



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

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



Rapport

R144:1983

Utveckling av arbetsmetod för flytbetonggjutning

**Bo Glimskär
Per Erik Höglund
Rolf Hörnfeldt**

R
9/12

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	Plac <i>Ser</i>

Byggforskningsrådet

R144:1983

UTVECKLING AV ARBETSMETOD FÖR FLYTBETONGGJUTNING

Bo Glimskär
Per-Erik Höglund
Rolf Hörnfeldt

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
810987-8 från Statens råd för byggnadsforskning
till Armerad Betong Vägförbättringar AB.

I Byggforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R144:1983

ISBN 91-540-4039-6

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1983

FÖRORD

Projektet "Utveckling av arbetsmetod vid flytbetonggjutning" har utförts i samarbete mellan Armerad Betong Vägförbättringar AB, AB Betongindustri och Byggergonomilaboratoriet.

Förutom de i utvecklingsarbetet ingående arbets- och referensgrupperna har många andra medverkat på ett förtjänstfullt sätt i projektet. Huvudansvaret för rapporten har delats mellan Bo Glimskär och Per-Erik Höglund, Byggergonomilaboratoriet och projektledaren Rolf Hörnfeldt, ABV. För framtagning av prototyper och betongteknisk rådgivning har AB Betongindustri svarat.

I SBEF:s satsning på aktiv utveckling ute i byggandet intar betongutveckling en viktig roll. Härför har "SBEF:s arbetsgrupp för betongproduktions-FoU bildats" och bland de första projekt, som denna grupp lämnat sitt stöd, är det i följande rapport beskrivna.

Ett speciellt varmt tack måste också riktas till de medverkande ABV-arbetsplatsernas arbetsledning och betonglag utan vars tålamod med lyftande och släpande av diverse prototyper utvecklingsarbetet ej kunnat genomföras.



Slasrörsmetoden.

INNEHÅLL	Sid
SAMMANFATTNING	7
1. INLEDNING	8
1.1 Allmänt	8
1.2 Bakgrund och syfte	9
1.3 Organisation	10
1.4 Metodik	11
2. BESKRIVNING	11
2.1 Allmänt	11
2.2 Flytbetongobjekten	12
2.2.1 Ärvingehallen	12
2.2.2 Frescatihallen	21
2.2.3 Skarpnäck	23
2.3 Normal betonggjutning	29
2.3.1 Skarpnäck	29
2.3.2 Haren	29
2.3.3 Skogås	29
3. RESULTAT	31
3.1 Produktionsfaktorer	31
3.1.1 Allmänt	31
3.1.2 Tidsfördelning	33
3.2 Ergonomi	36
3.2.1 Dynamisk belastning	36
3.2.2 Statisk belastning	37
3.3 Tekniska aspekter	41
3.3.1 Flytbetongen	41
3.3.2 Kvalitén på gjutresultatet	44
3.3.3 Slasrörsmetoden	45
3.4 Ekonomi	46
3.4.1 Beräknade ekonomiska jämförelser	46
4. SLUTSATSER	51
4.1 Rekommendationer slasrörsmetoden	52
5. LITTERTUR	54
BILAGA 1	

SAMMANFATTNING

Möjligheter till högre produktivitet och bättre arbetsmiljö vid användande av flytbetong med anpassad arbetsmetod har i detta projekt undersökts vid gjutningar av markplattor.

Syftet med detta projekt har varit att utveckla ett speciellt "slasrör" anpassat till dels flytbetongens egenskaper och dels till de roterbilar som idag används. Metoden skall medge gjutning direkt från roterbilen med 10-15 meters räckvidd i markplanet.

Projektet har även utvecklat och provat olika tillsättningsmetoder för flytmedel samt varierat dessa i fråga om tillsats och sort.

Undersökningen har genomförts genom praktiska försök på byggarbetsplatser i samråd mellan projektets arbetsgrupp och byggarbetsplatserns personal.

Projektet har även ergonomiskt och produktionstekniskt utvärderat de framtagna gjutmetoderna.

Den i projektet framtagna slasrörsmetoden medför ett för betongarbetaren acceptabelt arbete ur belastningssynpunkt. Dessutom minskar andra hälsorisker såsom vibrations-exponering avsevärt. Produktionstekniskt uppnås vinster på grund av att gjutlaget kan reduceras till två man och gjutkapaciteten ökas med minst 25 % jämfört med traditionell gjutning med kran och bask. Kvaliteten på arbetet har visat på mycket goda resultat.

UTVECKLING AV ARBETSMETOD FÖR FLYTBETONGGJUTNING

1. INLEDNING

1.1 Allmänt

Betongarbetet utgör och har utgjort själva kärnan i byggverksamheten under lång tid. Vid sidan av en svag utveckling av såväl produktionsteknik som produktivitet vid betongarbeten fokuseras intresset till de dåliga arbetsmiljöfaktorerna. Där kan främst nämnas problem av ergonomisk karaktär, buller, vibrationer, damm, olycksfall, hygien etc.

Utvecklingen har lett till mer hårt armerade betongkonstruktioner, vilket kräver mer ur såväl material som produktionssynpunkt. Samtidigt ställs krav på mindre vibrering, mindre buller, mindre fysisk arbetsbelastning samt högre produktionstakt.

Svaret på detta kan vara flytbetong. Med flytbetong avses en betongmassa med konsistensen 150-ca 260 mm sättmått och där denna mycket lättflytande konsistens uppnåtts genom användning av ett flyttillsatsmedel.

Det är en betydande skillnad mellan flytbetong med sättmått t ex 17 cm jämfört med 23 cm. Det är betongens förbättrade utflytnad och arbetsbarhet som primärt eftersträvas.

Flyttillsatsernas verkningssätt är fysikaliskt och den principiella verkan i betongmassan är en förbättring av möjligheten till inbördes rörelse mellan finpartiklarna.

Bland flytbetongens egenskaper är följande av speciell vikt

- öppethållande. Det är den tid som det tar innan flytbetongen återgått till sin utgångskonsistens.
- flyttid. Med flyttid menas den tid under vilken konsistensen, från färdig flytbetongblandning, minskar med högst 30 mm sättmått eller 60 mm utbredningsmått.
- Tillstyvnaden. I ett valv eller platta bör tillstyvnaden helst ske snabbt så glättning och övriga efterarbeten kan avslutas utan övertid. Vid långsammare tillstyvnad ökar vatten-separationen och risken för sättsprickor kring armeringen.

Man bör notera svårigheten att kombinera ett tillräckligt lång flyttid med önskemålen att tillstyvnad och efterarbeten sker snabbt.

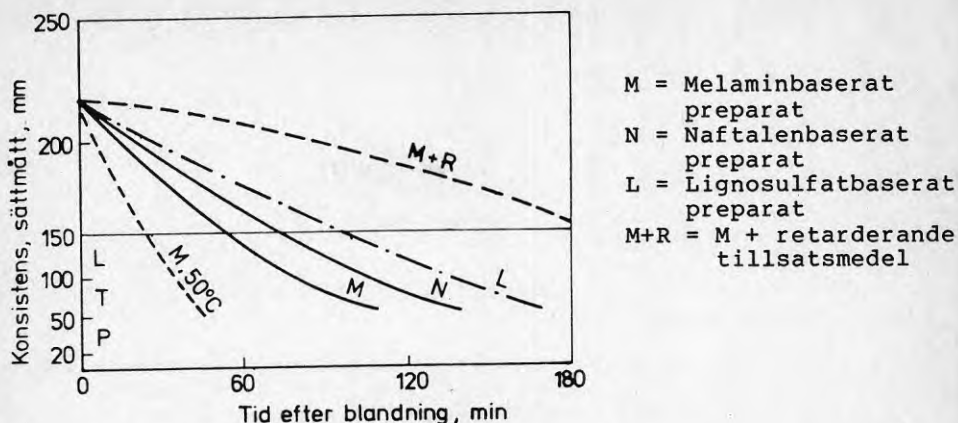


Fig. 1 Konsistensändring med tiden:

De två streckade kurvorna exemplifierar det förhållande att hög temperatur ger mycket kort flyttid och att man med tillsats av retarder kan styra förloppet så att önskad flyttid erhålles (i torra och heta klimat är detta ofta ett måste).

Flytbetongen definieras och klassas enligt följande;

	Sättmått mm	Utredningsmått mm
Halvflyt	150-200	450-530
Fullflyt	200-240	530-620
Specialflyt	240	620

De flytmedel, som användes i försöken, har följande bassammansättning

- Peramin och sikament (ff) är melaminbaserat
- Sikament är naftalenbaserat

1.2 Bakgrund och syfte

Bakgrunden till detta projekt är en förstudie, som utförts på en av ABV:s, Armerad Betong Vägförbättringar AB:s, arbetsplatser med inriktning på ergonomiska och produktionstekniska aspekter vid gjutningsarbeten med normal- och flytbetong. Studien avgränsades till att jämföra två stycken markplattor om vardera 335 m², den ena göts med flytbetong, den andra med normalbetong. Den metod, som användes vid gjutningarna, var kran och bask. Resultaten indikerade att användande av flytbetong ger möjlighet till högre produktivitet, lägre kostnader och bättre arbetsmiljö. För att kunna realisera produktivitet fördelarna fullt ut måste dock gjutmetoden på arbetsplatsen ändras och anpassas efter flytbetongens egenskaper.

Syftet med projektet har varit att utveckla ett speciellt "slasrör" anpassat till dels flytbetongens egenskaper, dels till de roterbilar som idag används för transport av betong från fabrik till arbetsplats. Metoden skall medge gjutning direkt från roterbilen med 10-15 meters räckvidd i markplanet.

Projektet skulle även utveckla och prova olika tillsättningsmetoder för flytmedel samt variera dessa i fråga om tillsats och sort.

Målet har varit att erhålla en lättarbetad betongmassa enligt definitionen fullflyt eller specialflyt.

Projektet avsåg även att ergonomiskt och produktions-tekniskt utveckla och utvärdera riktiga gjutmetoder för flytbetong. Underlag har framtagits om lämplig betongkonsistens med avseende på ekonomi, ergonomi och teknik.

Studien har i första hand inriktats på gjutning med flytbetong vid ett flertal grundplattor i några olika husområden.

1.3 Organisation

Projektet har genomförts vid Armerad Betong Vägförbättringar AB, ABV, och i direkt samarbete med ergonomisk och teknisk expertis.

För det praktiska genomförandet har en arbetsgrupp svarat, bestående av:

Rolf Hörnfeldt, ABV.
Anders Sjödin, ABV.
Ulf Bellander, AB Betongindustri
Åke Westlund, AB Betongindustri
Kjell Nilsson, AB Betongindustri
Bo Glimskär, Bel
Per-Erik Höglund, Bel

Arbetsgruppen har för de olika försöken kompletterats med personal från ABV:s produktionsavdelningar.

Rolf Hörnfeldt har fungerat som projektledare.

Arbetsgruppen har kompletterats med en referensgrupp bestående av

Carl-Olof Johnsson, SBAF
Örjan Pettersson, DYNAPAC
Crister Svensson, SCG
Gösta Berglund, Byggförbundet
Bertil Nyman, CBI.

1.4 Metodik

Undersökningen har genomförts genom praktiska försök på byggarbetsplatser. Utvecklingen av utrustningar och val av betongmaterial har utförts på varje objekt i samråd mellan projektets arbetsgrupp och byggarbetsplatsens personal.

Det har med andra ord drivits en intressentstyrd utveckling, som syftat till att skapa en produkt som uppfyller såväl marknadsmässiga, tekniska och användarmässiga krav.

Utvärderingen av gjutmetoderna har genomförts parallellt på de olika objekten.

De ergonomiska effekterna har bedömts genom såväl statiska som dynamiska belastningsmätningar.

Den dynamiska belastningen redovisas i pulsfrekvensmätningar, som genomförts med telemetrisk utrustning samt utvärdering från bandinspelningar.

Den statiska belastningen utvärderas subjektivt av betongarbetarna i form av Ergo-profiler. Den subjektiva utvärderingen kompletteras med analyser från videoinspelningar.

De produktionstekniska effekterna har undersökts genom tids- och produktivitetsstudier på plats. Där har grova tidsstudier genomförts i form av självtidsstudier, som kompletterats med direkta arbetstidsstudier.

Alternativkostnadsberäkningar avseende olika gjutmetoder har beräknats utifrån objektens förutsättningar och faktiska kostnader.

De tekniska aspekterna har utvärderats utifrån betongmaterialet, den använda utrustningen samt kvalitén på den färdiga betongen.

Den valda metodiken strävar att ge en helhetsbild av arbetsmetoderna vid betonggjutning. Av speciell vikt vid genomgången av resultaten är att effekterna sammanvägs till en totalbild.

2. BESKRIVNING

2.1 Allmänt

Projektet har genomförts genom en serie praktiska fältförsök på byggarbetsplatser vid gjutning av plattor på mark. Objekten har utförts med Armerad Betong Vägförbättringar AB, ABV, som byggentreprenör. Under försöken har såväl gjutmetoder som betongmaterial utvecklats och utvärderats.

Utvecklingen av gjutmetoderna har främst inriktats på att anpassa slasrör och rännor till roterbilarna men även andra fördelningsutrustningar har prövats.

Betongmaterialet har utvecklats och utvärderats för att erhålla optimal sammansättning samt i fråga om val och tillsättningsmetod av flytmedel. Målsättningen har varit att erhålla en mycket lättarbetad flytbetong.

Nedan anges och beskrivs de försök, som genomförts. Det inledande objektet ÄRVINGE-HALLEN tjänade som pilotförsök för att ta fram fungerande gjutmetoder och betongmaterial. Dessa har sedan detaljutvecklats och utvärderats på två andra objekt. Utvärderingen har tagit hänsyn till produktionsteknik, ergonomi, kvalitet och ekonomi. Som jämförelse har olika normalbetonggjutningar studerats. Med normal betong menas här betong med sättmått mellan 8-15 cm, som gjuts med kran och baskmetoden.

2.2 Flytbetongobjekten

2.2.1 Ärvingehallen

I denna idrottshall i Kista utfördes golvgjutningarna under första kvartalet 1982 under bistra vinterförhållanden.

Utvecklingen avseende material och metod utfördes på detta objekt vid gjutningen av markplattan och omgivande kantbalk. Gjutningen planerades för flytbetong och indelades i småtapper då tält med uppvärmning behövdes. Etappindelningen passade även detta projekts syften så att olika metoder och material kunde provas på samma objekt och arbetslag. Golvet hade utförandekrav enligt klass II och betongytan handspacklades. Gjutlaget bestod av fyra man. Bredder som behövde täckas av slasröret varierade mellan 3 och 4,5 m, vilket ger ett rörlängdsbehov om ca 5 m eftersom bilen står några meter utanför plattan. I gengäld flyter en bra flytbetong utan vidare 4-5 meter men det vill man utnyttja för att slippa flytta röret alltför ofta.

Etapp 1

Etappen omfattade 11 m³ och göts under en mild vinterdag, +5°C.

Betongen var ärtsingelbetong, hållfasthetsklass K30. Flytmedlet var sikament doseringen 1,5 % av cementvikten. Medlet inblandades på fabrik. Extra tillsättning på byggarbetsplatsen av ytterligare 0,2 %.

Betongen transporterades i roterbil med en effektiv transportvolym av 3,5 m³. Roterbilen utrustades med ett 5 meter långt slasrör av PVC med dimensionen ø250, som fästes på roterbilens ränna med speciell adapter på 2 m. Röret stöttades på träbockar.

Gjututrustningen bestod av skyffel, raka och stavvibrator. Tremix PV-ytplanare, 3 meters längd, användes för ytbearbetning. Ytplanaren drogs på utlagda banor. Ytan glättades och slipades.

Tält med gasoluppvärmning var rest över etappen, som var tillgänglig från en sida.

Den manuella hanteringen av röret \varnothing 250 och träbockarna upplevdes som ett svårt och tungt arbete. Tältet runt gjutningen försvårade också hanteringen. Flytbetongen från fabriken höll inte tillräckligt högt sättmått utan tilläggsdosering på arbetsplatsen utfördes. Detta gav en bra flytbetong som flöt bra genom röret samt var lättarbetad. Flytbetongen visade dock stora retardationseffekter vid tillstyvnaden.



Bild 1. Anslutning av slasröret till roterbil



Bild 2. Slasrörsgjutning i värmehäls



Bild 3. Slasröret uppstöttat på två träbockar

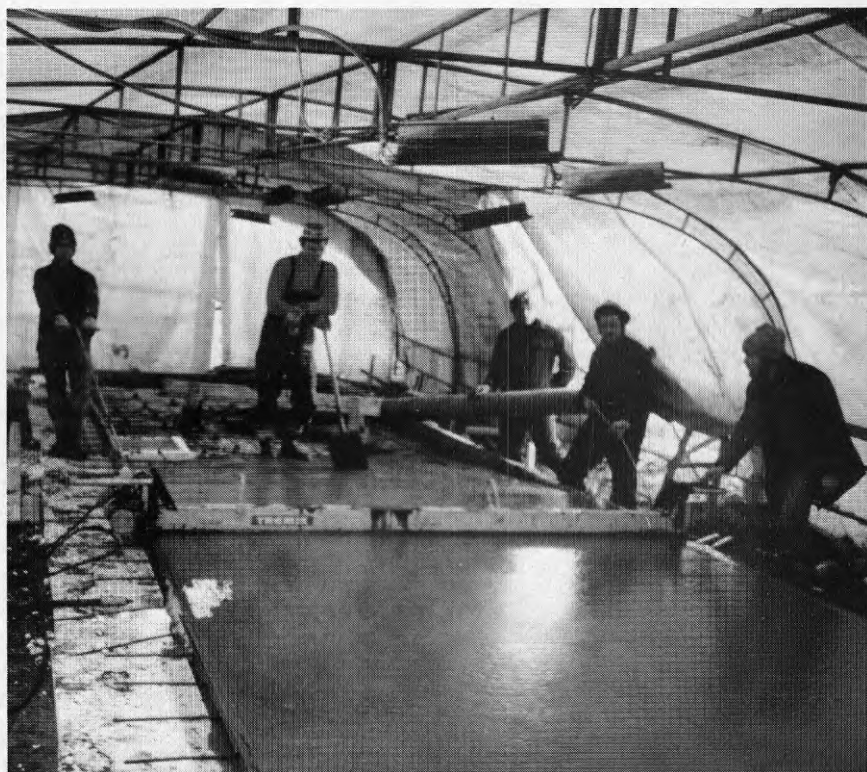


Bild 4. Ytavjämning med PV-ytplanare

Etapp 2

Etappen omfattade 22 m³ och temperaturen var kring minus 15°C.

Betongen var sammansatt av finärtsingel med hållfasthetsklassen K30. Flytmedel var peramin och dosering 1,5 % inblandat från fabriken. Extra tillsättning av flytmedel om 0,2 % utfördes på två lass. Roterbilar om såväl 5 som 3,5 m³ transportvolym användes för transporten.

Betongen pumpades ut av betongpump med 30 meters mastlängd. Skyffel, raka och stavvibrator användes som handverktyg. PV-ytplanare som drogs på utlagda banor användes till ytbearbetningen. Ytan glättades och slipades.

Tält med gasoluppvärmning var rest över etappen.

Etappen göts med pump då åtkomligheten runt etappen var begränsad. Arbetet med pumpslangen vid fördelningen ansågs som tungt. Detta till stor del beroende på tältet. Retardationen minskade genom flytmedelsbytet men var fortfarande påtaglig. Detta berodde på att ytterligare tillsättnings av flytmedel på arbetsplatsen krävdes för att få bra flytegenskaper. Den låga yttertemperaturen torde även ha medverkat till denna retardationstendens. Det uppvärmda tältet får full effekt först då gjutningsarbetet avslutats och alla hål tätats.

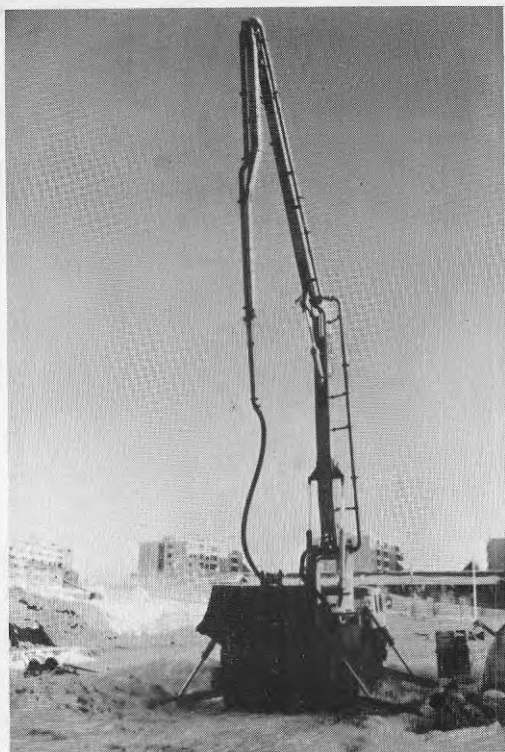


Bild 5. Mobil betongpump

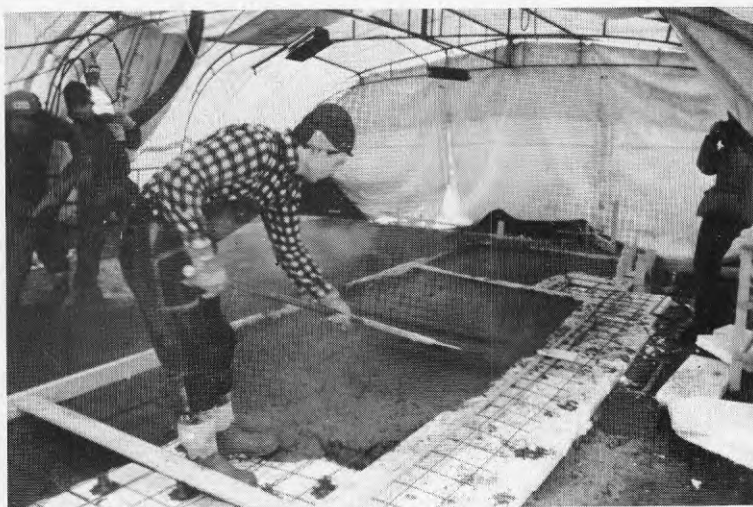


Bild 6. Arbete med pumpslang och betongraka

Etapp 3

Gjutetappen omfattade 24 m³ och utfördes i minus 5°C. Betongmaterialet var kombinerat så att de två första lagen bestod av ärtsingelbetong medan de övriga bestod av finärtsingelbetong. (Det Stockholmska begreppet för betong med en ballast bestående av både ärtsingel och finsingel. Finsingelbetong är i Stockholm betong med partikelsprång.) Hållfasthetsklass var K30. Flytmedlet var peramin, dos 1,8 % av cementvikten och inblandat från betongfabriken.

Gjutningen genomfördes med roterbilar om 3,5 m³ effektiv transportvolym. Roterbilarna utrustades med ett 5 meter långt PVC slasrör med dimensionen \varnothing 200 plus adapter om 2 m. Röret kombinerades med ett extra rör om \varnothing 250 med rörkrök. Träbockar användes.

Gjututrustningen var identisk med de övriga etapperna, sålunda PV-ytplanare, skyffel, raka och stavvibrator. Ytan glättades och slipades. Tält med gasolvärmning var rest över etappen, som var tillgänglig från ena sidan.

Det klenare PVC-röret, \varnothing 200, hanterades betydligt enklare än röret i etapp 1. Kombinationen med rörkrökar och andra rör för bättre fördelning värderades negativt av betongarbetarna, då detta ledde till en för krånglig hantering.

Flytbetongen var lättarbetad och rann bra ur röret och ingen extra tillsättning på arbetsplatsen behövdes. Retardationseffekterna minskade ytterligare jämfört med de tidigare försöken.

Etapp 4

Gjutetappen om 15 m³ göts i temperaturen +5°C.

Betong var finärtsingelbetong med hållfasthetsklass K30. Flytmedlet var peramin mängd 1,8-2,0 % som inblandats på fabrik. Roterbil med 3,5 m³ transportvolym användes och utrustades med adapter och PVC-rör \varnothing 200 respektive \varnothing 250 om 5 meters längd. Träbockar användes för uppstöttning av röret.

Gjututrustningen var som tidigare PV-ytplanare dragen på banor samt skyffel, raka och stavvibrator. Ytan glättades och slipades. Tält med gasolvärme etablerat. Etappen var tillgänglig från en sida.

PVC-röret \varnothing 200 gick av under gjutningen beroende på det kalla klimatet samt för stor last. Röret måste anses för klen vid vintergjutningar då plastmaterialet blir sprött. Arbetet med träbockarna var tidskrävande och besvärligt.

Flytbetongen rann bra ur røret, var lättarbetad och gav mycket små retardationseffekter.

Etapp 5

Denna etapp var på 11 m³ och göts vid temperaturen +7°C. Betongen var finärtsingelbetong och 18 % flytmedel peramin tillsattes på fabrik. Extra tillsats på byggarbetsplatsen om 0,2 %.

Roterbil om 3,5 m³ transportvolym användes. Den var utrustad med PVC-rør ø 200, längd 5 meter samt adapter till roterbilens ränna om 2 meter. Røret støddes på två justerbara metallbockar. Gjututrustningen bestod av PV-ytplanare, skyffel, raka och stavvibrator. Tält med gasolvärme etablerat över etappen, som var tillgänglig från en sida.

Gjutningen utfördes med PVC-røret ø 200 noggrant upplagt på två justerbara metallbockar. Dessa var speciellt framtagna för ändamålet. Hanteringen och förflyttningen av slasrøret underlättades men var fortfarande besvärligt. Negativt var framför allt den manuella hanteringen av slasrøret samt att man blev "kladdig".

Flytbetongen var svårarbetad och rann trøgt genom røret så extra tillsättning av flytmedel utfördes på arbetsplatsen. Retardationseffekterna ökade därmed väsentligt.

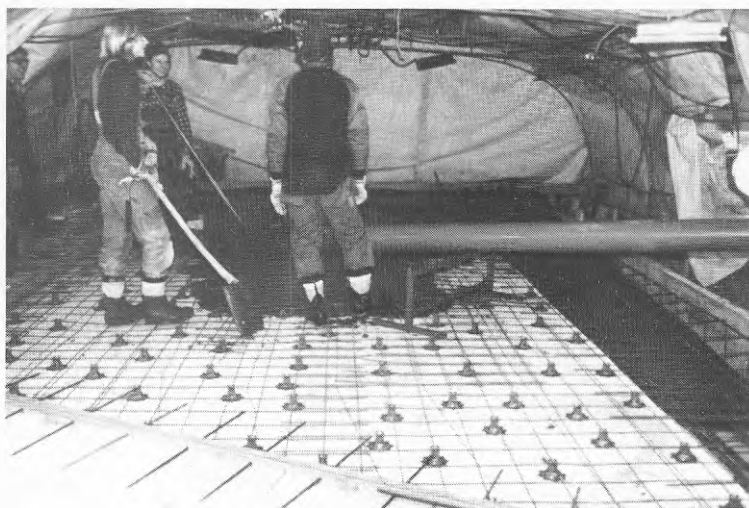


Bild 7, 8. Flytbetonggjutning med slasrörsmetoden.
Röret upplagt på justerbara metallbockar.

2.2.2 Frescatihallen

Idrottshallen i Frescati uppfördes under sommaren 1982 och flytbetong inplanerades för gjutningen av omklädnadsdelens markplatta.

Gjutningen skedde i en enda etapp och kvalitetskravet på ytan var lågt då övergolv senare skulle pågjutas. God framkomlighet från båda långsidorna, så slasrören/rännorna behövde emdast täcka ca 6 m från varje håll. Gjutningen omfattade 145 m³ och gjutytan 360 m². Gjutningen utfördes en sommardag vid temperaturen +20°C.

Betongen var finsingelbetong med hållfasthetsklass K30. Flytmedlet, som användes, var peramin dosering 1,5 % av cementvikten. Flytmedlet inblandades på betongfabriken. Tillsatsen ökades till 2,0 % efter halva gjutningen.

Utrustningen för gjutningen bestod av roterbilar med 5 m³ effektiv transportvolym. Bilarna utrustades för gjutningen dels med adaptorn och slasröret och dels med rännor. Röret bestod av ett 5 meter långt PVC-rör, som ursparats på ovansidan för att minska vikten och för att möjliggöra urskrapning. De två rännorna tillverkades i dural och varje ränna var 4 meter lång. Rören och rännorna stöddes på såväl fasta träbockar som de justerbara metalledito.

Gjututrustning var skyffel, raka och stavvibrator och ytan slodades. Ytans jämnhet kontrollerades genom avvägning. Gjutlaget bestod i genomsnitt av 3 man.

Det ursparade PVC-röret, ø 250, hanterades enklare än det hela ø 200-röret, som tidigare provats. Röret var tillräckligt stabilt.

Öppningen av röret genom ursparingarna medförde en enklare tömning och rengöring av röret samt underlättade den manuella hanteringen. Rännorna i dural fungerade som det ursparade röret men var tyngre och svårare att hantera.

Flytbetongen var tung och svårarbetad till stor del beroende på finsingelballasten samt en för låg dosering av flytmedel (halva gjutningen). Betongen flöt trögt i rör och rännor och var mycket svår att bearbeta med rakor. Den fordrade även mycket vibrering. Då flyttillsatsen ökades förbättrades finbetongens egenskaper utan att bli tillräckligt bra för att ge metoden full rättvisa.



Bild 9. Ursparat slasrör av PVC



Bild 10. Slasränna av dural



Bild 11. God åtkomlighet kan ge mycket hög kapacitet

2.2.3 Skarpnäck

Markplattor för flerbostadshus på Skarpnäcksfältet göts med flytbetong under hösten 1982. Totalt inplanerades och utfördes tre etapper med flytbetong. Kraven på ytan var låg då flytande golv skall läggas. Ytavjämningen kontrollerades med laser.

Etapp 1

Gjutningen omfattade 85 m^3 , gjutytan var 285 m^2 och utfördes i nollgradig väderlek. Betongmaterialet var ärtsingelbetong med hållfasthetsklass K30. Som flytmedel användes sikament om 2,2 % av cementvikten. Flytmedlet blandades på fabrik.

Utrustningen för gjutningen bestod av roterbil med 5 m^3 effektiv transportvolym. Bilen utrustades med adapter om 2 m längd och med PVC-rör, $\varnothing 250$ om 5 meters längd samt med duralrännor om 4 meter styck. Rännor och rör lades på fasta träbockar och justerbara metallbockar.

Gjututrustning var rakor, stavvibrator och sloda. Framkomligheten runt plattan medförde att gjutning endast kunde ske från ena långsidan. Detta medförde skarvning av rör och rännor, då man var tvungen att gjuta på upp till 15 meters avstånd från roterbilen. Gjutlaget bestod av 4 man.

De ursparade $\varnothing 250$ -röret och duralrännorna användes såväl enskilt som i kombinationer för att kunna nå de ca 15-metrarna i markplanet. Detta ledde dock till en omfattande manuell hantering av bockar, rör och rännor. Betongen var lättarbetad och rann de erforderliga metrarna till den motsatta sidan. Lutningen på slasrör/rännor var omkring 1 på 10. Betongen uppvisade kraftig retardationseffekt vid tillstyvnaden.

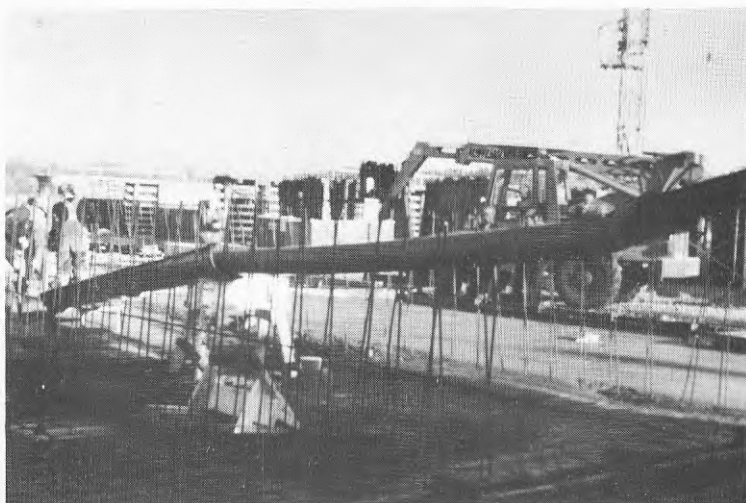


Bild 12. Slasrörssystem med 15 meters räckvidd



Bild 13. Mottagning av flytbetong och fördelning med raka



Bild 14. Fördelningsarbetet vid dålig flytbetong



Bild 15. Försök med fribärande slasrör

Ettapp II

Ettappen omfattade 70 m^3 , 220 m^2 och utfördes i regnig väderlek, $+8^\circ\text{C}$. Betongen var finärtsingelbetong, hållfasthetsklass K25. Flytmedlet var sikament, 2,2 %, inblandat på fabrik. Roterbil om 5 m^3 effektiv transportvolym användes. Adaptern mellan rör och bil om 2 m användes ihop med 5 meters PVC-rör $\varnothing 250$ ursparat och $\varnothing 200$.

Rören stöttades på små justerbara bockar, som flyttas samtidigt som röret. Försök gjordes med fribärande slasrör från roterbilen. Röret stöttades med stämpkonstruktion från roterbilen. (Se bild 15.)

Gjututrustningen var skyffel, raka, stavvibrator och sloda. Gjutlaget bestod av 4 man. Åtkomligheten kring plattan var begränsad till hela ena långsidan samt delar av andra långsidan. Maximalt var gjutavståndet 10 m från roterbilen.

Här provades det ursparade $\varnothing 250$ röret och $\varnothing 200$ röret ihop med nyframtagna små stöd för en enklare hantering. En konstruktion med fribärande slasrör på en roterbil provades. Hanteringen blev dock för omfattande och besvärlig och avlastningsfunktionen fungerade inte tillfredsställande då vinkelförhållandena inte medgav tillräcklig lastupptagning. Betongen var av lägre hållfasthetsklass och med finärtballast, vilket gjorde betongen svårarbetad, beroende på svårigheten att få tillräcklig finmaterialhalt. Kompensering av finmaterialhaltunderskott med kiselstoff verkar ej ge sådan betong som behövs för denna metod. Betongen blir kvalitetsmässigt bra men flyter ej i önskvärd omfattning. Sättningsförhållande till utbredningsmättet stämmer ej heller och ökar flytmedelsdosen ytterligare uppstår risk för separation. Stora retardationseffekter noterades.

Etapp III

Gjutetappen bestod av 95 m^3 , 325 m^2 och göts i soligt väder, $+5^\circ\text{C}$. Betongen var ärtsingelbetong med hållfasthetsklass K30. Flytmedel var sikament ff, ett melaminbaserat tillsatsmedel, som tillsattes på byggplatsen i roterbilarna i mängden 2,2 % av cementvikten. Tillsättningen skedde medelst specialutvecklade tankar, som pumpade upp rätt mängd flytmedel i betongen. Därefter blandades flytmedlet och betongen i ca 5 minuter, två bilar var utrustade med detta.

Roterbilarna om 5 m^3 utrustades med adaptorn (2 m) samt PVC-rör \varnothing 250 ursparat med fastmonterat stöd och med PVC-rör \varnothing 200 med litet löst stöd. Rörens längd var 5 meter. Gjututrustning var rakor och stavvibrator. Gjutlaget bestod av 2 man.

Plattan var åtkomlig från båda långsidorna och gjutavståndet till roterbilen var maximalt ca 6 m.

De använda slasrörsvanternerna prövades med gott resultat. Hanteringen av slasrören är det arbetsmoment, som upplevs som mest negativt på grund av tyngden och "kladdigheten". Flytbetongen tillblandades på arbetsplatsen genom den speciella utrustningen på roterbilarna. Därigenom kunde ett flytmedel väljas med kort öppethållande och helt obetydliga retardationseffekter.

Betongen var mycket lättarbetad och hade inga separationsstendenser. Självnivelleringstendens av ytan kunde noteras.

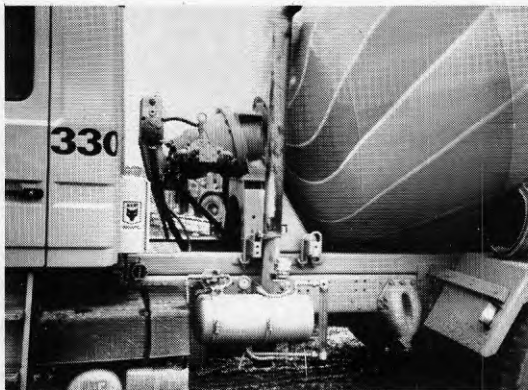


Bild 16. Roterbil utrustad med tank för tillsättning av flytmedel på arbetsplats

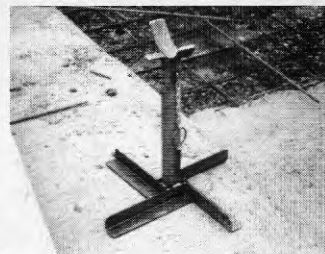


Bild 17. Stöd för PVC-slasrörets ände. Kan alternativt vara fastspänt på röret



Bild 18. Slasrörsgjutning med bra flytbetong

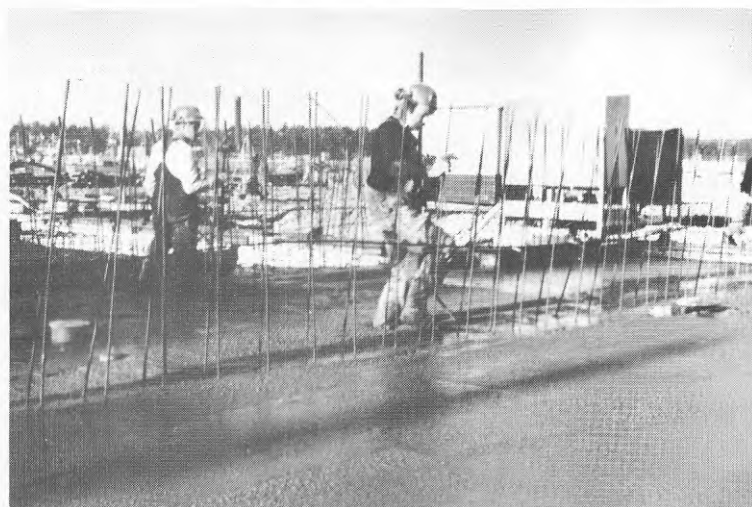


Bild 19. Exempel på betongyta endast avjämnad med betongraka

2.3 Normal betonggjutning

För jämförelser beskrivs nedan tre normalbetonggjutningar. Dessa är valda för att ge en god jämförbarhet med flytbetongstudierna. Resultaten redovisas i kapital RESULTAT.

2.3.1 Skarpnäck

Markplatta för flerbostadshus i samma område och gjutlag som arbetat med flytbetongsetapperna.

Gjutetappen bestod av 140 m^3 , 450 m^2 och göts en mulen höstdag, $+5^\circ\text{C}$.

Betongen var trögflytande finsingelbetong med hållfasthetsklass K25.

Utrustningen för gjutningen var trågbil med $5,5 \text{ m}^3$ effektiv transportvolym₃ och hydraulficka om 6 m^3 . Mobilkran med bask om $0,75 \text{ m}^3$ användes. Gjututrustningen bestod av stavvibrator, skyffel och sloda. Ytavjämningen kontrollerades med laser. Gjutlaget bestod av 4 man plus 1 man vid fickan.

2.3.2 Haren

Flerbostadshus i Stockholms city där valvgjutning på 8:e våningen studerats. Betongytan skulle flytspacklas.

Gjutetappen var 48 m^3 , 140 m^2 och göts en sommardag, $+16^\circ\text{C}$.

Betongen bestod av ärtsingelbetong typ halvflyt med hållfasthetsklass K35.

Utrustningen för gjutningen bestod av trågbilar om $5,5 \text{ m}^3$ lastvolym och hydraulficka om 6 m^3 . Kran med bask om $0,75 \text{ m}^3$ användes. Gjututrustning var PV-ytplanare som drogs på utlagda banor samt skyffel, stavvibrator och sloda. Gjutlaget bestod av 4 man plus 1 man vid fickan. Kranens arbetsområde var 180° .

2.3.3 Skogås

Gjutning av platta på mark vid radhusområde i Skogås. Betongytan skulle flytspacklas.

Gjutetappen var 58 m^3 , 336 m^2 som göts en vinterdag, -10°C . Betongen bestod av finärtsingelbetong typ lättflytande med hållfasthetsklass K30.

Utrustningen bestod av trågbil om $5,5 \text{ m}^3$ lastvolym och betongficka om $5,5 \text{ m}^3$. Mobilhydraulkran och bask om $0,7 \text{ m}^3$ användes.

Gjututrustningen bestod av skyffel, stavvibrator och sloda. Nivån kontrollerades genom laser. Gjutlaget bestod av 3 man plus 1 man vid fickan.



Bild 20. Kran och baskgjutning med laserytavjämning



Bild 21. Ytavjämning med vibrobrygga

3. RESULTAT

3.1 Produktionsfaktorer

3.1.1 Allmänt

De tidsuppföljningar, som utförts vid de olika objekten, är av två skilda slag. Dels har en mer översiktlig tidsredovisning utförts av gjutlag och arbetsledning på respektive objekt, där total gjuttid och tid för för- respektive efterarbeten redovisats. Dessa tider har sedan ställts mot den mängd betong, som gjutits. Dels har en mer direkt tidsstudie utförts på vissa delar av gjutningen. Detta för att få en uppfattning av hur arbetstiden fördelar sig på olika arbetsmoment.

I tabell 1 följer en sammanställning av de olika objekten gjutkapaciteter vid olika etapper.

Objekt	Betong	Utrustning	Lag	Prod manmin/m ³	För/eft arb. manmin/m ³
Ärvinge I	K30 Ärt, 23-26 cm	Rot.bil+rör, banor, ytplanare	4	43	60
Ärvinge II	K30 finärt, 19-23 cm	Rot.bil, pump, banor, ytplanare	4	19	43
Ärvinge V	K30 finärt, 20-22 cm	Rot.bil+rör, banor, ytplanare	4	19	50
Frescati	K30 fin, 17-22 cm	Rot.bil, rör+ränna, sloda, raka	4	11,7	-
Skarpnäck I	K30 ärt, 20-24 cm	Rot.bil+rör+ränna, sloda, raka	4	10,4	-
Skarpnäck II	K25 finärt, 17-22 cm	Rot.bil, rör+ränna, sloda, raka	4	16,4	-
Skarpnäck III	K30 ärt, 23 cm	Rot.bil, rör, raka	2	5,4	-
Skarpnäck	K25 fin, 7-9 cm	Kran/bask, sloda	4	14,0	-
Haren	K35 ärt, 16-17 cm	Kran/bask, banor, ytplanare	5	21,0	15
Skogås	K30 finärt, 15 cm	Kran/bask, sloda	4	14,5	

Tabell I

Kommentar: Noteras bör att enhetstiderna sjunker ju större gjutetappen är. Vid gjutetapp III på Skarpnäck, där flytmedlet blandades i betongen av betongbilarna på arbetsplatsen, vilket medförde att betongegenskaperna var perfekta för slasrörsmetoden, uppnåddes en mycket bra enhetstid per m³ betong. Vid denna gjutetapp bestod gjutlaget av endast 2 man.

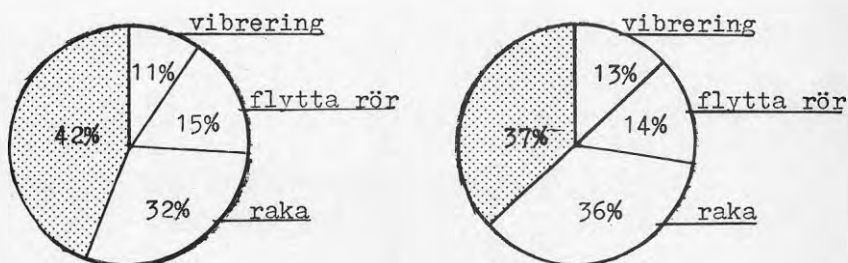
Denna gjutetapp kan direkt jämföras med en traditionell etapp på Skarpnäck, som var en ungefär lika stor etapp men där gjutningen utfördes traditionellt med kran och baskmetoden och vanlig trögbetong. Enhetstidsskillnaden är nästan tre gånger lägre till slasrörsmetodens fördel.

Konstateras kan att betongens egenskaper påverkar enhets-tiden starkt. Det är därför viktigt att man uppnår en mycket bra flytegenskap på betongen för att slasrörsmetoden skall fungera perfekt.

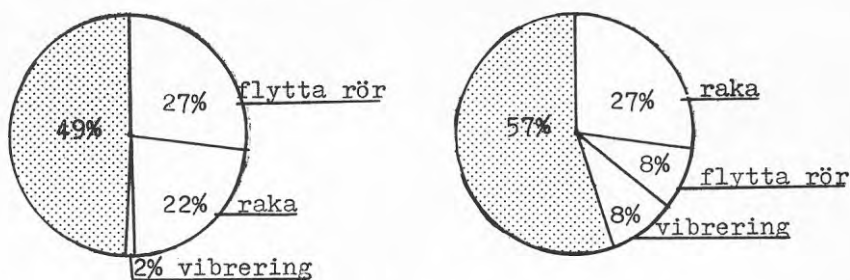
3.1.2 Tidsfördelning

För att få en uppfattning på hur arbetsfördelningen och arbetsinsatsen varierade under de olika etapperna utfördes tidsstudier på representativa delar av gjutningarna. Vid etapperna på Ärvinge utfördes inga direkta tidsstudier, då dessa etapper främst var avsedda för att utveckla en fungerande gjutmetod och hitta den bäst anpassade betongkvalitén. Däremot utfördes vid de övriga objekten tidsfördelningsstudier, vilka redovisas nedan. Med "OVERKSAM TID", som anges i figurerna nedan, menas vila, vänta, kontrollera och planera. I övrigt redovisas de olika arbetsmomenten.

Frescati



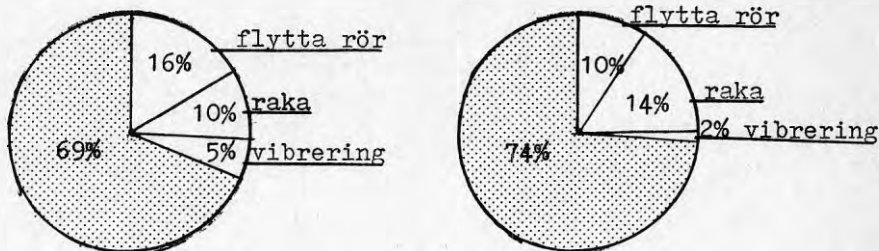
Kommentar: Tidsfördelningen avspeglar direkt de problem, som uppkom vid gjutningen. Nämligen dels att betongens flytegenskaper inte var tillräckligt bra, vilket leder till att betongen måste förflyttas med hjälp av raka onödigt mycket och dels att rör och rännsystemet fick flyttas ofta. Dessutom kräver betongen en ganska stor vibreringsinsats. Den "overksamma" vilotiden var i detta fall omkring 40 %.

Skarpnäck etapp 1

Kommentar: Denna etapp var endast åtkomlig från ena sidan av plattan, vilket medförde att slasrören inte räckte fram till motstående kant. Detta medförde att momentet att raka ut betongen blev ganska omfattande. Däremot var betongens flytegenskaper bra, vilket medförde en ringa vibreringsinsats. Den "överksamma" vilotiden uppgick vid denna etapp till 50-60 % av den totala tiden.

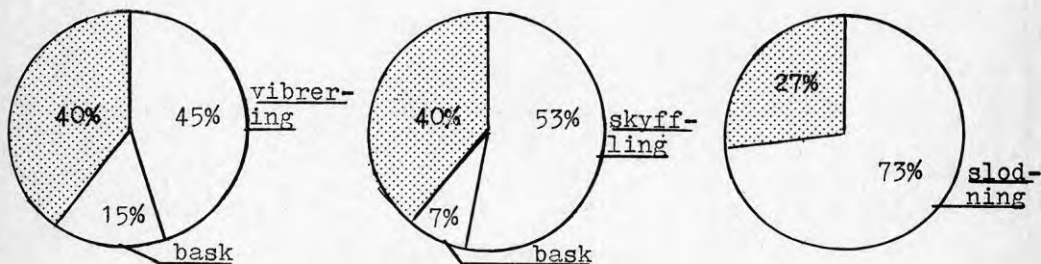
Skarpnäck etapp II

Kommentar: Vid etapp II på Skarpnäck provades en betong med lägre hållfasthet och ett grövre ballastmaterial. Detta medförde att flytegenskaperna försämrades. Här fick man ett ökat behov av vibrering och den manuella förflyttningen av betongen har också ökat. Vid denna etapp minskade vilotiden till 40-55 %.

Skarpnäck etapp III

Kommentar: Vid denna sist studerade flytbetongsetapp var förutsättningarna för slasrörsmetoden idealiska. Marken kring plattan var hårdgjord, så att man hade fritt tillträde till båda långsidorna för betongbilarna. Roterbilarna var i detta fall utrustade med tankar för flytmedel så att tillsättningen utfördes på byggarbetsplatsen. Detta medförde att betongens flytegenskaper var perfekta. Som tidigare redovisats var enhetstiden manmin/m den lägsta vid denna etapp av alla försök. Trots detta är den "overksamma" vilotiden den högsta, nämligen 70-75 % av totaltiden. Vibreringstiden är också kraftigt reducerad.

Den tid som åtgår för att flytta och justera slasröret motsvarar den tid, som åtgår för att ta emot och tömma basken vid en traditionell kran och baskgjutning.

Kran och baskgjutning med normal betong

Kommentar: Ovanstående tidsfördelning för gjutning med kran och baskmetoden är en sammanställning av gjutningar på två objekt. Den "overksamma" vilotiden är i detta fall endast 30-40 % av den totala tiden. Detta betyder att en trögare betongkonsistens kräver en större arbetsinsats i fråga om vibrering, skyffling och framför allt för ytutjämning med sloda.

3.2 Ergonomi

3.2.1 Dynamisk belastning

Betonggjutning har traditionellt karaktäriserats som ett i stort sett dynamiskt arbete. Med dynamiskt arbete förstås sådant arbete, som är förenat med förflyttning av ett verktyg, arbetsmaterial eller en förflyttning av den egna kroppen. Kända fysiologer däribland Christensen (se litt nr 3) definierar fysisk trötthet som ett tillstånd av bristande fysiologisk jämvikt. Obalansen kan mätas med något eller några av de vanliga fysiologiska måtten t ex pulsfrekvens.

Vid olika iakttagelser har man märkt att vid fri arbetstakt föredrar många att lägga sig vid en arbetstyngd, som motsvarar 40 % av den maximala arbetsförmågan. Man har också märkt att 40 % motsvarar den högsta puls, med vilken man kan arbeta utan att pulsen vid fortsatt arbete fortsätter att stiga.

Den genomsnittliga arbetaren i byggbranschen uppnår idag sin 40 %-gräns mellan 100-125 slag/min.

Försökspersonerna i dessa försök var erfarna betongarbetare med 4-15 års erfarenhet. Åldern varierade från 23 till 37 år. Samtliga personer bedömdes ha normal kondition.

Mot denna bakgrund bör gränsen för att arbetsbelastningen skall anses acceptabel, således 40 %-gränsen, ligga runt 115 pulsslåg/min.

Pulsfrekvensvärdena i nedanstående tabell är uträknade medelvärden för respektive arbetsmoment och försök. Medelvärdena är uträknade med ett 95 %-igt konfidensintervall.

Gjutning med flytbetong, slasrör

Frescati	112 ⁺²
Skarpnäck I	112 ⁺³
Skarpnäck II	109 ⁺²
Skarpnäck III	93 ⁺³

Gjutning med normal betong, kran och bask

Tömna bask/vibrera	103 ⁺²
Skyffla	127 ⁺²
Sloda	139 ⁺³

Flytbetonggjutningarna med slasrör fordrade större flexibilitet i gjutarlaget och betongarbetarna måste således alternera mellan arbetsmomenten rakning, vibrering, slodning (om sådan behövs) och hanterandet av slasröret.

För kran och baskgjutningarna med normal betong är värdena hämtade från Skogås- och Skarpnäcksobjekten.




Av tabellen framgår att för gjutning med normalbetong överstiger arbetsbelastningen för flera moment den acceptabla nivån. Detta är mest påtagligt vid slodningen.

Vid försöken med flytbetong och slasrör ser man däremot att belastningen reducerats till en acceptabel nivå. Detta trots den höga produktionstakten och den manuella hanteringen av slasrören och rännorna.

Av flytbetongförsöken ligger Frescati och Skarpnäck 1 och 2 högre än Skarpnäck 3. Detta torde främst bero på dålig flytbetong i Frescati och Skarpnäck 2. Vid Skarpnäck 1 utgjorde åtkomligheten från endast en sida det stora problemet, vilket medförde ökad hanteringstid av slasrör och rännor.

3.2.2 Statisk belastning

Uttröttning på grund av statisk belastning har många likheter med uttröttning på grund av dynamisk belastning. En väsentlig skillnad finns dock, nämligen att total uttröttning av muskeln sker mycket snabbt. Belastas muskeln till 15 % av sin maximala kapacitet kan den klara av belastningen under lång tid. Men redan vid 25 %-ig belastning orkar man inte längre än ungefär 4 minuter. Statisk belastning är på det sättet betydligt mer kritisk än dynamisk dito. Detta betyder att man i många fall av statisk belastning kräver en omedelbar vila för muskeln ifråga. Det går inte att samla ihop pausen på grund av statisk belastning till en enda paus. Mot denna bakgrund kan man anse att en självuppskattning av belastningen på olika kroppsdelar ger en tillräckligt tillfredsställande bedömning av den statiska belastningen. Den metod, som använts i detta fall, är den så kallade "Ergo-profilen", där betongarbetaren själv graderar utifrån en tregradig skala den upplevda belastningen på olika kroppsdelar. Nedan redovisas resultaten från Ergo-profilerna, där belastningsnivåerna för olika typer av betongmaterial och arbetsmoment angivits.

-  = ingen belastning
-  = någon belastning
-  = hög belastning

Flytbetong Ärvinge



Etapp 1

Ansträngande



Etapp 2

Något ansträngande



Etapp 3,4,5

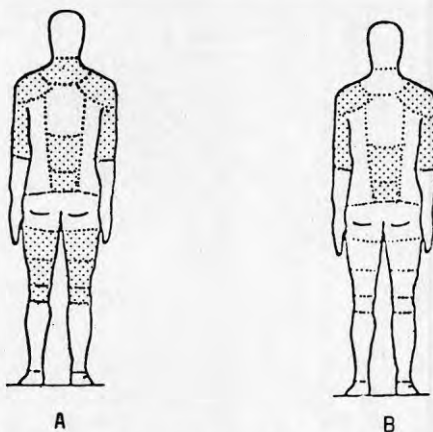
Ganska lätt

Kommentar: Vid första försöket med slasrörsmetoden på etapp I Ärvinge upplevde betongarbetarna att metoden var ganska ansträngande och belastade framför allt rygg och armar. Detta berodde dels på att det slasrör, som användes, var för tungt i sig själv och dels på att passform och utrustning kring metoden inte var färdigutvecklad.

Etapp II utfördes som en referensgjutning med betongpump, även vid den etappen belastades rygg och armar kraftigt på grund av att intagsmöjligheterna för pumpslangen var begränsade av tälttäckningen över plattan.

Vid etapperna 3, 4 och 5 upplevdes slasrörsmetoden som ringa ansträngande när en klenare dimension på röret användes och passform och utrustning till metoden förbättrats.

Flytbetong Frescati



A
Mycket ansträngande

B
Något ansträngande

Kommentar: Ergo-profil A visar belastningen på första delen av gjutningen, vilket omfattar ungefär halva gjutetappen. Belastningen upplevdes som ansträngande främst på rygg, armar och ben. Orsaken till detta var att betongens flytegenskaperna var mycket dåliga, vilket medförde att betongarbetarna var tvungna att gå omkring i betongen och raka ut betongen manuellt. De dåliga betongegenskaperna berodde främst på en låg flytmedelsdosering samt att ballasten utgjordes av finsingel.

Ergo-profil B visar belastningen på den senare delen av gjutningen, där flytegenskaperna förbättrats genom en ökad tillsättning av flytmedel. Fortfarande kvarstår belastningar på rygg och armar, detta på grund av att tester med rännor i stället för rör inte fungerade helt tillfredsställande. Rännsystemet medförde en ökad manuell hantering av upplagsbockar och rännodelar jämfört med röralternativet.

Flytbetong Skarpnäck

Ettapp 1

Ganska lätt



Ettapp 2

Ansträngande



Ettapp 3

Ganska lätt

Kommentar: Gjutningen av ettapp I på Skarpnäck upplevdes som ganska lätt, dock belastades rygg och armar något dels på grund av att man endast kunde gjuta från ena sidan av plattan, vilket medförde en ökad hantering av rör och bockar och dels på att armeringsjärn för innerväggar stack upp ca 1 m, vilket också ökade hanteringen av rören. Vid ettapp II gjordes försök med att gå ned en hållfasthetsklass på betongen. Dessutom valdes ett grövre ballastmaterial. Detta resulterade i en betong med betydligt sämre flytegenskaper, vilket direkt avspeglar sig på hur gjutlaget upplevde ansträngningen. Man upplevde denna ettapp som ansträngande med en ökad manuell spridning av betongen och en ökad vibreringsinsats.

Vid ettapp III däremot, där man återgått till en finare betong och dessutom tillsatte flytmedlet till största del på byggarbetsplatsen, upplevdes gjutningen som ganska lätt. Gjutningen kunde också utföras från båda långsidorna av plattan, vilket avsevärt underlättade och minskade hanteringen av rören. De utvecklade stöden, som var fastsatta längst ut på rören, medförde att det inte behövdes några bockar att stödja upp rören med, vilket också påverkar den upplevda belastningen i positiv riktning. De belastningar, som återstår på ryggen, måste dock hänföras till hanteringen av rören, för att även reducera denna belastning måste metoden utvecklas så att röret blir fribärande från bilen.

Gjutning med kran och bask och trögbetong



Sloda

Mycket ansträngande



Skyffla

Mycket ansträngande



Bask/ vibrering

Ansträngande

Kommentar: Vid gjutning på traditionellt sätt är arbetsmomenten mer uppdelade så att varje man har en arbetsuppgift. Att tömma bask och vibrera upplevs som ansträngande och belastar främst rygg, armar och händer. Det är främst vid vibreringsarbetet belastningarna uppstår. På grund av att det inte går att fördela betongen tillräckligt jämnt vid tömningen av basken krävs en mycket stor arbetsinsats med skyffeln. Detta arbete upplevs som mycket ansträngande och belastar överarmar och rygg mycket kraftigt.

För att uppnå ett bra gjutresultat måste betongytan bearbetas. Detta görs oftast med hjälp av en sloda. Slodan suger lätt fast i betong och medför att den är tung att arbeta med. Arbetet med att sloda upplevs som mycket ansträngande och belastar i stort sätt hela överkroppen och i synnerhet överarmarna.

3.3 Tekniska aspekter

I detta avsnitt kommer aspekter på flytbetongen, kvalitén på gjutresultatet och slasrörsmetoden att diskuteras.

3.3.1 Flytbetongen

I nedanstående tabell redovisas betongsammansättningen och de fältmätningar, som utförts vid de olika etapperna.

OBJEKT	BETONG	FLYTMEDEL	SÄTTMÅTT TEMP	FÖR- DRÖJ- NING ¹⁾	ANM
ÄRVINGE I	K 30	sikament	23-26 cm	3 h	Lite vibr
	ärtsingel	1,5%+0,2%	13-18°C		
II	K 30	peramin	19-23 cm	2-3 h	2 första lassen vibr
	fin/ärt	1,5%+0,2%	15-19°C		
III	K 30	peramin	19-25 cm	2 h	bra flyt-ärt vibr- fin-ärt
	ärtsingel	1,8%	17°C		
	fin ärt				
IV	K 30	peramin	22-25 cm	1 h	bra flyt
	fin/ärt	1,8-2,0%	18°C		
V	K 30	peramin	20-22 cm	2-3 h	då1. flyt vibr
	fin/ärt	1,8%	14-17°C		
FRESCATI	K 30 finsingel	1,5% per 2% per	17-23 cm 23-26 cm 17-19°C		vibr
SKARPNÄCK I	K 30	sikament	24 cm	5 h	lite vibr de första lassen
	ärtsingel	2,2%	15°C		
II	K 25	sikament	17-22 cm	3-4 h	då1 flyt vibr
	fin/ärt	2,2%	15-16°C		
III	K 30	sikament FF	14 cm	0 h	mkt bra flyt dos vid arb. pl.
	ärtsingel	2,2%	15°C		

1) Fördröjning av tillstyvnad i förhållande till normalbetong.

Tabell 2

Kommentar: Utgångsblandningarna på betongen har varierats hållfasthetsmässigt från K25 till K30 och ballastmaterialet från finsingel till ärtsingel. Slutsatserna från dessa tester säger att för att få en bra utgångsblandning för flytbetong för slasrörsmetoden bör man välja en betong med hållfasthetsklass minst K30 och ett ballastmaterial bestående av helst ärtsingel men åtminstone en blandning av finsingel och ärtsingel. För att få flytbetong måste ett flytmedel tillsättas utgångsblandningen, försök har utförts med att tillsätta olika typer av flytmedel, dels melaminbaserade (peramin och sikament ff) och dels naftalenbaserade (sikament). Doseringen har varierats från 1,5 till 2,2 % av cementvikten. Tillsättningen av flytmedlet har också varierats från tillsats på fabrik till tillsats på byggarbetsplats.

För att försäkra sig om att få den bästa flytbetongen ur bearbetningssynpunkt bör man välja att tillsätta flytmedlet på byggarbetsplatsen. Detta utföres bäst med en på roterbilen monterad tank för flytmedel. Flytmedlet pumpas upp i trumman som därefter roteras 40-100 varv för fullständig blandning. Ett annat alternativ finns om inte bilen är utrustad med tank, nämligen att lägga flytmedlet ovanpå betongen vid fabrik och utföra blandningsmomentet på byggarbetsplatsen. Även när flytmedlet har inblandats på fabrik nås en förbättring av flytegenskaperna om ca 10 blandningsvarv utförs på byggarbetsplatsen innan tömning.

De olika flytmedlen har olika långa öppethållandetider, vilket avspeglar sig på den förlängda tillstyvnaden. Även doseringsmängden inverkar på tillstyvnaden, en ökad dosering medför fördröjd tillstyvnad. De naftalenbaserade flytmedlen har en längre flyttid än de melaminbaserade, vilket oftast också leder till en fördröjning av tillstyvnaden. Dessutom är de naftalenbaserade flytmedlen mera temperaturkänsliga än de melaminbaserade, vilket bl a märks vid betongtemperaturer under 20°C där de naftalenbaserade flytmedlen medför en förhållandevis längre tillstyvnadstid. De melaminbaserade flytmedlen är således bättre anpassade för gjutningar där betongen skall färdigbehandlas samma dag t ex plattor.

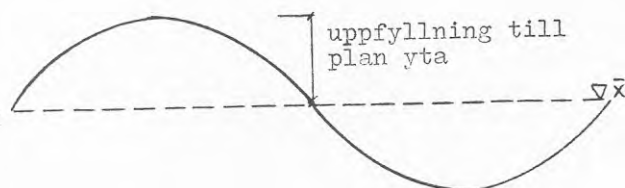
De erfarenheter som kan dras ur försöken avseende flytmedlen är att de melaminbaserade flytmedlen hade de bästa egenskaperna för slasrörsmetoden. Vid en av etapperna där doseringsmängden var hög (2,2 %) och tillsättningen utfördes på byggarbetsplatsen, vilket enligt ovanstående resonemang borde innebära en fördröjd tillstyvnad, var detta försök den enda gjutning, där ingen fördröjning av tillstyvnaden kunde noteras gentemot en traditionell gjutning med normalbetong.

Vid samtliga etapper som studerats har kiseldioxid varit tillsatt till betongen. Detta kan vara en orsak till att förhållandevis stora doser av flytmedel användes. Försök av bland annat Betongindustri AB har visat att för att få samma bearbetbarhet på flytbetongen måste en större mängd flytmedel tillsättas betongen när den innehåller kiseldioxid än utan.

3.3.2 Kvalitén på gjutresultatet

För att möjliggöra en kvalitetsbedömning av den gjutna ytan har rutavvägningar utförts på vissa etapper. Avvägningarna har utförts i ett rutnät med ett c/c-avstånd på 1 m.

Avvägningarna är utförda av ABV:s personal på respektive byggarbetsplats. Utgående från den högst uppmätta nivån på plattan kan den mängd som återstår för att åstadkomma denna höjd över hela bjälklaget vara utgångspunkt för kvalitetsbedömningen. Detta medelvärdes standardavvikelse kan ses som ett mått på jämnheten.



Figur 2

Nedanstående tabell visar det resultat som uträknats på de etapper där rutavvägning genomförts. Värdena skall endast betraktas som teoretiska då uppfyllningsmängden motsvarar en absolut jämn och vågrät yta. Alla etapper motsvarar i verkligheten, med en måttlig spacklingsinsats, en klass II gjutning.

Objekt	Uppfyllningsmängd till plan yta	Standardavvikelse
Flytbetong, banor, brygga	6 mm	4
Flytbetong, raka, laser	11 mm	5
Trögbetong, sloda, laser	13 mm	5
Halvflyt, banor, brygga	7 mm	4
Halvflyt, sloda, laser	14 mm	6

Tabell 3

Kommentar: Vid användande av banor och brygga uppnår man naturligtvis det bästa resultat vad avser ytjämnhet, noteras kan dock att resultatet blir ungefär detsamma oavsett vilken betongkvalitet som används. Däremot kan konstateras att när man inte använder banor och brygga har betongkvaliteten stor betydelse. När man använder sig av flytbetong får man en bättre ytjämnhet med att endast raka ut betongen och kontrollera höjden med hjälp av laser än när ytan bearbetas med sloda

och laser vid gjutning med trögbetong respektive halvflyt. Man kan förvänta sig ytterligare en förbättring då gjutlaget blivit mer vant vid metoden.

För att kontrollera att betongen förblir homogen och väl omsluter armeringen även vid minimal eller alls ingen vibrering har kärnborrning och analys av utborrade cylindrar genomförts på etapp Skarpnäck III. Undersökningen har genomförts av Cement-och Betonginstitutet och presenteras i sin helhet i bilaga 1 "Armerings kringgjutning vid begränsad vibrering". Undersökningen påvisar ett mycket gott gjutresultat och öppnar möjligheterna för en gjutteknik utan konventionell vibrering vid användande av specialbetong.

3.3.3 Slasrörsmetoden

Slasrörsmetoden har givetvis sina begränsningar i att den fungerar endast vid gjutningar under roterbilstrummans nivå. Men när cirka hälften av all platsgjuten betong idag gjuts i marknivå eller därunder finns ändå en stor potential för metoden.

Vid de försök som utförts kan konstateras att flytbetongen rinner lätt och utan att separera i röret med en lutning 10:1. Med roterbilen uppställd vinkelrät mot markplattan täcker man en stor yta på grund av att rörets infästning mot bilen medger en rörelse i sidled motsvarande en sektor på nästan 180°. Detta medför, tillsammans med betongens förmåga att flyta ut i formen, att oftast kan en uppställning av betongbilen räcka för att tömma hela betongmängden.

Det rör som används bör vara ett plaströr, av typen markavloppsrör, dessutom bör röret vara uppslitsat för lättare rengöring och underlätta rensning vid eventuell igensättning av röret.

För att underlätta hanteringen av röret vid gjutningen bör röret förses med ett i rörändan fastsatt stöd. Detta stöd måste utföras med en bred fot för att kunna stödja mot armeringen. För att förbättra slasrörsmetoden ytterligare bör en fortsatt utveckling inriktas på att försöka få röret helt upphängt i betongbilen.

3.4 Ekonomi

3.4.1 Beräknade ekonomiska jämförelser

För att få mera generella kostnadsjämförelser mellan olika gjutmetoder kommer det att nedan redovisas teoretiskt framräknade kostnader för olika gjutmetoder. De gjutkapaciteter som redovisas är baserade på de undersökningar, som utförts i detta projekt.

De tre gjutmetoder, som kommer att jämföras, är kran+bask, pumpning och slasrörsmetoden. De priser, som är redovisade för betong och utrustning, tillämpas i Stockholmsområdet. I tabellen förutsätts för kran+bask-metoden att arbetsplatsen har en egen mobilkran, därför har ej metoden belastats med någon etableringskostnad för kranen. Vid användandet av en fast byggkran sjunker timkostnaden, men ofta är inte denna kran etablerad vid gjutningen av bottenplattan.

I tabellen redovisas två olika kvalitéter på betongen för respektive gjutmetod. Betong I motsvarar den lägsta kvaliteten, som varje metod kräver för att fungera. Betong II är den kvalitet på betongen, som rekommenderas för att optimera gjutmetoden.

	<u>KRAN+BASK</u>	<u>PUMPNING</u>	<u>SLASRÖR</u>
UTRUSTNING	Kran: 300 kr/h Ficka: 60 kr/dag	Grund- avg: 1190 kr Tim- debit: 316 kr Pump- avg: 22 kr/m ³	Roterbil: 28 kr/m ³
BETONG I K 30	Finbtg trög ₃ 306,30 kr/m ³	Fin/ärt trög ₃ 313,20 kr/m ³	Fin/ärt+flyt ₃ 313,20 kr/m ³ + 30 kr/m ³ = 343,20 kr/m ³
BETONG II K 30	Finbtg lättflyt 314 kr/m ³	Fin/ärt lättflyt ₃ 322 kr/m ³	Ärt+flyt 322,30 kr/m ³ + 30 kr/m ³ = 352,30 kr/m ³
Gjutkapacitet h/gju ₃ n	Betong I II	Betong I II	Betong I II
20 m ³	2 h 2 h	1,5 h 1 h	1,5 h 1 h
50 m ³	4,5 h 4 h	3 h 2,5 h	3 h 2,5 h
100 m ³	8 h 7,5 h	5 h 4,5 h	6 h 5 h
150 m ³	11 h 10 h	7 h 6,5 h	8 h 7 h
Gjutlag	4x150 kr/h	3x150 kr/h	2x150 kr/h

Tabell 4

Kurvan i fig 3 visar skillnaden i kostnad mellan de olika gjutmetoderna vid olika stora gjutetapper för betongkvalitet I. Kurvan i fig 4 visar motsvarande kostnader för betongkvalitet II. Pumpning och slasrörsmetoden jämförs gentemot kran+bask-metoden.

Betongkvalitet I

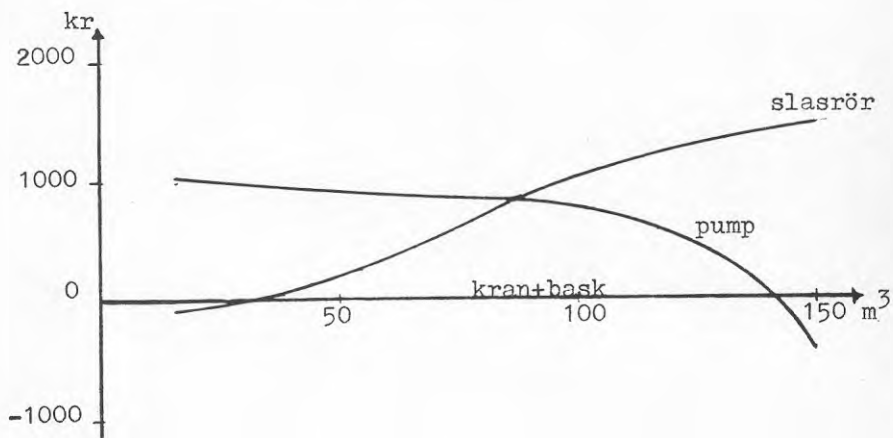


Fig 3

Betongkvalitet II

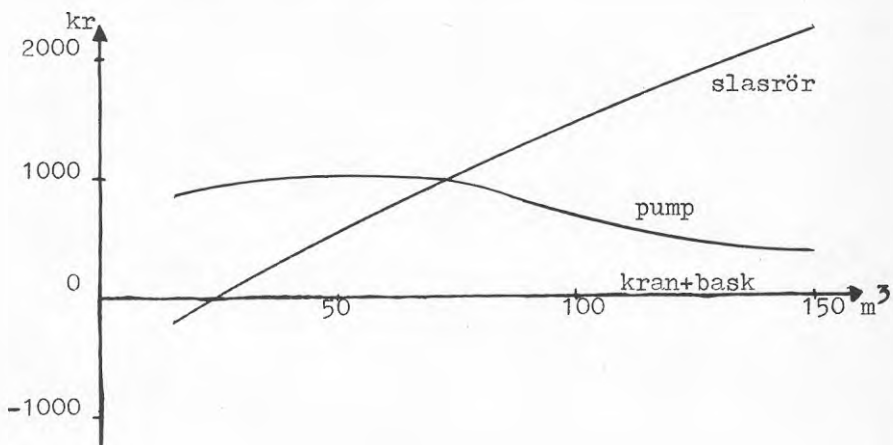


Fig 4

Kommentar: De slutsatser, som kan dras ur ovanstående kurvor, är att gjutning med slasrörsmetoden och flyt- betong är den mest lönsamma metoden för gjutetapper under ca 50 m^3 . Pumpmetoden är den mest lönsamma för etapper över 140 m^3 . Däremellan framstår kran+bask- metoden som den mest lönsamma vad det gäller direkta kostnader. Man bör dock ha i åtanke att ingen etablerings- kostnad för kranen medräknats. Dessutom har inte de ergonomiska aspekterna vägts in. Väljer man att gjuta med flytbetong på grund av de ergonomiska aspekterna oavsett vilken gjutmetod som används framstår slasrör- metoden som mycket lönsam. Nedanstående figur visar kostnadsskillnaderna mellan de olika metoderna vid gjutning med flytbetong. Angivna kostnader avser arbets- och utrustningskostnader. Gjutkapaciteter är hämtade ur tabell 4 samt med reduktion av gjutlaget enligt figur.

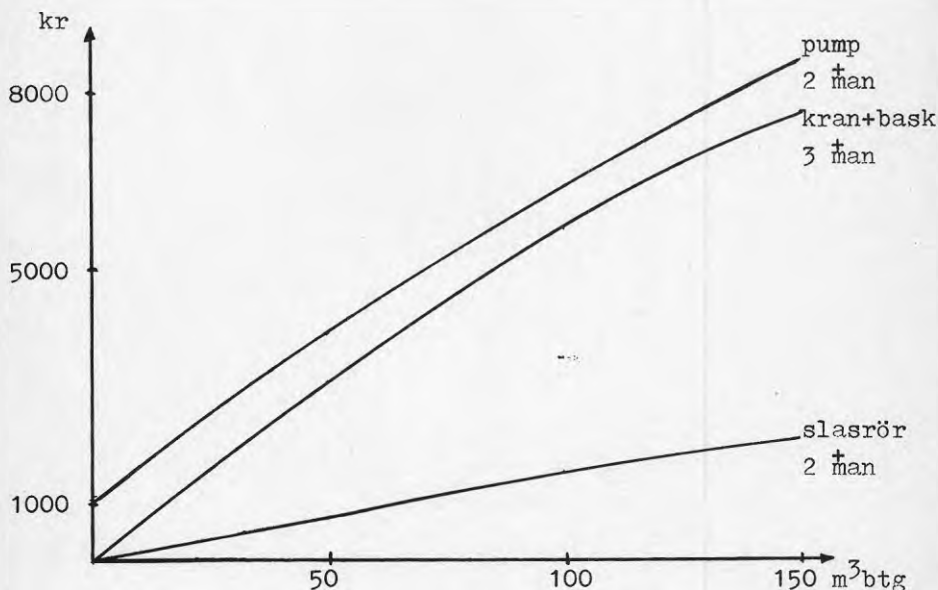


Fig 5.

Sammanfattningsvis kan sägas att slasrörsmetoden med användande av flytbetong kan bli ännu mera lönsam då tilläggskostnaden på 28 kr/m^3 för roterbilen anpassats till gjutmetoden. Denna tilläggskostnad är baserad på det faktum att roterbilar har en avsevärt lägre utnyttjandegrad än trågbilar. Roterbilens användning för mycket små gjutobjekt med obestämbara vänte- och utnyttjandetider på arbetsplatsen medför dessutom stora planeringssvårigheter, vilket ytterligare sänker kapaciteten. Slasrörsmetoden medför ett rationellt kapacitets- utnyttjande av roterbilen och möjligheter till avsevärda

kostnadsreduceringar. En tilläggskostnad på 10-15 kr/m³ är för denna metod en rimlig siffra och skulle medföra att slasrörsmetoden blir den billigaste gjutmetoden vid alla gjutetappstorlekar upp till 150 m³ (se litt. nr 8). Förutom att metoden är den mest lönsamma har den avsevärda ergonomiska fördelar.

SLUTSATSER

Slasrörsmetoden, där gjutredskapet utgörs av roterbilen och en förlängd slasränna uppfäst på bilen, har sitt användningsområde för gjutningar i marknivå eller där under. Detta utgör ett stort användningsområde då mer än hälften av den platsgjutna betongmängden gjuts i markplanet eller strax under. För att metoden skall fungera väl krävs en betong med goda flytegenskaper, de studier som utförts visar att betongen måste ha ett sättmått på 220 mm eller däröver.

Med dessa förutsättningar uppnås ett för betongarbetaren acceptabelt arbete ur belastningshänsyn. Den kritiska belastningen vid gjutningsarbete är den statiska belastningen. De studier som utförts i detta projekt visar på stora förbättringar för slasrörsmetoden med flytbetong, dessutom minskar andra hälsorisker såsom vibrationsexponeringen avsevärt.

Produktionstekniskt uppnås vinster på grund av att gjutlaget kan reduceras till två man och gjutkapaciteten ökas med minst 25 % jämfört med traditionell gjutning med kran och bask.

Väljer man att gjuta med flytbetong oavsett vilken gjutmetod som används framstår slasrörsmetoden som mycket lönsam.

Kvalitén på gjutarbetet har visat på mycket goda resultat i fråga om homogenitet och omflytande av armeringsjärnen. Detta har åstadkommit med en minimal vibreringsinsats. En bättre ytjämnhet har även kunnat konstateras genom att endast raka ut flytbetongen och kontrollera höjden med laser jämfört med slodning/laser vid normalbetong.

Projektet har resulterat i en utvecklad gjutmetod för flytbetong med slasrör och till härför anpassat val av flytmedel och metoder för tillsättning. Metod och material kommer att finnas tillgängliga hos Betongindustri AB.

Det fortsatta arbetet bör inriktas på dels en detaljutveckling av metoden där slasröret blir fribärande på betongbilen och dels på information till byggarbetsplatser om flytbetongens användningsområden och om vikten av samarbete mellan betongfabrikanten och byggentreprenören. Detta för att få de egenskaper på betongen som krävs för olika användningsområden på byggarbetsplatsen. Undersökningen visar också att en anpassning av gjutredskapen bör vidareutvecklas främst med avseende på att ytterligare förbättra ytavjämningsutrustningen och utveckling av metoder för gjutningar ovan markplanet. Projektet visar även att flytbetongen ger möjligheter till en förändrad vibrationsteknik.

Nedan redovisas rekommendationer på material, betong och flytmedel för att slasrörsmetoden skall fungera

väl. Detta skall ses som en hjälp på vägen för ett ökat användande av flytbetong.

4.1 Rekommendationer slasrörsmetoden

1. Beskrivning

Gjutning i eller under marknivån.
Åtkomlighet runt gjutplatsen.
Gjutlag om två personer.
Roterbilen utrustas med ett ursparat markavloppsror med ett i röränden fastsatt stöd.
Gjututrustning bestående av rakor och t ex laser-avvägning.

2. Krav på metoden

Horisontella						
gjutningsavståndet	0	5	10	15	20	m
Kapacitet	0	50	100	150	200	m ³ /dag
Sättnått	25	22	15	10	5	cm
Hållfasthet	45	40	30	25	20	MPa
* Ballast	Ärt	Fin/ärt			Fin	
** Ytkvalitet	20	15	10	5	0	mm

* Ärt = stendiameter 8-16
Fin/ärt = " 8-32
Fin = " 16-32

** Teoretiskt framräknade värden för uppfyllande av spackel till absolut planhet. Slasrörsmetoden medger gjutningar enligt klass II och III (vid klass I måste avdragsbanor och vibrobryggor användas). Se vidare 3.3.2.

3. Ekonomiska effekter

Rekommenderade etapper i jämförelse med normalbetong-gjutningar med kran och bask.

Tillkommande transport-kostnad (roterbil)	Enstaka gjutetapper	Gjutningar i serie-form
28 kr/m ³	100 m ³ /dag	50 m ³ /dag
15 kr/m ³	150 m ³ /dag	150 m ³ /dag

4. Aspekter på flytmedel, betong med sättmått 22 cm

Inblandning	Krav
Fabrik	Transporttid från fabrik <15 min
*Arbetsplats	Inga speciella krav

*Inblandning på arbetsplatsen kan ske genom dosering från tank eller från fabrik där flytmedlet placeras ovanpå betongmassan. Flytmedlet inblandas på arbetsplatsen genom att roterbilens trumma körs 40-100 varv eller ca 3-7 min.

Val av flytmedel

För platsgjutningar i olika temperatursituationer och med krav på god arbetsbarhet, snabb tillstyvnad etc bör ett melaminbaserat flytmedel användas. Inblandning på arbetsplatsen bör eftersträvas.

5. Betongkontroll

För att få den önskade betongkvaliteten krävs ett gott samarbete mellan arbetsplats och betongtillverkare. Kontroll av konsistens med helst både sättmått och utbredningsmått ger förutsättningar för att få de önskade betongegenskaperna vad gäller flytförmåga. Även tillstyvnad och korttidshållfasthet bör undersökas vid start av ett flytbetongobjekt. Denna kvalitetskontroll är speciellt viktig under flytbetongens introduktionstid, som torde omfatta ännu några år. Erfarenheterna från detta projekt pekar på att redan efter 2-3 flytbetonggjutningar har nödvändig kunskap erhållits för att okulärt kunna bedöma betongens flytegenskaper.

5. LITTERATUR

1. Andersson R, Glimskär B, Höglund P E: Jämförande ergonomisk och ekonomisk studie av flytbetong och normalbetong. Byggergonomilaboratoriet 1981.
2. Bellander Ulf: Flytbetong för rationell produktion. Byggnadsindustrin nr 28, 1981.
3. Christensen, Hohwö: Pauser och raster i arbetet, Stockholm 1964.
4. Fredriksson G, Holzmann P, Kjellström T: Flytbetong anpassning av produktionsmetoder. Rapport R 83: 1981, BFR 1981.
5. Hörnfeldt, Rolf: Betong i tätortsgrundläggning, förstudie, transport, gjutning och beständighet, STU projektnr 81-4491, 1982.
6. Johansson Arne, Pettersson Nils: Flytbetong - egenskaper, användning, erfarenheter, ra 3-82, CBI 1982.
7. Johansson Arne, Petersson Nils: Flytbetong - egenskaper - rekommendationer för användning och kontroll, re 1-82, CBI 1982.
8. Ringsberg K, Sellergren P J: Transport av flytbetong, ILAB 1983.
9. Wonnacott-Wonnacott: Introductory Statistics, John Wiley & Sons, 1976.
10. Åberg Ulf: Några synpunkter på pauser och arbetstid inom byggbranschen, Stockholm 1970.

Rapport nr 8329
1983-05-17

ARMERINGS KRINGGJUTNING I FLYTBETONG VID BEGRÄNSAD VIBRERING

Göran Möller
Civ ing

CEMENT- OCH BETONGINSTITUTET
Uppdragsfunktionen

ARMERINGSS KRINGGGJUTNING I FLYTBETONG VID BEGRÄNSAD VIBRERING

1 BAKGRUND

I samband med uppförandet av flerfamiljshus för HSB på Skarpnäcksfältet har entreprenören - ABV - vid gjutning av en platta på mark använt flytbetong, som bearbetats i mycket ringa omfattning under gjutningen. Plattan ingår i ett BFR-finansierat projekt som syftar till att utveckla arbetsmetoder med flytbetong för platta på mark och som utförs av ABV, Byggergonomi-laboratoriet (BEL) och AB Betongindustri i samarbete, se /1/.

Med hänsyn till att bearbetningen varit begränsad kan man - trots att flytbetong använts - befara att betongen inte blivit tillräckligt komprimerad och armeringen inte ordentligt kringggjuten. ABV har därför givit Cement- och betonginstitutet (CBI) i uppdrag att undersöka betongens komprimering och armeringens kringggjutning i plattan.

2 UNDERSÖKT OBJEKT

Den undersökta plattan ligger i block H 10:8. En planskiss visas i BILAGA 1. Totala ytan är ca 330 m². Nominell platttjocklek är 220 mm. Plattan är grundlagd på pålar och plintar, marken närmast under plattan utgörs av komprimerad singel.

I underkant platta ligger ett armeringsnät Ps 50 Ø 7 mm. Vidare förekommer i plattan såväl överkants- som underkantsarmering av Ks 40 med dimensioner mellan Ø 8 och Ø 12 mm.

3 BETONG. UTFÖRANDE

För gjutningen användes flytbetong av hållfasthetsklass K30 med avsedd konsistens 200-240 mm sättmått, dvs fullflyt. Cementhalten var 290 kg/m³ (Std-cement) och maximala stenstorleken 18 mm. Kiselstoft (Ljungasil) hade tillsatts, 20 kg/m³. Vattencementtalet var ca 0,63.

Flyttillsatsmedel, Sikament, tillsattes vid byggplatsen. Utgångskonsistensen var T och den önskade konsistensen erhöles vid doseringen 2,0% av cementvikten. Konsistensen mättes på de tre första av de 19 lass à 5 m³ som åtgick för gjutningen. Värdena 220, 260 och 240 mm sättmått erhöles. Enligt uppgift i /1/ låg konsistensen under hela gjutningen över 230 mm.

Kuber för hållfasthetsbestämning tillverkades av betong ur de tre första lassen. Följande resultat erhöles:

Lass nr	Densitet kg/m ³	f ₂₈ MPa
1	2350	43,3
2	2350	38,7
3	2350	42,8

Betongen las ut med hjälp av s k slasrör med diametern 200 och 250 mm och längden 7-8 m. Betongen tippades från roterbilen via en ränna ner i slasrören. Längsta transportlängd från bilen var ca 10 m.

Viss vibrering förekom i kantbalkarna, men i plattan i övrigt var bearbetningen begränsad till den som erhöles vid den avjämning med rakor som gjordes.

4 PROVTAGNING

För kontroll av komprimering och kringgjutning av armeringen borrades ur plattan 13 genomgående cylindrar Ø 160 mm. Borrningen utfördes av ABV. Cylindrarna fördelades över plattan ungefär enligt BILAGA 1. Provtagningsplatserna valdes med tanke på dels att man skulle få en uppfattning om spridningen över plattan, dels att såväl underkants- som överkantsar-

mering skulle komma med i cylindrarna. Gjutriktningen har utmärkts på cylindrarnas överytor.

5 OBSERVATIONER. PROVNINGAR

Samtliga cylindrar har noga okulärbesiktigats med avseende på betongens homogenitet (separationstendenser), förekomsten av större porer och annat som tyder på otillräcklig komprimering samt kringggjutningen av armering i cylinderns mantelyta. Mantelytorna borstades rena med stålborste för att eventuella defekter tydligare skulle framträda.

I nio cylindrar gjordes en noggrannare granskning av armeringens kringggjutning. Ur cylindrarna sågades tunna skivor innehållande armering. Skivorna spräcktes varsamt längs armeringen, så att kringggjutningen längs hela den ingjutna biten kunde studeras.

Armeringsbitarnas avstånd från överkanten samt deras orientering i förhållande till gjutriktningen noterades.

För tre av cylindrarna har betongens densitet bestämts, dels efter ca 3-4 h vattenlagring, dels efter ca 2 veckors torkning vid 105°C. Bestämningen gjordes på betong ur den översta, mittersta och understa delen av cylindern.

6 RESULTAT

Cylinderlängden (=plattjockleken) varierade mellan 230 och 360 mm, med ett medelvärde på 264 mm. En av cylindrarna (N3,1 = 260 mm) hade ett ca 50 mm tjockt skikt av dåligt komprimerad betong i underkanten. Två cylindrar (SU4 och S05) hade en spricka i överytan, löpande längs med en armeringsbit och med ett djup ner till armeringen (30-80 mm). Sannolikt rör det sig om sättsprickor.

Vid granskning av cylindrarnas mantelytor kunde - med undantag för ovan nämnda bottenskikt - inga påtagliga tecken på dålig komprimering iakttagas. Mängden synliga porer i ytan var genomgående mycket liten och por-diametern normalt inte större än ca 3 mm. Ej heller kunde någon påtaglig separation observeras. Granskning av cylindrarnas inre i samband med

uppsågningen för kontroll av armeringens kringgjutning bekräftade i huvudsak dessa iakttagelser.

Densitetsbestämningen gav resultat enligt TABELL 1.

TABELL 1 Resultat av densitetsbestämning

Cylinder litt	Längd mm	Nivå	Densitet kg/m ³	
			torr ¹	våt ²
N 1	250	ök	2150	2330
		mitt	2290	2430
		uk	2250	2400
Sö 4	240	ök	2190	2360
		mitt	2260	2410
		uk	2350	2470
Sö 6	230	ök	2210	2370
		mitt	2210	2380
		uk	2360	2470
		mv	2250	2400

1) Torkning vid 105°C ca 2 veckor

2) Vattenlagring (före torkning) 3-4 h

Den genomsnittliga densiteten motsvarar vad man kan förvänta sig för en välkomprimerad betong med aktuell sammansättning (jfr densiteten hos provkuberna 2350 kg/m³). Densiteten varierar över höjden; den är i genomsnitt ca 5% lägre i ök än i uk. Densitetsskillnader i höjddled är inte ovanliga, men värden som redovisats för normal betong i /2/ tyder på att skillnaden är förhållandevis stor. Detta kan bero på att en viss separation erhållits.

Vid bedömning av variationerna i densitet skall hållas i minnet att betongproverna varit relativt små (0,3-1,0 liter) varför skillnader i betongsammansättning i proven kunnat inverka på resultaten.

I 12 av de 13 cylindrarna har armering påträffats. Antalet armeringssnitt i mantelytan varierade mellan 3 och 16 per cylinder och totalt fanns 105

snitt där kringggjutningen kunde kontrolleras. Detta motsvarar drygt 50 armeringsbitar av varierande längd (en del av dessa härrör uppenbarligen från monteringsstänger o dyl). Samtliga aktuella dimensioner finns representerade. Armeringsbitarna är orienterade vinkelrätt mot och parallellt med gjutriktningen i ungefär samma omfattning. Fördelningen i höjddled är ungefär följande:

Avst från ök, mm	Antal
20- 70	6
80-120	10
165-215	31
> 240	3

Överkantsarmeringen synes ha hamnat relativt långt ner i plattan.

Vid en granskning av kringggjutningen kring armeringssnitten noterades på två ställen mindre luftporer under armeringen och vid två distansstänger luftfickor längs stången. I övrigt bedömdes kringggjutningen vara god.

Vid uppsågningen av 9 cylindrar frilades sammanlagt 19 armeringsbitar med en längd mellan 60 och 160 mm (totalt 2,6 m). Samtliga dimensioner och aktuella höjdlägen var representerade. Stänger orienterade både parallellt med och vinkelrätt mot gjutriktningen fanns med.

En noggrann granskning av armeringsavtrycken i betongen visade att armeringen genomgående var väl kringggjuten. Avtrycken var distinkta och några porer och luftfickor kring armeringen som kan misstänkas väsentligt försämrade vidhäftningen kunde inte iaktas. Fotografierna i BILAGA 2 visar några exempel på frilagd armering.

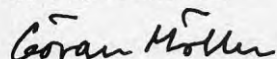
7 SLUTSATSER

De iakttagelser och provningar som gjorts på de utborrade cylindrarna har inte avslöjat några oroande tecken på otillfredsställande komprimering av betongen eller kringggjutning av armeringen i plattan, trots att bearbetningen varit så ringa. Gjutningsmetoden synes därför vara fullt accepta-

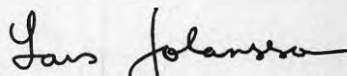
bel för den aktuella typen av konstruktion vid användning av flytbetong med konsistenser omkring 230 mm sättmått. Då man kan förmoda att redan relativt små förändringar i konsistensen (flytbarheten) har stor inverkan på slutresultatet är det angeläget att man studerar metoden ytterligare bl a för att ta reda på vilka variationer i konsistensen som kan tolereras.

Stockholm den 17 maj 1983

CEMENT- OCH BETONGINSTITUTET
Uppdragsfunktionen



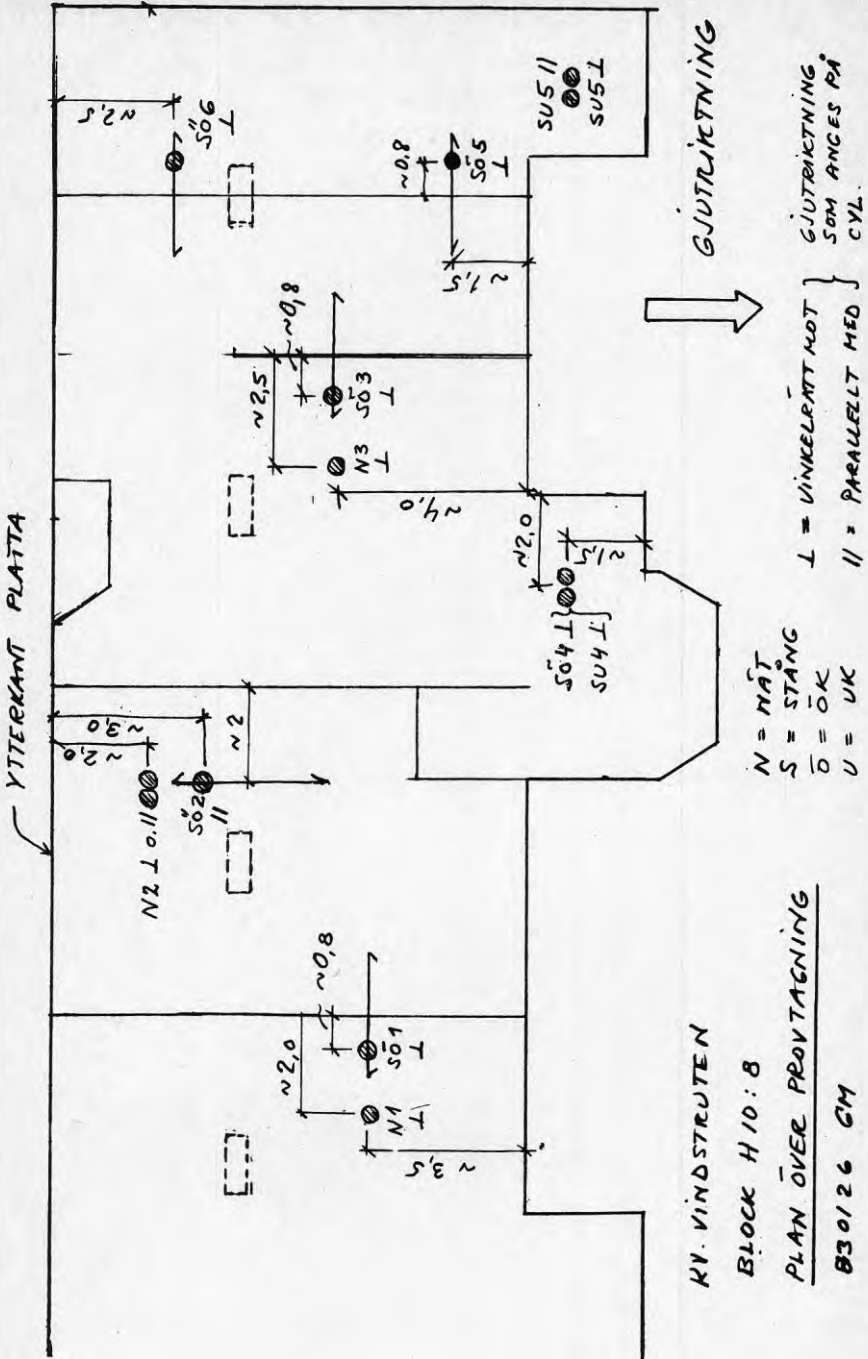
Göran Möller



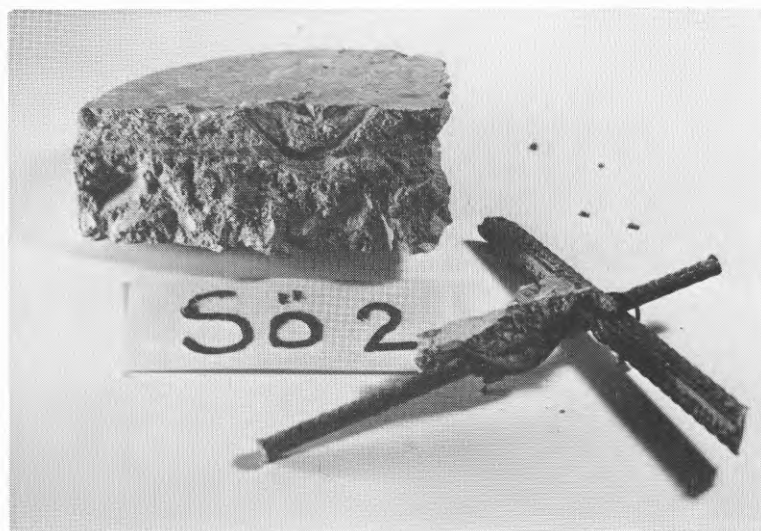
Vidi: Lars Johansson

REFERENSER

- /1/ Hörnfeldt R, Glinskär B och Höglund P-E: "Slasrör - lönsam metod med ergonomiska fördelar". Byggnadskonst 1:1983.
- /2/ Bellander U: "Hållfasthet i färdig konstruktion. Del 1. Förstörande metoder. Rimliga kravnivåer". CBI Forskning 13:76. Stockholm 1976.

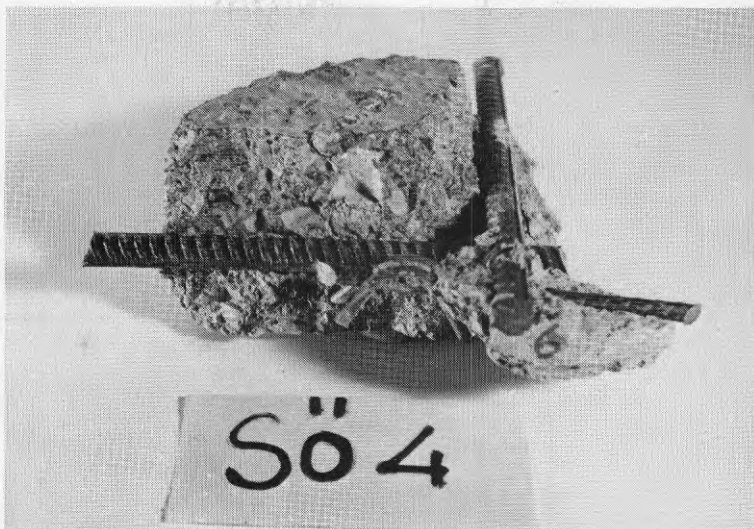


Foton av frilagd armering



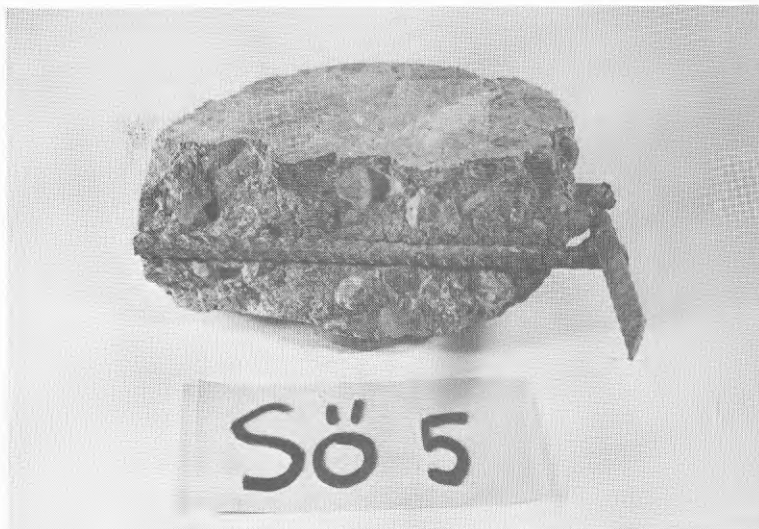
Tillhör CBI rapport nr 8329

Foton av frilagd armering



Tillhör CBI rapport nr 8329

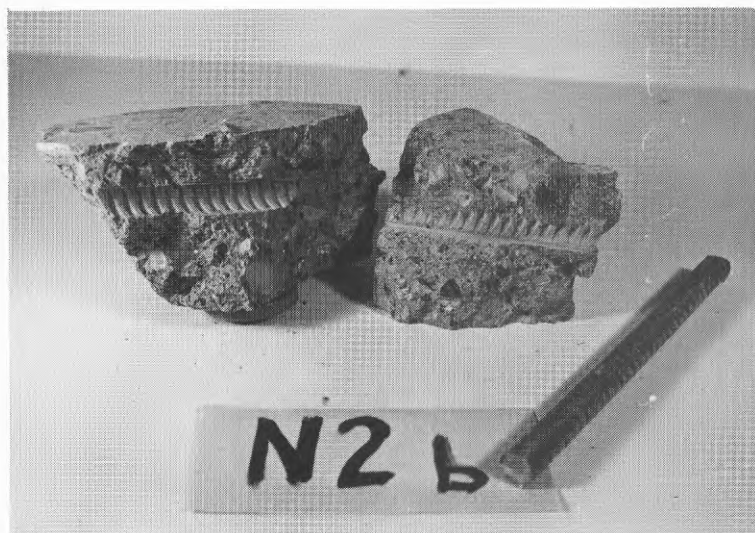
Foton av frilagd armering

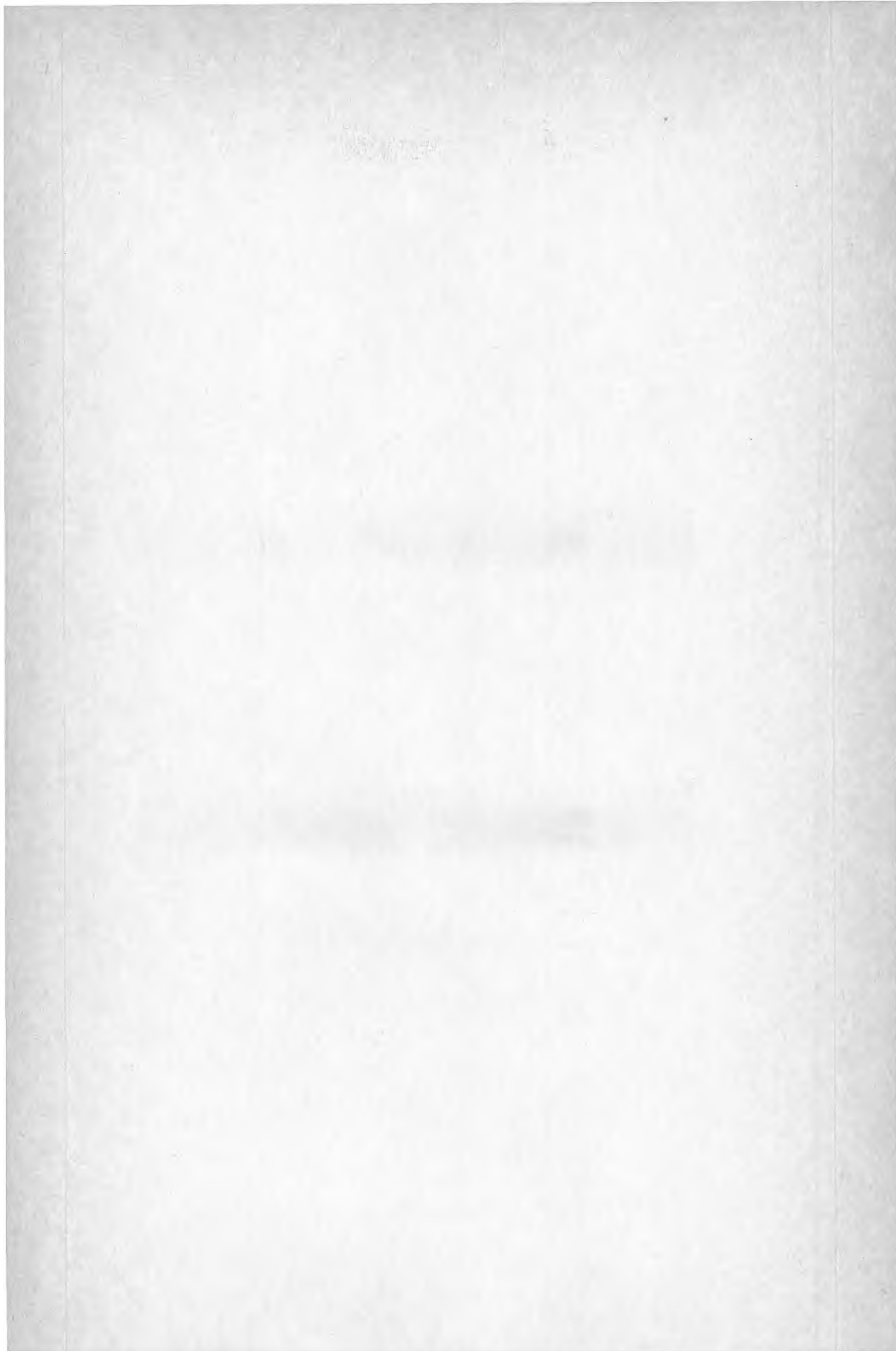


Tillhör CBI rapport nr 8329



Tillhör CBI rapport nr 8329





**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
810987-8 från Statens råd för byggnadsforskning
till Armerad Betong Vägförbättringar AB.**

R144: 1983

ISBN 91-540-4039-6

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700844

**Abonnemangsgrupp:
S. Byggplatsens verksamhet**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm**

Cirkapris: 30 kr exkl moms