lastgatan.

Det är önskvärt att pålarna kan lyftas från bädden till lagret med ett minimum av transportarbete.

Bil 10, fig 13 ger exempel på hur ett pållager kan se ut.



## 11. FABRIKSOMRÅDET

### 11.1 Byggnader

Tillverkning av fyrkantiga pålar äger vid de besökta fabrikerna rum utomhus.

Skånska Cementgjuteriet i Gunnilse har en presenningsklädd rörstomme, som på räls kan dras över bädden. Den ger något skydd mot regn. Vid övriga fabriker sker tillverkningen av fyrkantiga pålar helt oskyddat. Färdigställandet av armeringen kan dock oftast ske i s k armeringsbodas.

Runda pålar tillverkas däremot i enkla fabriksbyggnader eller skjul av trä eller korrugerad plåt. Byggnaderna är smala och långsträckta, emedan gjutbäddarna har sådan form. (Se bil 10, fig 10, 11 och 13.)

Svenska Pålfabrikens byggnad har exempelvis de ungefärliga måtten  $7 \times 100 \text{ m}^2$ .

Uppvärmning sker i regel endast i de delar, där armeringen färdigställes. Ena eller ibland båda väggarna på långsidan har luckor eller öppningar, genom vilka pålarna rullas ut.

Samtliga tillverkare har manskapsbodas, kontorsbodas, förråd och liknande på sina industriområden.

Det vore ur kvalitetssynpunkt önskvärt med tillverkning inomhus, där man har större möjligheter till noggrann driftskontroll än utomhus.

### 11.2 Fabriksområdets planering

Ingen större principiell skillnad finns mellan fabriksområdenas planering. Exempel på situationsplaner visas å bilagorna 11 och 12. Se också bil 10, fig 1.

Områdets planering bestäms av transportfrågans och lagerhållningens lösande. (Se 10.4 Lagring.)

## 12. PRODUKTION, MARKNADSFÖRING OCH UTVECKLINGSPLANER

### 12.1 Arbetskraft

Ungefärliga antalet anställda vid de besökta fabrikerna framgår av bil 2.

De flesta tillverkare har avdelat minst en arbetare för reparationer och diverse arbeten. I regel finns en arbetsledare och en kontorist vid varje fabrik.

### 12.2 Produktionskapacitet

Tillverkarna angav produktionen i meter per år, månad, vecka eller dag. Vi har räknat om den till meter per år. Detta kan ha givit upphov till vissa felaktigheter. Arbetsledarna kände inte heller alltid till den exakta produktionen. Produktionsmängderna enligt bil 2 bör därför tagas med viss reservation.

Man bör vid en jämförelse mellan anställda och produktionsmängd observera att den först nämnda siffran kan ha varierat under året och att den vid vissa fabriker inkluderar personal sysselsatt med betongtillverkning, transporter m m.

Tillverkningen av de mindre påldimensionerna, (25 x 25 cm<sup>2</sup>,  $\varnothing$  28 cm) är avsevärt större än den av de större (30 x 30 cm<sup>2</sup>,  $\varnothing$  34 cm).

Ett par tillverkare av fyrkantiga pålar uppgav tidsåtgången till ca 1/4 mantimme per pålmeter (inkl lossning av armeringsjärn, skarvar m m).

### 12.3 Tillverkningskostnader

Det har inte varit möjligt för oss att göra någon jämförelse mellan tillverkningskostnader för olika metoder och påltyper, eftersom vi inte, på grund av den rådande konkurrenssituationen, har fått tillgång till erforderliga produktionsdata och -kostnader.

Tillverkningskostnaden för fyrkantig standardpåle i K 500 uppskattades vid ett par fabriker till ca 15 kr per meter, varav materialkostnaden skulle utgöra 10 - 12 kr.

Materialkostnaderna bestämmes huvudsakligen av priset på armeringsjärn.



Tillverkningsmetoderna har utvecklats på ett sådant sätt att det blivit möjligt att i dag utföra pålningar till samma pris i exempelvis kr/pålmeter som för tio år sedan.

#### 12.4 Marknadsföring

Samtliga besökta företag bedriver egen pålningsverksamhet, dit i regel huvudparten av de tillverkade pålarna går.

Det händer ofta att företagen köper mindre kvantiteter pålar av varandra.

Några företag exporterar pålar.

Tillverkarna talar i allmänhet om ekonomiska transportavstånd för färdiga pålar på 100 - 150 km från fabrik.

#### 12.5 Utvecklingsplaner

Många fabriker för tillverkning av fyrkantiga pålar startades som fältfabriker med provisorisk karaktär. Tillverkningen har dock fortgått längre tid, än vad man från början tänkt sig, utan att några större förändringar vidtagits.

Nu har emellertid flera tillverkare planer på en centralisering av tillverkningen till mer stationära fabriker, där man tänker satsa på en rationalisering av tillverkningsprocessen.

Man vill dock icke göra stora investeringar i ny tillverkningsutrustning, innan de nya pålnormerna publicerats. Enligt utsago kommer de nya normerna att införa en speciell pålklass med kvalitetspålar, som tillåter förhöjd last. Det kan tänkas, att det är fördelaktigast att satsa på tillverkning av sådana pålar.

Göteborgs Betongpålar AB har nyligen, i närheten av sin gamla fabrik, uppfört en ny fabriksbyggnad, med bärande system av betongramar och ytterväggar av lättbetong. Byggnadens ytmått är ungefär  $30 \times 80 \text{ m}^2$ . Den är försedd med travers med en lyftförmåga av 8 ton. Traversbanan fortsätter genom byggnadens ena gavel 60 m ut över lagerområdet.

Vid besökstillfället fanns ingen maskinell utrustning på plats. Huvuddelen av maskinparken levereras från Tyskland. Tillverkningen planeras ske med rörliga formar, som skjutes mellan olika tillverkningsstationer. Kontinuerlig ånghärdning kommer att ske



i speciella härdkammare. På så sätt hoppas man bättre kunna kontrollera härdningsförloppet. Man har i ett första steg tänkt sig en produktion av 1.000 m påle per dag i den nya fabriken. Till detta tillkommer produktionen i den nuvarande fabriken om ca 500 m påle per dag.

### 13. TILLVERKNINGSKONTROLL

#### 13.1 Kontrollrådet för betongvaror

##### 13.1.1 Organisation

Officiell kvalitetskontroll på betongelement har från 1954 skett genom kontrollrådet för byggnadselement av betong.

Från den 1 januari 1967 bedrivs kontrollen i en ny organisationsform, Kontrollrådet för betongvaror. I detta råd ingår även förutvarande Kontrollrådet för betongrör (2).

I den ändrade organisationen har man ansett det motiverat att de instanser (myndigheter, branschorganisationer o d) som i högre grad engagerat sig i kontrollverksamheten och som är ansvariga för att denna bedrivs enligt gällande bestämmelser och i övrigt på ett ur samhällelig synpunkt lämpligt sätt, påtar sig det direkta ansvaret för den nya organisationens verksamhet. Dessa instanser, som benämnes huvudmän, utgörs av följande organisationer: Betongvaruindustrins Riksförbund, Statens Planverk, Föreningen Sveriges Städers Byggnadsinspektörer, Gullhögens Betongtjänst, Svenska Cementföreningen, Svenska Kommunal - Tekniska Föreningen, Svenska Vatten- och Avloppsverksföreningen samt Statens Vägverk.

Dessutom finns ledamöter som utgöres av konsult- och entreprenörsorganisationer, tekniska föreningar, provningsanstalter m fl. Dessa har huvudsakligen rådgivande funktion. Bland ledamöterna kan nämnas Statens Järnvägar och Statens Betongkommitté.

På bil 13 redovisas till Kontrollrådet anslutna pålfabriker.

##### 13.1.2 Kontrollens utförande

Enligt (19) är kontrollen av byggnadselement, dit betongpålar räknas, organiserad som en tillverkningskontroll. Det innebär att man genom speciellt utsedd teknisk personal låter kontrollera utgångsmaterial, arbetsutförande och ritningsunderlag. Innan fabrik godkänns bedöms också dess produktionsutrustning samt kompetensen för den personal, som är sysselsatt med tillverkning. Fabriker som uppfyller de uppställda kraven får rätt att märka tillverkade produkter med rådets inregistrerade, lagligen skyddade kvalitetsmärke (P). Element, som är försedda med detta

märke, kan normalt godtas av byggherren och myndigheter utan ytterligare provning. Självklart äger den som så vill rätt att göra ytterligare provning.

I detalj går elementkontrollen så till att fabriken anmäler sig för deltagande i kontrollen samt lämnar skriftlig förbindelse till rådet att man kommer att iakttaga gällande föreskrifter. Rådet utser därefter en kontrollant, som skall kontrollera fabriken. Denne är i regel en av rådets tjänstemän eller kvalificerad ingenjör vid provningsanstalt eller byggnadsnämnd. Vid en första besiktning bedöms fabriken resurser att i förhållande till gällande bestämmelser tillverka den typ av produkter verksamheten omfattar. Dessutom tas det ut prov på förekommande material och arbetsutförandet besiktigas. Om fabriken uppfyller kraven blir den berättigad att använda kontrollrådets kvalitetsmärke. Därefter sker fortlöpande stickprovskontroll minst fyra gånger per år. Denna kontrollfrekvens gäller fabriker, som tillverkar element med betong i hållfasthetsklass av högst K 400 och med slak armering. Fabriker som utnyttjar högre betongkvaliteter eller tillverkar spännbetongprodukter kontrolleras minst sex gånger per år.

Kontrollen är väsentligen baserad på fabriken egen interna kontroll och denna måste ge det underlag, som fordras för att man skall kunna bedöma en fabriks kvalitetsnivå. Sålunda måste all produktion redovisas fortlöpande: antal produkter som tillverkas varje dag, vilken typ som har tillverkats och ritningsunderlaget för denna tillverkning. Det utgångsmaterial som används skall provas och i möjligaste mån knytas ihop med de produkter, som har tillverkats därmed, så att man vid en ev feltillverkning eller vid felaktigt material kan avgränsa felet och bedöma dess omfattning. Vid elementfabrikerna skall föras sk tillverkningsjournal, materialjournal och hårdningsjournal.

### 13.1.3 Anmärkningar vid kontrollen

De huvudsakliga svårigheterna på elementsidan är enligt (19) förknippade med armeringen. I första hand är det armeringsutförandet, som ger anledning till anmärkningar. Verifiering av armeringskvaliteten sker heller inte alltid på det sätt man skulle önska. Denna verifiering har visat sig vara nödvändig, då det några enstaka gånger har hänt att armeringskvaliteten har för-



växlats eller att prov inte har uppfyllt kraven. Inom parentes kan nämnas att man i de nya armeringsnormerna sannolikt kommer att ordna tillverkningskontroll vid järnverken, så att köpare av stål normalt i fortsättningen inte behöver bekymra sig om kvalitetsverifieringen m m. En annan sak som kan föranleda anmärkningar är den driftskontroll, som fabrikerna skall sköta. Den är ju i första hand till för att en fabrik skall kunna följa sin produktion och snabbt vidtaga rättelser om man upptäcker att någonting inte går till på rätt sätt. Dessutom skall den ge kontrollanten och rådet en bild av tillverkningen.

#### 13.1.4 Ansvarig arbetsledare

Elementrådet fordrar att den ansvarige arbetsledaren vid en elementfabrik skall ha godkänts på Cement- och Betonginstitutets kurs i betongproduktion. Även om det tycks vara ett strängt krav har det enligt (19) visat sig att en kvalificerad ansvarig arbetsledare kan tillföra fabriken många nya goda iddér och ha ett välgörande inflytande på produktionen vilket gör att han mycket snart betalar sig.

#### 13.1.5 Ritningsunderlag

Det ritningsunderlag som används för tillverkningen skall enligt bestämmelserna vara godkänt av vederbörande myndighet för att man skall få anbringa rådets märke på elementen.

#### 13.2 Olika myndigheters och beställares tillverkningskontroll

Nedanstående uppgifter har huvudsakligen inhämtats vid samtal med företrädare för de olika myndigheterna och beställarna.

##### 13.2.1 Statens Planverk

Enligt betongelementnormerna skall element som tillverkas på fabrik, såvida ej vederbörande myndighet annat medger, underkastas tillverkningskontroll genom Kontrollrådet för betongvaror. Element, som ej är tillverkningskontrollerade enligt ovan, skall underkastas kontroll i tillämpliga delar enligt gällande bestämmelser på sätt som vederbörande myndighet kan godtaga. Den omständigheten, att tillverkningen är underkastad kontroll av Kontrollrådet för betongvaror, innebär icke hinder för vederbörande myndighet att, då den finner anledning därtill, kontrollera elementtillverkningen eller föreskriva provning av elementen. Om därvid brister påvisas, bör Kontrollrådet underrättas.

För pålar som skall utnyttjas i hållfasthetsklass 500 är anslutning till Kontrollrådet obligatorisk (se KBS med. 1963:5).

#### 13.2.2 Statens Vägverk

Statens Vägverk har utarbetat ett förslag till Anvisningar för kontroll av fabrikstillverkade byggnadselement av betong för brokonstruktioner (18). Förslaget är ännu icke slutligt godkänt.

Man förlitar sig till största delen på Kontrollrådets för betongvaror kontroll av pålar levererade från anslutna fabriker. Förslaget till anvisningarna innehåller följande huvudpunkter av speciellt intresse för påtillverkare:

Pålar från av Kontrollrådet godkända fabriker får tagas från lager eller gjutas efter beställning för varje fall. De kontrolleras i den omfattning som bedöms erforderligt med ledning av den erfarenhet som finns av fabriken ifråga.

Om leverans förutsättes ske från fabrik, som icke är ansluten till Kontrollrådet, skall byggnadsdistriktet kontrollera att fabriken har förutsättningar för ett tillfredsställande utförande. Byggnadsdistriktet skall härvid i varje särskilt fall utföra material- och tillverkningskontroll i fabriken enligt gällande Betongbestämmelser i samma omfattning som vid betongarbete på byggnadsplats. Lagerpålar får icke levereras från till Kontrollrådet ej anslutna fabriker.

#### 13.2.3 Statens Järnvägar (SJ)

SJ litar på Kontrollrådets kontroll och utför själv huvudsakligen stickprovskontroll.

Noggrannare kontroll sker dock, när pålar för mycket speciellt ändamål skall gjutas, exempelvis om pålarna skall skarvas till stor längd.

#### 13.2.4 Stockholms stad

Gatukontoret i Stockholm kontrollerar oftast bara kubhållfasthet, rakhet, bergspetsar o d. I allmänhet utövas ingen kontroll vid gjutningen, trots att betongkontrollanten alltid underrättas om när den skall ske.

#### 13.2.5 Göteborgs stad

Fabrikerna besiktigas första gången de skall leverera pålar till staden.



Kubhållfasthet och armering kontrolleras i regel en eller flera gånger under leveranstiden.

### 13.3 Tillverkningskontroll av förspända pålar

Bygg-Pauls förspända pålar är godkända av byggnadsstyrelsen och fabriken är ansluten till Kontrollrådet för betongvaror.

Svenska Pålfabriken (Grinneröd) har nyligen nått anslutning till Kontrollrådet.

Förspända pålar från Skånska Cementgjuteriet i Kristianstad har ännu icke godkänts av myndigheterna.

Ovanstående fabriker har intern tillverkningskontroll. Svenska Pålfabriken har exempelvis ett litet laboratorium med tryckpress, siktsatser, våg m m. Företaget anser det fördelaktigt att själv kunna utföra provtryckning av betongen. Därigenom ges möjlighet att på ett tidigt stadium rätta till exempelvis proportioneringsfel.

Kontrollrådets styrelse antog i november 1966 Provisoriska bestämmelser för tillverkningskontroll av fabriksmässigt framställda betongpålar K 500 med förspänd armering (20).



## 14. SAMMANFATTANDE SYNPUNKTER

Vi har under examensarbetets gång funnit att påltillverkarnas åsikter angående påltyper och tillverkningsmetoder går starkt isär.

Nedan följer en sammanfattning av synpunkter på några viktiga problemställningar vid industriell tillverkning av betongpålar.

### 14.1 Egen tillverkning av betong - fabriksstillverkad betong

Egen tillverkning av betong ger påltillverkaren möjlighet att lättare följa upp och kontrollera betongtillverkningen och att smidigt anpassa betongleveransen till aktuellt behov.

Användning av fabriksstillverkad betong medför överflyttning av ansvaret för betongens kvalitet på en specialist, som bör kunna garantera större jämnhet i kvaliteten. Betongfabrikens större kapacitet torde också ge vissa fördelar.

### 14.2 Träform - stålform - betongform - plastform

Träform har högre underhållskostnad, fordrar mer formolja och är besvärligare att rengöra än stålform. Trä ger dock bättre värmeisolerings än stål, vilket är till fördel vid vintergjutning.

Stålformar kräver visst omriktningsarbete. De har uppskattningsvis en livslängd av 7 - 8 år, medan träformar måste kasseras efter ca ett halvt år.

Om några år torde inte betongform användas vid påltillverkning.

Enligt litteraturuppgifter skall användning av plast som formbeklädnadsmaterial medföra lättare avformning och formrensning än inoljning eller infettning av formarna. Priset för form av polyester anges ligga ungefär mitt emellan priset för träform och stålform.

I Sovjetunionen har en metod utvecklats för framställning och påföring på stålform av en polymer förening, som bildar en plasthinna. Denna skall enligt uppgift kunna användas upp till sextio gånger utan skada och fördubbla formens livslängd.

### 14.3 Gjutning med: kran och bask - spårgående vagn - glidande överform

Gjutning med kran och bask fordrar små investeringar, om man bortser från kostnaderna för kranen, som ju huvudsakligen användes för hantering av färdiga pålar.

Spårgående vagnar ger möjlighet till rationellare betonggjutning än ovan nämnda metod.

Den mest avancerade gjutmetoden, som förekommer vid pålfabriker-na, är gjutning med glidande överform. Metoden möjliggör slopan-de av speciell överform (runda pålar).

#### 14.4 Ångrör ovan bädden - ångrör under bädden - elhärdning

Ur praktisk synpunkt förefaller ångrör under bädden vara att föredraga. De behöver ej, i motsats till ångrör ovan bädden, läggas ut varje gång härdning skall ske.

Det verkar troligt att ånga som släpps ut under bädden ger lik-formigare upphettning av betongpålen än ånga som släpps ut ovan bädden.

Rör under bädden har en viss benägenhet att rosta, vilket ger upphov till svårigheter, när de skall bytas ut.

Elhärdning av betong borde prövas vid påltillverkning. En littera-turuppgift säger att den kan utföras till en kostnad av 2 - 3% av betongproduktens försäljningspris och att den oftast medför en kapacitetsökning gentemot härdning med ånga.

#### 14.5 Fyrkantiga pålar - runda pålar

Tillverkare av runda pålar poängterade att deras produkter är lättare att hantera än fyrkantiga pålar. Runda pålar kan exem-pelvis rullas ut ut fabriksbyggnaden. Man kan även rulla upp dem på ett lastbilsflak, om det befinner sig i lämplig höjd, vid lastbrygga e d.

Om fyrkantiga pålar skall tillverkas inomhus ställs större krav på fabriksbyggnaden för att möjliggöra hantering av pålarna.

Några tillverkare ansåg att fyrkantiga pålar har svårare att släppa formen än vad runda har.

Skånska Cementgjuteriet i Kristianstad har funnit att den runda pålsektionen ur såväl ekonomiska, tekniska som praktiska syn-punkter visat sig fördelaktig jämfört med andra i marknaden an-vända påltyper.

De flesta beställare gör ingen åtskillnad mellan fyrkantiga

och runda pålar, om priset är ungefär detsamma.

14.6 Slakarmerade pålar - förspända pålar

Tillverkning av förspända pålar påstods medföra lägre materialkostnader, beroende på mindre armeringsmängd.

Vid tillverkning av förspända pålar behöver inga armeringsgalgar färdigställas. Detta gör att man med mycket kort varsel kan tillverka efterfrågade pållängder.

Vibrering medför större risk för rubbning av armeringens läge hos slakarmerade pålar än hos förspända.

Förspända pålar tycks tåla omildare hantering än slakarmerade utan risk för bildning av bestående sprickor.

14.7 Slutord

Industriell tillverkning av betongpålar sker oftast relativt fältmässigt.

Det vore önskvärt att all tillverkning skedde inomhus under noggrann driftskontroll.

Tillverkningen är starkt knuten vid normer och bestämmelser, varför produktionen i dag i stort torde vara så rationell som den kan bli inom ramen för gällande föreskrifter.



## 15. LITTERATURFÖRTECKNING

- (1) Professor Hjalmar Granholm; Utvecklingstendenser inom pålnings-  
tekniken - Byggnadsindustrin 14/1966.
- (2) Meddelande från Kontrollrådet för betongvaror 1967.
- (3) Provisoriska bestämmelser för pålar - SJ Centralförvaltning,  
banavdelningen, geotekniska kontoret, 1.10.1964, rev. 1.12.1966.
- (4) Rune Aronsson o Göte Åström; Stödpålar av betong K 500 - Väg-  
och vattenbyggaren 8/1963.
- (5) Ing Sven Strömbäck; Pålningsnormer efterlyses - Byggnadsvärlden  
nr 18 1963.
- (6) Ing Svante Leijonhufvud; Fabriksblandad betong ur köparens syn-  
punkt - Cement och Betong 1963:3.
- (7) Fordringar för auktorisation av betongfabriker, FAB - Kontroll-  
nämnden för Fabriksbetong, Svenska Fabriksbetongföreningen.
- (8) Civ ing Göran Bjursten; Fabriksbetong - Byggmateriel, elva upp-  
satser. Rapport från Byggforskningen Stockholm, 3/66.
- (9) Civ ing Göran Bjursten; Aktuella problem i betongarbetet - Stom-  
material från jord- och stenindustrin, SOU 1957:12.
- (10) Advisory note nr 5, 2nd ed 1961. Cement and Concrete Association -  
Betonglitteraturreferat.
- (11) Formliners for concreting. Construction revue 34(1961):5 p 21/25.  
JACI 59(1962):1 p 116 - Betonglitteraturreferat.
- (12) Ing J Stub - Jensen, R-K Betonelementer A/S; Plasticforme til  
betonfremstilling - Beton Teknik nr 2 1966.
- (13) Civ ing Paul Erik Larsen; Hur väljer man sin formolja? - Beton  
Teknik nr 4 1966.
- (14) Polymer-film ersätter formolja vid elementframställning - Beton  
Teknik nr 1 1965.
- (15) Ing Ingvar Persson, SCG Kristianstad; Ny metod för tillverkning  
av betongpålar - Cement och Betong 1966:4.
- (16) Civ ing Per-Olof Nylund; Synpunkter på fukthärdning och värme-  
härdning av betong - Cement och Betong 1961:3.
- (17) Civ ing Ingvar Persson; Elektrisk härdning av betong - Cement  
och Betong 1965:2.

- (18) Anvisningar för kontroll av fabrikstillverkade byggnadselement av betong för brokonstruktioner - Kungl Väg- och vattenbyggnadsstyrelsen, 1967 (Statens Vägverk).
- (19) Ing Ivar Magnusson, Kontrollrådet för betongvaror, Stockholm; Kontrollrådet för betongvaror - ett nytt organ för kvalitetskontroll - Cement och Betong 1967:1.
- (20) Provisoriska bestämmelser för tillverkningskontroll av fabriksmässigt framställda betongpålar K 500 med förspänd armering - Meddelande 1967 från Kontrollrådet för betongvaror.

Se dessutom 2.1 Sammanställning över gällande bestämmelser.

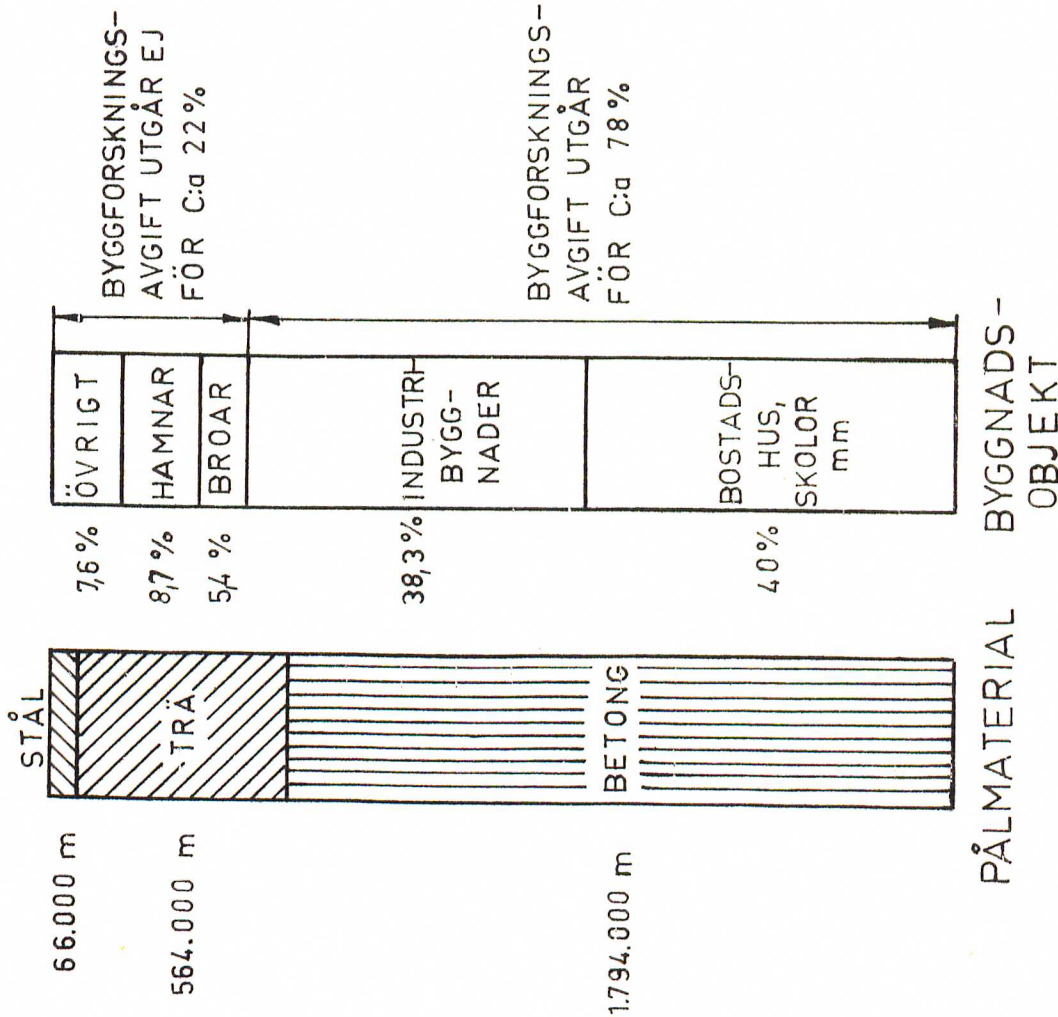
## 16. BILAGOR

1. Statistik över antal slagna pålmeter inom Sverige 1962.
2. Besökta pålfabriker: Påltyper, betongtillverkning, antal anställda, produktionsmängd.
3. Förteckning över intervjuade personer.
4. Provisoriska bestämmelser för pålar, SJ Centralförvaltning.
5. Betongpåle  $\varnothing$  280, KVVVS.
6. Betongpåle  $\square$  300, Nya Asfalt AB.
7. Påltilverkningsens fyra flöden.
8. Tvärsnitt av gjutbädd för fyrkantpålar och av gjutbädd för sexkantpålar, Nya Asfalt AB, Örebro.
9. "Kam", "gaffel"; Nya Asfalt AB, Örebro.  
Rekommenderad gränskurva för temperaturen i härdekammaren.
10. Figurbilaga.
11. Plan över området för Skånska Cementgjuteriets pålfabrik i Kristianstad.
12. Plan över området för Nya Asfalt AB:s pålfabrik i Hovsta, Örebro.
13. Förteckning över fabriker anslutna till Kontrollrådet för betongvaror (1 februari 1968).

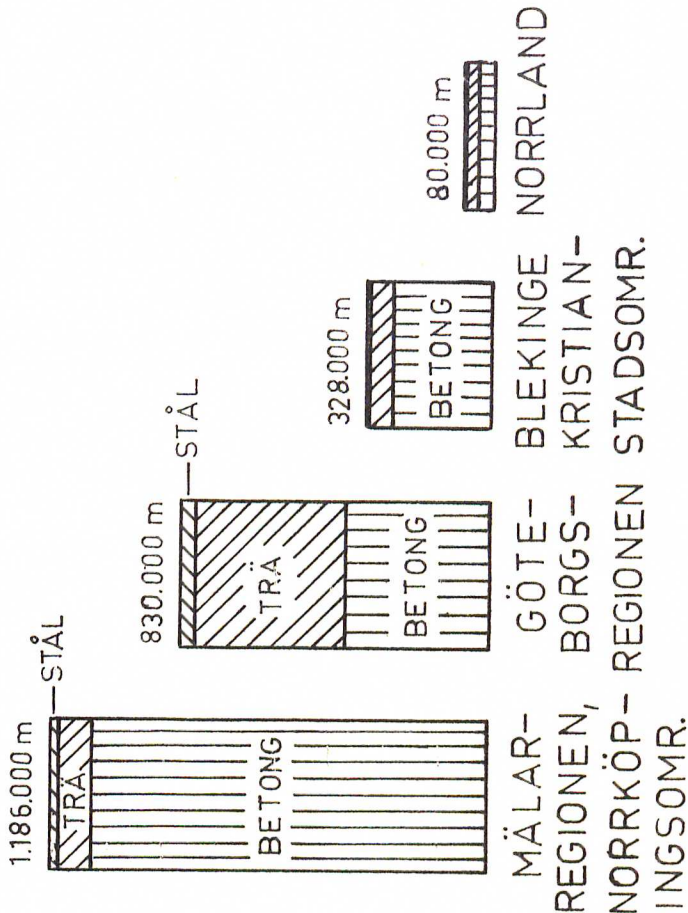


# STATISTIK ÖVER ANTAL SLAGNA PÅLMETER INOM SVERIGE 1962

Utarbetad på grundval av svar på rundskrivelse till 54 företag och institutioner med förmodad eller känd pålningsverksamhet, 38 svar erhöles, 8 meddelade att de ej haft egen pålningsverksamhet 1962.



## REGIONAL FÖRDELNING



| Besökta pålfabriker                          | Tillverkade påltyper |                  |              |           |           |           | Betongtillv. |                 | Ungefärligt antal anställda |         | Ungefärlig produktion i pålmeter per år |           |
|----------------------------------------------|----------------------|------------------|--------------|-----------|-----------|-----------|--------------|-----------------|-----------------------------|---------|-----------------------------------------|-----------|
|                                              | Slakarmerade         |                  |              | Förspända |           |           | köper betong | egen tillverkn. | arbetare                    | tj.-män |                                         |           |
|                                              | 25x25<br>2<br>cm     | 30x30<br>2<br>cm | Sex-kan-tiga | Ø28<br>cm | Ø28<br>cm | Ø33<br>cm |              |                 |                             |         |                                         | Ø34<br>cm |
|                                              |                      |                  |              |           |           |           |              |                 |                             |         |                                         |           |
| Byggnadsaktiebolaget Paul Anderson, Västerås | X                    |                  |              |           | X         | X         |              | X               | 18                          | 2       | 190.000                                 |           |
| Granit och Beton AB, Barkaby                 | X                    | X                |              |           |           |           | X            |                 | 4                           | 1       | 35.000                                  |           |
| Göteborgs Betongpålar AB, Kungsbacka         | X                    | X                |              | X         |           |           |              | X               | 27                          | 2       | 120.000 <sup>1)</sup>                   |           |
| Nya Asfalt AB, Ucklum                        |                      |                  |              |           | X         |           |              | X               | 12                          | 2       | 75.000                                  |           |
| - " - , Ytterby                              | X                    | X                |              |           |           |           | X            |                 | 10                          | 2       | 120.000 <sup>2)</sup>                   |           |
| - " - , Hovsta (Örebro)                      | X                    | X                |              | X         |           |           |              | X               | 20                          | 3       | 270.000                                 |           |
| Perssons Betongpålar AB, Tumba               | X                    | X                |              |           |           |           |              | X               | 8                           | 2       | 88.000 <sup>3)</sup>                    |           |
| AB Skånska Cementgjuteriet, Gunnilse         | X                    | X                |              |           |           |           |              | X               | 5                           | 1       | 40.000                                  |           |
| - " - , Kristianstad                         |                      |                  |              |           |           |           | X            | X               | 10                          | 3       | 100.000 <sup>4)</sup>                   |           |
| AB Svenska Pålfabriken, Grinneröd            |                      |                  |              |           |           |           |              | X               | 15                          | 1       | 120.000 <sup>5)</sup>                   |           |

- Anm. 1) Uppgiven produktion: 500 m/dag  
2) - " - : 3.000 m/vecka  
3) - " - : 8.000 m/månad  
4) Möjlig kapacitet : 200.000 m/år  
5) Uppgiven produktion: 11.000 m/månad

Förteckning över intervjuade personer

Arbetsledare vid besökta pålfabriker.

Byrådirektör Rune Aronsson, Statens Planverk, Tekniska byrån,  
Stockholm

Civilingenjör Thorild Blomdahl, Nya Asfalt AB, Örebro

Civilingenjör Gunnar Fjelkner, Statens Geotekniska Institut,  
Stockholm

Civilingenjör Lars Hellman, Orrje & Co AB, Stockholm

Tekn direktör Gunnar Hult, Stockholms Stads Gatukontor, Byggnads-  
avd., Nybyggnadsbyrån, Stockholm

Ingenjör Ivar Magnusson, Kontrollrådet för betongvaror, Stockholm

Byrådirektör W Pejrud, Statens Järnvägars Centralförvaltning,  
Geotekniska kontoret, Stockholm

Förste kontrollant Rosendahl, Göteborgs Stads Gatukontor, Göte-  
borg

Byrådirektör Per Sahlström, Statens Vägverk, Konstruktionsbyrån,  
Stockholm

Överingenjör Erik Sandegren, Statens Järnvägars Centralförvalt-  
ning, Geotekniska kontoret, Stockholm

Direktör Sölve Severinsson, AB SPS-Verken, Göteborg

Ingenjör Sven Strömbäck, Granit och Beton AB, Stockholm



### Betongpålar

#### Betong

Klass I med  $K \geq 510$  bar ( $500 \text{ kp/cm}^2$ )  
 böjdraghållfasthet  $\geq 40$  bar  
 brottmoment  $\geq 5 \cdot 10^4 \text{ Nm}$  ( $\approx 5 \text{ mt}$ )  
 Gällande statliga betongbestämmelser föreskrifter skall följas.

#### Armering

|                                                       |                                                       |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> pålar 25x25                  | 4 st $\emptyset$ 20 Ks 40<br>el. $\emptyset$ 16 Ks 60 |
| <input type="checkbox"/> " 30x30                      | 4 st $\emptyset$ 20 Ks 60                             |
| <input type="checkbox"/> " $\approx 600 \text{ cm}^2$ | 6 st $\emptyset$ 16 Ks 40                             |
| <input type="checkbox"/> " $\approx 800 \text{ cm}^2$ | 6 st $\emptyset$ 16 Ks 60                             |

För långa pålar dock minst den grövre armering, som krävs för pålarnas hantering.

Bygelarmering av spiralbyglar  $\emptyset$  5 mm med cc 10 cm första metern från ändarna i övrigt cc 20 cm, eller likvärdig armering.

Sprickskydd enligt Babg ritning G 103/1332.

Skarv likvärdig med den oskarvade pålen beträffande tryck, böjning och dragning.

#### Pålskor

Bergskor enligt KVV5 ritning 581:1S-i alt. k.

Plåtskor enligt Babg ritning G 103/1332.

Gjutning: Fabrikstillverkning, gjutplatsen väl skyddad för väder och vind.

Pålavstånd enligt Babg ritning G 103/1343.

Pålpåkänning: 70 bar ständig last 90 bar ständig och tillfälliga laster.

För oskarvade pålar kan efter överenskommelse högre laster tillåtas.

### Träpålar

Maximal tillåten krokighet 1:100 av längden mellan två mätpunkter oavsett dessas lägen.

Sprickring enligt Babg ritning G 103/292

Skarv enligt Babg ritning G 103/301 eller likvärdig.

För vertikala pålar som ej behöver uppta dragkrafter kan skarv enligt Babg ritning G 103/237 användas.

Tryckfördelade plattor enligt Babg ritning G 103/1351 eller KVV5 ritning Nr 581:1S-h.

Pålavstånd enligt Babg ritning G 103/1343.

#### Pålpåkänningar

Kohesionspålar, pålpåkänning =  $f(\tau)$ .

#### Stödpålar

#### Pålning vid bankförstärkning

Maximal påkänning:

Ev kohesion eller friktion utefter del av pålen +70 bar på spetsen.

På skallen max 60 bar.

#### Pålning under permanenta konstruktioner

Maximal påkänning:

Ev kohesion eller friktion utefter del av pålen +60 bar på spetsen.

På skallen max 50 bar.

### Räler

Livmättet får ej understiga 13 mm.

Skarv enligt Babg ritning G 103/1321.

Tryckfördelningsplatta enligt Babg ritning G 103/1321.

Rälerna skall vara raka.

Dragkrafter kan i allmänhet ej tillåtas.

#### Pålpåkänning

Riktvärde 300 bar på bruttoarean; på nettoarean upp till 500 bar.

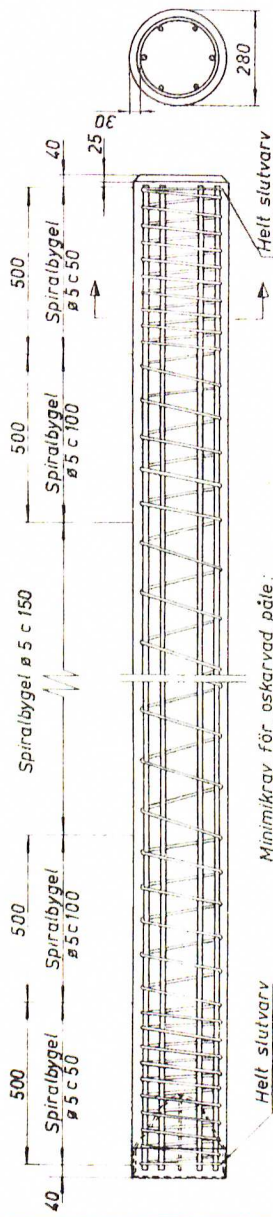
Nettoareans storlek beroende på jordartens korrosivitet.

Slagning av pålarna skall ske i samråd med SJ geotekniska kontor.

Protokoll skall föras för varje påle på blankett G 103/600.

# Armering i betongpåle

1:10



Minimikrav för oskarvad påle:

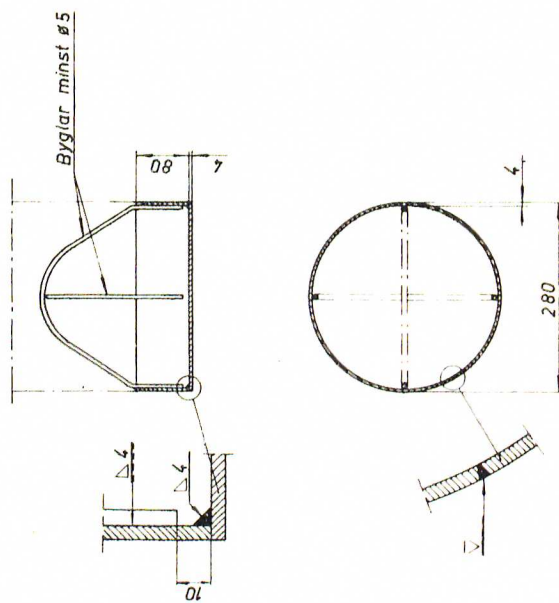
- 6 st 12 vid pållängd  $\leq 10$  m
- 6 st 14 " "  $> 10$  m  $\leq 12$  m
- 6 st 16 " "  $> 12$  m  $\leq 14$  m
- 6 st 19 " "  $> 14$  m  $\leq 16$  m

Minimikrav för skarvad pålar:

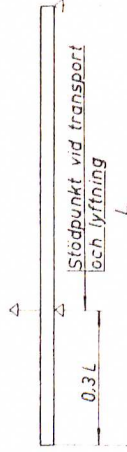
- 6 st 16 vid längd av delpåle  $\leq 14$  m
- 6 st 19 " "  $> 14$  m  $\leq 16$  m

## Pålsko

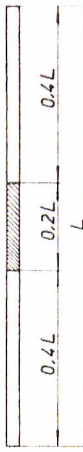
1:5



# Principskiss för transport och lyftning av påle med längd $L \leq 16$ m



## Skarvning av armering



Armeringsstängerna för skarvas endast vid pållängd  $L > 10$  m. Skarvar i angränsande stänger förskjutas inbördes minst en skarvlängd. Skarvning får ske endast inom det streckade området.

Arbetet utföres enligt 1949 och 1957 års statliga betongbestämmelser, (SOU 1949: 64, 1957: 25) och 1960 års cementbestämmelser (B1-1960) samt 1960 års normer för monteringsfärdiga bygg-nadselement av betong utgivna av Statens byggnadskommitté (B2-1960).

Betong i pålar: Btg II, Std. K 400, Grupp a. T. vattentät.

Armeringsstål i pålar: Ks 40, Spiralbygel  $\phi 5$  mm kall-dragen tråd med 0.2-gräns  $\geq 40$  kg/mm.

Täckande betongskikt: 30 mm.

Pålens övre ände avfasas.

Betongpåle med större längd än 12 m för skarvas. Beträffande pållängd och utförande av skarv se för resp företag gällande arbetsritning.

Lyftpunkten skall markeras tydligt på pålen.

## Betongpåle $\phi 280$

KUNGL. VÄG- OCH VATTENBYGGNADSTYRELSEN

KONSTRUKTIONSBYRÅN

Skedd den 30 juli 1965

*Anders Johansson*

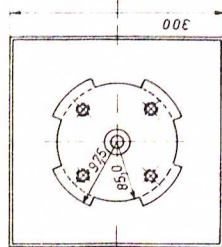
Kontroll: Riksd. Konstrukt. Gransk.

Centra ritnings- och tryckning för Nr 581-15-1



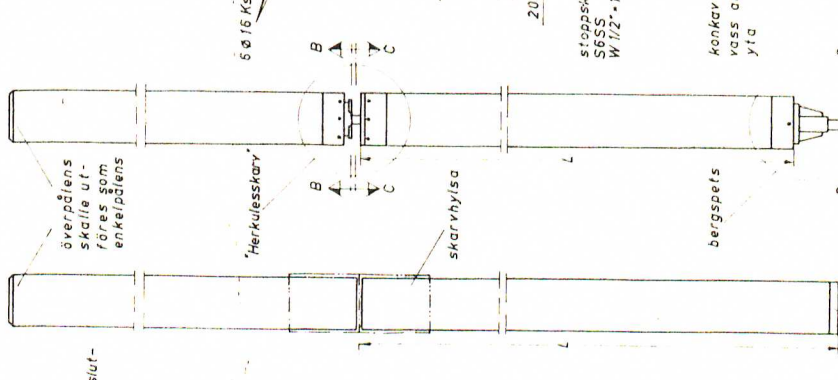
HERKULESBESLAG  
B-B

1:5



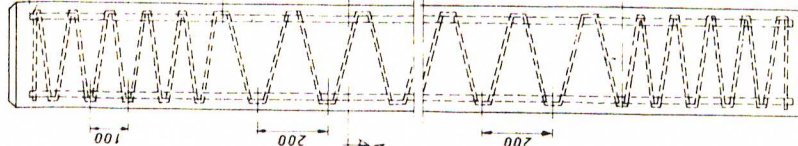
SAMMANSATT PÅLE  
MED HERKULESSKARV  
OCH BERGSPETS  
SLAG  
1:20

1:20



PÅLE UTAN  
BESLAG  
1:10

1:10



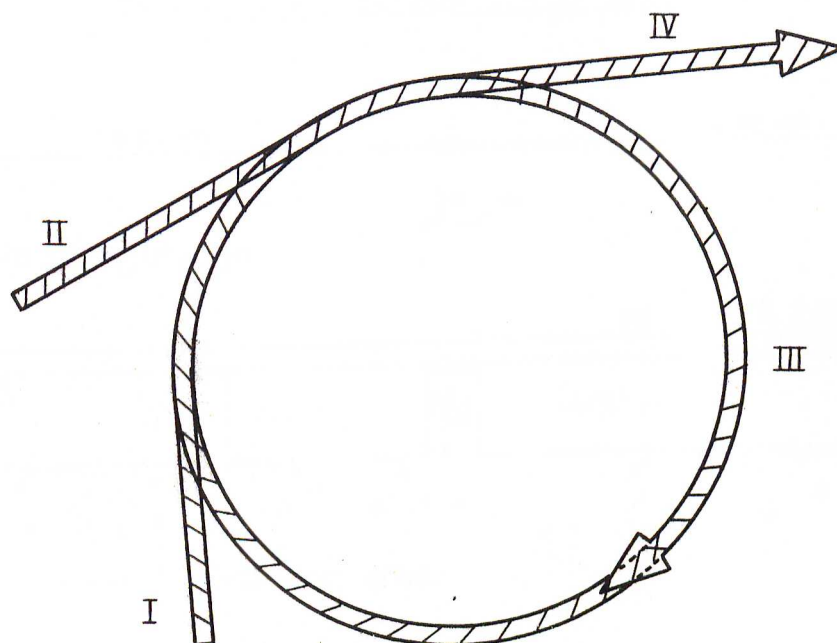
FRAMSTÄLLNING

Pålarna framställas i enlighet med följande:  
STATLIGA MATERIAL- OCH ÖFÖRBEHÅLLSBERÄTTIGELSER  
FÖR BETONG AV ÅR 1965  
STATLIGA BETONGBESTÄMMELSER AV ÅR 1943 (Kap. 3)  
STATLIGA CEMENTBESTÄMMELSER AV ÅR 1960  
NORMER FÖR MONTERINGSFÄRDIGA BYGGNADSELEMENT  
AV BETONG AV ÅR 1960  
BYGGSVETSNORMER AV ÅR 1943, reviderade år 1950 och 1961  
Btg I Sid K 400 P. Max stansörlek 30 mm

Langsarmring Ks 40. Byglar  $\phi$  5 kollarlagg av typ "Härmsstad", med 0,2-grans  $\approx$  40 kg/mm. Byglarna fästas vid utgången i en medelst näring och ska ha konstant stängningskraft. Minimimåttmått för längsarmring och lyftfoglar väljas enligt nedanstående tabell

| Pållängd i meter | Armeringsdimension | Lyftfoglar dimen. |
|------------------|--------------------|-------------------|
| 9                | 1                  | 12 mm             |
| 11               | 1                  | 12 mm             |
| 13               | 1                  | 12 mm             |
| 15               | 1                  | 12 mm             |
| 17               | 1                  | 12 mm             |
| 19               | 1                  | 12 mm             |
| 21               | 1                  | 12 mm             |
| 23               | 1                  | 12 mm             |
| 25               | 1                  | 12 mm             |
| 27               | 1                  | 12 mm             |
| 29               | 1                  | 12 mm             |
| 31               | 1                  | 12 mm             |
| 33               | 1                  | 12 mm             |
| 35               | 1                  | 12 mm             |
| 37               | 1                  | 12 mm             |
| 39               | 1                  | 12 mm             |
| 41               | 1                  | 12 mm             |
| 43               | 1                  | 12 mm             |
| 45               | 1                  | 12 mm             |
| 47               | 1                  | 12 mm             |
| 49               | 1                  | 12 mm             |
| 51               | 1                  | 12 mm             |
| 53               | 1                  | 12 mm             |
| 55               | 1                  | 12 mm             |
| 57               | 1                  | 12 mm             |
| 59               | 1                  | 12 mm             |
| 61               | 1                  | 12 mm             |
| 63               | 1                  | 12 mm             |
| 65               | 1                  | 12 mm             |
| 67               | 1                  | 12 mm             |
| 69               | 1                  | 12 mm             |
| 71               | 1                  | 12 mm             |
| 73               | 1                  | 12 mm             |
| 75               | 1                  | 12 mm             |
| 77               | 1                  | 12 mm             |
| 79               | 1                  | 12 mm             |
| 81               | 1                  | 12 mm             |
| 83               | 1                  | 12 mm             |
| 85               | 1                  | 12 mm             |
| 87               | 1                  | 12 mm             |
| 89               | 1                  | 12 mm             |
| 91               | 1                  | 12 mm             |
| 93               | 1                  | 12 mm             |
| 95               | 1                  | 12 mm             |
| 97               | 1                  | 12 mm             |
| 99               | 1                  | 12 mm             |
| 101              | 1                  | 12 mm             |
| 103              | 1                  | 12 mm             |
| 105              | 1                  | 12 mm             |
| 107              | 1                  | 12 mm             |
| 109              | 1                  | 12 mm             |
| 111              | 1                  | 12 mm             |
| 113              | 1                  | 12 mm             |
| 115              | 1                  | 12 mm             |
| 117              | 1                  | 12 mm             |
| 119              | 1                  | 12 mm             |
| 121              | 1                  | 12 mm             |
| 123              | 1                  | 12 mm             |
| 125              | 1                  | 12 mm             |
| 127              | 1                  | 12 mm             |
| 129              | 1                  | 12 mm             |
| 131              | 1                  | 12 mm             |
| 133              | 1                  | 12 mm             |
| 135              | 1                  | 12 mm             |
| 137              | 1                  | 12 mm             |
| 139              | 1                  | 12 mm             |
| 141              | 1                  | 12 mm             |
| 143              | 1                  | 12 mm             |
| 145              | 1                  | 12 mm             |
| 147              | 1                  | 12 mm             |
| 149              | 1                  | 12 mm             |
| 151              | 1                  | 12 mm             |
| 153              | 1                  | 12 mm             |
| 155              | 1                  | 12 mm             |
| 157              | 1                  | 12 mm             |
| 159              | 1                  | 12 mm             |
| 161              | 1                  | 12 mm             |
| 163              | 1                  | 12 mm             |
| 165              | 1                  | 12 mm             |
| 167              | 1                  | 12 mm             |
| 169              | 1                  | 12 mm             |
| 171              | 1                  | 12 mm             |
| 173              | 1                  | 12 mm             |
| 175              | 1                  | 12 mm             |
| 177              | 1                  | 12 mm             |
| 179              | 1                  | 12 mm             |
| 181              | 1                  | 12 mm             |
| 183              | 1                  | 12 mm             |
| 185              | 1                  | 12 mm             |
| 187              | 1                  | 12 mm             |
| 189              | 1                  | 12 mm             |
| 191              | 1                  | 12 mm             |
| 193              | 1                  | 12 mm             |
| 195              | 1                  | 12 mm             |
| 197              | 1                  | 12 mm             |
| 199              | 1                  | 12 mm             |
| 201              | 1                  | 12 mm             |
| 203              | 1                  | 12 mm             |
| 205              | 1                  | 12 mm             |
| 207              | 1                  | 12 mm             |
| 209              | 1                  | 12 mm             |
| 211              | 1                  | 12 mm             |
| 213              | 1                  | 12 mm             |
| 215              | 1                  | 12 mm             |
| 217              | 1                  | 12 mm             |
| 219              | 1                  | 12 mm             |
| 221              | 1                  | 12 mm             |
| 223              | 1                  | 12 mm             |
| 225              | 1                  | 12 mm             |
| 227              | 1                  | 12 mm             |
| 229              | 1                  | 12 mm             |
| 231              | 1                  | 12 mm             |
| 233              | 1                  | 12 mm             |
| 235              | 1                  | 12 mm             |
| 237              | 1                  | 12 mm             |
| 239              | 1                  | 12 mm             |
| 241              | 1                  | 12 mm             |
| 243              | 1                  | 12 mm             |
| 245              | 1                  | 12 mm             |
| 247              | 1                  | 12 mm             |
| 249              | 1                  | 12 mm             |
| 251              | 1                  | 12 mm             |
| 253              | 1                  | 12 mm             |
| 255              | 1                  | 12 mm             |
| 257              | 1                  | 12 mm             |
| 259              | 1                  | 12 mm             |
| 261              | 1                  | 12 mm             |
| 263              | 1                  | 12 mm             |
| 265              | 1                  | 12 mm             |
| 267              | 1                  | 12 mm             |
| 269              | 1                  | 12 mm             |
| 271              | 1                  | 12 mm             |
| 273              | 1                  | 12 mm             |
| 275              | 1                  | 12 mm             |
| 277              | 1                  | 12 mm             |
| 279              | 1                  | 12 mm             |
| 281              | 1                  | 12 mm             |
| 283              | 1                  | 12 mm             |
| 285              | 1                  | 12 mm             |
| 287              | 1                  | 12 mm             |
| 289              | 1                  | 12 mm             |
| 291              | 1                  | 12 mm             |
| 293              | 1                  | 12 mm             |
| 295              | 1                  | 12 mm             |
| 297              | 1                  | 12 mm             |
| 299              | 1                  | 12 mm             |
| 301              | 1                  | 12 mm             |
| 303              | 1                  | 12 mm             |
| 305              | 1                  | 12 mm             |
| 307              | 1                  | 12 mm             |
| 309              | 1                  | 12 mm             |
| 311              | 1                  | 12 mm             |
| 313              | 1                  | 12 mm             |
| 315              | 1                  | 12 mm             |
| 317              | 1                  | 12 mm             |
| 319              | 1                  | 12 mm             |
| 321              | 1                  | 12 mm             |
| 323              | 1                  | 12 mm             |
| 325              | 1                  | 12 mm             |
| 327              | 1                  | 12 mm             |
| 329              | 1                  | 12 mm             |
| 331              | 1                  | 12 mm             |
| 333              | 1                  | 12 mm             |
| 335              | 1                  | 12 mm             |
| 337              | 1                  | 12 mm             |
| 339              | 1                  | 12 mm             |
| 341              | 1                  | 12 mm             |
| 343              | 1                  | 12 mm             |
| 345              | 1                  | 12 mm             |
| 347              | 1                  | 12 mm             |
| 349              | 1                  | 12 mm             |
| 351              | 1                  | 12 mm             |
| 353              | 1                  | 12 mm             |
| 355              | 1                  | 12 mm             |
| 357              | 1                  | 12 mm             |
| 359              | 1                  | 12 mm             |
| 361              | 1                  | 12 mm             |
| 363              | 1                  | 12 mm             |
| 365              | 1                  | 12 mm             |
| 367              | 1                  | 12 mm             |
| 369              | 1                  | 12 mm             |
| 371              | 1                  | 12 mm             |
| 373              | 1                  | 12 mm             |
| 375              | 1                  | 12 mm             |
| 377              | 1                  | 12 mm             |
| 379              | 1                  | 12 mm             |
| 381              | 1                  | 12 mm             |
| 383              | 1                  | 12 mm             |
| 385              | 1                  | 12 mm             |
| 387              | 1                  | 12 mm             |
| 389              | 1                  | 12 mm             |
| 391              | 1                  | 12 mm             |
| 393              | 1                  | 12 mm             |
| 395              | 1                  | 12 mm             |
| 397              | 1                  | 12 mm             |
| 399              | 1                  | 12 mm             |
| 401              | 1                  | 12 mm             |
| 403              | 1                  | 12 mm             |
| 405              | 1                  | 12 mm             |
| 407              | 1                  | 12 mm             |
| 409              | 1                  | 12 mm             |
| 411              | 1                  | 12 mm             |
| 413              | 1                  | 12 mm             |
| 415              | 1                  | 12 mm             |
| 417              | 1                  | 12 mm             |
| 419              | 1                  | 12 mm             |
| 421              | 1                  | 12 mm             |
| 423              | 1                  | 12 mm             |
| 425              | 1                  | 12 mm             |
| 427              | 1                  | 12 mm             |
| 429              | 1                  | 12 mm             |
| 431              | 1                  | 12 mm             |
| 433              | 1                  | 12 mm             |
| 435              | 1                  | 12 mm             |
| 437              | 1                  | 12 mm             |
| 439              | 1                  | 12 mm             |
| 441              | 1                  | 12 mm             |
| 443              | 1                  | 12 mm             |
| 445              | 1                  | 12 mm             |
| 447              | 1                  | 12 mm             |
| 449              | 1                  | 12 mm             |
| 451              | 1                  | 12 mm             |
| 453              | 1                  | 12 mm             |
| 455              | 1                  | 12 mm             |
| 457              | 1                  | 12 mm             |
| 459              | 1                  | 12 mm             |
| 461              | 1                  | 12 mm             |
| 463              | 1                  | 12 mm             |
| 465              | 1                  | 12 mm             |
| 467              | 1                  | 12 mm             |
| 469              | 1                  | 12 mm             |
| 471              | 1                  | 12 mm             |
| 473              | 1                  | 12 mm             |
| 475              | 1                  | 12 mm             |
| 477              | 1                  | 12 mm             |
| 479              | 1                  | 12 mm             |
| 481              | 1                  | 12 mm             |
| 483              | 1                  | 12 mm             |
| 485              | 1                  | 12 mm             |
| 487              | 1                  | 12 mm             |
| 489              | 1                  | 12 mm             |
| 491              | 1                  | 12 mm             |
| 493              | 1                  | 12 mm             |
| 495              | 1                  | 12 mm             |
| 497              | 1                  | 12 mm             |
| 499              | 1                  | 12 mm             |
| 501              | 1                  | 12 mm             |
| 503              | 1                  | 12 mm             |
| 505              | 1                  | 12 mm             |
| 507              | 1                  | 12 mm             |
| 509              | 1                  | 12 mm             |
| 511              | 1                  | 12 mm             |
| 513              | 1                  | 12 mm             |
| 515              | 1                  | 12 mm             |
| 517              | 1                  | 12 mm             |
| 519              | 1                  | 12 mm             |
| 521              | 1                  | 12 mm             |
| 523              | 1                  | 12 mm             |
| 525              | 1                  | 12 mm             |
| 527              | 1                  | 12 mm             |
| 529              | 1                  | 12 mm             |
| 531              | 1                  | 12 mm             |
| 533              | 1                  | 12 mm             |
| 535              | 1                  | 12 mm             |
| 537              | 1                  | 12 mm             |
| 539              | 1                  | 12 mm             |
| 541              | 1                  | 12 mm             |
| 543              | 1                  | 12 mm             |
| 545              | 1                  | 12 mm             |
| 547              | 1                  | 12 mm             |
| 549              | 1                  | 12 mm             |
| 551              | 1                  | 12 mm             |
| 553              | 1                  | 12 mm             |
| 555              | 1                  | 12 mm             |
| 557              | 1                  | 12 mm             |
| 559              | 1                  | 12 mm             |
| 561              | 1                  | 12 mm             |
| 563              | 1                  | 12 mm             |
| 565              | 1                  | 12 mm             |
| 567              | 1                  | 12 mm             |
| 569              | 1                  | 12 mm             |
| 571              | 1                  | 12 mm             |
| 573              | 1                  | 12 mm             |
| 575              | 1                  | 12 mm             |
| 577              | 1                  | 12 mm             |
| 579              | 1                  | 12 mm             |
| 581              | 1                  | 12 mm             |
| 583              | 1                  | 12 mm             |
| 585              | 1                  | 12 mm             |
| 587              | 1                  | 12 mm             |
| 589              | 1                  | 12 mm             |
| 591              | 1                  | 12 mm             |
| 593              | 1                  | 12 mm             |
| 595              | 1                  | 12 mm             |
| 597              | 1                  | 12 mm             |
| 599              | 1                  | 12 mm             |
| 601              | 1                  | 12 mm             |
| 603              | 1                  | 12 mm             |
| 605              | 1                  | 12 mm             |
| 607              | 1                  | 12 mm             |
| 609              | 1                  | 12 mm             |
| 611              | 1                  | 12 mm             |
| 613              | 1                  | 12 mm             |
| 615              | 1                  | 12 mm             |
| 617              | 1                  | 12 mm             |
| 619              | 1                  | 12 mm             |
| 621              | 1                  | 12 mm             |
| 623              | 1                  | 12 mm             |
| 625              | 1                  | 12 mm             |
| 627              | 1                  | 12 mm             |
| 629              | 1                  | 12 mm             |
| 631              | 1                  | 12 mm             |
| 633              | 1                  | 12 mm             |
| 635              | 1                  | 12 mm             |
| 637              | 1                  | 12 mm             |
| 639              | 1                  | 12 mm             |
| 641              | 1                  | 12 mm             |
| 643              | 1                  | 12 mm             |
| 645              | 1                  | 12 mm             |
| 647              | 1                  | 12 mm             |
| 649              | 1                  | 12 mm             |
| 651              | 1                  | 12 mm             |
| 653              | 1                  | 12 mm             |
| 655              | 1                  | 12 mm             |
| 657              | 1                  | 12 mm             |
| 659              | 1                  | 12 mm             |
| 661              | 1                  | 12 mm             |
| 663              | 1                  | 12 mm             |
| 665              | 1                  | 12 mm             |
| 667              | 1                  | 12 mm             |
| 669              | 1                  | 12 mm             |
| 671              | 1                  | 12 mm             |
| 673              | 1                  | 12 mm             |
| 675              | 1                  | 12 mm             |
| 677              | 1                  | 12 mm             |
| 679              | 1                  | 12 mm             |
| 681              | 1                  | 12 mm             |
| 683              | 1                  | 12 mm             |
| 685              | 1                  | 12 mm             |
| 687              | 1                  | 12 mm             |
| 689              | 1                  | 12 mm             |
| 691              | 1                  | 12 mm             |
| 693              | 1                  | 12 mm             |
| 695              | 1                  | 12 mm             |
| 697              | 1                  | 12 mm             |
| 699              | 1                  | 12 mm             |
| 701              | 1                  | 12 mm             |
| 703              | 1                  | 12 mm             |
| 705              | 1                  | 12 mm             |
| 707              | 1                  | 12 mm             |
| 709              | 1                  | 12 mm             |
| 711              | 1                  | 12 mm             |
| 713              | 1                  | 12 mm             |
| 715              | 1                  | 12 mm             |
| 717              | 1                  | 12 mm             |
| 719              | 1                  | 12 mm             |
| 721              | 1                  | 12 mm             |
| 723              | 1                  | 12 mm             |
| 725              | 1                  | 12 mm             |
| 727              | 1                  | 12 mm             |
| 729              | 1                  | 12 mm             |
| 731              | 1                  | 12 mm             |
| 733              | 1                  | 12 mm             |
| 735              | 1                  | 12 mm             |
| 737              | 1                  | 12 mm             |
| 739              | 1                  | 12 mm             |
| 741              | 1                  | 12 mm             |
| 743              | 1                  | 12 mm             |
| 745              | 1                  | 12 mm             |
| 747              | 1                  | 12 mm             |
| 749              | 1                  | 12 mm             |
| 751              | 1                  | 12 mm             |
| 753              | 1                  | 12 mm             |
| 755              | 1                  | 12 mm             |
| 757              | 1                  | 12 mm             |
| 759              | 1                  | 12 mm             |
| 761              | 1                  | 12 mm             |
| 763              | 1                  | 12 mm             |
| 765              | 1                  | 12 mm             |
| 767              | 1                  | 12 mm             |
| 769              | 1                  | 12 mm             |
| 771              | 1                  | 12 mm             |
| 773              | 1                  | 12 mm             |
| 775              | 1                  | 12 mm             |
| 777              | 1                  | 12 mm             |
| 779              | 1                  | 12 mm             |
| 781              | 1                  | 12 mm             |
| 783              | 1                  | 12 mm             |
| 785              | 1                  | 12 mm             |
| 787              | 1                  | 12 mm             |
| 789              | 1                  | 12 mm             |
| 791              | 1                  | 12 mm             |
| 793              | 1                  | 12 mm             |
| 795              | 1                  | 12 mm             |
| 797              | 1                  | 12 mm             |
| 799              | 1                  | 12 mm             |
| 801              | 1                  | 12 mm             |
| 803              | 1                  | 12 mm             |
| 805              | 1                  | 12 mm             |
| 807              | 1                  | 12 mm             |
| 809              | 1                  | 12 mm             |
| 811              | 1                  | 12 mm             |
| 813              | 1                  | 12 mm             |
| 815              | 1                  | 12 mm             |
| 817              | 1                  | 12 mm             |
| 819              | 1                  | 12 mm             |
| 821              | 1                  | 12 mm             |
| 823              | 1                  | 12 mm             |
| 825              | 1                  | 12 mm             |
| 827              | 1                  | 12 mm             |
| 829              | 1                  | 12 mm             |
| 831              | 1                  | 12 mm             |
| 833              | 1                  | 12 mm             |
| 835              | 1                  | 12 mm             |
| 837              | 1                  | 12 mm             |
| 839              | 1                  | 12 mm             |
| 841              | 1                  | 12 mm             |
| 843              | 1                  | 12 mm             |
| 845              | 1                  | 12 mm             |
| 847              | 1                  | 12 mm             |
| 849              | 1                  | 12 mm             |
| 851              | 1                  | 12 mm             |
| 853              | 1                  | 12 mm             |
| 855              | 1                  | 12 mm             |
| 857              | 1                  | 12 mm             |
| 859              | 1                  | 12 mm             |
| 861              | 1                  | 12 mm             |
| 863              | 1                  | 12 mm             |
| 865              | 1                  | 12 mm             |
| 867              | 1                  | 12 mm             |
| 869              | 1                  | 12 mm             |
| 871              | 1                  | 12 mm             |
| 873              | 1                  | 12 mm             |
| 875              | 1                  | 12 mm             |
| 877              | 1                  | 12 mm             |
| 879              | 1                  | 12 mm             |
| 881              | 1                  | 12 mm             |
| 883              | 1                  | 12 mm             |
| 885              | 1                  | 12 mm             |
| 887              | 1                  | 12 mm             |
| 889              | 1                  | 12 mm             |
| 891              | 1                  | 12 mm             |
| 893              | 1                  | 12 mm             |
| 895              | 1                  | 12 mm             |
| 897              | 1                  | 12 mm             |
| 899              | 1                  | 12 mm             |
| 901              | 1                  | 12 mm             |
| 903              | 1                  | 12 mm             |
| 905              | 1                  | 12 mm             |
| 907              | 1                  | 12 mm             |
| 909              | 1                  | 12 mm             |
| 911              | 1                  | 12 mm             |
| 913              | 1                  | 12 mm             |
| 915              | 1                  | 12 mm             |
| 917              | 1                  | 12 mm             |
| 919              | 1                  | 12 mm             |
| 921              | 1                  | 12 mm             |
| 923              | 1                  | 12 mm             |
| 925              | 1                  | 12 mm             |
| 927              | 1                  | 12 mm             |
| 929              | 1                  | 12 mm             |
| 931              | 1                  | 12 mm             |
| 933              | 1                  | 12 mm             |
| 935              | 1                  | 12 mm             |
| 937              | 1                  | 12 mm             |
| 939              | 1                  | 12 mm             |
| 941              | 1                  | 12 mm             |
| 943              | 1                  | 12 mm             |
| 945              | 1                  | 12 mm             |
| 947              | 1                  | 12 mm             |
| 949              | 1                  | 12 mm             |
| 951              | 1                  | 12 mm             |
| 953              | 1                  | 12 mm             |
| 955              | 1                  | 12 mm             |
| 957              | 1                  | 12 mm             |
| 959              | 1                  | 12 mm             |
| 961              | 1                  |                   |



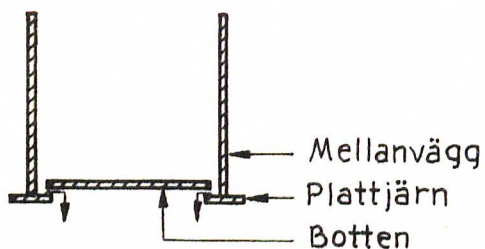
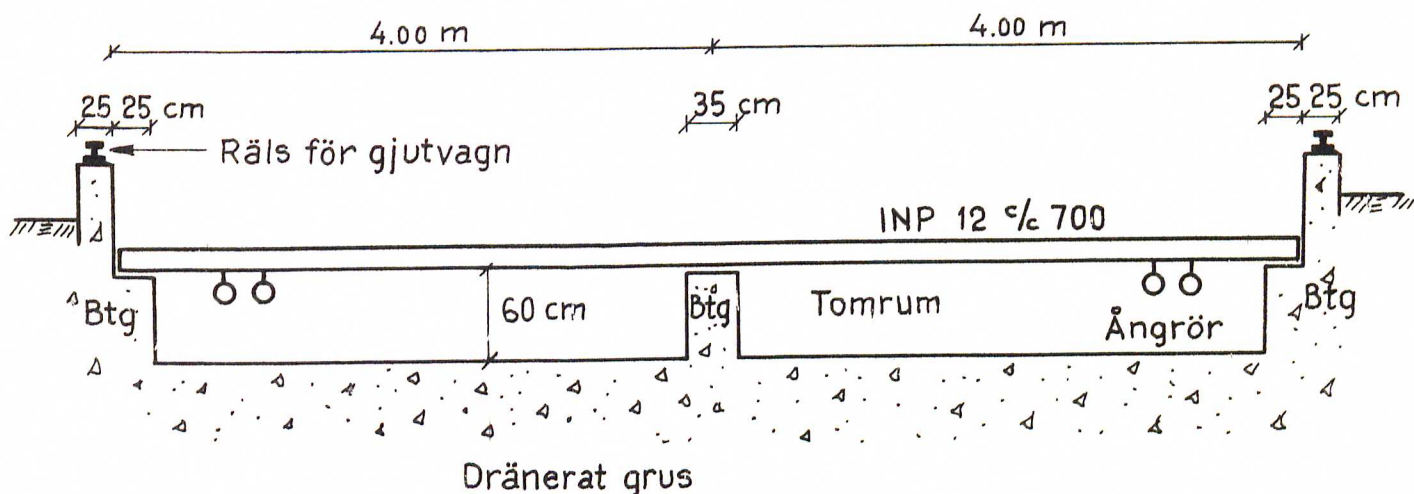


Påltillverkningens fyra flöden

- |     |                                   |
|-----|-----------------------------------|
| I   | Armering, Ingjutningsdetaljer m m |
| II  | Betong                            |
| III | Formutrustning                    |
| IV  | Färdiga pålar                     |

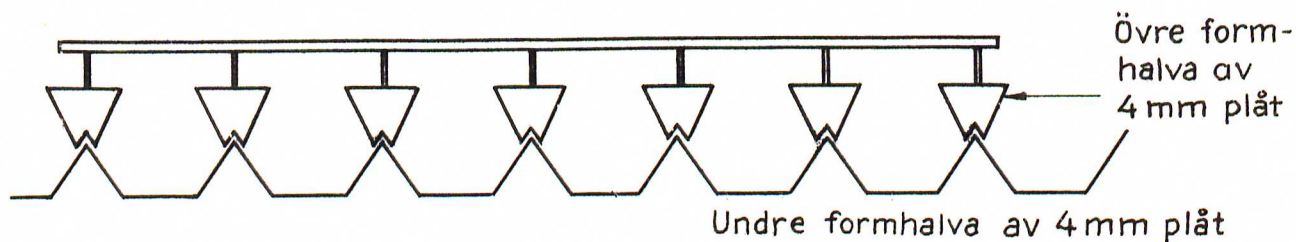
Nya Asfalt AB:s pålfabrik i Örebro

Tvärsnitt av gjutbädd för fyrkantpålar

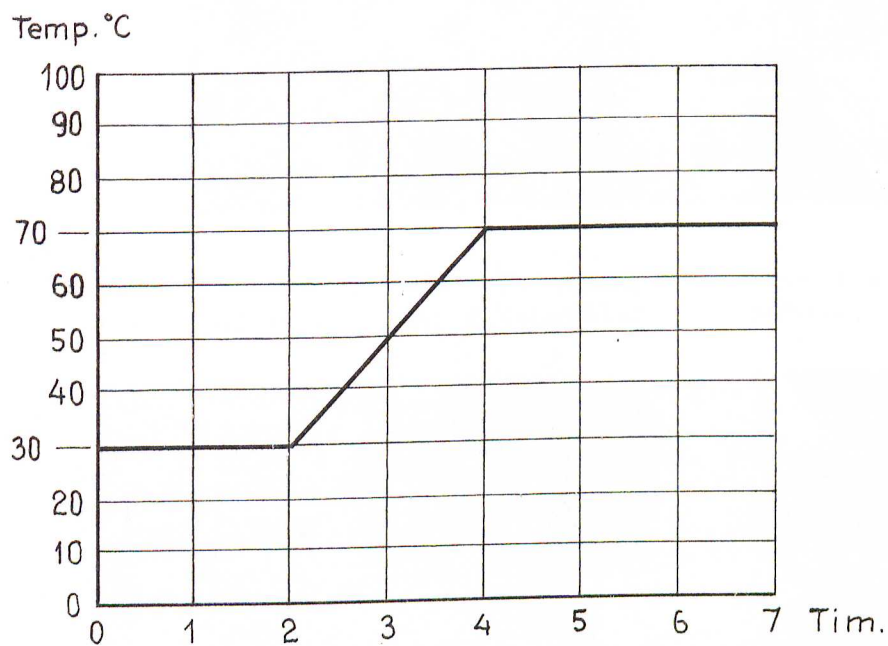


Anslutningen mellan väggar och botten i pålformen är utförd på detta vis för att vatten ska kunna rinna bort

Tvärsnitt av gjutbädd för sexkantpålar

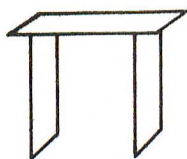
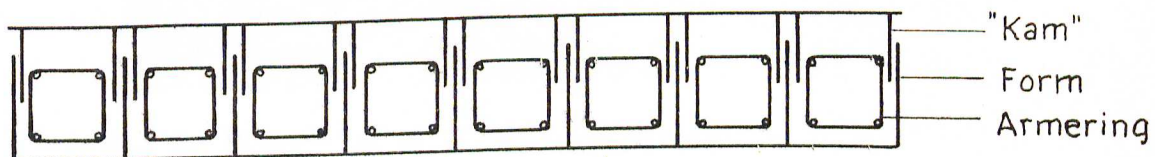


Rekommenderad gränskurva för temperaturen  
i härdkammaren (Cement och Betong 1961:3)



Tid från gjutning

"Kam" som användes vid Nya Asfalts pålfabrik i Örebro för att  
hålla armeringen i rätt läge i formen vid gjutningen



"Gaffel" som vid Nya asfalts pålfabrik i  
Örebro placeras mellan avstängarna

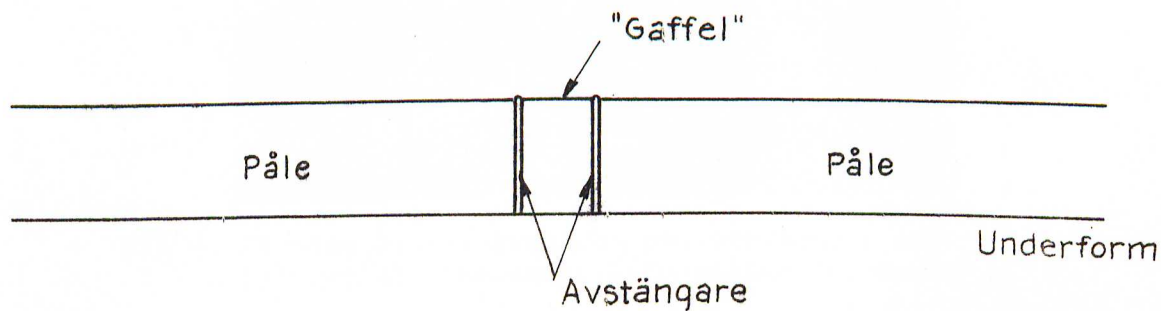






Fig 1. Gjutbäddar för tillverkning av fyrkantiga pålar. (Perssons Betongpålar AB, Tumba).

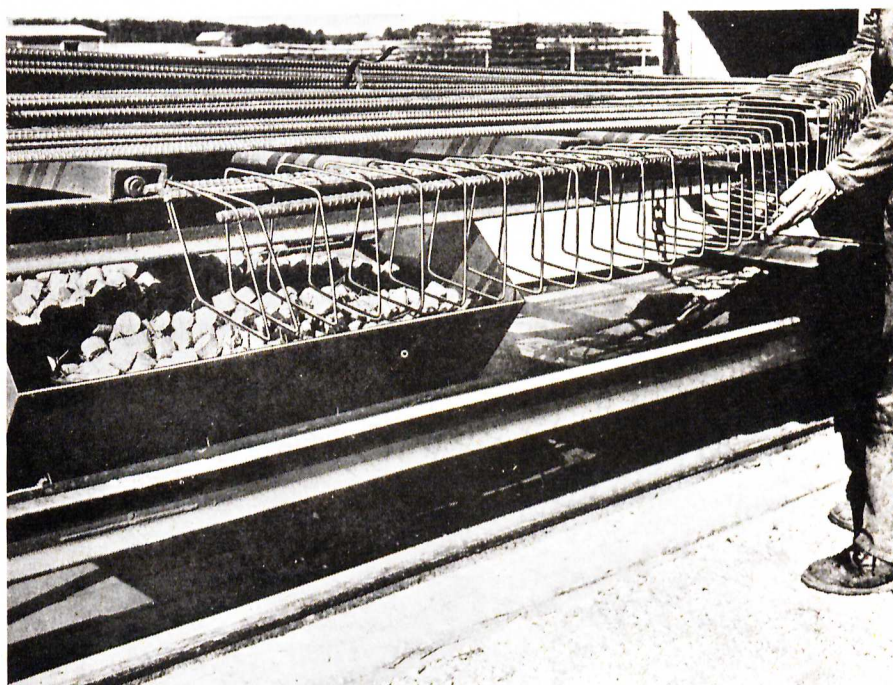


Fig 2. Tillverkning av armeringsgalge. Armeringsspiralen drages ut.

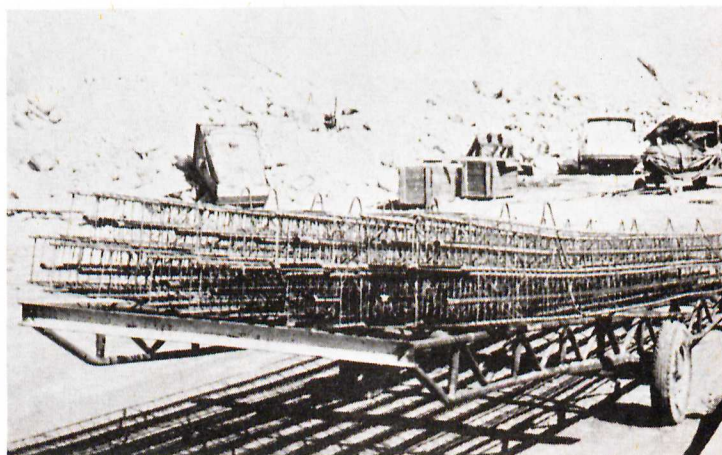


Fig 3. Färdiga armeringsgalgar med centumpör och lyftbyglar. (Perssons Betongpålar AB, Tumba).





Fig 4. Gjutvagn. (Perssons Betongpålar AB, Tumba).

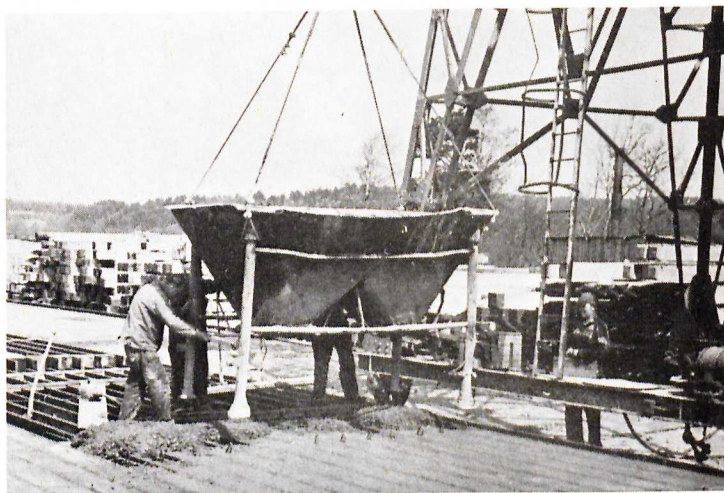


Fig 5. Gjutning med kran och betongficka.  
(AB Skånska Cementgjuteriet, Gunnilse).

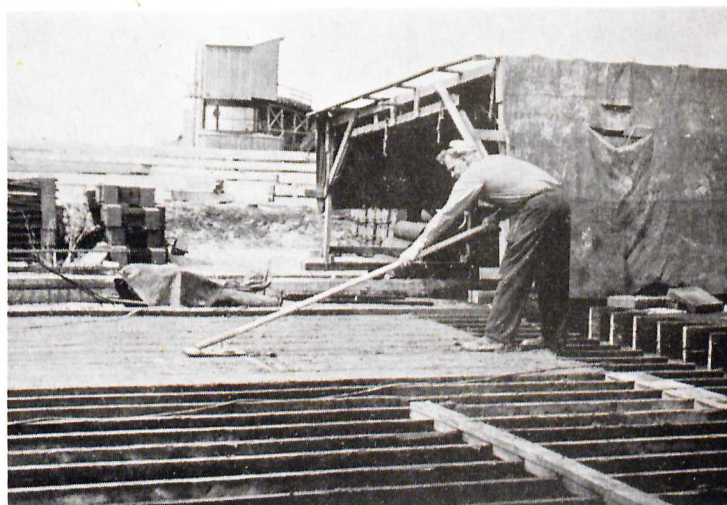


Fig 6. Ytavjämning. (AB Skånska Cementgjuteriet, Gunnilse).



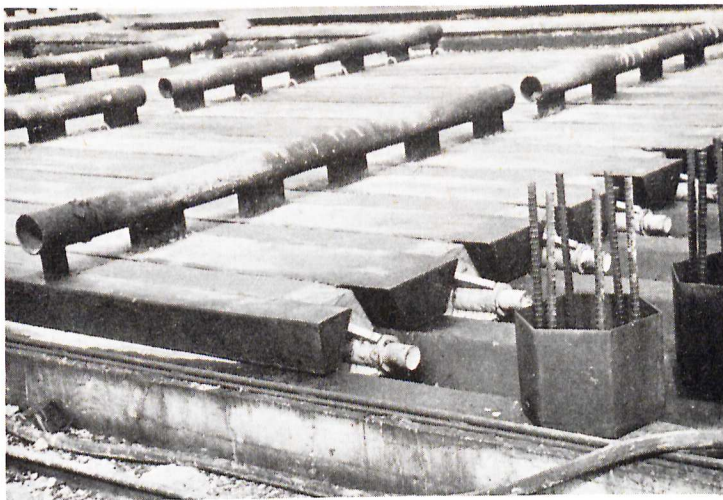


Fig 7. Gjutbädd för sexkantiga pålar.  
(Nya Asfalt AB, Ucklum).

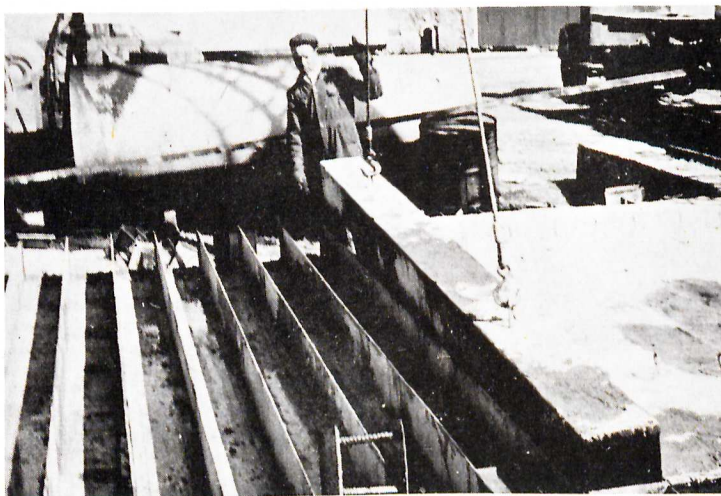


Fig 8. Brytning av pålbädd. Formsidor av stål  
och botten av trä. (Perssons Betong-  
pålar AB, Tumba).

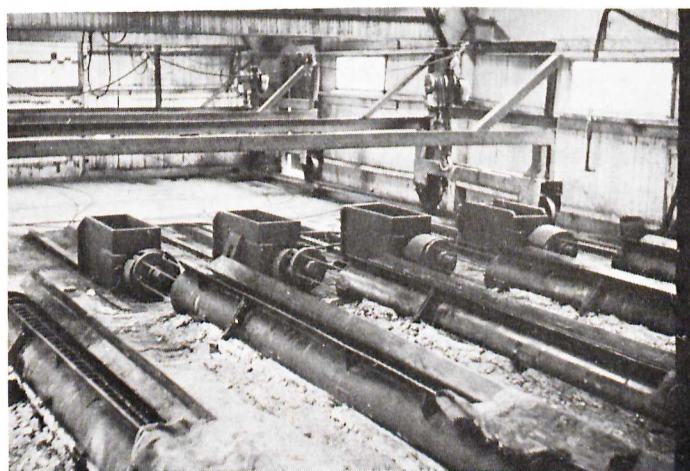


Fig 9. Gjutformar för runda, förspända pålar.  
I bakgrunden ses skjutbara stativ med  
telfrar. (AB Svenska Pålfabriken,  
Grinneröd).



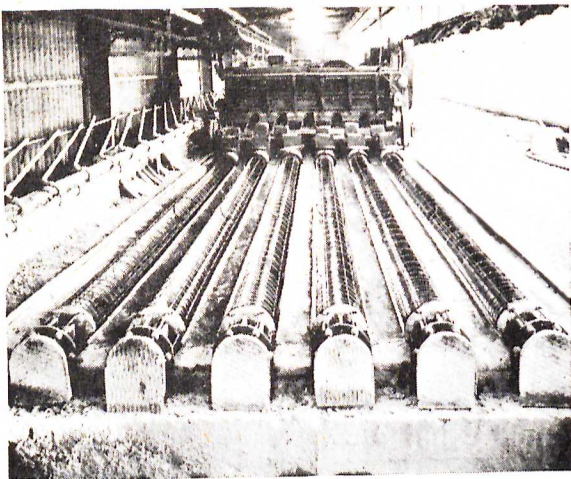


Fig 10. Rörlig utläggervagn med glidande överform för gjutning av runda, förspända pålar. (AB Skånska Cementgjuteriet, Kristianstad).

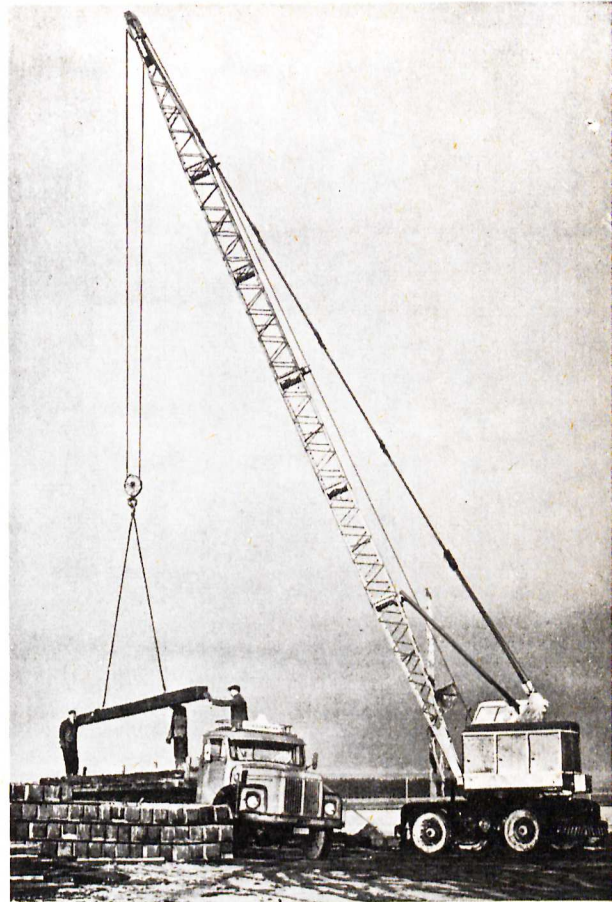
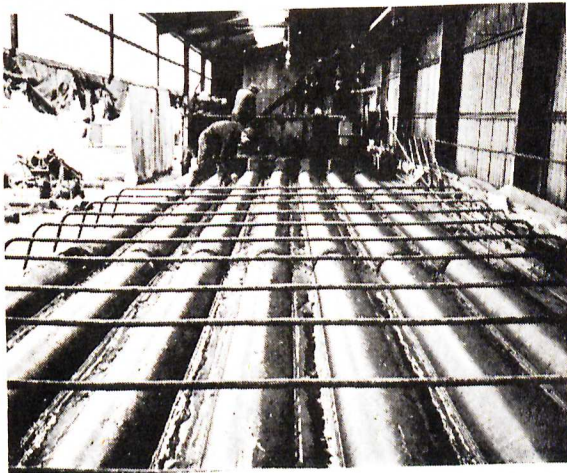


Fig 12. Lastning av pålar med mobilkran.

Fig 11. Iordningställande av härdkammare. (AB Skånska Cementgjuteriet, Kristianstad).

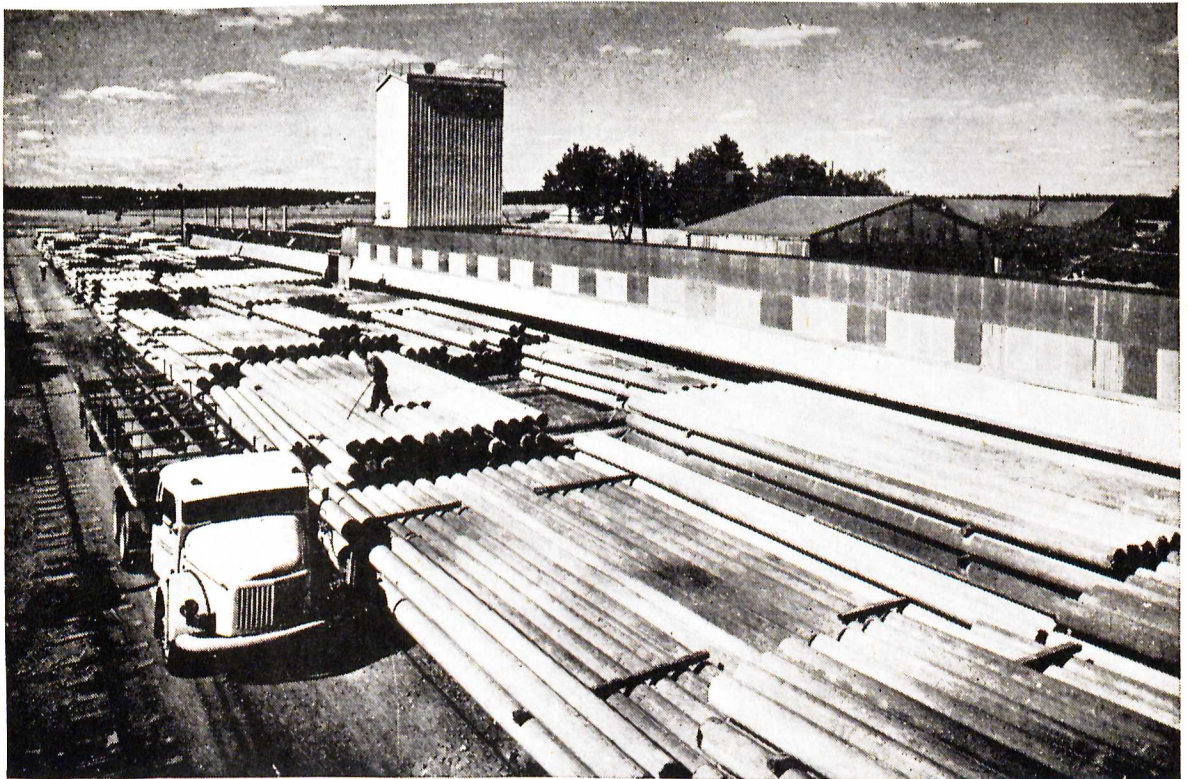
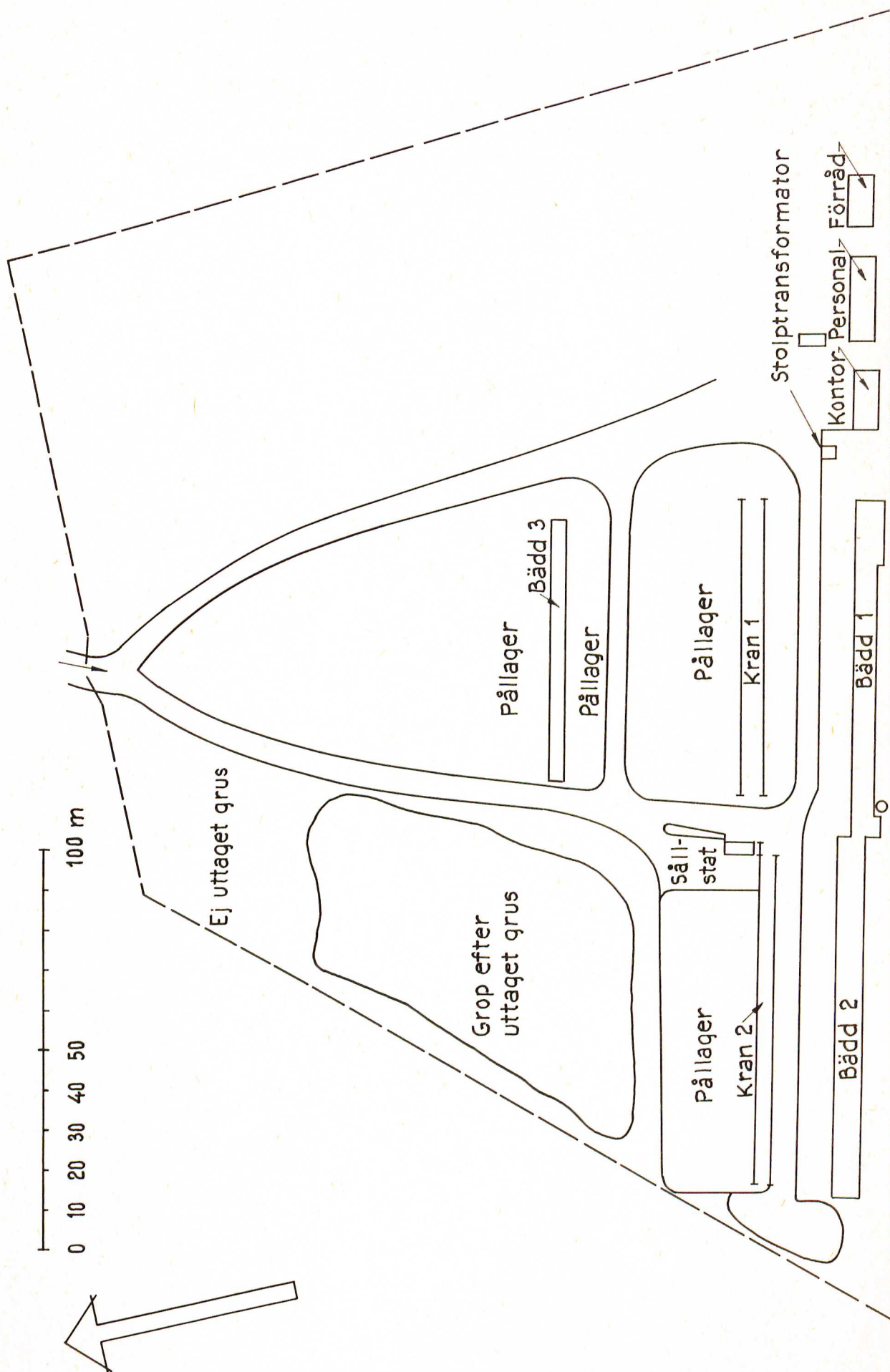


Fig 13. Byggnadsaktiebolaget Paul Anderssons pålfabrik, Västerås.

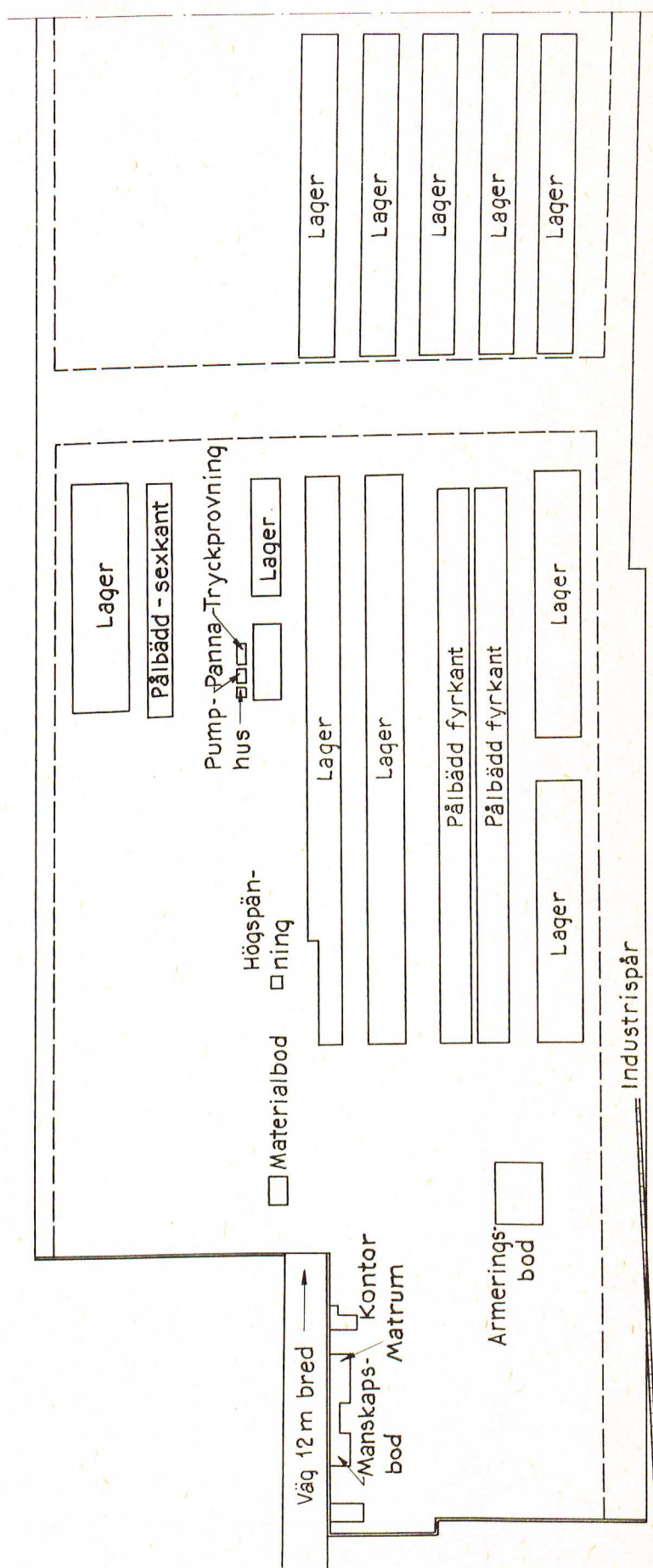
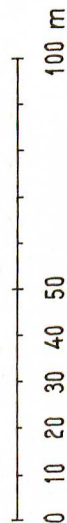


Plan över området för Skånska Cementgjuteriets pålfabrik  
i Kristianstad





Plan över området för Nya Asfalt AB:s pålfabrik  
i Örebro



Förteckning över fabriker anslutna till Kontrollrådet för betongvaror  
(1.2.1968) godkända för tillverkning av betongpålar

|                                                   |                                     |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------|
| A-Betong x)<br>Strängnäs                          | AB Stabilator<br>Norrköping         |
| A-Betong x)<br>Vislanda                           | AB Stabilator<br>Västerhaninge      |
| A-Betong x)<br>Sjövik                             | Strängbetong x)<br>Stockholm        |
| Byggnadsaktiebolaget Paul Anderson x)<br>Västerås | Strängbetong x)<br>Väddinge         |
| Granit och Beton AB<br>Barkaby                    | Strängbetong x)<br>Kungsör          |
| Göteborgs Betongpålar AB x)<br>Kungsbacka         | Svenska Pålfabriken x)<br>Grinneröd |
| AB Göteborgs Maskinpålning x)<br>Tollarp          |                                     |
| Nordbetong x)<br>Långviksmon                      |                                     |
| Nya Asfalt AB x)<br>Hovsta (Örebro)               |                                     |
| Nya Asfalt AB<br>Karlstad                         |                                     |
| Nya Asfalt AB<br>Kimstad (Norrköping)             |                                     |
| Nya Asfalt AB x)<br>Ucklum                        |                                     |
| Nya Asfalt AB<br>Ytterby                          |                                     |
| Nya Asfalt AB x)<br>Uppsala                       |                                     |
| Perssons Betongpålar AB<br>Tumba                  |                                     |
| AB Skånska Cementgjuteriet x)<br>Gunnilse         |                                     |
| AB Skånska Cementgjuteriet x)<br>Måröd (Kalmar)   |                                     |
| AB Stabilator<br>Hornsberg                        |                                     |

x) Fabriken får enligt medgivande av statlig myndighet utnyttja betongkvaliteter över K 400.  
 (Källa: Meddelande från Kontrollrådet för betongvaror, 1967)