



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

R110:1987

Transport av betong, bruk och spackel

**Hjälpmedel på en
ombyggnadsarbetsplats**

**Gunnar Fredriksson
Bo Glimskär
Per-Erik Höglund**

R
AW

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	
Plac	Ser

Byggforskningsrådet

R110:1987

TRANSPORT AV BETONG, BRUK OCH SPACKEL

Hjälpmedel på en ombyggnadsarbetsplats

Gunnar Fredriksson
Bo Glimskär
Per-Erik Höglund

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 830779-5
från Statens råd för byggnadsforskning till AB Västerås
Byggnadsprodukter, Västerås.

REFERAT

Under senare tid har allt oftare framförts från organisationer, entreprenadföretag och arbetstagare att dagens krav på arbetsmiljö inte kan anses uppfyllda vid ombyggnadsarbeten. Detta hänger till stor del samman med metoderna att transportera material i samband med ombyggnaderna, eftersom konventionella metoder och utrustningar medför stor belastning på arbetarna. Detta gäller inte minst olika typer av gjutningsarbeten där kärning etc förekommer frekvent.

Variationerna mellan olika objekt och även inom objekten är stora, Utrustning för internttransport av betong och bruk måste således vara möjlig att använda för skiftande kapaciteter och behov. Hänsyn måste, förutom till de ergonomiska faktorerna, tas till metodernas inverkan på arbetsmiljön totalt (t ex dammproblem m m).

Idag framställs ca 3,3 milj m³ fabriksbetong och ca 250' m³ torrmaterial varav 75' m³ torrbetong. Andelen torrmaterialframställning ökar ständigt förmodligen på grund av att byggverksamheten ändrar struktur och blir mer och mer inriktad på ombyggnadsverksamhet. Denna förändring förstärker de ovanstående problemen.

Detta projekt har avsett att med befintlig teknik, utveckla och utvärdera transport och arbetsmetoder för betong och bruk i torr och våt form.

System för pneumatisk transport och våttransport genom pumpning har undersökts och utvecklats, samtidigt som jämförande undersökningar av mera manuellt betonade metoder har genomförts.

Produktionsundersökningar visar att kostnadsbilden är positiv för de nya metoderna.

Den ergonomiska undersökningen visar att arbetsbelastningen minskar avsevärt genom användning av pneumatiska transportmetoder eller våtpumpning, jämfört med transport i kärna och container.

Materialspillet blir praktiskt taget försumbart vid användning av torra material och pneumatisk transport till kontinuerlig blandare.

Maskinkombinationen för pneumatisk transport behöver anpassas och utvecklas ytterligare. Detta har inte varit möjligt inom ramen för detta projekt, men bör utföras i ett särskilt projekt med väl definierad målsättning.

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

R110:1987

ISBN 91-540-4820-6

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Svenskt Tryck Stockholm 1987

INNEHÅLL

1.	BAKGRUND	4
1.1	Syfte	4
1.2	Beskrivning av dagens problem och metoder	4
2.	NYA METODER	8
2.1	Allmänt	8
2.2	Pneumatisk transport av torrmaterial	8
2.3	Transport av fabriksbetong	9
3.	FÄLTFÖRSÖK	10
3.1	Kv Älgen, pneumatisk transport av torrbetong	10
3.2	Kv Älgen, kran- och containertransport	10
3.3	Vallby, pneumatisk transport av torrbetong	12
3.4	Ulvsunda, ROT-pump	14
4.	KOSTNADSJÄMFÖRELSE ROT-GJUTNING	17
4.1	Torrbruksgjutning, kv Älgen	17
4.2	Torrbruksgjutning, Vallby	17
4.3	Kran + Kärre, kvarteret Älgen	18
4.4	ROT-pump, Ulvsunda	18
4.5	Sammanställning av produktionskostnader	19
5.	ERGONOMI	20
6.	TEKNISKA ASPEKTER PÅ MATERIALSAMMANSÄTTNINGEN	23
7.	UTLÄNDSKA ERFARENHETER	25
8.	SAMMANFATTNING	26
	LITTERATUR	27

FÖRORD

Detta arbete har initierats av de problem med materialtransporter som uppkommer i samband med ombyggnad och renovering av fastigheter.

Rapporten avser att vara ett bidrag till lösningar av de ergonomiska och transporttekniska problemen inom ROT-sektorn.

Förutom undertecknad har civilingenjörerna Bo Glimskär och Per-Erik Höglund från Byggergonomilaboratoriet medverkat i projektet.

Vi har fått värdefulla synpunkter och hjälp med igångsättning av utrustning för kontinuerlig pneumatisk transport av Lennart Verneresson och Kenneth Gertsson från Cements AB.

Vid en studieresa i Tyskland erhöles värdefulla synpunkter och råd från Peter Braun, Mathis System-Technik GmbH & Co.

Västerås i oktober 1985

Gunnar Fredriksson

1. BAKGRUND

Under senare tid har allt oftare framförts från organisationer, entreprenadföretag och arbetstagare att dagens krav på arbetsmiljö inte kan anses uppfyllda vid ombyggnadsarbeten. Detta hänger till stor del samman med metoderna att transportera material i samband med ombyggnaderna, då konventionella metoder och utrustningar som används medför stor belastning på arbetarna. Detta gäller inte minst olika typer av gjutningsarbeten där kärning etc förekommer frekvent.

Variationerna mellan olika objekt och även inom objekten är stora. Utrustning för internttransport av betong och bruk måste således vara möjlig att använda för skiftande kapaciteter och behov. Hän-syn måste, förutom till de ergonomiska faktorerna, tas till meto-dernas inverkan på arbetsmiljön totalt (t ex dammproblem m m).

Idag framställs ca 3,3 milj m^3 fabriksbetong och ca 250 m^3 torrmaterial varav 75 m^3 torrbetong. Andelen torrmaterialfram-ställning ökar ständigt förmodlingen på grund av att byggverksam-heten ändrar struktur och blir mer och mer inriktad på ombygg-nadsverksamhet. Denna förändring förstärker de ovanstående problemen.

1.1 Syfte

Projektet har avsett att med befintlig teknik, utveckla och utvärdera transport och arbetsmetoder för betong och bruk i torr och våt form. Möjligheter att använda den lättare 3L-betongen i torr form har även undersökts.

1.2 Beskrivning av dagens problem och metoder

Detta projekt har inriktats på att lösa problemen vid den ökande andelen "smågjutningar" 1-4 m^3 per dag. Denna typ av gjutningar vid ombyggnader är vanlig där t ex nya badrumsgolv gjuts, där lagningar av golv utförs eller nya ytskikt på balkonger gjuts. Dessa typer av arbeten utförs idag på några olika sätt.

Vid användande av fabriksbetong används i princip två olika metoder. Vanligast är att betongen transporteras ut till bygg-arbetsplatsen med roterbil, där man sedan fyller upp skottkärra efter skottkärra för vidare transport in i byggnaden. Nödvändig-heten att använda roterbil beror på att transporten in i byggnaden är tidskrävande, så för att hålla betongkvalitén krävs att be-tongen blandas. Själva intransporten till gjutstället med skott-kärra är förutom tidskrävande också ett mycket belastande arbete (se fig 1 och 2). För de vertikala transporterna används där så är möjligt den befintliga hissen i huset alternativt bygghissen där en sådan finns etablerad. Den horisontella transporten med skottkärra är tung och besvärlig på grund av den begränsade fram-komligheten som ofta är fallet vid ombyggnadsprojekt.

Den andra metoden som används i enstaka fall för fabriksbetong är att betongen pumpas från en betongpumpbil upp till gjutstället. Betongen levereras som vid den tidigare beskrivna metoden till arbetsplatsen med betongbil vilken tippar betongen i pumpbilen som därefter pumpar betongen till gjutstället. Denna metod är ganska dyrbar men kan vara enda alternativet vid vissa objekt. Exempel på sådana objekt kan vara antingen objekt där inga andra vertikala transporthjälpmiddel finns eller objekt där en stor mängd betong (>20-30 m³) ska gjutas vilket kan medföra en bättre lönsamhet för metoden.

Ett annat sätt att utföra "smågjutningar" vid ombyggnad är att använda sig av torrmaterial som blandas på byggarbetsplatsen. Hanteringen av torrmaterialet är beroende av den mängd material som åtgår. Vid större objekt etableras vanligen en torrbruksficka (10 ton) men vid mindre arbeten används säckat bruk. Därefter tillsätts vatten och materialet blandas på arbetsplatsen. Oftast kärras bruket/betongen till gjutstället med de problem och besvär som ovan beskrivits.

Fördelen med att använda torrmaterial är att blandningsutrustningen fungerar för allt ifrån betong till spackel och dessutom minskar spillet avsevärt. För flytspackel har idag hanteringen av materialet till stora delar lösts. Flytspackel i torr form hanteras på byggarbetsplatsen enligt följande: materialet förvaras i antingen silo eller torrbruksficka. Därefter blandas spacklet och pumpas till arbetsstället för utläggning.

En annan metod för hantering av flytspackel i torr form som tillämpas i vissa delar av landet är en mobil utrustning. Bilen är utrustad med en tank för 20 ton torrmaterial, dessutom är bilen försedd med blandningsutrustning och pump. (Se fig 3).

Från Packforsk undersökningar om ergonomiska förpackningsproblem på byggarbetsplatser har följande konstaterats om småsäckshantering.

Säckar används för torra produkter som bruk, cement och golvspackel. De yrkeskategorier som berörs i detta fall är främst betongarbetare och murare. Ungefär 60 procent av dessa arbetare uppger sig ha problem med värk i ryggen - ett hälsoproblem som i hög grad kan relateras till tunga lyft och bärning. Nästan hälften av de arbetare som deltog i en av Packforsk organiserad enkätstudie uppgav dessutom, att de lider av andningsbesvär som delvis kan hänföras till de problem med damm som uppstår när säckarna töms.



Fig 1. Manuell hantering av fabriksbetong.



Fig 2. Situationsbild från kärning av betong under vinterförhållanden.



Fig 3. Pumpbil för pumpning av flytspackel. Materialföretaget tillhandahåller bil med förare. Denna omsörjer blandning och pumpning. Mottagning och utläggning skötes av byggföretaget. Normalt åtgår 2 man för detta.

2. NYA METODER

2.1 Allmänt

Vid framtagningen av nya metoder för transport av bruk och betong har målsättningen varit att reducera den manuella hanteringen av material samtidigt som en rationell och ekonomisk produktion erhålls.

2.2 Pneumatisk transport av torrmaterial

Systemet bygger på att torrmaterial blåses upp i slangar från marknivån till en blandare på arbetsstället. Materialet kallas upp automatiskt med nivågivare. Systemets användningsområde omfattar såväl torrbruk som torrbetong med kornfraktioner upp till 8 mm. Fördelningslängden i vertikalplanet är tillräcklig för normala hushöjder medan den horisontella fördelningen bör begränsas till 15-20 m. Systemet kan beskrivas enligt följande. (Putzmeisters blåssystem).

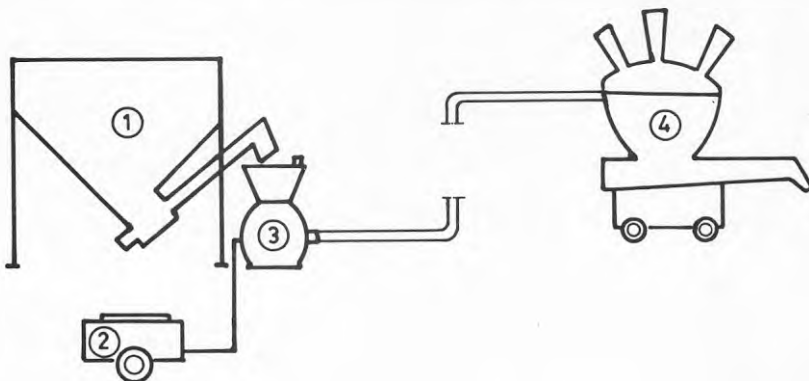


Fig 4. System för pneumatisk transport av torrmaterial och våtblandning i slutskedet.

- (1) 10 tons skruvficka
 - (2) Kompressor
 - (3) Mottagare och tryckkärl för pneumatisk transport
 - (4) Mixer med dammskydd
1. Torrmaterialbehållare där olika möjligheter finns.
 - A) 10 tons skruvficka med fyllningsautomatik
 - B) Trycksilo 15 ton
 - C) Liten silo för storsäckshantering (säckar mellan 0,5 - 1 ton)
 - D) Matning med smäsäck

2. Kompressor
3. Mottagare och tryckkärl för pneumatisk transport. Tryckkärlet innehåller 70 l och detta blåses upp på våningsplanet under 20-120 sek (beroende på slanglängd), regleras genom en ventil mellan mottagaren och tryckkärlet. Mottagaren fylls genom nivågivare till skruvficka/silo.
4. Mixer med dammskydd placerad på arbetsstället. Materialbehållare med nivågivare till tryckkärlet. Kapacitet 30-90 l/min. Se fig 5 och 8.

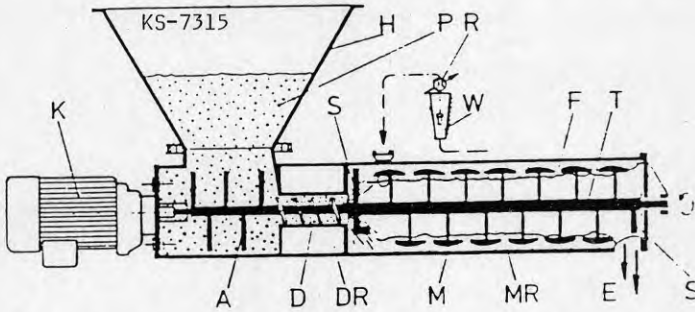


Fig 5. Kontinuerlig genomströmningsblandare - CM-modellserie.

2.3 Transport av fabriksbetong

Parallellt med försök med den pneumatiska transporten av torrmaterial har följande metoder utvärderats med fabriksbetong.

- o Kranlyft av 5-6 kärror i container. Kärrorna fylls med roterbil eller betongficka och placeras i containern. Denna lyfts upp med kranen till ett balkongfundament där kärrorna körs ut till arbetsstället.
- o ROT-pumpen från Betongindustri är en roterbil utrustad med betongpump. Den maximala lasten är $3,5 \text{ m}^3$ och pumpkapaciteten $40 \text{ m}^3/\text{h}$. Räckvidden är 13 m i sidled och mastlängden 16 m. Betongmaterialets maximala stenstorlek är 18 mm.

3. FÄLTFÖRSÖK

3.1 Kv Älgen, pneumatisk transport av torrbetong.

Objektet omfattar ombyggnad av bostadslägenheter i trevåningshus med tre ingångar per huskropp. Det studerade arbetet avsåg nya badrumsgolv istället för utrivna golv. Tjockleken på golven uppgick till 50-80 mm vilket innebar ca 600 l betong per lägenhet. Gjutytan motsvarar 10 m² per lägenhet. På grund av krav att snabbt förse golven med mattor för att göra lägenheterna inflyttningsklara användes torrbetong med hög cementhalt (k 40) och med SH-cement. Ballasten i betongmaterialet hade $d_{\max} = 8$ mm.

Byggentreprenör är BPA.

Den använda maskinuppställningen var enligt följande.

Torrmaterialbehållaren utgjordes av en 10 tons skruvficka med fyllningsautomatik. Mottagare och tryckkärl för pneumatisk transport samt kompressor av fabrikat PUTZMEISTER. Blandaren var av märket PUTZOMIX CM-B, som inställts på en kapacitet av 40 l/min. Utrustningen blandar torrmaterial med stenfraktion $d_{\max} = 8$ mm. Utrustningens vikt är 210 kg som kan nedmonteras i mindre delar ex blandardel, motor, fyllnadstratt etc. Torrmaterialen blåses upp i slangar om \emptyset 50 mm.

Kommentarer

Undersökningarna visar att den provade kombinationen av utrustningar har tillräcklig kapacitet för ombyggnads- och reparationsarbeten med mindre betongjusteringar. Försöken visade även på följande brister:

- o Den automatiska materialhanteringen till mixern med nivågivare hade för stor eftersläpning. Detta medförde att blandarens kapacitet blev större än upptransportkapaciteten. Detta förstärktes med ökad slanglängd. Tre avbrott under gjutningarna uppkom, orsakade av brist på material i mixern.
- o Maskinen är för stor och tung vid ometablering vertikalt. En mindre mixer fast inställd på kapaciteten 30-40 l/min är tillräckligt.
- o Dammskyddskåpan över matartratten hade bristfällig fästaneläggning.
- o Rengöring av mixern var mycket enkel då den våta delen monterats av.
- o Materialet utnyttjades mycket effektivt och någon direkt spillprocent kunde inte noteras.

3.2 Kv Älgen, kran- och containertransport

Badrumsgolven (600 l per lägenhet) på Skallbergsgatan göts även med fabriksbetong med krantransport. Kranen var etablerad på

arbetsplatsen. Kraven på att snabbt förse golven med mattor medförde att betong K 35 med flyttillsats användes. Stenmaterialet hade en maximal kornstorlek av 8 mm.

Fabriksbetongen transporterades med roterbil till arbetsplatsen där den tippades i betongkärror. Fem till sex kärror fylldes direkt och placerades i en krancontainer. Denna lyftes upp till balkongerna på det plan där badrumsgolven ska gjutas. Betongen transporteras till gjutstället och därefter föres kärorna tillbaka till roterbilen. Två transporter med containern fordras till varje badrum. Gjutlaget bestod av två man medan en man skötte transporten.

Kommentarer

- o Systemet medför fortfarande en stor manuell hantering av betongmaterialet genom kärningen på såväl markplan som våningsplan.
- o Transporten medger en tillräcklig gjutkapacitet men inte lika hög som vid lufttransport.
- o Risker för olycksfall uppkommer under containertransporten, speciellt vid momentet på balkongen där kärorna ska dras av.
- o Roterbilen blir fast på arbetsplatsen under en längre tid och materialspillprocenten blir hög genom att inte hela lasset kan utnyttjas helt.

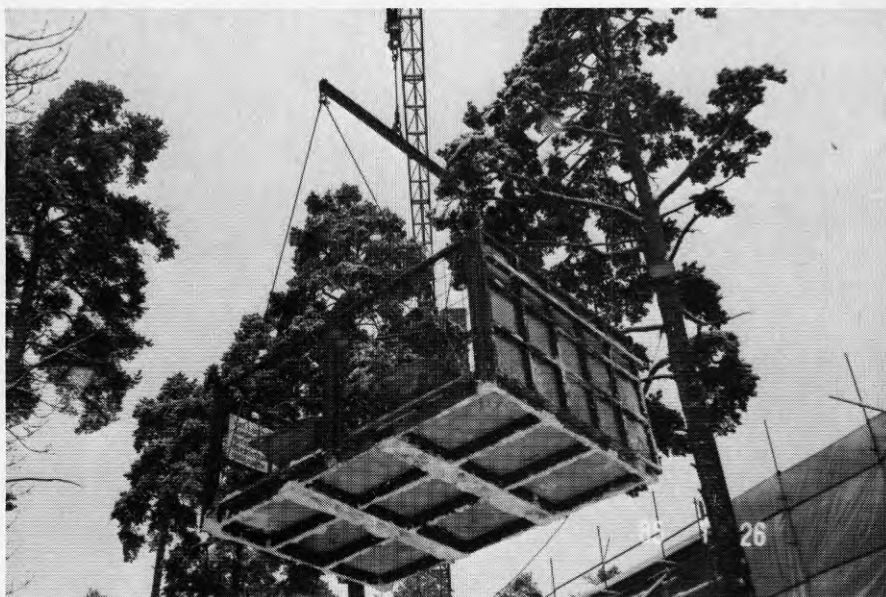


Fig 6. Kranlyft av container med betong i kärror.

3.3 Vallby, pneumatisk transport av torrbetong

Området omfattar objekt för ombyggnad av trevåningsbostadslägenheter. Arbetet avsåg golvläggning (renovering) i lägenheterna med torrbetong. En skiktjocklek av i genomsnitt 7 cm avsågs att gjutas.

Torrbetongen var enligt klassen K 30 med stenmaterial ($d_{\max} = 8 \text{ mm}$): Byggentreprenör är SKANSKA.

Den använda maskinuppställningen för pneumatisk transport var enligt samma modell som vid Kv Älgen. Detta innebar torrbruksficka, 10-ton skruvficka samt blås- och mixerutrustning från Putzmeister.

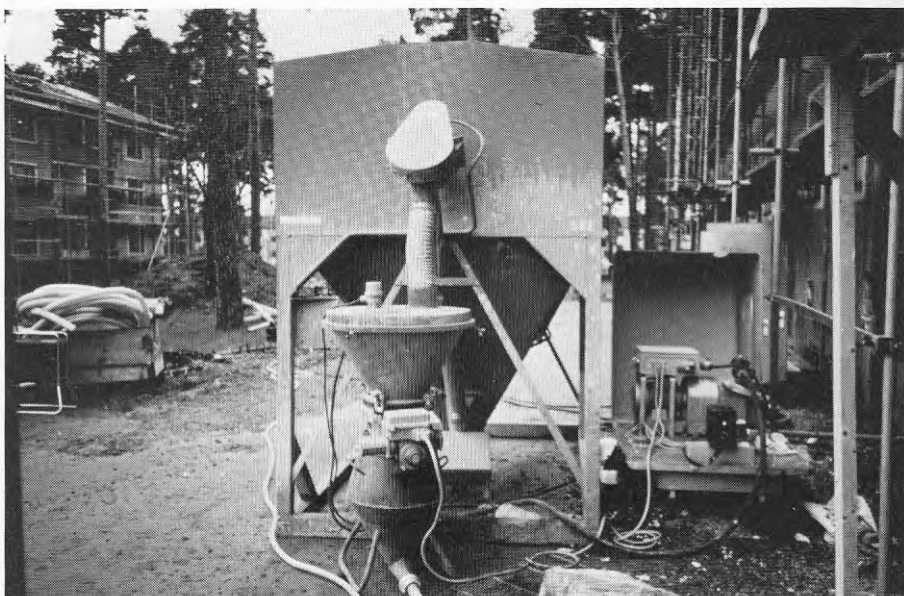


Fig 7. Uppställning av anordning för pneumatisk transport av torrbetong/torrbruk.

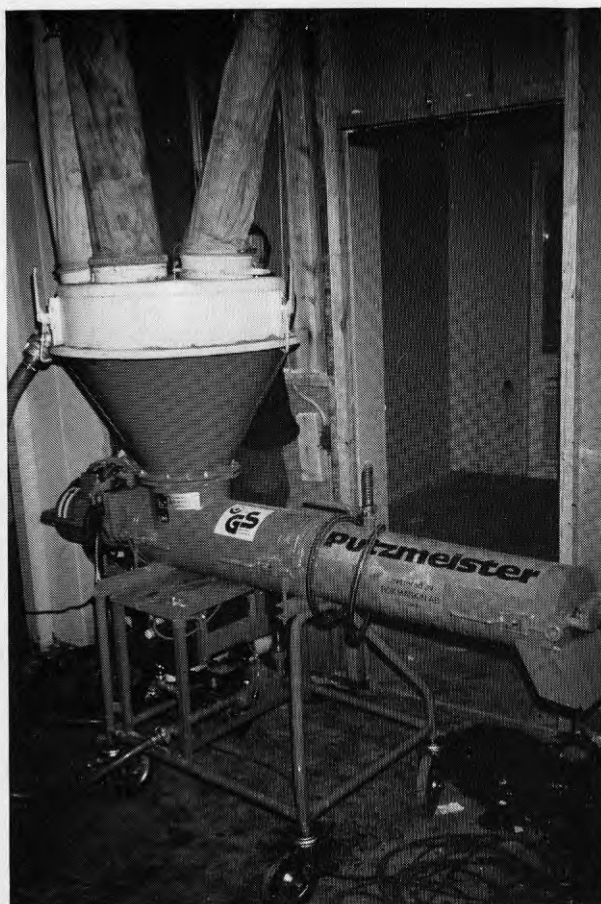


Fig 8. Uppställning av mottagare och blandarutrustning i samband med pneumatisk transport av torrbetong/torrbruk.

Automattransportfunktion med nivågivare reglerades och systemet anpassades för gjutkapaciteten 35 l/min. Denna korttidskapacitet ger en dagskapacitet på 3,5 - 4 m³, vilket motsvarar 50-60 m² per dag.

Torrbricka etablerades utanför huskroppen med blås- och fördelningsutrustningen. Slangarna dras utmed fasaden och in i lämpliga fönster. Mixern ställs in på kapaciteten 35 l/min och fungerar som gjutredskap, men kompletteras med betongkärning för de mest avlägsna gjutområdena.

Kommentarer

- o Den valda gjutkapaciteten kunde realiserats utan avbrott i torrmaterialtillförseln och kapaciteten ansågs som fullt tillräcklig.

- o Byte av blandarskruven genomfördes då den gamla var totalt nedsliten och kapaciteten sjönk markant.
- o Mixerns tyngd utgjorde fortfarande ett problem vid vertikala transporter, men fästkåpan för dammkåpan var åtgärdad. Materialspill kunde inte noteras.

3.4 Ulvsunda, ROT-pump

Objektet i Ulvsunda, Stockholm omfattade en ombyggnad och reparation av en hyresfastighet på 3-våningar och totalt 6 lägenheter. De gjutningar som skulle utföras på detta objekt bestod i att utföra nya badrumsgolv.

Den metod som man valde att använda var rotpumpen dels på grund av att inga andra lyfthjälpmiddel fanns på arbetsplatsen och dels på grund av att metoden framstod som lönsam.

Försök

Den studerade etappen bestod av 3 st badrumsgolv, ett på varje våning. Till varje golv åtgick ca 0,6 m³ betong. Den genomsnittliga tjockleken på golvet var ca 70 mm och ytan var ca 9 m². Betongkvaliteten som valdes att användas var fabriksbetong, golvbruk K30 E2 med en max stenstorlek på 8 mm.

Framkomligheten till objektet var god så att betongbilen kunde köra ända fram till huskroppen för uppställning. Pumpmasten restes och slangänden fördes in genom ett fönster på rätt våning.

Vid gjutstället omhändertogs betongen av två man. (Se fig 9).

Kommentar

För detta objekt fungerade rotpumpssystemet bra på grund av att tillgängligheten var god och att inga omflyttningar av bilen krävdes. De problem som uppstod vid denna etapp var att få in slangänden genom fönstret, detta beroende på att hela fasaden var täckt av en byggnadsställning.

Metoden kräver dock att varje gjutställe är väl förberett så att rotpumpbilen inte blir stående för länge på arbetsplatsen och medför en lång debiteringstid. Rotpumpsmetoden har sina begränsningar i dels räckvidd och krav på god tillgänglighet till objektet.



Fig 9. Gjutning av badrumsgolv med hjälp av ROT-pump.
Observera slangen genom vilken betongen strömmar.

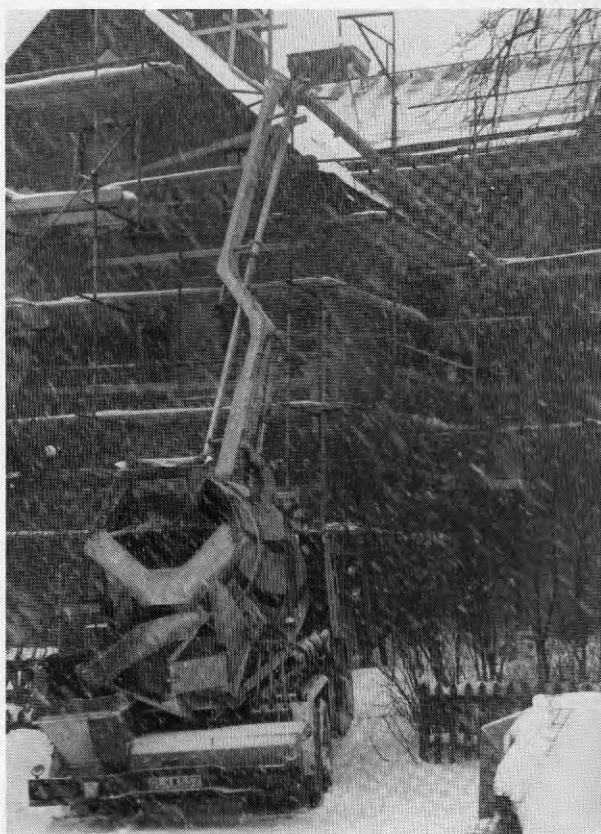


Fig 10.
Rotpump i arbete.

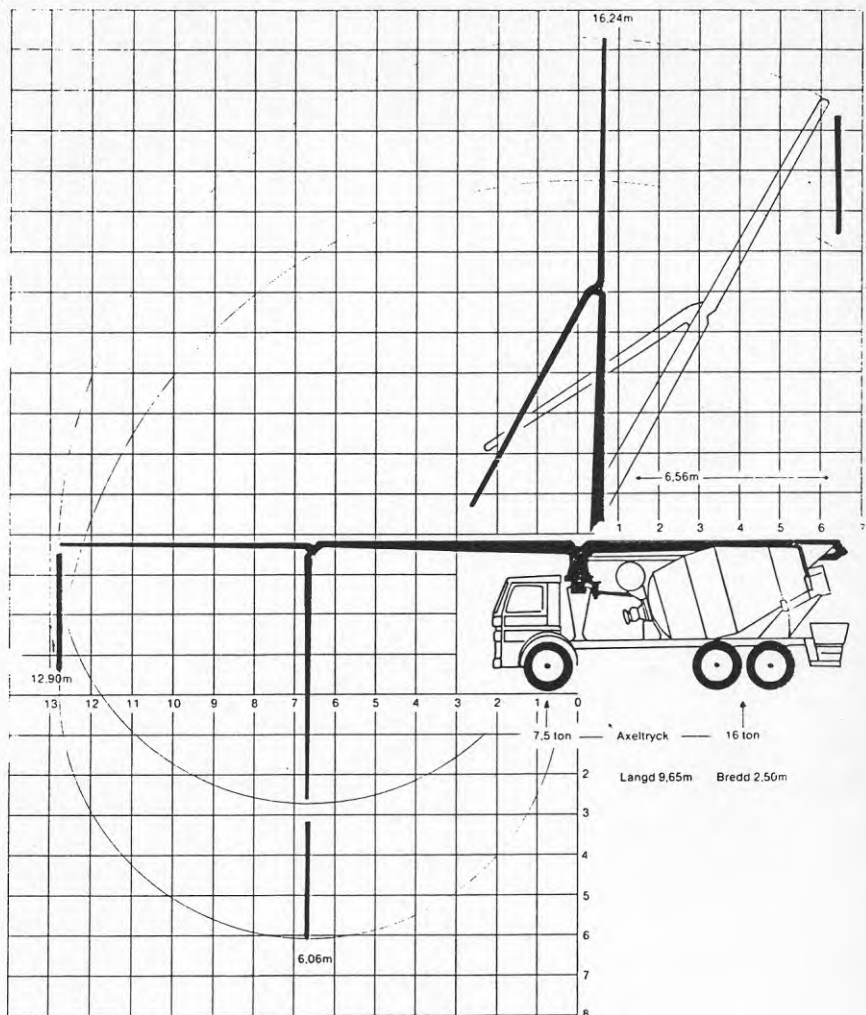


Fig 11. ROT-pump

Rotpumpen är en treaxlig roterbil på vilken en mindre betongpump med tvådelad fördelarmast monterats.

Pumpen är självförsörjande vad det gäller både drivkraft och vatten för rengöring.

TEKNISKA DATA

Räckvidd, horisontellt:	13 m
vertikalt:	16 m
Stödben, bredd:	2,5 m
längd:	9,7 m
Minimihöjd vid mastresning:	7 m
Höjd vid transport:	4 m
Vikt:	23,5 ton (inkl 3,5 m ³ betong)
Lasstorlek:	3,5 m ³

4. KOSTNADSJÄMFÖRELSE ROT-GJUTNING

4.1 Torrbruksgjutning, kv Älgen

Objekt: 3-våningshus. Et badrum på varje våning,
totalt 1,8 m³, ytan 30 m².

Torrmaterial

1. Maskiner	torrbruksficka	60 kr/dag	
	mixer	125 kr/dag	
	blåsutrustning och kompressor	<u>120 kr/dag</u>	305 kr/dag*
2. Arbete	timkostnad 95 kr/h		
	Uppställning	2 h	
	Gjutning	3 h	
	Efterarbete	1 h	
	Ometablering	<u>2,5 h</u>	
		8,5 h x 95 kr/h	807 kr/dag
3. Material			
	Betong K30 ger 295 kr/ton		
	1,8 m ³ á 590 kr = 1062 kr		
	Fraktkostnad 20 kr/ton ger 3,6 x 20 = 72		
	Materialkostnad		<u>1134 kr</u>
Totalkostnad			Σ 2246 kr
* Exkl transporter			<u>74,8 kr/m²</u>

4.2 Torrbruksgjutning, Vallby

Objekt: 3-våningshus. Golvläggning.
Dagligen gjuts ca 55 m².

1. Maskiner	torrbruksficka	60 kr/dag	
	mixer	125 kr/dag	
	blåsutrustning och kompressor	<u>120 kr/dag</u>	305 kr/dag*
2. Arbetskostnad			
	Gjutning + efterarbete + ometablering = 2 man/dag		1520 kr/dag
3. Material			
	Betong K30 ger 295 kr/ton		
	3,5 m ³ á 590 kr = 2065 kr		
	Fraktkostnad 20 kr/ton ger 7 x 20 = 140 kr		
	materialkostnad		<u>2305 kr</u>
Totalkostnad			Σ 4130 kr
* Exkl transporter			<u>75.1 kr/m²</u>

4.3 Kran + Kärra, kvarteret Älgen.

Objekt: 3-våningshus. Ett badrum på varje våning,
totalt 1,8 m³, ytan 30 m².

1. Maskiner	Kran 285 kr/h x 1,5 h	578 kr	
	Roterbil 105 kr + 70 kr (vänta)	<u>175 kr</u>	
	Maskinkostnad		753 kr
2. Arbete	Timkostnad 95 kr/h		
	Mottagning kärning 3 h		
	Gjutning 6 h		
	Efterarbete <u>3 h</u>		
	12 h x 95 kr		1140 kr
3. Material			
	Betong K30 439 kr/m ³ x 1,8 m ³ =	790 kr	
	Frakt + delat lass = 42 + 69 =	<u>111 kr</u>	
	Materialkostnad		<u>901 kr</u>
Totalkostnad			Σ 2794 kr
			<u>93 kr/m²</u>

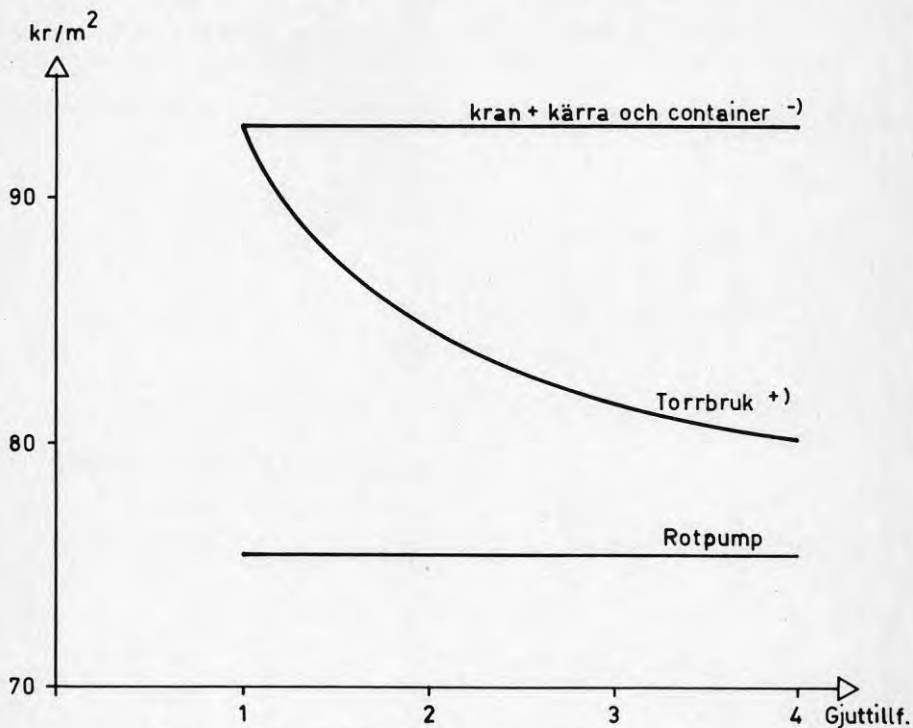
4.4 ROT-pump, Ulvsunda

Objekt: Mindre hyresfastighet.
Gjutning av 3 st badrumsgolv,
ett på varje våning. Två man
arbetade vid gjutstället.

1. Maskiner	ROT-pump	445 kr (inkl frakt)	
	Timdebitering	<u>490 kr/h x 1 h</u>	
	Maskinkostnad		935 kr
2. Arbete	Ställtid 0,5 h		
	Gjutning 3 h		
	Efterarbete <u>1 h</u>		
	4,5 h x 95 kr		428 kr
3. Material			
	Betong K30 439 kr/m ³ x 1,8 m ³ =	790 kr	
	Frakt + delat lass = 42 + 69 =	<u>111 kr</u>	
	Materialkostnad		<u>901 kr</u>
Totalkostnad			Σ 2264 kr
			<u>75,5 kr/m²</u>

4.5 Sammanställning av produktionskostnader

Figuren nedan visar totalkostnaderna för de tre olika gjutmetoderna. Sammanställningen baseras på att vid varje gjuttillfälle t ex tre badrumsgolv på totalt 30 m^2 ($1,8 \text{ m}^3$) produceras.



+) Kostnad inklusive etablering 500 kr.

-) Kostnaden förutsätter att kran finns på bygget.

Fig 12. Kostnad exklusive administration och andra indirekta kostnader som en funktion av antalet gjuttillfällen om $1,8 \text{ m}^3$.

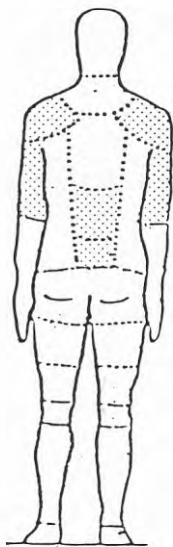
5. ERGONOMI

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. Från andra studier har man konstaterat att en självuppskattning av belastningen ger en tillfredsställande bedömning vid fältförsök. Ergo-profilerna har även kompletterats med en total belastningsbedömning, utförda av försökspersonerna utifrån Borg's skattningsskala.

Nedan redovisas resultaten från undersökningarna där belastningsnivåerna för de olika arbetsmetoderna anges.

- - ingen belastning
- ◐ - någon belastning
- ◑ - hög belastning

Kv Älgen, pneumatisk transport av torrmaterial till mixer.



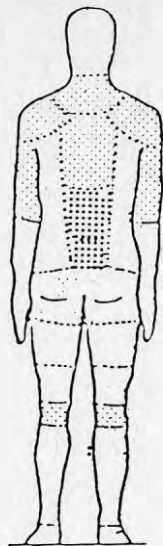
Ganska lätt

Kommentar: Hanteringen upplevdes som ganska lätt och belastade endast något skuldror och rygg. Belastningen uppkommer främst vid etableringen av mixerutrustningen.

Kv Älgen, krantransport av fabriksbetong i källor med container

Kommentar: Metoden upplevdes som ansträngande och belastar skuldror/ armar, rygg och knä. Ryggbelastningen ansågs speciellt besvärande.

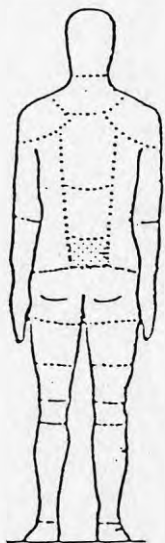
Belastningen är i stort helt att hänföra till hanteringen av betongkällorna på såväl mark som våningsplan.



Ansträngande

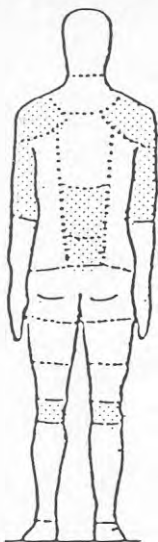
Ulvsunda, gjutning av fabriksbetong med ROT-pump

Kommentar: Metoden upplevdes som ganska lätt och belastade endast ryggen något. Detta uppkom främst under hanteringen med pumpslangen.



Ganska lätt

Vallby, pneumatisk transport av torrmateriel till mixer.



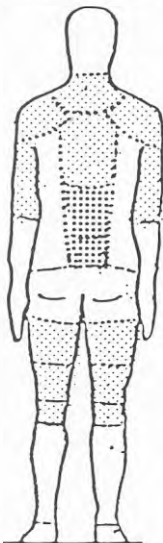
Ganska lätt

Kommentar: Metoden upplevdes som ganska lätt och belastade endast något skuldror, rygg och knä.

Belastningen uppkommer främst under etableringen av mixerutrustningen samt då kärning förekommer.

Konventionella metoder

Kärning av fabriksbetong



Ansträngande

Hantering av torrbrukssäcken



Något ansträngande

Kommentar: Transport av betong och bruk genom kärning ansågs som ansträngande och belastade framförallt rygg, armar och ben. Orsaken till den höga belastningen kan bl a hänföras till svårframkomligheten i och kring ROT-objekten. Hanteringen av torrbrukssäcken (25 kg) upplevdes som något ansträngande och gav belastningar i rygg och arm/skulderpartiet.

6. TEKNISKA ASPEKTER PÅ MATERIALSAMMÄTTNINGEN

Material i form av torrbetong eller torrbruk som användes i samband med pneumatiska system måste vara sammansatta så att de inte separerar i alltför hög grad i samband med transport och hantering. Om en måttlig separation uppstår skall denna inte medföra någon katastrof, materialsammansättningen skall med andra ord vara sådan att det finns ganska stora säkerhetsmarginaler. Bindemedelshalten bör vara så hög att övre gränsen för vattencementtalet inte överskrides ens vid mycket lösa konsistenser.

Nedan visas exempel på en materialkurva, som har gett goda resultat i praktiken.

SIKTDIAGRAM:

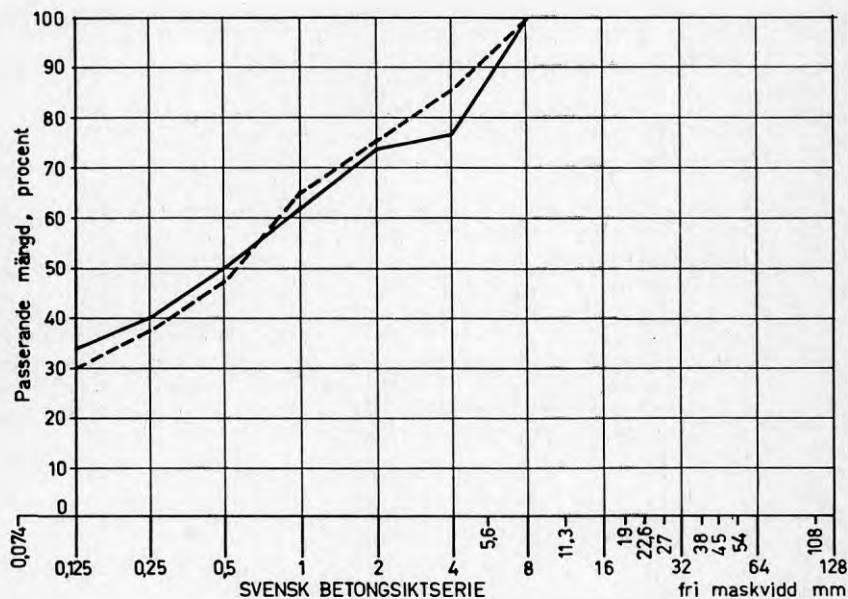


Fig 13. Materialkurva inklusive bindemedel.
 Heldragen linje - före pneumatisk transport.
 Streckad linje - efter pneumatisk transport.

Ett problem i samband med pneumatisk transport av torrmaterial är övre kornstorleken. Utländska erfarenheter anger svårigheter att hantera material med övre kornstorlek >4 mm, vi anser oss dock av de utförda försöken kunna dra slutsatsen att det går att använda material upp till 8 mm. Över denna kornstorlek uppträder svårigheter i form av separation, svårighet att transportera materialet genom skruven, liksom svårigheter att blanda i de kontunerliga blandare, som användes.

För att få en bättre bearbetbarhet och mindre vattenbehov kan med fördel vattenreducerande medel användas, t ex flyttillsatsmedel. Dessa bör i så fall tillsättas i torrbruket.

I ursprungliga planerna ingick en studie av torrbetong, baserad på 3L-betongmaterial. Laboratorieförsök, som genomfördes visade att det är nödvändigt att lättballasten levereras för sig och torkad ballast och cement för sig. Förpackningarna måste då avvägas så att de kan blandas på stället till en sats och i samband därmed tillsättas även det luftporbildande tillsatsmedlet.

På grund av tidsförskjutning med anslaget beviljande, fanns emellertid det ursprungligen planerade objektet ej att tillgå när detta projekt startades.

Vi har dock fastställt att pneumatisk transport av den typ vi har använt för torrbetong icke går att använda för 3L-betong; inte heller går den att våtpumpa.

För större objekt är givetvis fabrikstillverkad 3L-betong att föredra. För mycket små etapper kan materialleveranser av torrbruk, lättballast och tillsatsmedel, enligt vår modell, samt blandning på arbetsplatsen komma ifråga.

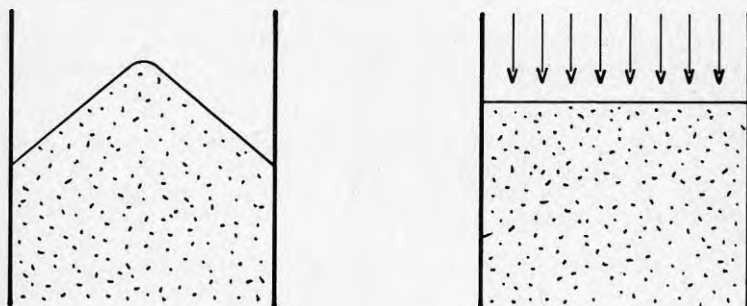
Vid manuell transport av 3L-betong medelst kärning, är materialets relativt låga densitet en stor fördel. Vid pågjutningar är det också ofta krav på minsta möjliga lastökning med hänsyn till konstruktionens bärförmåga. I sådana fall är 3L-betong eller skumbetong en möjlig lösning.

7. UTLÄNDSKA ERFARENHETER

Användning av pneumatisk transport till arbetsstället och blandning i kontinuerliga blandare är vanligt i t ex Tyskland och Schweiz med flera länder.

De utländska erfarenheter, som här redovisas, har huvudsakligen hämtats från Tyskland.

En skillnad gentemot Sverige är att man i Tyskland använder silos under tryck. Detta förhållande gör att den i silos ofta förekommande materialseparationen inte förekommer. Att överföra systemet till Sverige stöter emellertid på stora svårigheter då tryckkärlsbestämmelserna i Sverige och Tyskland uppvisar väsentliga skillnader.



**MATERIALSILO
UTAN TRYCK**

**MATERIALSILO
UNDER TRYCK**

Fig 14. Skillnaden mellan material i en silo som står under tryck och en utan tryck visas schematiskt.

I Tyskland förekommer ofta våtblandning och efterföljande pumpning av bruk i samband med putsning. Den typ av pump som användes är av samma typ som användes i Sverige för utpumpning av golvspackel.

En olikhet gentemot Sverige är att man i Tyskland ofta använder gipsputser. Över huvud taget är putsning vanligare i Tyskland än i Sverige.

I samband med ombyggnad och renovering av det äldre husbeståndet i Sverige har emellertid användningen av puts ökat, i varje fall temporärt.

8. SAMMANFATTNING

Krav har framförts från olika håll på bättre arbetsmiljö i samband med ombyggnads- och reparationsarbeten. Denna undersökning har inriktat sig på studier av transporter av torrbetong och torrbruk inom byggnadsplatsen.

System för pneumatisk transport och våttransport genom pumpning har undersökts och utvecklats, samtidigt som jämförande undersökningar av mera manuellt betonade metoder har genomförts.

Produktionsundersökningar visar att kostnadsbilden är positiv för de nya metoderna.

Den ergonomiska undersökningen visar att arbetsbelastningen minskar avsevärt genom användning av pneumatiska transportmetoder eller våtpumpning, jämfört med transport i kärra och container.

Materialspillet blir praktiskt taget försumbart vid användning av torra material och pneumatisk transport till kontinuerlig blandare.

Maskinkombinationen för pneumatisk transport behöver anpassas och utvecklas ytterligare. Detta har inte varit möjligt inom ramen för detta projekt, men bör utföras i ett särskilt projekt med väl definierad målsättning.

En kravspecifikation för blandningsenheten kan beskrivas sålunda:

Kapacitet	40 l/min
Vikt	< 100 kg
Dimensioner	maximal bredd 650 mm maximal höjd 1900 mm
Elanslutning	maximalt 25 A
Bör kunna blanda material med	$d_{\max} = 8 \text{ mm}$
Dammskyddskåpan utrustas med filterrensning.	

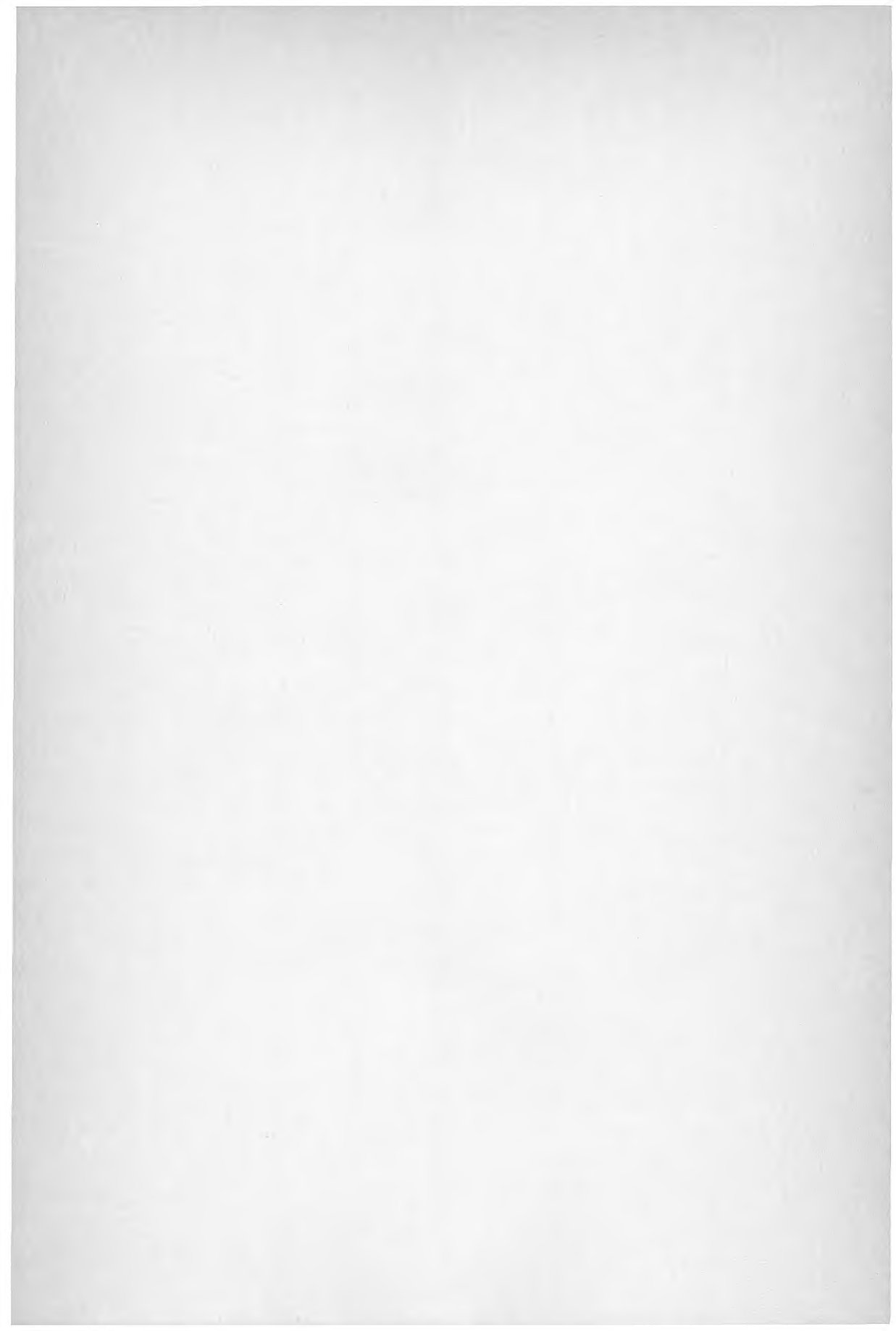
LITTERATUR

Dührkop, Saretok, Sneck, Svendsen:
Bruk, Murning, Putsning
Statens Råd för Byggnadsforskning
Stockholm 1966.

Corlett E.N. Bishop R.P.: A Technique for Assessing
Postural Discomfort. Ergonomics, 1976, Vol. 19.

Borg, Herbert, Ceci: Some characteristics of a
simple run test and its correlation with the bicycle
ergonomic test and physical working capacity,
1984.

Technische Information. Mathis GmbH & Co.,
Merdingen bei Freiburg.



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 830779-5
från Statens råd för byggnadsforskning till AB Västerås
Byggnadsprodukter, Västerås.**

R110: 1987

ISBN 91-540-4820-6

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6707110

**Abonnemangsgrupp:
S. Byggplatsens verksamhet
T. Fastighetsförvaltning**

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

Cirka pris: 30 kr exkl moms