



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



R164:1980

770490 - 800377

Transport och läggning av betongrör

**Rationella metoder för hantering
av rör från fabrik till rörgrav.
Ettapp 2**

**Erik Björk
Göran Lundström m fl**

Byggeforskningsrådet

R164:1980

TRANSPORT OCH LÄGGNING AV BETONGRÖR

Rationella metoder för hantering av rör
från fabrik till rörgrav. Etapp 2.

Erik Björk
Göran Lundström

Roland Andersson
Bo Glimskär
Per-Erik Höglund

Denna rapport hänför sig till forskningsanslagen 770490-2
och 800377-9 från Statens råd för byggnadsforskning till
AB Skånska Cementgjuteriet, Stockholm, respektive Bygg-
ergonomilaboratoriet, KTH, Stockholm.

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

R164:1980

ISBN 91-540-3402-7

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1980 058768

INNEHÅLL

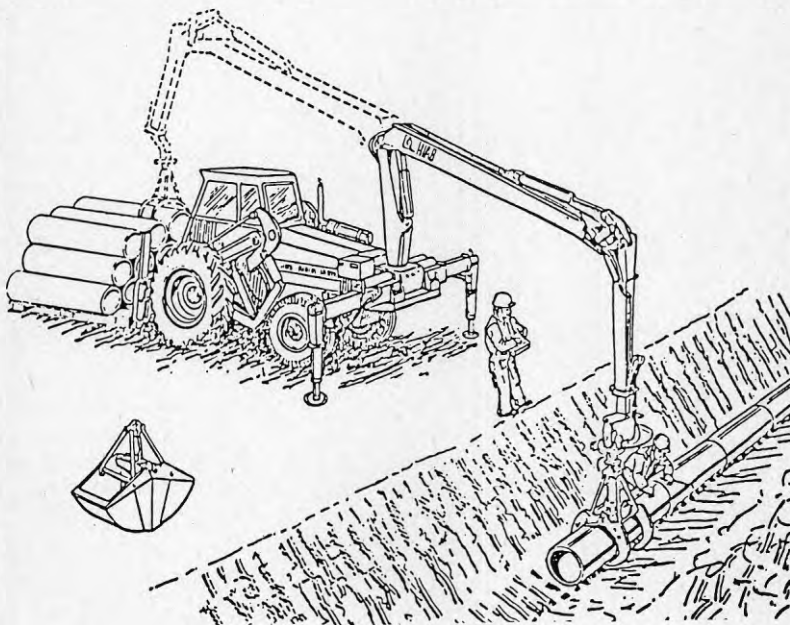
SAMMANFATTNING	5
1	INLEDNING 11
1.1	Bakgrund 11
1.2	Uppläggnig och organisation 11
2	UTRUSTNING SOM PROVATS 13
2.1	Kranförsedd hjullastare 13
2.2	Lastbärare och lasthållare 13
2.2.1	Stålhäckar 14
2.2.2	Pallramar 14
2.2.3	Lasthållare 15
2.2.4	Combitainer 15
2.3	Hjullastare med alternativ kranplace- ring 15
3	PROVNING I FÄLT 17
3.1	Förutsättningar 17
3.2	Transport från fabrik till arbets- plats 17
3.3	Transport på arbetsplatsen 18
3.4	Rörläggning 19
3.5	Grushantering 19
4	ERGONOMI 21
4.1	Allmänt 21
4.2	Bakgrund 22
4.3	Uppläggnig 22
4.4	Resultat 23
4.4.1	Utrymmen 23
4.4.2	Ledningsbäddsmaterial 25
4.4.3	Handverktyg 25
4.4.4	Metodutveckling 26
4.5	Slutsatser 27
5	UTVÄRDERING 29
5.1	Bearbetning och resultat av arbets- studierna 29
5.1.1	Tider 29
5.1.2	Kostnader 31
5.2	Kapacitetsjämförelser 32
5.3	Transport från fabrik till arbets- plats 32
5.3.1	Lastning 32
5.3.2	Lastbilstransport 35
5.3.3	Lossning 35
5.4	Transport på arbetsplatsen 36
5.5	Rörläggning 37
5.6	Grushantering 38
5.7	Hjullastare med alternativ kranplace- ring 40
5.8	Lastbärare 42
5.8.1	Stålhäckar 42
5.8.2	Pallramar 43
5.8.3	Lasthållare 43
5.8.4	Combitainer 43
5.9	Sammanfattning och kommentarer 43

BILAGA 1	Fotobilaga	51
BILAGA 2	Flerpinns-gaffel	60
BILAGA 3	Modifierad pallram	61
BILAGA 4	Lasthållare	62
BILAGA 5	Förslag till maskinpall	63
BILAGA 6	Inkörningsberäkning	64
BILAGA 7	Kostnadsjämförelse	67
BILAGA 8	Beräkning av läggningskapaciteter . . .	70
FIGURFÖRTECKNING	73
LITTERATUR	75

SAMMANFATTNING

Skånska Cementgjuteriet genomförde under perioden juni 1978 - maj 1979 etappen 1 av projektet. I slutrapporten (R103:1979) konstateras att i första hand följande bör utföras i etapp 2:

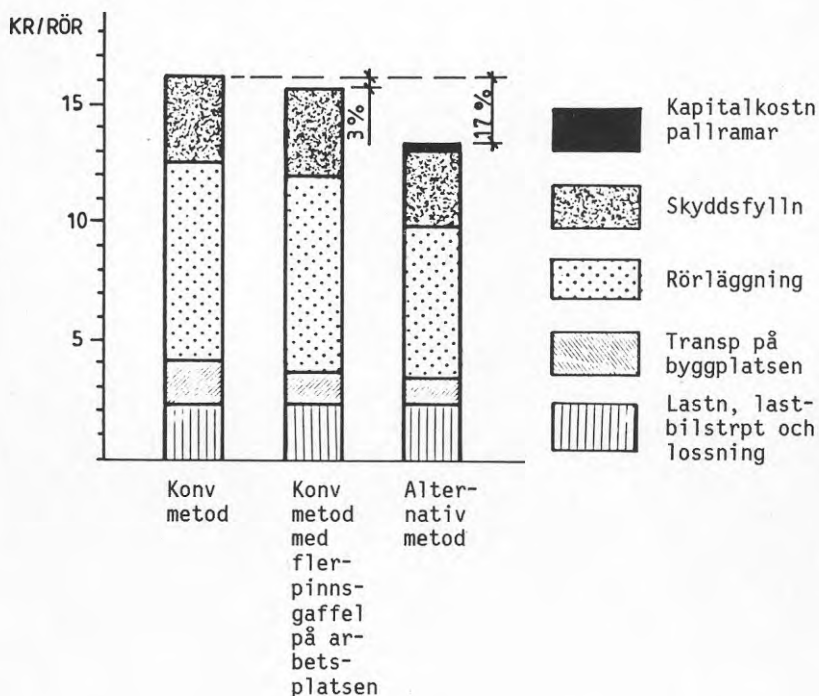
- Framtagande av prototyputrustning gällande metoden med kranförsedd hjullastare enligt figur nedan samt uppföljning och utvärdering av denna metod.



- Framtagande av förbättrade lastbärare av typen stål-häckar och pallramar samt uppföljning och utvärdering av vårt förslag till hur dessa ska användas.
- Kartläggning av förekomsten av för växel-flak lämpade leveranser. Här har man då att ta hänsyn till sådana frågor som lastsammansättning och lastningstid, kvarlämnande av flak på arbetsplatsen samt lossning direkt på konventionellt sätt.

Efter att närmare ha granskat dessa tre punkter, fann vi det emellertid mindre lämpligt att behandla kartläggningen av växel-flakstransporter inom detta projekt. Huvudsyftet med etappen 2 borde vara det som avsetts från början, nämligen att ta fram och prova en prototyp av den utrustning som föreslagits i etapp 1 samt följa upp användningen av förbättrade exemplar av lastbärare. Kartläggningen av växel-flakstransporter kan lämpligen ske i något framtida byggforskningsprojekt, mer specialiserat på transportfrågor.

Med utgångspunkt från arbetsstudier har tider för de olika aktiviteterna i hanteringskedjan kunnat fastställas. Vissa tider har korrigerats med hänsyn till inkörning. Detta beror på att en helt ny metod (alternativa metoden) har jämförts med en sedan länge inövad metod. Med tiderna som grund har jämförande kalkyler kunnat göras. Resultaten redovisas i nedanstående diagram och gäller för rör \varnothing 225 mm. För rör \varnothing 300-400 mm bör en jämförelse bli fördelaktigare för den alternativa metoden. Denna alternativa metod innebär i korthet att rören levereras på pallramar och hanteras på arbetsplatsen med hjälp av flerpinnsgaffel. Läggning och skyddsfyllning sker med den kranförsedda hjul-lastaren.



Arbetsstudiernas tider har också omvandlats till kapacitetsdata, uttryckta i meter rörgrav per dag. Resultatet innebär att de metoder, som är aktuella i detta sammanhang, har ungefär samma läggningskapacitet, skillnaderna ligger inom den normala felmarginalen. Ett försök att rangordna metoderna får alltså huvudsakligen baseras på andra faktorer än kapacitetsdata. Därför gör vi här en jämförelse punkt för punkt mellan metoderna och därefter en sammanfattning.

En övergång till användning av den alternativa metoden innebär att trucken på fabriksområdet inte behöver någon hjälpare vid lastningen, eftersom rören ligger i färdiga "paket" på pallramarna. Trucken kan visserligen klara sig utan hjälpare även vid lastning av lösa rör, men då fordras att lastbilschauffören under lastningen befinner sig uppe på flaket och rullar eller lyfter rör till de "luckor" som uppkommer bland rören. Detta arbete är, oavsett om det utförs av lastbilschauffören eller truckens hjälpare, allt annat än lämpligt ur ergonomisk synvinkel. Risken

är speciellt stor för klämskador på händer och fötter.

Två nya arbetsmoment är aktuella för lastbilschauffören vid lastningen, dels att lägga ut en pallram på lastbilsflaket innan truckbördan ställs ned, dels att placera lasthållaren ovanpå truckbördan. Dessutom motsvarande arbetsmoment vid lossningen. Hanteringen av lasthållaren medför stora arbetsbelastningar på skuldror, armar och rygg, främst på grund av dess ohanterliga utformning. För att komma till rätta med lasthållarens stora tyngd (med nuvarande konstruktion), kan det bli nödvändigt att förse den med "gaffelfickor" på ovansidan, så att den kan hanteras med truck eller hjullastare.

Hanteringen av tomma pallramar och lasthållare, liksom transporten av dessa tillbaka till fabriken, innebär alltid kostnader, likaså administration av detta. Dessa kostnader är inte medräknade i ovan nämnda kalkyler, däremot ingår kapital- och underhållskostnaderna för pallramarna. Här måste man lägga in och värdera minskat bräckage på arbetsplatsen, bättre ordning, bättre lagringsmöjligheter, lättare att ta rören vid transport på arbetsplatsen, truckkapacitet vid fabriken osv. Tar man hänsyn till alla dessa faktorer, torde fördelarna med pallramar överväga nackdelarna.

En jämförelse visar att den alternativa lossningsmetoden är inemot 40% snabbare än den konventionella, räknat i min/rör. Kostnaden för lossningen är däremot praktiskt taget lika för de två metoderna. Detta beror på den dyrare maskinutrustning, som den alternativa metoden använder för att uppnå den högre kapaciteten.

Lossning med hjullastare kräver större fria ytor vid sidan av lastbilen. Lossning med bilkran fordrar däremot inga utrymmen utöver själva fordonsbredden. Bilkransens räckvidd begränsar dock starkt möjligheterna att välja lämplig upplagsplats för rören.

En lastbil, som måste lossas med hjullastare, t ex om bilkran saknas, kan i många fall få vänta på att en hjullastare blir "ledig" på arbetsplatsen. Denna väntan får givetvis inte bli för lång, vilket ställer ökade krav på främst maskinplaneringen på bygget. Om samarbetsviljan finns bör dock långa väntetider höra till undantagen.

Rörtransporterna på arbetsplatsen blir billigare med den alternativa metoden. Arbetet är dessutom mer ergonomiskt lämpligt. Den konventionella metoden omfattar manuell i- och urlastning av rör i hjullastarskopen, vilket medför tunga lyft i olämplig arbetsställning. Detta undvikes helt med den alternativa metoden, där allt sker maskinellt. Varje arbetsplats måste emellertid anskaffa en uppsättning flerpinnsgafflar till hjullastarna. Dels måste man ha en gaffel för varje rördimension, dels måste man ha samma maskintyp från gång till annan för att gafflarna skall passa.

Kostnaden för själva rörlägningsarbetet blir lägre med den alternativa metoden. Man kan spara in en man i rörgraven och detta är orsaken till den differens i kostnad, som visas i diagrammet ovan. Den kranförsedda hjullastaren medför dock ökade maskininvesteringar och kräver ett hyggligt utnyttjande för att kalkylerna skall innehållas.

Rörläggningsarbetet har förbättrats även ur ergonomisk synvinkel, främst vad avser tunga lyft. Maskinen lyfter och riktar in röret och de enda tunga arbetsmoment, som återstår, är hopskjutning med spett och eventuell justering.

Den kranförsedda hjullastaren har stor flexibilitet. Krاندelen kan relativt enkelt och snabbt kopplas loss, varefter maskinen är en "vanlig" hjullastare och kan användas som en sådan. Metoden är dock mer känslig för maskinella störningar, i och med att arbetet är beroende av maskinen och dess prestanda.

En maskin av denna typ kräver också att arbetet planeras bra, så att rätt redskap sitter på kranen vid rätt tillfälle. Planering krävs också när det gäller placering av grusupplagen. Dessa bör helst placeras så att maskinen kan nå både grushög och rörgrav i samma uppställning.

Kostnaden för skyddsfyllningsmomentet blir lägre med den alternativa metoden. Vid användning av gripskopa är det dessutom möjligt att sprida ut gruset jämnare över rören än med andra metoder. I de intervjuer som gjordes i samband med etapp 1 av projektet, framkom att grusavjämningen av många ansågs vara det mest ansträngande arbetsmomentet för en rörläggare. Metoden bör alltså kunna bidra till minskade förslitningsskador o dyl.

Som framgår av rapporten för etapp 1, gjordes den bedömningen att denna metod för grushantering skulle kunna minska materialspillet. Efter att maskinen provats i fält, kan konstateras att förmågan att göra "rent hus" i grusupplaget är sämre än väntat. Gripskopian lämnar efter sig en mängd småhögar, som var och en inte alls räcker till för att fylla skopan. Dessa lämnas alltså kvar som spill. Hjullastaren och grävmaskinen har visserligen tendensen att skjuta grushögen framför skopan, men totala mängden grus som kvarlämnas i upplaget blir knappast större. En förbättring av den nya metoden är dock möjlig genom att hjullastaren med "vanliga" skopan tar dessa småhögar med till nästa grusupplag.

Under projektets gång framförde Volvo BM idén att flytta kranen på hjullastaren till andra änden av maskinen, dvs placerad på flerpinnsgaffelns plats. Några fältmässiga provningar var tyvärr ej möjliga att genomföra och utvärderingen baseras därför på delvis uppskattade tidsdata.

En fördel med denna kranplacering är att maskinen aldrig behöver belastas av en icke verksam krandel, som dessutom gör ekipaget onödigt baktungt. Kranen kan flyttas snabbare, vilket får som konsekvens att metoden blir mer okänslig för att maskinen placeras fel i förhållande till rörbördans och grusupplagets läge. Å andra sidan måste krandelen kopplas bort oftare. Hjullastaren kan inte hämta en ny börda med rör från upplaget till rörgravskanten utan att först ställa av krandelen. Det bör dock påpekas i detta sammanhang, att det går väsentligt fortare att koppla bort krandelen i detta fall, jämfört med den alternativa metoden.

De bedömda tiderna pekar på att tidsbesparing och därmed kostnadsbesparing är möjlig med denna metodvariant. Några definitiva slutsatser kan emellertid inte dras, förrän metoden testats i arbete under realistiska betingelser.

Man kan givetvis tänka sig att använda vissa delar av den alternativa metoden och applicera dessa på de konventionella rörhanteringsmetoderna. Det som ligger nära till hands är att förse arbetsplatsens hjullastare med flerpinnsgaffel, för att förenkla och förbättra rörtransporterna på arbetsplatsen. Ett sådant arrangemang medför tämligen måttliga investeringar. Samtidigt slipper rörläggarna utföra de tunga lyft i olämplig arbetsställning, som hänger samman med den manuella in- och urlastningen av rör i hjullastarskopan. Som framgår av diagrammet ovan, kan detta dessutom medföra en mindre kostnadsbesparing.

Flera delar av den sk kranförsedda hjullastaren skulle kunna detaljförbättras. Främst gäller det gripverktyget där risken finns, att man med dagens version av gripare, kan tappa ett rör, t ex på grund av en oavsiktlig felmanöver med reglagen. En sådan situation kan givetvis inte accepteras ur arbetarskyddssynpunkt. HIAB-FOCO anser att en och samma gripare med god säkerhetsmarginal skall kunna hantera minst två olika rördimensioner. Det bör också vara möjligt att konstruera någon form av säkerhetsanordning för att förhindra att rör tappas.

Sammanfattningsvis kan sägas att den nya metoden kan medföra kostnadsbesparingar samt betydligt förbättrad arbetsmiljö för rörläggarna. Lastbilschaufförerna har fått ytterligare några arbetsmoment (med pallramar och lasthållare), vilka innebär en viss fysisk ansträngning. Genom ökad truck- och hjullastarhantering av dessa hjälpmedel kan dock denna olägenhet minskas eller helt elimineras. Redogörelsen för metodens alla positiva sidor får dock inte tolkas så, att vi föreslår denna enda metod som lösning på alla rörhanteringsproblem inom landet. Utredningsarbetet har klart visat att förutsättningarna och behoven varierar starkt från fall till fall.

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

Skånska Cementgjuteriet genomförde under perioden juni 1978 - maj 1979 etappen 1 av projektet. Slutrapporten (R103:1979) inlämnades till BFR 1979-05-31 och innehåller, förutom den sedvanliga dokumentationen av projektet, även ett förslag till programpunkter för etapp 2. Där konstateras att i första hand följande bör utföras i etapp 2:

- Framtagande av prototyputrustning gällande metoden med kranförsedd hjullastare samt uppföljning och utvärdering av denna metod.
- Framtagande av förbättrade lastbärare av typen stål-häckar och pallramar samt uppföljning och utvärdering av vårt förslag till hur dessa ska användas.
- Kartläggning av förekomsten av för växelflak lämpade leveranser. Här har man då att ta hänsyn till sådana frågor som lastsammansättning och lastningstid, kvarlämnande av flak på arbetsplatsen samt lossning direkt på konventionellt sätt.

Efter att närmare ha granskat dessa tre punkter, fann vi det emellertid mindre lämpligt att behandla kartläggningen av växelflakstransporter inom detta projekt. Orsaken var främst att en sådan kartläggning borde omfatta hela sortimentet av betongvaror och sannolikt också större delen av landet för att ett användbart resultat skulle kunna erhållas. Härigenom skulle dels kostnaderna för projektet öka kraftigt, dels skulle kartläggningen av växelflakstransporterna bli en orimligt stor del av projektet. Huvudsyftet med etappen 2 borde vara det som avsetts från början, nämligen att ta fram och prova en prototyp av den utrustning som föreslagits i etapp 1 samt följa upp användningen av förbättrade exemplar av lastbärare. Kartläggningen av växelflakstransporter kan lämpligen ske i något framtida byggforskningsprojekt, mer specialiserat på transportfrågor.

1.2 Uppläggning och organisation

Genomförandet av etapp 2 kan indelas i följande avsnitt:

- Konstruktion, tillverkning och montage av utrustning.
- Provning i fält.
- Utvärdering och rapportskrivning.

Arbetet med projektet har utförts av en projektgrupp bestående av följande personer:

Erik Björk, Planeringsavdelningen SCG, projektledare
 Gunnar Hallman, Vägavdelningen SCG.
 Göran Lundström, Planeringsavdelningen SCG.
 Lars-Göran Nordquist, Vägavdelningen SCG.
 Lennart Torstensson, Centrala Skyddstjänsten SCG.

Framtagandet av den s k kranförsedda hjullastaren har skett i samarbete med Volvo BM och HIAB-FOCO. Kontaktmän vid dessa företag har varit Erik Björe respektive Bengt Nordström.

Som konsulter i ergonomiska frågor har personal från Byggergonomilaboratoriet, KTH, medverkat.

Vid sidan av projektgruppen har en referensgrupp funnits, som ställt sitt kunnande till förfogande för konsultationer, bedömningar, kritik etc. Referensgruppen har bestått av följande personer, av vilka flera har lång erfarenhet och ingående kunskaper om rörläggning:

Gösta Angard, överingenjör, Vägavdelningen SCG.
John Jonasson, verkmästare, SCG betongvarufabrik, Bålsta.
Bengt Lundberg, civilingenjör, Centrala Skyddstjänsten SCG.
Owe Lärkfeldt, ingenjör, Betongvaruavdelningen SCG.
Henry Strömberg, rörläggare, Vägavdelningen SCG.
Jan-Otto Wejdling, överingenjör, Betongvaruavdelningen SCG.
Ulf Åberg, professor, Byggergonomilaboratoriet KTH.

2 UTRUSTNING SOM PROVATS

För etapp 2 måste viss prototypustrustning tillverkas. Den skranförsedda hjullastaren erhöles genom att en lastbilskran monterades på en hjullastare enligt de riktlinjer som drogs upp i etapp 1. Modifierade och förbättrade exemplar av lastbärare och lasthållare tillverkades, liksom en flerpinnsgaffel till hjullastaren.

2.1 Kranförsedd hjullastare

Ett provexemplar av denna maskintyp erhöles genom att en lastbilskran av typen HIAB 670 monterades på en hjullastare (Volvo BM 4300) enligt de principer som beskrevs i rapporten R103:1979. Kostnaderna för detta fördelades så att Volvo BM och HIAB-FOCO tillhandahöll hjullastare respektive lastbilskran med gripverktyg och gripskopa under hela montage- och provtiden. Arbetet med att montera kranen på hjullastaren utfördes vid HIAB-FOCOs verkstad i Södertälje och bekostades av Skånska Cementgjuteriet.

Den gripare, som kranen utrustades med, specialtillverkades för rördimensionen \emptyset 225 mm. Man utgick därvid från en gripare avsedd för hantering av timmer och justerade dess geometriska form, så att man kunde komma åt att ta rör direkt från t ex pallramar. Just gripverktygets form och funktion bör, enligt HIAB-FOCO, kunna förbättras avsevärt. Varje gripare skall också passa till flera olika rördimensioner utan att säkerheten ifrågasätts. Denna detaljutformning har dock ej avhandlats inom detta projekt.

Två olika storlekar på gripskopor har använts, 250 och 500 liter. Båda skoporna har saknat tänder.

Det färdiga resultatet framgår av bilderna 1 och 2 i bilaga 1. Som synes är hjullastaren utrustad med en flerpinnsgaffel i stället för skopa. Denna gaffel, som anpassats till Volvo BMs snabbkopplingssystem, har principiellt samma konstruktion och användningsområde som de flerpinnsgafflar som gaffeltruckarna vid SCGs betongvarufabriker använt i många år. Detta exemplar har tillverkats speciellt för rördimensionen \emptyset 225 mm, se bilaga 2.

Det bör poängteras att hjullastaren lätt kan byta redskap (utan att föraren behöver gå ur hytten) från flerpinnsgaffel till pallgaffel, "vanlig" skopa eller någon annan av delarna i Volvo BMs redskapsprogram.

2.2 Lastbärare och lasthållare

När den ovan beskrivna utrustningen provades i fält levererades rören på lastbärare, som i flera avseenden förbättrats jämfört med äldre konstruktioner. Följande utrustning inköptes:

Stålhäckar	2 st
Pallramar	4 st
Underpallramar	4 st
Lasthållare	4 st

Dessutom lånades en "Combitainer" för krokrör från Catinus/Grythyttan AB.

2.2.1 Stålhäckar

De hopfällbara stålhäckar, som tillverkades för detta projekt (se bild 3 och 4 i bilaga 1), har samma huvudmått och principutförning som redovisats i rapporten för etapp 1. Tre detaljer har förbättrats:

- De två bärande I-profilerna i botten är grövre än tidigare.
- De fyra krokarna i hörnen är av typen "grisknorr", vilket gör att lyftstroppar eller kedjor till ok lättare och säkrare krokas fast.
- Den spärr som låser häcksidorna i uppfällt läge är ej längre fjäderbelastad utan av enklare och säkrare konstruktion, se bild 5 och 6 i bilaga 1.

På bild 7 visas de två stålhäckarna staplade på varandra och fyllda med rör av dimensionen \varnothing 150 mm. Framför häckarna ligger på marken det ok, som används då häckarna lyftes med hjälp av kran och vid sidan syns Combitainern fylld med krokrör \varnothing 150 mm.

2.2.2 Pallramar

De pallramar och underpallramar, som användes vid provningen i fält, har i princip samma dimensioner och användningssätt som beskrivits i föregående rapport. Utseendet av de nya pallramarna framgår av bild 8 och 9 i bilaga 1 och underpallramarna av bild 10 och 11. Bild 12 visar samma pallramar med rör \varnothing 225 mm.

Under arbetets gång ville vi även prova om underpallramarna kunde rationaliseras bort. Vi försåg då pallramarna med en extra tvärså på undersidan, asymmetriskt placerad, se ritning i bilaga 3. Principen för användningen av denna modifierade pallram framgår av figur 2.1.

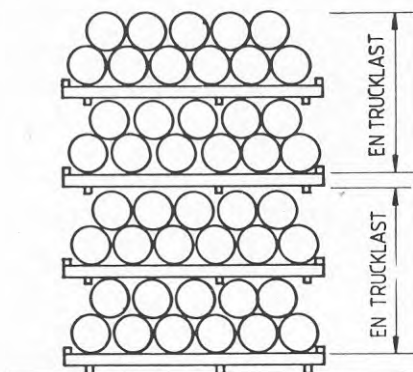


FIG 2.1 Pallramar med rör \varnothing 225 mm. Modifierad typ.

2.2.3 Lasthållare

När rör på pallramar lastas på bil, kommer översta rörraden så högt att lämmarna ej räcker till i höjddled. Någon typ av lasthållare måste då användas. I etapp 2 har en hållare av trä provats, se bild 13 i bilaga 1. På bild 14 visas hållarens placering ovanpå rörtraven på lastbilsflaket. Dimensioner framgår av bilaga 4.

2.2.4 Combitainer

Eftersom vår strävan var att rationalisera hanteringsarbetet för de raka rören genom införande av enhetslaster med hjälp av lastbärare, var det naturligt att titta på detta även för "rör-delar" t ex krokrör. Internt inom SCG finns en större specialpall (för grenrör, skarvrör m m) på vilken även "Combitainergrindar" kan monteras (för krokrör och liknande). Denna "Combitainer", som i första hand är till för transporter i fulla lass mellan fabrikena, bedömde vi vara för stor att ta ut krokrör i till arbetsplatsen. Normalt är det mest fråga om krokrör \emptyset 150 som det blir lite mängder av. För den skull ville vi prova en "Combitainer" byggd på "Europapallen" (1200 x 800 mm) och en sådan lånades från Catinus/Grythyttan AB. (Det finns givetvis även andra tillverkare av sådana behållare). Höjden på grindarna var 800 mm med en grind vikbar för lättare i- och urplockning. Utöver fördelarna vid lastning-lossning, räknade vi med bättre ordning och mindre bräckage för dessa produkter på arbetsplatsen.

2.3 Hjullastare med alternativ kranplacering

Under projektets gång framförde Volvo BM idén att flytta kranen till andra änden av maskinen, dvs placerad på flerpinnsgaffelns plats. Krandelens måste då givetvis förses med en fästansordning som överensstämmer med det övriga redskapsprogrammets, så att en snabb och enkel växling mellan exempelvis flerpinnsgaffel och krandel möjliggörs. Detta innebär ej några större verkstadsingrepp och Volvo BM har också bekräftat att maskinen klarar de påkänningar, som då blir aktuella. Erforderliga anslutningsledningar för hydraulolja till kranen finns redan framdraga på den aktuella maskintypen. Fördelarna med denna kranplacering är flera, se vidare avsnittet "Utvärdering".

Några fältmässiga provningar har dock ej kunnat utföras. Detta har i första hand berott på svårigheter att skaffa fram ett lämpligt provexemplar av hjullastare. Maskinen låses ju viss tid både på verkstad och provningsplats och detta har ej gått att förena med givna tids- och kostnadsramar för projektet. Våra bedömningar av denna alternativa kranplacering får därför baseras på beräkningar med delvis uppskattade tidsdata. Detta bör ändå ge en för denna jämförelse fullt acceptabel noggrannhet.

3 PROVNING I FÄLT

3.1 Förutsättningar

Den utrustning, som beskrivits i kapitel 2, provades i fält under tiden december 1979 - februari 1980. Härigenom kunde såväl brister som förtjänster kartläggas, liksom inverkan av sträng vinterkyla. Fältstudierna förlades till Skånska Cementgjuteriets arbetsplats Södra Viby i Bålsta, där arbetet vid denna tidpunkt bestod i rörläggning och övriga markarbeten för ett blivande småhusområde.

De rör, som användes vid läggningen, levererades från SCGs betongfabrik, belägen endast ca 2 km från arbetsplatsen. Den rördimension som studerades, var till största delen \varnothing 225 mm.

Fältprovet dokumenterades, liksom i etapp 1, i huvudsak genom fotografering. Dessutom diskuterades alla fördelar och nackdelar med de inblandade parterna (arbetsledare, rörläggare, maskinförare och lastbilschaufförer). I begränsad omfattning videofilmades också vissa arbetsmoment.

Arbetsstudier gjordes av såväl förekommande konventionella rörläggningsmetoder som den nya alternativa metoden med kranförsedd hjullastare. Hela hanteringskedjan, från lastning vid fabrikslager till skyddsutfyllning av färdig ledning, har studerats och resultatet har legat till grund för alla kapacitetsbedömningar liksom för de jämförande kostnadskalkylerna i kapitel 5.

3.2 Transport från fabrik till arbetsplats (steg 1-2)

Transporterna från fabrik till arbetsplats sker uteslutande med konventionell lastbil med släp och fasta flak. Lastning och lossning går till på något olika sätt om rören hanteras lösa eller travade på pallramar.

Två olika metoder har studerats:

- Konventionell metod

Rören hanteras lösa och lastningen sker med gaffeltruck utrustad med flerpinnsgaffel, se bild 15-16 i bilaga 1. Gaffeln, som tillverkas speciellt för varje rördimension, har i detta fall 6 pinnar och kan således ta 11 rör av dimensionen \varnothing 225 mm åt gången. Härav följer också att rörupplaget måste förberedas genom att vart 6:e rör i översta lagret tas bort, manuellt eller maskinellt.

Det förekommer även på många fabriker att man endast tar ett lager rör på flerpinnsgaffeln. Denna metod blir givetvis dyrare och tar längre tid.

Förankring av lasten sker med 2 långsgående förankringsband, som båda når över flakets hela längd.

Lossningen vid arbetsplatsen görs med bilens kran försedd med flerpinnsgaffel, se bild 17-18. Rören måste således läggas ned inom kranens arbetsområde.

- Alternativ metod

Rören hanteras hela tiden liggande på pallramar och lastningen sker med gaffeltruck utrustad med flerpinnsgaffel, se bild 19. Trucken håller därefter rören i lämplig höjd medan lasthållaren läggs på (bild 20-21), varefter "rörpaketet" placeras på en pallram på bilflaket (bild 22). Denna pallram har lagts ut av lastbilschauffören och kan utgöra t ex det exemplar som kvarlämnats på marken i rörupplaget.

Förankringen av lasten sker i detta fall med 3 tvärgående förankringsband, där varje band förankrar 2 truckbördor.

Lossningen vid arbetsplatsen sker med hjullastare försedd med flerpinnsgaffel och tillgår på samma sätt som lastningen fast i omvänd ordning, se bild 23-26.

Hjullastare med flerpinnsgaffel kan givetvis också användas till att lossa en konventionellt lastad bil. Denna metodvariant behandlas närmare i kapitel 5.

Vi har också studerat användningen av de nya exemplaren av stålhäckarna. Här har det varit fråga om ändringar för att förbättra säkerheten och de nya häckarna skall därför användas på exakt samma sätt som de gamla. För kommentarer till gjorda detaljförbättringar, se kapitel 5.

Användningen av Combitainer, för transport och hantering av rördelar, kommenteras också i kapitel 5.

3.3 Transport på arbetsplatsen (steg 2-3)

Två olika metoder att förflytta rören från upplaget till läggningsstället har studerats:

- Konventionell metod

Rören lastas i hjullastarskopan för hand, transporteras av hjullastaren löst liggande i skopan till rörgravskanten, där de lastas ur ett och ett för hand, se bild 27 i bilaga 1.

- Alternativ metod

Rören transporteras helt maskinellt av en hjullastare, t ex den kranförsedda, utrustad med flerpinnsgaffel. Det visade sig dock under fältprovningens gång nödvändigt att först flytta rören från pallramen till en särskild "maskinpall". Orsaken var att kranens räckvidd ej räckte till för att trä av de rör som hängde på flerpinnsgaffelns pinnar. Denna omflyttning av rören gjordes helt maskinellt av hjullastaren utrustad med flerpinnsgaffel. "Maskinpallen" skall givetvis utföras så att den kan lyftas som en vanlig pall med användande av just flerpinnsgaffeln. För provningsändamål användes en vanlig pallram, som pallades upp med träreglar, så att gaffeln kunde få in

sina pinnar under pallramen när den stod på marken.
Ett förslag till maskinpall visas i bilaga 5.

3.4 Rörläggning (steg 3-5)

De två studerade metoderna för själva rörläggningen är följande:

- Viby-metoden (konventionell metod)

På den arbetsplats där fältstudierna genomfördes användes två grävmaskiner vid rörlägningsarbetet, den större för schaktning och den mindre för att lyfta ned rör, grusavjämning, skyddsfyllning etc. Vid nedsänkningen av rören kopplades rören till skopan med hjälp av en kätting. Det fortsatta arbetet följde sedan helt den s k normalmetoden som beskrivits i rapporten för etapp 1, dvs påsättning av gummiring, omkulläggning, inriktning och hopskjutning skedde helt manuellt (hopskjutningen med hjälp av spett).

Eftersom denna rörlägningsmetod ej exakt överensstämmer med den s k normalmetod som definierats i etapp 1, har vi valt att kalla den "Viby-metoden". Detta endast för att underlätta hänvisningar o dyl i denna byggforskningsrapport, inte för att få arbetsplatsen Södra Viby i Bålsta att framstå som unik. Metoden används säkerligen på flera arbetsplatser runt om i landet även om vi inte träffat på den i samband med metodinventeringen i etapp 1.

- Alternativ metod

Rörlägningsarbetet utfördes med den s k kranförsedda hjullastaren helt enligt de principer som redovisats i etapp 1. Detta innebär att maskinen, efter att ha fällt ut stödbenen, med hjälp av kranen tar rören ett och ett direkt från maskinpallen på gaffeln, sänker ned det i rörgraven, håller röret i lämplig höjd medan rörläggaren sätter på gummiringen, riktar in röränden, varefter rörläggaren skjuter ihop med hjälp av spett. Kranen styrs av hjullastarens förare från hytten, eller om så erfordras med hänsyn till sikten, från rörgravskanten med hjälp av fjärrkontroll via kabel, se bild 28-30 i bilaga 1.

3.5 Grushantering

Vid rörläggning förekommer grushantering vid främst två olika tillfällen, dels avjämning av rörgravsbotten före läggning, dels skyddsfyllning efter läggning. Två olika metoder studerades i fält:

- Viby-metoden (konventionell metod)

Den mindre grävmaskinen (Åkerman H7M), som omnämns i kapitel 3.4, användes för all grushantering i rörgravarna. Grusupplagen lades så nära rörgravarna som möjligt, vilket ändå innebar att grävmaskinen många gånger transporterade gruset 10-20 meter.

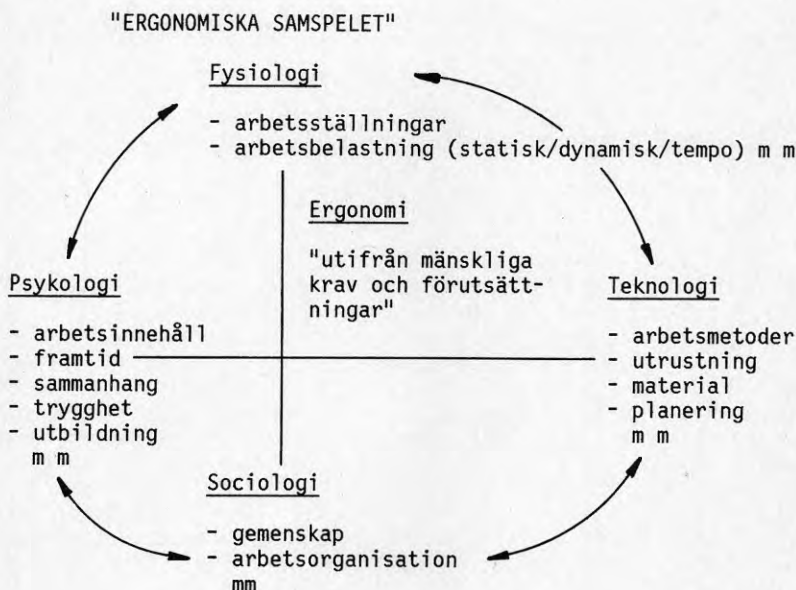
Alternativ metod

Kranen på hjullastaren kan relativt snabbt och enkelt byta från gripare till gripskopa, se bild 31 i bilaga 1. Med denna gripskopa hanteras gruset vid såväl bottenavjämning som skyddsfillning. Grusupplagens placering bör givetvis vara sådan, att kranen når dem med så få flyttningar som möjligt.

4 ERGONOMI

4.1 Allmänt

Ergonomi behandlar arbetsutformning utifrån mänskliga krav och förutsättningar. Arbetsituationen är sammansatt av ett flertal element, som mer eller mindre påverkar arbetstagarens "totala" situation. Flera kunskapsområden måste därför studeras och beaktas för att en optimal förbättring skall kunna åstadkommas. Ett ergonomiskt angreppssätt på arbetsituationen är således tvärvetenskapligt och innehåller kunskapsområden som fysiologi, teknologi, sociologi och psykologi.



Denna definition av ergonomi stämmer väl överens med vad som står i Arbetsmiljölagen.

Traditionellt har hälsa uppfattats som frånvaro av sjukdom. Nu har ambitionsnivån för denna definition av hälsa höjts och samtidigt har området breddats för de betingelser - fysiska, psykiska och sociala - som beaktats i förbindelse med hälsa.

Genom olika slag av tekniska anordningar och genom riktig utformning av arbetsmetoder, arbetsredskap, förpackningar etc minskar belastningen på organismen vid kroppsarbete. Mekaniseringsprocessen har medfört både fördelar och nackdelar från arbetsmiljösynpunkt. Ett visst mått av fysisk ansträngning i lämplig form är ju en positiv faktor för hälsan. Men det är viktigt att man vid arbetsutformningen hindrar plötsliga kraftansträngningar, kraftiga arbetsmoment, vibrerande arbetsmoment, statisk belastning och ensidiga arbetsrörelser och arbetsställningar. Kombinationer av tungt arbete med arbetshygieniska eller psykosociala belastningar måste också uppmärksammas vid arbetsplaneringen. Försök har visat att man inte helt kan förlita sig på

att undvika arbetsskador genom att rätt lyftteknik används, även om denna lyftteknik blivit utlärd. Man måste i stället systematiskt skapa en sådan arbetsutformning, genom t ex hjälpverktyg, materialutformning, arbetsutrymmen etc att olämplig belastning på kroppen inte uppstår.

4.2 Bakgrund

Byggergonomilaboratoriet har i en tidigare undersökning kunnat konstatera att främst bristfälliga arbetsutrymmen i samband med arbete i ledningsgravar ger försvårade arbetsförhållanden. En utveckling av typsektionerna från ergonomisk synpunkt skulle här kunna tänkas medverka till förbättrade arbetsförhållanden.

Olika rörläggningmetoder gav också olika utslag i arbetsbelastning och borde därför undersökas närmare och utvecklas ytterligare.

I samband med rörläggning kunde också konstateras att skyffling av olika ledningsbäddsmaterial påverkade arbetsbelastningen.

En utveckling av olika handverktyg syntes också nödvändig.

4.3 Uppläggning

Byggergonomilaboratoriet har med utgångspunkt från problemen därför valt att fortsätta projektet i två skilda delar.

Den ena som har utförts laboriemässigt har syftat till att utprova erforderliga arbetsutrymmen i ledningsgravar samt skyffling och hantering av olika ledningsbäddsmaterial. I sammanhanget har även ett speciellt "rörläggarspett" utvecklats, då med egenskaper att passa rörläggingsarbetet. Denna del av undersökningen finns också utförligt avrapporterad i - Ergonomi vid arbete i ledningsgravar - (BFR, R68:1980) varför endast sammanfattningar av rapporten ges i det följande.

I den andra delen har främst effekter av metodförändringar studerats och följts genom hela produktionsprocessen, alltså hela vägen från fabrik till rörgrav.

Datainsamlingen har bedrivits främst genom observation på plats. Resultatet analyserades genom direkta jämförelser med tidigare probleminventering. Till utgångspunkt för analysen har tidigare använd produktionskedja valts, se figur 4.1.

Slutligen har också resultaten från de olika delundersökningarna sammanvägts.

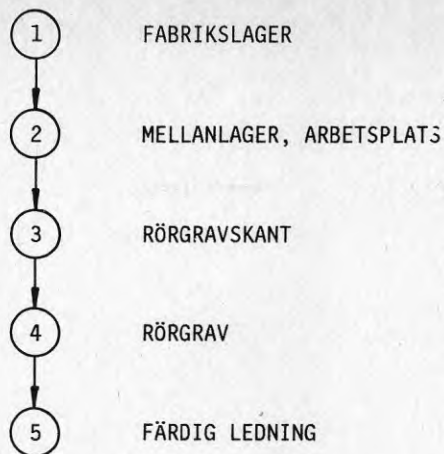


FIG 4.1 Produktionsprocessen

4.4 Resultat

4.4.1 Utrymmen

I Byggergonomilaboratoriets fullskalelaboratorium byggdes en ledningsgrav i full skala. Vi gjorde den som en 8 m lång låda med en bredd av 2 m samt med 3 m höga flyttbara väggar vars lutning kunde varieras.

De vanligaste förekommande rörlägningsmetoderna ingick i undersökningen. Vid studierna medverkade rörläggare från Stockholms Vatten- och Avloppsverk.

För att bedöma arbetsbelastningen på rörläggaren mätte vi hjärt-pulsfrekvensen med sk telemetrisk utrustning. Dessutom videobandade vi försöken. Resultaten visade att med de mått som MARK-AMA anger för ledningsgravarnas typsektioner blir arbetsutrymmet så snålt att arbetsförhållandena blir starkt försvårade. Resultaten innebär därför att rörgravarna bör projekteras med ökad sektionbredd så att minst 45 cm fritt utrymme finns på ömse sida om rör och slänt (släntlutning 5:1).

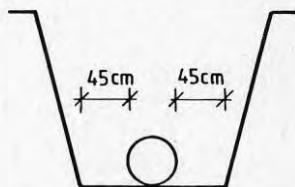


FIG 4.2 Nödvändigt arbetsutrymme för läggning av rör

Mätning av hjärtpulsfrekvensen under arbetsmomenten visade klart höga belastningar i de fall man kunde förvänta att utrymmet hindrade en god arbetsställning och fria rörelser med arbetsredskapen. Ökad sektionsbredd sänker alltid tidsåtgången och mestadels också hjärtpulsfrekvensen, se figur 4.3. Med riktiga redskap och ökad sektionsbredd visade det sig i vissa fall möjligt att nedbringa tidsåtgången för arbetet till hälften.

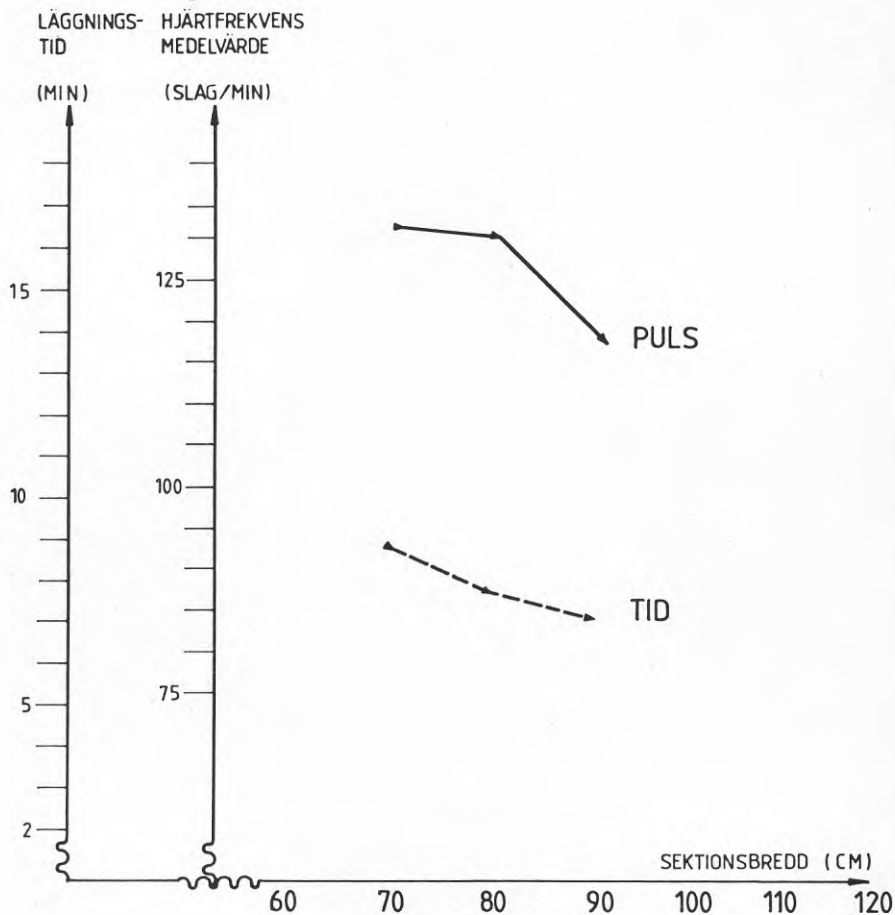


FIG 4.3 Läggnings- och hjärtfrekvensmätningar vid läggning av \varnothing 225 mm betongrör. Exempel på undersökningsresultat

4.4.2 Ledningsbäddsmaterial

Undersökningen genomfördes i laboratoriets fullskalelaboratorium. För ändamålet byggdes den från föregående del använda lådan om. Fyra olika fyllningsmaterial har använts. Dessa valdes med hänsyn till att de skulle ligga inom de tekniska normerna för val av fyllningsmaterial för ledningsbädd.

Volymen har hållits konstant under proven, varför totalt skyfflad vikt kommit att variera med materialets skrymdensitet.

Resultaten har visat att en mjuk kornstruktur och en allsidig kornfördelning ger minskad arbetsbelastning. Materialet bör ur ergonomisk synpunkt därför ha så låg finhetsmodul som möjligt. Detta innebär att man i första hand bör välja ett naturmaterial och inte ett krossmaterial, vilket i allmänhet har en mycket högre inre friktion och således kräver större arbetsinsats. Naturmaterialet har ju däremot en inbyggd "kullagereffekt" genom den allsidiga kornfördelning, se figur 4.4.

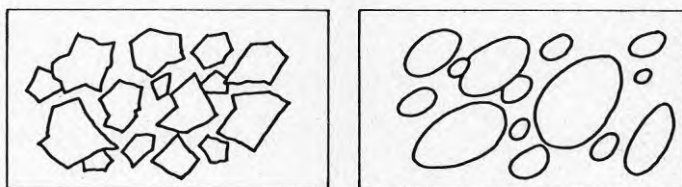


FIG 4.4 Krossmaterial

Naturmaterial
- inbyggd kullagereffekt

Resultaten har också visat att arbetstiden reduceras betydligt vid skyffling av naturmaterial jämfört med skyffling av krossmaterial. Där mycket skyffling kan påräknas bör alltså ett naturmaterial väljas före ett krossmaterial, se följande tabell:

Materialtyp	0/3	0/8	0/30	0/50
Arbetstygnd, %	64,8	65,4	83,4	80,5
Arbetstid, min	7,24	8,52	9,87	8,72
Materialvikt, kg/dm ³	1,46	1,35	1,47	1,90
Finhetsmodul	1,07	2,82	6,30	4,92

4.4.3 Handverktyg

Laboratoriet har valt att ta fram ett verktyg som inte ökar mängden erforderlig utrustning och som kan ge de flesta fördelarna för den lilla och lågt mekaniserade arbetsplatsen. Det nya verktyget är ett ergonomiskt och för rörläggning avpassat spett.

Det har utformats för att underlätta bärning med hjälp av spett genom att ge förutsättning för en bättre arbetsställning och minskade risker att tappa röret.

Det har utformats för att underlätta riktningsjustering både med och utan laser genom att det kan gripa tag i muffen och ge en ergonomiskt riktig arbetsställning och låg belastning.

Det har utformats för att underlätta ihopdragning genom att det inte slinter så lätt i bäddmaterialet på grund av dess stora tryckyta. Det har även stor tryckyta mot röret för att inte skada detta. Dessutom ger det förutsättning för en anatomiskt riktig arbetsställning, vare sig man "trycker" eller "drar ihop" rören, se bild nr 32 i bilaga 1.

Utformningen medger också understoppning i trånga sektioner där spaden inte kommer åt.

4.4.4 Metodutveckling

Den nya metoden, den s k kranförsedda hjullastaren, som tidigare beskrivits, innebär stegindelning med förflyttningar enligt figur 4.5.

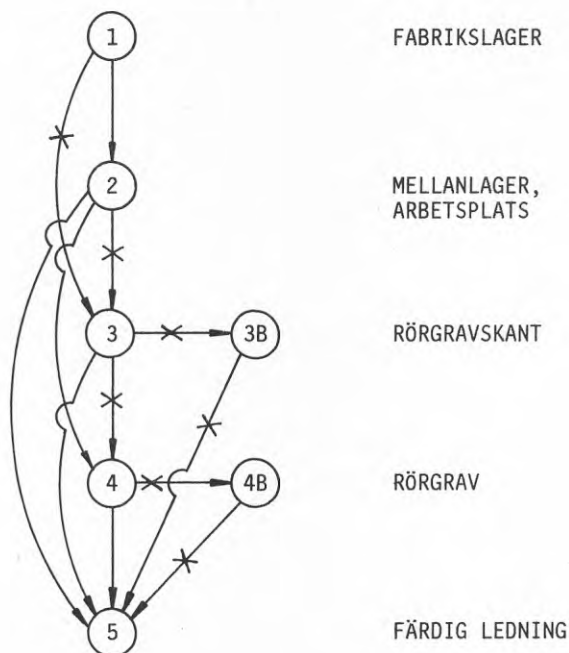


FIG 4.5 Aktuella förflyttningssteg

Detta har möjliggjorts dels genom att ett nytt lastningssystem med pallramar och lasthållare utvecklats för transport från fabrik till arbetsplats, dels genom att den kranförsedda hjullastaren för såväl läggning som transport anpassats till detta transportsystem. Detta nya system har inneburit en del förändringar i arbetsmiljön för skilda personalkategorier inom produktionsprocessen.

De nya moment, som införts vid lastningen vid fabriken, är hanteringen av tomma pallramar. Även lastbilschauffören har fått fler arbetsuppgifter på grund av pallramarna. Först måste han placera ut en underpallram på flaket, innan rörbördan sänks ner.

Han måste även, innan rörbördan lyfts på plats, lägga på en lasthållare på börden för att säkra risken för glidning och ras på flaket.

När sedan rören lastats av på byggarbetsplatsen och flaket är tomt, skall bilen ta med sig föregående lass pallramar. Dessa bör givetvis lastas med hjälp av hjullastaren. Likaså bör hjullastaren användas för att få loss eventuella fastfrusna pallramar.

Nästa steg i rörhanteringen, transporten från rörlagret på arbetsplatsen till rörgraven alternativt färdig ledning i rörgraven, utförs som tidigare nämnts med den skranförsedda hjullastaren. Denna maskinella hantering av rören har eliminerat de flesta och största ergonomiska problemen vid rörläggningen. Det tunga arbetet med att lasta rören i hjullastarens skopa vid arbetsplatslagret och sedan lyfta ur och bunta ihop rören för maskinell nedsänkning i rörgraven har helt eliminerats med hjälp av den nya maskinen.

Stor försiktighet måste dock iakttas vid nedsänkning och ihopskjutning av rören så att mannen, som arbetar i rörgraven, inte träffas av kranarm eller rör. Detta precisionsjobb kräver en skicklig kranförare. En förutsättning för att reducera riskerna till ett minimum är att kranföraren manövrerar kranen med en fjärrmanövreringsutrustning, så han har god överblick över rörgraven.

Skyddsfyllningen av grus på rörledningen sker med samma kranförsedda hjullastare, då med gripklon utbytt mot en gripskopa. Fördelen med denna metod är att gruset kan spridas ut på ett mera exakt sätt, vilket givetvis minskar det slitsamma arbetet med att jämna ut gruset med hjälp av skyffel.

Sammanfattningsvis kan sägas att den nya metoden har medfört att rörläggaren har fått en betydligt bättre arbetsmiljö medan andra grupper, som berörs av rörläggningen, har fått ytterligare arbetsmoment, vilka inte kan anses som arbetsmiljövänliga.

4.5 Slutsatser

De olika resultaten har visat att goda arbetsutrymmen, riktiga handverktyg, rätt valt fyllningsmaterial påverkar arbetsmiljön väsentligt. Kan dessa åtgärder dessutom kompletteras med maskinell rörläggaruutrustning där rören åtminstone kan utläggas på läggningssavstånd när man ännu ett steg längre.

Det nya transportsystemet innebär dock att främst rörläggarna får en bättre arbetsmiljö medan andra personalkategorier, speciellt lastbilschaufförer och lastnings- och lossningspersonal kan få en sämre arbetsmiljö.

Detta är ett vanligt problem vid traditionell rationalisering, där lösningen kan innebära en förskjutning av problemet till andra yrkesgrupper. Därför vill Byggergonomilaboratoriet starkt betona att, när produktionsförändringar skall utföras, ska detta ske utifrån en ergonomisk helhetssyn, om man vill nå ett bra och användbart resultat.

5 UTVÄRDERING

De olika metoder, som beskrivits i kapitel 3, bör utvärderas ur flera olika aspekter. Man måste bedöma varje metods

- ekonomi
- ergonomi
- kapacitet

Till grund för detta ligger i första hand de arbetsstudier, som gjordes i samband med provningen i fält.

5.1 Bearbetning och resultat av arbetsstudierna

5.1.1 Tider

Med utgångspunkt från arbetsstudierna har tiderna för de olika aktiviteterna i hanteringskedjan kunnat fastställas. Resultatet framgår av nedanstående tabeller (samtliga tider i min/rör). I dessa tabeller har vissa tider även korrigerats med hänsyn till inkörning. Detta beror på att vi jämför en helt ny metod (alternativa metoden) med en sedan länge inövad metod. Således måste de tider som vi tagit på den nya metoden (momenten II e och II f) "räknas ned" i enlighet med de regler som gäller för inkörningsberäkning innan vi kan använda tiderna. Här har vi varit lite försiktiga i vår bedömning och använt oss av en 90% inkörningskurva. Det betyder att tiden för enhet (rör) nr 2X är 90% av tiden för nr X. Kurvan får då den karaktäristiska formen som visas i fig 5.1. Tiden per enhet är där angiven i procent varvid tiden för enhet nr 1 är 100%. Som jämförelse kan nämnas att inom övrig byggnadsverksamhet brukar man räkna med 80-85% inkörningseffekt, således en större "nedräkning".

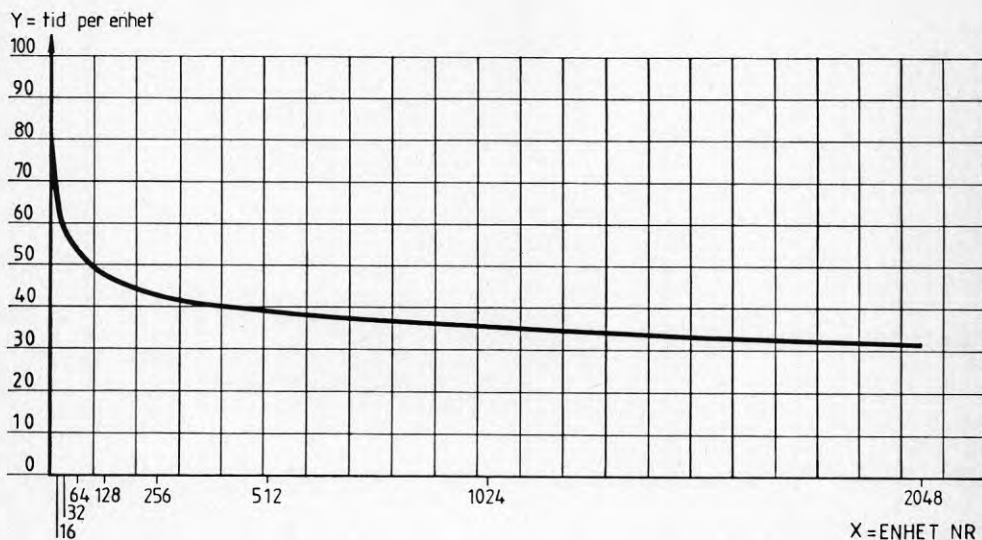


FIG 5.1 Inkörningskurva 90%

Närmare detaljer om kurvans framtagning liksom även "kurvan" inritad på log-log-papper (som ger en rät linje) återfinnes i bilaga 6. Enligt denna bilaga har vi fastställt en faktor = 0,60 med vilken vi multiplicerar våra tider för momenten enligt ovan.

Följande tider har erhållits vid bearbetningen av arbetsstudier-na:

I	<u>Konventionell metod</u>	<u>min/rör</u>
a	Förberedelse av rörupplag Lastning av bil på fabrik Förankring av last	0,063 0,050 0,012
b	Transport med bil	0,439
c	Lossning av förankring Lossning med bilkran (alt lossning med hjullastare o flerpinns-gaffel 0,084 min/rör)	0,008 0,124
d	Lastning (manuellt) av rör i hjullastarskopa (alt tar rör med flerpinns-gaffel 0,017 min/rör)	0,245
	Transport av rör i hjullastarskopan (alt bär rör med flerpinns-gaffel 0,583 min/rör)	0,350
	Urlastning av rör (för hand) (alt lägger ned rör med flerpinns-gaffel 0,008 min/rör)	0,245
e	Lyfter ned rör i rörgraven (med grävmaskin) Ställer ut rör på rörgravsbotten (manuellt)	} 0,488
	Lägger rör (dvs sätter på gummiring lägger omkull röret riktar in skjuter ihop med spett kontroll, ev justering exkl värmen av spets/muff)	
f	Skydds-fyllning med grävmaskin	0,608
II	<u>Alternativ metod</u>	<u>min/rör</u>
a	Lastning av bil på fabrik Förankring av last	0,045 0,023
b	Transport med bil	0,459
c	Lossning av förankring Lossning med hjullastare o flerpinns-gaffel	0,013 0,070
d	Lyfter rör från pallram till maskinpall	0,079
	Transporterar rör med hjullastare	0,318

e	Ställer i ordning kran, stödben etc	0,327
	Lägger rör med kranförsedd hjullastare (dvs tar rör sänker ned rör håller still för gummiringspåsättning riktar in röränden släpper röret hopskjutning med spett kontroll, eventuell justering exkl värmning av spets/muff)	1,320
	Tillägg för byte från skopa till gripare	0,120
f	Ställer i ordning kran, stödben etc	0,327
	Skyddsfillning med gripskopa	0,506
	Tillägg för byte från gripare till skopa	0,120

5.1.2 Kostnader

Med ovanstående tider som utgångspunkt kan jämförande kalkyler göras. I bilaga 7 redovisas i tabellform förutom tiderna, även de resurser som antages utföra respektive aktivitet samt tillhörande timkostnader. Ur dessa värden har sedan kostnaden, uttryckt i kr/rör, beräknats. Kapitalkostnaden för pallramarna är hämtad från kalkylen i bilaga 18 i rapporten för etapp 1. Ett sammandrag av de olika delkostnaderna ger följande resultat (kr/rör, Ø 225):

Aktivitet	I Konventionell metod	I Konventionell metod med an- vändning av flerpinnsgaffel på arbetsplatsen	II Alternativ metod
Lastning	0:39	0:39	0:30
Lastbilstrpt	1:46	1:46	1:53
Lossning	0:44	0:49	0:46
Trpt på bygget	1:82	1:32	1:06
Rörläggning	8:35	8:35	6:51
Skyddsfillning	3:70	3:70	3:32
Kapitalkostnad för pallramar	-	-	0:29
Summa (kr/rör)	16:16	15:71	13:47

5.2 Kapacitetsjämförelser

Arbetsstudierna har omfattat endast själva rörläggningen, ej arbetet med att sätta brunnar, ej heller arbetet med grenrör för serviser och rännstensbrunnar. När ovanstående tider skall omvandlas till kapacitetsdata, uttryckta i meter rörgrav per dag, måste hänsyn givetvis tas till detta.

Ett ledningssystem för t ex ett småhusområde kan antas innehålla 1 brunn per 30 meter ledning och 1 grenrör per 15 meter ledning. Tidsåtgången för anslutning av dessa delar kan bedömas till 60 respektive 7,5 minuter per styck. Rörgraven antages innehålla 2 avloppsledningar i betong och 1 vattenledning i plast eller segjärn.

Med utgångspunkt från dessa förutsättningar samt tiderna i kapitel 5.1 har läggningsskapaciteterna för Viby-metoden och den alternativa metoden beräknats i bilaga 8. Samtliga tider har getts ett tillägg för ställ- och fördelningstider med 25%. Det kan givetvis diskuteras om den konventionella metoden skall ha större tillägg beroende på att metoden är mindre styrd av den maskinella utrustningen och dess prestanda. Vi har emellertid bedömt 25% vara ett rimligt värde och vi har använt samma siffra för båda metoderna. Resultatet innebär följande kapaciteter:

Viby-metoden	35 m rörgrav/dag
Alternativa metoden	31 m rörgrav/dag

Dessa siffror bör också jämföras med motsvarande värden för den sk normalmetoden, som definierats i etapp 1. Normalmetoden innebär i korthet följande:

- Hjulastare för hämtning av grus och rör samt för nedsänkning av rör och utspridning av grus i rörgraven.
- Grävmaskin under hela arbetsdagen för schaktning.
- Rörläggare (2 man) för grushantering samt för omkullläggning och hopskjutning av rören.

Den arbetsplats, där fältprovningarna ägde rum, Södra Viby i Bålsta, måste betecknas som en arbetsplats med god framkomlighet. Bebyggelsen uppförs på gammal åkermark och under vintermånaderna, då marken frusit, hade maskinerna inga större problem att ta sig fram. Kapaciteten för normalmetoden bör alltså uppgå till de ca 30 m rörgrav/dag, som angetts i etapp 1. Detta innebär att de tre metoder, som är aktuella i detta sammanhang, har ungefär samma läggningsskapacitet, skillnaderna ligger inom den normala felmarginalen. Ett försök att rangordna de tre metoderna får alltså huvudsakligen baseras på andra faktorer än kapacitetsdata.

5.3 Transport från fabrik till arbetsplats (steg 1-2)

5.3.1 Lastning

De två metoderna för lastning vid fabriken har beskrivits i kapitel 3.2. Den konventionella metoden, dvs hantering av lösa rör, är väl beprövad och inövad. I och med att truckarna är ut-

rustade med flerpinnsgafflar, är metoden också mycket rationell. En övergång till användning av pallramar innebär följande fördelar:

- Trucken på fabriksområdet behöver ingen hjälpare eftersom rören ligger i färdiga "paket" på pallramarna. Trucken kan visserligen klara sig utan hjälpare även vid lastning av lösa rör, men då fordras att trucken i ett särskilt arbetsmoment förbereder rörupplaget. Denna förberedelse innebär att (för dimensionen \varnothing 225 mm) vart 6:e rör i översta lagret tas bort, så att trucken obehindrat kan ta sin börda om 6+5 rör med flerpinnsgaffeln. Detta förutsätter dock att lastbilschauffören under lastningen befinner sig uppe på flaket och rullar eller lyfter rör till de "luckor" som uppkommer bland rören. Detta arbete är, oavsett om det utförs av lastbilschauffören eller truckens hjälpare, allt annat än lämpligt ur ergonomisk synvinkel. Risken är speciellt stor för klämningskador på händer och fötter.
- Lastningskostnaden blir något lägre. De jämförande kalkyler som ligger till grund för tabellen i kapitel 5.1.2 visar att kostnaderna för lastning enligt konventionell respektive alternativ metod blir 0:39 respektive 0:30 kr/rör. Orsaken till att den konventionella metoden blir dyrare är den ovan nämnda förberedelsen av rörupplaget. Detta arbete kan dock ofta utföras i god tid innan själva lastningen, varför lastningstiderna vid fabriken inte nödvändigtvis behöver påverkas av detta arbetsmoment.

En övergång till användning av pallramar innebär följande nackdelar:

- Ökat kroppsarbete för lastbilschauffören. Två arbetsmoment är aktuella, dels att lägga ut en pallram på lastbilsflaket innan truckbördan ställs ned, dels att placera lasthållaren ovanpå truckbördan. Det sistnämnda momentet görs givetvis medan gaffeltruckens håller rören nära marken i lämplig arbetshöjd. Vårt prototypexemplar av lasthållare var dock mycket tungt och klumpigt, ett förhållande som självfallet går att förbättra genom lämpliga dimensioner och materialval. Det är dock tveksamt om lasthållaren kan bli så lätt att lastbilschauffören accepterar att lyfta den ensam. En möjlighet är att förse lasthållaren med gaffelfickor på ovansidan, så att den kan hanteras med hjälp av trucken. Denna variant har ej kunnat provas inom projektet, men vi bedömer att tidsåtgången för lastningsmetoden åtminstone inte ökar i och med denna förändring. Pallramen är lättare (vikt 20-25 kg) och bör ej innebära något problem, det är mer en fråga om förändrade rutiner i samband med lastningen.
- Hanteringen av tomma pallramar och lasthållare, liksom transporten av dessa tillbaka till fabriken, innebär alltid kostnader, likaså administration av detta. Dessa kostnader är inte medräknade i ovan nämnda kalkyler, däremot ingår kapital- och underhållskostnaderna för pallramarna. En överslagsmässig kalkyl

för de extra hanteringskostnaderna gjorde vi i etapp 1 och det har inte framkommit något som talar emot denna kalkyl.

Detta betyder att om pallramarna tas tillbaka i samband med en ny leverans (ca 0:36 kr/rör), ryms denna kostnad inom "metodens marginaler", dvs den blir trots detta billigare än andra metoder. Administrerandet av pallramarna måste man räkna på för det enskilda företaget och ta hänsyn till faktorer som personalens sysselsättning etc.

Om man däremot måste hämta pallramarna med en speciell transport, t ex 50 km bort (1:16 kr/rör enligt nämnda kalkyl), är det mera tveksamt. Här måste man då lägga in och värdera minskat bräckage på arbetsplatsen, bättre ordning, bättre lagringsmöjligheter, lättare att ta rören vid transport på arbetsplatsen, truckkapacitet vid fabriken osv. Tar man hänsyn till alla dessa faktorer, torde fördelarna med pallramar övertväga nackdelarna även i detta fall. Speciellt om man därigenom undviker att man både vid lastning och lossning manuellt måste lyfta och "rätta till" rören, vilket är ett påfrestande arbetsmoment.

Den sammanlagda tiden för lastning av bil och förankring av last, som redovisats i kapitel 5.1.1, är ungefär lika för de två metoderna (0,062 och 0,068 min/rör för konventionell respektive alternativ metod). Detta under förutsättning att eventuellt förberedelsearbete (se ovan) kan utföras i förväg. Vid användning av pallramar är truckbördan för rördimensionen \emptyset 225 mm 22 rör mot 11 rör vid konventionell lastning. De tidsvinster, som härigenom skulle kunna göras genom att hantera rören på pallramar, förloras på dels den tid som åtgår för att lägga på lasthållaren, dels den något lägre körhastigheten hos trucken till följd av den större lasten. Förankringen av lasten tar också något längre tid vid användning av pallramar, eftersom ett lastbilsflak fyllt med rör på pallramar kräver tre förankringsband (tvärgående) medan en konventionellt lastad bil klarar sig med två (längsgående). Även om skillnaderna är små, är den konventionella lastningsmetoden (= hantering av lösa rör) således något snabbare.

Om man vid lastning på konventionellt sätt måste utföra förberedelsen av rörupplaget medan lastbilen väntar, kommer tiden för lastning (räknat i min/rör) att fördubblas. Tiderna blir då 0,125 respektive 0,068 min/rör för lastning enligt konventionell respektive alternativ metod (se tabell i kapitel 5.1.1). Den sistnämnda metoden blir som synes klart gynnsammast ur kapacitetssynpunkt i detta fall.

Det bör slutligen poängteras att alla ovan gjorda beräkningar och jämförelser baseras på förutsättningen att man med flerpinnsgaffeln tar två lager rör vid lastning på konventionellt sätt. Detta innebär för dimensionen \emptyset 225 mm $6+5 = 11$ rör per truckbörda. Det förekommer på många fabriker att man endast tar ett lager rör på flerpinnsgaffeln. Detta sätt blir givetvis dyrare och tar längre tid.

5.3.2 Lastbilstransport

Transporten av rör från fabrik till arbetsplats sker med lastbil med släp och fasta flak. Den enda skillnaden mellan konventionell och alternativ metod är att det ryms något färre rör på flaket då pallramar används. Siffrorna är 264 respektive 276 rör/fordon för rör lastade på pallramar respektive lösa rör. Detta är förklaringen till att alternativa metoden med rör på pallramar har något längre tid uttryckt i min/rör (se kapitel 5.1.1) och något högre kostnad uttryckt i kr/rör (se kapitel 5.1.2) för aktiviteten "transport med bil".

Beträffande hanteringen av tomma pallramar och lasthållare, se kapitel 5.3.1

5.3.3 Lossning

De båda metoderna för lossning av lastbilen på arbetsplatsen har beskrivits i kapitel 3.2. Den alternativa metoden innebär att tekniken med flerpinnsgaffel sprids till att omfatta även arbetsplatsen. Användandet av flerpinnsgaffel för att lossa rör på pallramar har följande fördelar:

- Snabbare lossning. En jämförelse mellan tiderna i tabellen i kapitel 5.1.1 visar att den alternativa lossningsmetoden är inmot 40% snabbare än den konventionella, räknat i min/rör. Detta trots att det inledande momentet, lossning av förankringen, tar längre tid för den alternativa metoden, av samma skäl som angivits för "förankring av last" i kapitel 5.3.1.

Kostnaden för lossningen är däremot praktiskt taget lika för de två metoderna, se tabellen i kapitel 5.1.2. Detta beror på den dyrare maskinutrustning, som den alternativa metoden använder för att uppnå den högre kapaciteten.

- Bättre ordning på byggets rörupplag. Pallramarna innebär att rören hålls ihop i lastenheter och detta medför automatiskt att lagret blir välorganiserat och lättöverskådligt. Hanteringssskadorna på rören minskar också.

Rörtravarna kan dessutom placeras på önskad plats redan i samband med lossningen, i och med att hjullastaren är så snabb och rörlig. Man blir ej längre beroende av bilkransens begränsade räckvidd.

Den alternativa metoden har följande nackdelar:

- Ökat kroppsarbete för lastbilschauffören. På motsvarande sätt som vid lastningen är två arbetsmoment aktuella, dels att lägga ut en pallram på marken innan truckbördan ställs ned, dels att lyfta av lasthållaren från truckbördan. I övrigt gäller vad som sagts om motsvarande arbetsmoment i samband med lastningen, se kapitel 5.3.1.

- Lossning med hjullastare kräver större fria ytor vid sidan av lastbilen. Lossning med bilkran fordrar där-
emot inga utrymmen utöver själva fordonsbredden. Bil-
kranens räckvidd begränsar dock starkt möjligheterna
att välja lämplig upplagsplats för rören.
- En lastbil, som måste lossas med hjullastare, t ex om
bilkran saknas, kan i många fall få vänta på att en
hjullastare blir "ledig" på arbetsplatsen. Denna vän-
tan får givetvis inte bli för lång, vilket ställer
ökade krav på främst maskinplaneringen på bygget. Om
samarbetsviljan finns bör dock långa väntetider höra
till undantagen.
- Hanteringen av tomma pallramar och lasthållare, se
kapitel 5.3.1.

Den konventionella metoden kan modifieras något, genom att man utrustar arbetsplatsens hjullastare med flerpinnsgaffel på samma sätt som vid den alternativa metoden. För- och nackdelar med denna metodvariant behandlas närmare i kapitlet 5.9.

5.4 Transport på arbetsplatsen (steg 2-3)

De två metoder, som studerats för denna del av hanteringskedjan, är noggrannt beskrivna i kapitel 3.3. Den alternativa metoden medför att arbetet blir helt maskinellt utfört. Detta innebär följande fördelar:

- Lägre kostnad. Som framgår av tabellerna i kapitel 5.1.1 är de sammanlagda tiderna för denna del av hanteringskedjan 0,840 respektive 0,397 min/rör för den konventionella respektive alternativa metoden. Denna tidsbesparing på dryga 50% medverkar till att den alternativa metoden har klart lägre kostnad, se tabell i kapitel 5.1.2 (1:06 kr/rör mot 1:82 kr/rör för den konventionella metoden). Vi har här räknat med truckbördan 6+5 = 11 rör på flerpinnsgaffeln (alternativa metoden) och 10 rör i hjullastarskopa (konventionella metoden).
- Bättre ergonomi. Den konventionella metoden omfattar manuell i- och urlastning av rör i hjullastarskopa, vilket medför tunga lyft i olämplig arbetsställning. Detta undviks helt med den alternativa metoden, där allt sker maskinellt.
- Minskade rörskador. Att frakta rör löst liggande i en hjullastarskopa är minst av allt lämpligt ur rörska-
desynpunkt. Rör på flerpinnsgaffel är i detta samman-
hang ett överlägset alternativ. Pallramarna gör att
rören i upplaget hålls ihop i prydliga travar, som är
lätta att ta med hjälp av flerpinnsgaffel.

Nackdelen med metoden är följande:

- Varje arbetsplats måste anskaffa en uppsättning fler-
pinnsgafflar till hjullastarna. Dels måste man ha en
gaffel för varje rördimension, dels måste man ha sam-

ma maskintyp från gång till annan för att gafflarna skall passa.

Den konventionella metoden kan modifieras något, genom att man utrustar arbetsplatsens hjullastare med flerpinns-gaffel. För- och nackdelarna med denna metodvariant behandlas närmare i kapitel 5.9.

5.5 Rörläggning (steg 3-5)

De två rörläggningsskylor, som studerats i fält, finns beskrivna i kapitel 3.4. Härutöver är ännu en metod aktuell, nämligen den sk normalmetod, som definierats i etapp 1. Den innebär i korthet följande:

- Hjullastare för hämtning av grus och rör samt för nedsänkning av rör och utspridning av grus i rörgraven.
- Grävmaskin under hela arbetsdagen för schaktning.
- Rörläggare (2 man) för grushantering samt för omkullläggning och hopskjutning av rören.

Den alternativa metoden, dvs läggning av rör med hjälp av en sk kranförsedd hjullastare, har följande fördelar framför de övriga metoderna:

- Lägre kostnad. Med den alternativa metoden kan man spara in en man i rörgraven och detta är orsaken till den differens i kostnad, som visas i tabellen i kapitel 5.1.2 (8:35 respektive 6:51 kr/rör för den konventionella respektive alternativa metoden).
- Ergonomin har förbättrats, främst vad avser tunga lyft. Maskinen lyfter och riktar in röret och de enda tunga arbetsmoment, som återstår, är hopskjutning med spett och eventuell justering.
- Stor flexibilitet. Kran delen kan enkelt och snabbt (2,5 - 3 minuter) kopplas loss, varefter maskinen är en "vanlig" hjullastare och kan användas som en sådan.

Nackdelar:

- Den kranförsedda hjullastaren medför ökade maskininvesteringar. Inköpskostnaden för kranen samt monteringen på maskinen uppgår till storleksordningen 90.000 kronor och kräver ett hyggligt utnyttjande för att de kalkyler, som nämnts ovan och som visar att maskinen är konkurrenskraftig, skall innehållas.
- Metoden är mer känslig för maskinella störningar, i och med att arbetet är beroende av maskinen och dess prestanda. Vintertid kan olika detaljer, t ex snabbkopplingar till hydraulslangar, helt enkelt frysa fast och det kan då ta för lång tid att växla mellan exempelvis gripare och gripskopa. En van maskinförare torde dock komma till rätta med sådana problem.

En maskin av denna typ kräver också att arbetet planeras bra, så att rätt redskap sitter på kranen vid rätt tillfälle. Att växla från gripare till gripskopa tar visserligen bara 4-5 minuter, men alltför många "onödiga" byten kan självfallet vara ödesdigert för både humör och ekonomi. Planering krävs också när det gäller placering av grusupplagen. Dessa bör helst placeras så att maskinen kan nå både grushög och rörgrav i samma uppställning. En flyttning av maskinen tar 3-3,5 minuter och ekonomin tillåter ej heller här några "onödiga" uppställningar. I kalkylen som redovisas i bilaga 7 har vi för punkt II e (ställer i ordning kran, stödben etc) räknat med 1 uppställning, 1 flyttning och 1 avveckling (approximativt lika med 2 flyttningar) av maskinen för varje börda (= 11 rör). För "tillägg för byte från skopa till gripare" i punkt II e har vi räknat med att mellan varje byte läggs 2 bördor à 11 rör.

- Rörläggarna själva kan uppleva arbetet som tråkigare och enformigare med denna maskin jämfört med konventionella rörläggningsmetoder, man är ju ensam i rörgraven. Dessutom har det visat sig att "gubbarna", åtminstone vad beträffar de klenare rördimensionerna, hellre lyfter och baxar rören för hand, om man härigenom kan vinna lite tid. Detta gäller även arbetare, som ej går på ackord.
- Risken finns, att man med dagens version av gripare, kan tappa ett rör, t ex på grund av en oavsiktlig felmanöver med reglagen. En sådan situation kan givetvis inte accepteras ur arbetarskyddssynpunkt. Det måste då i detta sammanhang påpekas att gripverkyget ingalunda är färdigutvecklat. HIAB-FOCO anser, som tidigare påpekats, att en och samma gripare med god säkerhetsmarginal skall kunna hantera minst två olika rördimensioner. Det är endast fråga om mer målinriktad produktutveckling. I det sammanhanget bör det också vara möjligt att konstruera någon form av säkerhetsanordning för att förhindra att rör tappas.

Vad beträffar de olika metodernas läggningsskapaciteter, hänvisas till kapitel 5.2.

5.6 Grushantering

Vid provningen i fält studerade de två metoder, som beskrivits i kapitel 3.5. Dessutom är den sk normalmetoden aktuell i detta sammanhang. Den definierades i etapp 1 och innebär i korthet följande:

- Hjulastare för hämtning av grus och rör samt för nedsänkning av rör och utspridning av grus i rörgraven.
- Grävmaskin under hela arbetsdagen för schaktning.
- Rörläggare (2 man) för grushantering samt för omkullläggning och hopskjutning av rören.

Den s k kranförsedda hjullastaren (alternativa metoden) kan utrustas med gripskopa i kranen och, med hjälp av den, sprida ut gruset i rörgraven. Detta medför följande fördelar:

- Lägre kostnad. Vi har i kalkylerna förutsatt att samma personal används vid grushantering som vid själva rörläggningen. Härav följer att man kan spara in en man i rörgraven även här. Vid användning av gripskopa är det möjligt att sprida ut gruset mycket jämnare över rören än med andra metoder. Det bör, för en tränad kranförare, rentav vara möjligt att sprida ut gruset så jämnt att mannen i rörgraven helt kan undvaras. Detta har vi emellertid inte räknat med i kalkylerna utan där utgår vi ifrån ett lag bestående av maskin med förare samt en rörläggare.
- Minskat behov av att skyffla och avjämna gruset i rörgraven. I de intervjuer som gjordes i samband med etapp 1 av projektet, framkom att grusavjämningen av många ansågs vara det mest ansträngande arbetsmomentet för en rörläggare. Metoden bör alltså kunna bidra till minskade förslitningsskador o dyl.
- Stor flexibilitet. Krandelen kan enkelt och snabbt (2,5-3 minuter) kopplas loss, varefter maskinen är en "vanlig" hjullastare och kan användas som en sådan.

Metoden har följande nackdelar:

- Den kranförsedda hjullastaren medför ökade maskininvesteringar. Inköpskostnaden för kranen samt monteringen på maskinen uppgår till storleksordningen 90.000 kronor och kräver ett hyggligt utnyttjande för att de kalkyler, som nämnts ovan och som visar att maskinen är konkurrenskraftig, skall innehållas.
- Metoden är mer känslig för maskinella störningar, i och med att arbetet är beroende av maskinen och dess prestanda. Vintertid kan olika detaljer, t ex snabbkopplingar till hydraulslangar, helt enkelt frysa fast och det kan då ta för lång tid att växla mellan exempelvis gripare och gripskopa. En van maskinförare torde dock komma till rätta med sådana problem.

En maskin av denna typ kräver också att arbetet planeras bra, så att rätt redskap sitter på kranen vid rätt tillfälle. Att växla från gripare till gripskopa tar visserligen bara 4-5 minuter, men alltför många "onödiga" byten kan självfallet vara ödesdigert för både humör och ekonomi. Planering krävs också när det gäller placering av grusupplagen. Dessa bör helst placeras så att maskinen kan nå både grushög och rörgrav i samma uppställning. En flyttning av maskinen tar 3-3,5 minuter och ekonomin tillåter ej heller här några "onödiga" uppställningar. I kalkylen som redovisas i bilaga 7 har vi för punkt II f (ställer i ordning kran, stödben etc) räknat med 1 uppställning, 1 flyttning och 1 avveckling (approximativt lika med 2 flyttningar) av maskinen för skyddsfyllning av rör motsvarande 1 börda (= 11 rör). För "tillägg för byte från gripare till skopa" i punkt II f har vi räknat

med att mellan varje byte skyddsfylles rör motsvarande 2 bördor à 11 rör.

Som framgår av rapporten för etapp 1 av projektet, gjordes den bedömningen att denna metod för grushantering skulle kunna minska materialspillet. Efter att maskinen provats i fält är vi emellertid mera tveksamma. Den s k normalmetoden har nackdelen att hjullastarskopan ofta ej når tillräckligt långt ut över rörgraven och en del av gruset fastnar på slänterna. Varken Vibymetoden (grushantering med grävmaskin) eller den alternativa metoden (grushantering med kranförsedd hjullastare och gripskopa) har denna nackdel.

När det däremot gäller förmågan att göra "rent hus" i grusupplaget är den alternativa metoden sämre än väntat. Gripskopian lämnar efter sig en mängd småhögar, som var och en inte alls räcker till för att fylla skopan. Dessa lämnas alltså kvar som spill. Hjullastaren och grävmaskinen har visserligen tendensen att skjuta grushögen framför skopan, men totala mängden grus som kvarlämnas i upplaget blir knappast större.

Vad beträffar de olika metodernas läggningskapaciteter, hänvisas till kapitel 5.2.

5.7 Hjullastare med alternativ kranplacering

I kapitel 2.3 har bakgrunden till denna metodvariant redovisats. Eftersom några fältmässiga provningar ej varit möjliga att genomföra, får en utvärdering baseras på delvis uppskattade tidsdata. Den noggrannhet som därvid erhålles bör vara tillräcklig för detta ändamål.

Metoden arbetar till stora delar efter samma principer som den tidigare redovisade "kranförsedda hjullastaren". Kran delen, som i detta fall är monterad på maskinens redskapsfäste, kan lätt kopplas loss och maskinen kan då på vanligt sätt utrustas med en hjullastares alla tillbehör. Vid lossning av rör från lastbilen och vid transporten på arbetsplatsen används flerpinnsgaffeln på samma sätt, som beskrivits ovan för den alternativa metoden. Innan rörläggningen kan ta vid, måste maskinen ställa ned rörbördan, lastad på exempelvis maskinpall, därefter köra åt sidan och växla från flerpinnsgaffel till kran. Kran delen bör alltså ej ha "parkerats" alltför långt ifrån det nya läggningsstället. Hjullastaren höjer sedan armarna, så att stödbenen lättar från marken och kör fram till rörgravskanten. Där sänkes armarna, så att kranen stöder mot marken, varefter läggning av rören kan påbörjas. Kranen tar hela tiden rör från den tidigare avlastade maskinpallen och rörläggningen sker i övrigt exakt på samma sätt som för den s k kranförsedda hjullastaren. Tidsåtgången för denna metod kan beräknas enligt följande (tider markerade med * är oförändrade jämfört med den alternativa metoden i kapitel 5.1.1):

		min/börda	min/rör
a	Lastning av bil på fabrik		0,045 *
	Förankring av last		0,023 *
b	Transport med bil		0,459 *

		<u>min/börda</u>	<u>min/rör</u>
c	Lossning av förankring		0,013 *
	Lossning med hjullastare och flerpinnsgaffel		0,070 *
d	Lyfter rör från pallram till maskinpall		0,079 *
	Transporterar rör med hjullastare		0,318 *
e	Byte av flerpinnsgaffel mot kran:		
	- kör åt sidan	0,20	
	- ställer ned gaffel	0,10	
	- kör till kran	0,20	
	- kopplar kran (snabbkoppl)	0,10	
	- kopplar slangar	<u>1,00</u>	
	Summa	1,60	0,145
	Frankörning till lägningsplats:		
	- kör till rörgrav	0,50	
	- sänker armarna (så att stödben tar mark)	<u>0,15</u>	
	Summa	0,65	0,059
	Lägger rör		1,320 *
	Tillägg för byte skopa/gripare		0,120 *
	Flyttning 1 gång/börda, säg	0,75	0,068
f	Skyddsfillning med gripskopa		0,506 *
	Tillägg för byte gripare/skopa		0,120 *
	Flyttning 2 ggr/börda, säg	2x0,75	0,136

Adderas dessa tider fås summan 3,48 min/rör, vilken skall jämföras med motsvarande summa för den alternativa metoden (3,73 min/rör om tiderna i tabell II i kapitel 5.1.1 summeras). De bedömda tiderna ovan pekar således på att tidsbesparing och därmed kostnadsbesparing är möjlig med denna metodvariant. Skillnaden är dock så liten, ca 7%, att det fordras provning under fältmässiga förhållanden innan några säkra bedömningar kan göras.

En hjullastare med kranen placerad i maskinens redskapsfäste bör ha följande fördelar jämfört med den alternativa metoden:

- Bättre balans. Maskinen behöver aldrig belastas av en icke verksam krandel, som dessutom gör ekipaget onödigt baktungt. Endast i samband med själva rörlägningsarbetet och de flyttningar som då kan bli aktuella, behöver hjullastaren bära på kranen. Belastningen kommer då i "rätt ände" på maskinen, dvs på skopans plats.

- Föraren får ökade möjligheter att sitta inne i hytten och styra kranen, i och med att hyttens "framsida" alltid är vänd mot skopänden på hjullastaren. Detta är en fördel främst på vintern, då hytten är uppvärmd.
- Kranen kan flyttas snabbare. När maskinen behöver byta uppställningsplats under rörlägningsarbetets gång, är detta betydligt snabbare gjort än vad som annars är fallet. Detta får också som konsekvens att metoden blir mer okänslig för att maskinen placeras fel i förhållande till rörbördans och grusupplagets läge.

Metodvarianten kan innebära följande nackdel jämfört med den alternativa metoden:

- Krاندelen måste kopplas bort oftare. Hjullastaren kan inte ens hämta en ny börda med rör från upplaget till rörgravskanten utan att först ställa av krandelen. När redskapsfästet är upptaget av kranen, kan maskinen endast användas för lyft av rör och andra liknande produkter. Det bör dock påpekas i detta sammanhang, att det går väsentligt fortare att koppla bort krandelen i detta fall, jämfört med den alternativa metoden.

Denna metodvariant har, som framgått av ovanstående, flera positiva sidor. Några definitiva slutsatser kan emellertid inte dras, förrän metoden testats i arbete under realistiska betingelser. Som tidigare påpekats kunde detta tyvärr ej ske inom ramen för detta projekt.

5.8 Lastbärare

I programmet för etapp 2 ingick tillverkning och utprovning av modifierade och förbättrade exemplar av lastbärare och lasthållare. Efter provningen i fält kan för- och nackdelar sammanfattas enligt följande (beträffande beskrivning, foton etc, se kapitel 2.2).

5.8.1 Stålhäckar

De hopfällbara stålhäckar, som provats i etapp 2, har använts efter samma principer som tidigare versioner. De tre detaljer, som förändrats, har samtliga inneburit klara förbättringar jämfört med tidigare. Framför allt har den nya typen av spärr, som låser häcksidorna, uppfattats som både enklare och säkrare till sin funktion.

De ekonomiska aspekterna på användning av stålhäckar har ej förändrats på grund av dessa detaljförändringar. Häckarna rymmer lika många rör som tidigare (42 st \emptyset 150 mm) och ökningen av vikt och tillverkningskostnad är ytterst marginell.

5.8.2 Pallramar

Den personal som hanterade pallramarna, framför allt lastbilschaufförerna, kunde snabbt konstatera att underpallramarna var alltför tunga och borde rationaliseras bort. Så skedde också i och med att de övriga pallramarna kompletterades med en asymmetriskt placerad tvärslå på undersidan, se ritning i bilaga 3. Denna pallramstyp fungerade därefter både som "vanlig" pallram och som underpallram. Det visade sig att stabiliteten hos rörtraven var tillfredsställande även med denna smalare typ i botten.

Till nackdelarna hör att den asymmetriskt placerade tvärslåen gör pallramen oanvändbar för andra rördimensioner än \emptyset 225 mm. Man måste således ha dimensionsanpassade pallramar. Tyngden är också en nackdel, även om situationen förbättrats till följd av att den klumpiga underpallramen avskaffats.

Vad beträffar övriga aspekter på användning av pallramar, hänvisas till kapitel 5.3.1.

5.8.3 Lasthållare

Fördelar och nackdelar med hanteringen av lasthållaren redovisas i kapitel 5.3.1. Den största nackdelen är givetvis tyngden. En möjlighet är att förse lasthållaren med "gaffelfickor" på ovasidan, så att den kan hanteras med hjälp av trucken eller hjullastaren. Denna variant har ej kunnat provas inom projektet, men vi bedömer att tidsåtgången för lastnings- och lossningsmetoderna åtminstone inte ökar i och med denna förändring.

5.8.4 Combitainer

På den arbetsplats där den övriga utrustningen testades, användes under några månader en "Combitainer" för transport och förvaring av krokrör. Provet utföll till full belåtenhet och alla var överens om att "Combitainern" bidrog till att förbättra ordningen i rörupplaget på arbetsplatsen samt att minska bräckaget. Det ligger dock i sakens natur att hjälpmedel av detta slag kommer bäst till sin rätt på större arbetsplatser samt för lagerhållning vid rörfabriken.

5.9 Sammanfattning och kommentarer

Utvärderingen av de metoder vi studerat vid provningen i fält har omfattat ekonomi, ergonomi och kapacitet. Vi har följt hanteringen av betongrören från fabrikslagret till den färdiga skyddsfyllda ledningen i rörgraven. Jämförelser har gjorts mellan å ena sidan arbetsplatsens och betongvarufabrikens konventionella hanteringsmetod, å andra sidan en alternativ metod. Denna alternativa metod innebär att rören levereras till arbetsplatsen liggande på pallramar, all hantering på bygget sker med flerpinngaffel och läggningen med hjälp av den s k kranförsedda hjullastaren. I förekommande fall har jämförelser även gjorts med den s k normalmetoden, som definierades i etapp 1.

Med utgångspunkt från arbetsstudier har tider för de olika aktiviteterna i hanteringskedjan kunnat fastställas. Vissa tider har

korrigerats med hänsyn till inkörning. Detta beror på att vi jämför en helt ny metod (alternativa metoden) med en sedan länge inövad metod. Således måste en del tider, som vi tagit på den nya metoden, "räknas ned" i enlighet med de regler, som gäller för inkörningsberäkning. Här har vi varit försiktiga i vår bedömning och använt oss av en 90% inkörningskurva. Det betyder att tiden för enhet (rör) nr 2X är 90% av tiden för nr X. Kurvan får då den karaktäristiska formen som visas i fig 5.1. Som jämförelse kan nämnas att inom övrig byggnadsverksamhet brukar man räkna med 80-85% inkörningseffekt, således en större "nedräkning".

Med dessa tider som grund kan jämförande kalkyler göras. I bilaga 7 redovisas i tabellform förutom tiderna, även de resurser som antages utföra respektive aktivitet samt tillhörande timkostnader. Ur dessa värden har sedan kostnaden, uttryckt i kr/rör, beräknats. Kapitalkostnaden för pallramarna är hämtad från kalkylen i bilaga 18 i rapporten för etapp 1. Ett sammandrag av de olika delkostnaderna visas i följande diagram

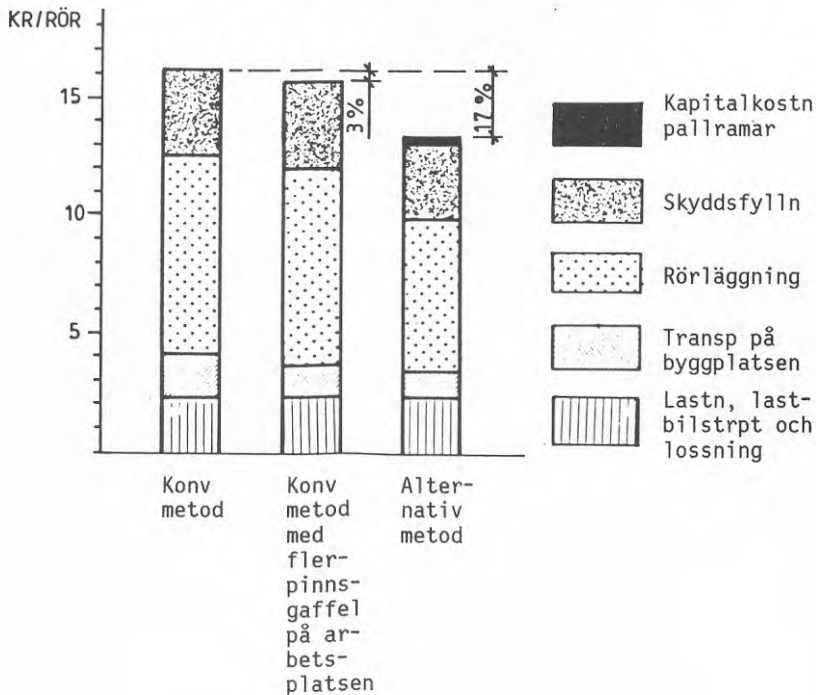


FIG 5.2 Kostnadsjämförelse

Arbetsstudierna har endast omfattat själva rörläggningen, ej arbetet med att sätta brunnar, ej heller arbetet med grenrör för serviser och rännstensbrunnar. När tiderna skall omvandlas till kapacitetsdata, uttryckta i meter rörgrav per dag, måste hänsyn givetvis tas till detta. Samtliga tider har dessutom givits ett tilllägg för ställ- och fördelningstider med 25%. Resultatet innebär följande kapaciteter (rörgraven antages därvid bestå av

två betongledningar och en vattenledning av plast eller segjärn):

Viby-metoden (konv metod)	35 m rörgrav/dag
Alternativa metoden	31 m rörgrav/dag

Dessa siffror bör också jämföras med motsvarande värden för den sk normalmetoden, som definierats i etapp 1. Normalmetoden innebär att hjullstare används för hämtning av rör och grus samt för nedsänkning av rör och utspridning av grus i rörgraven. Finjustering av rörgravsbotten, liksom omkulläggning och hopskjutning av rören, görs manuellt av två rörläggare.

Den arbetsplats, där fältprovningarna ägde rum, måste betecknas som en arbetsplats med god framkomlighet. Bebyggelsen uppförs på gammal åkermark och under vintermånaderna, då marken frusit, hade maskinerna inga större problem att ta sig fram. Kapaciteten för normalmetoden bör alltså uppgå till de ca 30 m rörgrav/dag, som angetts i etapp 1. Detta innebär att de tre metoder, som är aktuella i detta sammanhang, har ungefär samma läggningskapacitet, skillnaderna ligger inom den normala felmarginalen. Ett försök att rangordna de tre metoderna får alltså huvudsakligen baseras på andra faktorer än kapacitetsdata.

En övergång till användning av den alternativa metoden (rören levereras på pallramar, hanteras med flerpinnsgaffel och läggs med den sk kranförsedda hjullastaren) innebär följande:

- Trucken på fabriksområdet behöver ingen hjälpare vid lastningen, eftersom rören ligger i färdiga "paket" på pallramarna. Trucken kan visserligen klara sig utan hjälpare även vid lastning av lösa rör, men då fordras att lastbilschauffören under lastningen befinner sig uppe på flaket och rullar eller lyfter rör till de "luckor" som uppkommer bland rören. Detta arbete är, oavsett om det utförs av lastbilschauffören eller truckens hjälpare, allt annat än lämpligt ur ergonomisk synvinkel. Risker är speciellt stora för klämningskadorna på händer och fötter. Man kan också ta bara ett lager rör åt gången på flerpinnsgaffeln, men då tar lastningen nästan dubbelt så lång tid. Detta förekommer dock på många fabriker.

Manuell hantering av betongrör medför allmänt sett höga belastningar och dåliga arbetsställningar. Om dessutom ett ojämnt och svårbalanserat underlag tillkommer, har en svår arbetssituation skapats.

- Ökat kroppsarbete för lastbilschauffören. Två arbetsmoment är aktuella vid lastningen, dels att lägga ut en pallram på lastbilsflaket innan truckbördan ställs ned, dels att placera lasthållaren ovanpå truckbördan. Dessutom motsvarande arbetsmoment vid lossningen. Hanteringen av pallramar och lasthållare medför stora arbetsbelastningar på skuldror, armar och rygg, främst på grund av deras ohanterliga utformning. Knän och fötter belastas också hårt, framför allt beroende på markytans beskaffenhet. För att komma till rätta med lasthållarens stora tyngd (med nuvarande utformning), kan det bli nödvändigt att förse den med "gaffelfickor" på ovansidan, så att den kan hanteras

med truck eller hjullastare.

Hanteringen av tomma pallramar och lasthållare, liksom transporten av dessa tillbaka till fabriken, innebär alltid kostnader, likaså administration av detta. Dessa kostnader är inte medräknade i ovan nämnda kalkyler, däremot ingår kapital- och underhållskostnaderna för pallramarna. En överslagsmässig kalkyl visar att om pallramarna tas tillbaka i samband med en ny leverans (ca 0:36 kr/rör), ryms denna kostnad inom "metodens marginaler", dvs den blir trots detta billigare än andra metoder.

Om man däremot måste hämta pallramarna med en speciell transport, t ex 50 km bort (1:16 kr/rör), är det mera tveksamt. Här måste man då lägga in och värdera minskat bräckage på arbetsplatsen, bättre ordning, bättre lagringsmöjligheter, lättare att ta rören vid transport på arbetsplatsen, truckkapacitet vid fabriken osv. Tar man hänsyn till alla dessa faktorer, torde fördelarna med pallramar överväga nackdelarna även i detta fall.

- Snabbare lossning. En jämförelse mellan tiderna visar att den alternativa lossningsmetoden är inmot 40% snabbare än den konventionella, räknat i min/rör.

Kostnaden för lossningen är däremot praktiskt taget lika för de två metoderna. Detta beror på den dyrare maskinutrustning, som den alternativa metoden använder för att uppnå den högre kapaciteten.

Lossning med hjullastare kräver större fria ytor vid sidan av lastbilen. Lossning med bilkran fordrar däremot inga utrymmen utöver själva fordonsbredden. Bilkrans räckvidd begränsar dock starkt möjligheterna att välja lämplig upplagsplats för rören.

En lastbil, som måste lossas med hjullastare, t ex om bilkran saknas, kan i många fall få vänta på att en hjullastare blir "ledig" på arbetsplatsen. Denna väntan får givetvis inte bli för lång, vilket ställer ökade krav på främst maskinplaneringen på bygget. Om samarbetsviljan finns bör dock långa väntetider höra till undantagen.

- Lägre kostnad för rörtransporterna på arbetsplatsen. Arbetet är dessutom mer ergonomiskt lämpligt. Den konventionella metoden omfattar manuell i- och urlastning av rör i hjullastarskopan, vilket medför tunga lyft i olämplig arbetsställning. Detta undviks helt med den alternativa metoden, där allt sker maskinellt.

Varje arbetsplats måste emellertid anskaffa en uppsättning flerpinnsgafflar till hjullastarna. Dels måste man ha en gaffel för varje rördimension, dels måste man ha samma maskintyp från gång till annan för att gafflarna skall passa.

- Lägre kostnad för själva rörlägningsarbetet. Med den alternativa metoden kan man spara in en man i rörgraven och detta är orsaken till den differens i kostnad, som visas i diagrammet ovan.

Den kranförsedda hjullastaren medför dock ökade maskininvesteringar. Inköpskostnaden för kranen samt montering på maskinen uppgår till storleksordningen 90.000 kronor och kräver ett hyggligt utnyttjande för att de kalkyler, som nämnts ovan och som visar att maskinen är konkurrenskraftig, skall innehållas.

Rörlägningsarbetet har förbättrats ur ergonomisk synvinkel, främst vad avser tunga lyft. Maskinen lyfter och riktar in röret och de enda tunga arbetsmoment, som återstår, är hopskjutning med spett och eventuell justering. Där har dock Byggergonomilaboratoriet sagt i BFR-rapporten R68:1980 att en acceptabelmiljö för rörläggaren erhålles om

- o rörgravsbotten breddas
- o ett speciellt utvecklat rörläggarspett användes
- o bädden består av naturmaterial

- Stor flexibilitet. Krandelen kan relativt enkelt och snabbt kopplas loss, varefter maskinen är en "vanlig" hjullastare och kan användas som en sådan. Metoden är dock mer känslig för maskinella störningar, i och med att arbetet är beroende av maskinen och dess prestanda.

En maskin av denna typ kräver också att arbetet planeras bra, så att rätt redskap sitter på kranen vid rätt tillfälle. Att växla från gripare till gripskopa tar visserligen bara 4-5 minuter, men alltför många "onödiga" byten påverkar självfallet ekonomin negativt. Planering krävs också när det gäller placering av grusupplagen. Dessa bör helst placeras så att maskinen kan nå både grushög och rörgrav i samma uppställning. Ekonomin tillåter ej heller här några "onödiga" uppställningar.

- Lägre kostnad för skyddsutfyllningsmomentet. Vi har i kalkylerna förutsatt att samma personal används vid grushantering som vid själva rörläggningen. Härav följer att man kan spara in en man i rörgraven även här. Vid användning av gripskopa är det dessutom möjligt att sprida ut gruset mycket jämnare över rören än med andra metoder. I de intervjuer som gjordes i samband med etapp 1 av projektet, framkom att grusavjämningen av många ansågs vara det mest ansträngande arbetsmomentet för en rörläggare. Metoden bör alltså kunna bidra till minskade förslitningsskador o dyl.
- Minskat materialspill? Som framgår av rapporten för etapp 1 av projektet, gjordes den bedömningen att denna metod för grushantering skulle kunna minska materialspillet. Efter att maskinen provats i fält är vi emellertid mera tveksamma. Den sk normalmetoden har nackdelen att hjullastarskopa ofta ej når till-

räckligt långt ut över rörgraven och en del av gruset fastnar på slänterna. Varken Viby-metoden (grushantering med grävmaskin) eller den alternativa metoden (grushantering med kranförsedd hjullastare och gripskopa) har denna nackdel.

När det däremot gäller förmågan att göra "rent hus" i grusupplaget är den alternativa metoden sämre än väntat. Gripskopan lämnar efter sig en mängd småhögar, som var och en inte alls räcker till för att fylla skopan. Dessa lämnas alltså kvar som spill. Hjullastaren och grävmaskinen har visserligen tendensen att skjuta grushögen framför skopan, men totala mängden grus som kvarlämnas i upplaget blir knappast större.

Vad beträffar de två andra typerna av lastbärare, som testats i denna etapp, kan noteras att de hopfällbara stålhäckarna har använts efter samma principer som tidigare versioner. De tre detaljer, som förändrats, har samtliga inneburit klara förbättringar jämfört med tidigare. Framför allt har den nya typen av spärr, som låser häcksidorna, uppfattats som både enklare och säkrare till sin funktion. De ekonomiska bedömningar, som gjordes beträffande stålhäckar i etapp 1, har därvid ej ändrats.

På den arbetsplats där den övriga utrustningen testades, användes under några månader en "Combitainer" för transport och förvaring av krokrör. Provet utföll till full belåtenhet och alla var överens om att "Combitainern" bidrog till att förbättra ordningen i rörupplaget på arbetsplatsen samt att minska bräckaget.

Under projektets gång framförde Volvo BM idén att flytta kranen på hjullastaren till andra änden av maskinen, dvs placerad på flerpinnsgaffelns plats. Som framgår av kapitel 2.3 har några fältmässiga provningar ej varit möjliga att genomföra och utvärderingen får därför baseras på delvis uppskattade tidsdata.

Metoden arbetar till stora delar efter samma principer som den tidigare redovisade "kranförsedda hjullastaren". Krandelens, som i detta fall är monterad på maskinens redskapsfäste, kan lätt kopplas loss och maskinen kan då på vanligt sätt utrustas med en hjullastares alla tillbehör. Innan rörläggningen kan påbörjas måste maskinen ställa ned rörbördan, lastad på exempelvis maskinpall, därefter köra åt sidan och växla från flerpinnsgaffel till kran. Hjullastaren höjer sedan armarna, så att stödbenen lättar från marken och kör fram till rörgravskanten. Där sänkes armarna, så att kranen stöder mot marken, varefter läggningen av rören kan börja. Kranen tar hela tiden rör från den tidigare avlastade maskinpallen och rörläggningen sker i övrigt exakt på samma sätt som för den s k kranförsedda hjullastaren.

De bedömda tiderna pekar på att tidsbesparing och därmed kostnadsbesparing är möjlig med denna metodvariant. Skillnaderna är dock så små att det fordras provning under fältmässiga förhållanden innan några säkra bedömningar kan göras.

En fördel är att maskinen aldrig behöver belastas av en icke verksam krandel, som dessutom gör ekipaget onödigt baktungt. I samband med själva rörläggningsarbetet och de flyttningar som då kan bli aktuella, kommer belastningen i "rätt ände" på maskinen, dvs på skopans plats.

Kranen kan flyttas snabbare, vilket får som konsekvens att metoden blir mer okänslig för att maskinen placeras fel i förhållande till rörbördans och grusupplagets läge. Å andra sidan måste krandelen kopplas bort oftare. Hjullastaren kan inte hämta en ny börda med rör från upplaget till rörgravskanten utan att först ställa av krandelen. Det bör dock påpekas i detta sammanhang, att det går väsentligt fortare att koppla bort krandelen i detta fall, jämfört med den alternativa metoden.

Denna metodvariant har, som framgått av ovanstående, flera positiva sidor. Några definitiva slutsatser kan emellertid inte dras, förrän metoden testats i arbete under realistiska betingelser. Som tidigare påpekats kunde detta tyvärr ej ske inom ramen för detta projekt.

Man kan givetvis tänka sig att använda vissa delar av den alternativa metoden och applicera dessa på de konventionella rörhanteringsmetoderna. Det som ligger nära till hands är att förse arbetsplatsens hjullastare med flerpinnsgaffel, för att förenkla och förbättra rörtransporterna på arbetsplatsen. Ett sådant arrangemang medför tämligen måttliga investeringar. Samtidigt slipper rörläggarna utföra de tunga lyft i olämplig arbetsställning, som hänger samman med den manuella in- och urlastningen av rör i hjullastarskopian. Som framgår av diagrammet ovan, kan detta dessutom medföra en mindre kostnadsbesparing.

Flerpinnsgaffeln kommer dock bäst till sin rätt om rören levereras på pallramar. Lösa rör har en tendens att hamna i oordning i upplaget, vilket självfallet försvårar för hjullastarföraren att ta rör med flerpinnsgaffeln utan manuell hjälp.

Flera delar av den sk kranförsedda hjullastaren skulle kunna detaljförbättras. Främst gäller det gripverkyget där risken finns, att man med dagens version av gripare, kan tappa ett rör, t ex på grund av en oavsiktlig felmanöver med reglagen. En sådan situation kan givetvis inte accepteras ur arbetarskyddssynpunkt. HIAB-FOCO anser att en och samma gripare med god säkerhetsmarginal skall kunna hantera minst två olika rördimensioner. Det är endast fråga om mer målinriktad produktutveckling. I det sammanhanget bör det också vara möjligt att konstruera någon form av säkerhetsanordning för att förhindra att rör tappas.

Hopskjutningen av rören sker idag manuellt med hjälp av spett. Det är troligtvis tekniskt möjligt att utveckla någon maskinell utrustning för detta moment, men det är inte säkert att detta i nämnvärd grad förenklar arbetet för rörläggaren. När spettet användes känner rörläggaren om gummiringen "vänder" på ett korrekt sätt. Denna känsla försvinner sannolikt helt, om arbetet görs maskinellt. Hopskjutning med lämpligt utformat spett är kanske inte så ansträngande i sig, men man kan inte bortse ifrån risken att spettet slinter, med de följer detta kan få.

BILAGA 1 FOTON

BILD 1 Kranförsedd
hjullastareBILD 2 Kranförsedd
hjullastare

BILD 3 Stålhäck



BILD 4 Stålhäck, hopfälld



BILD 5 Stålhäck, detalj



BILD 6 Stålhäck, detalj



BILD 7 Stålhäckar med rör
Combitainer med krok-
rör



BILD 8 Pallram

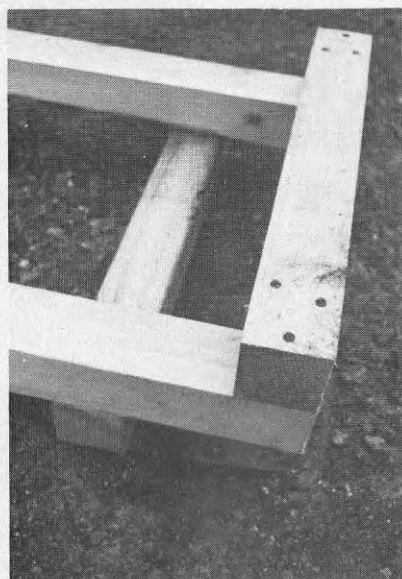


BILD 9 Pallram, detalj

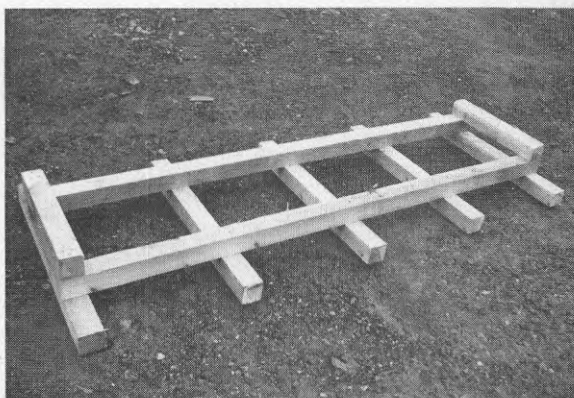


BILD 10 Underpallram



BILD 11 Underpallram, detalj



BILD 12 Rör lagrade på pallramar

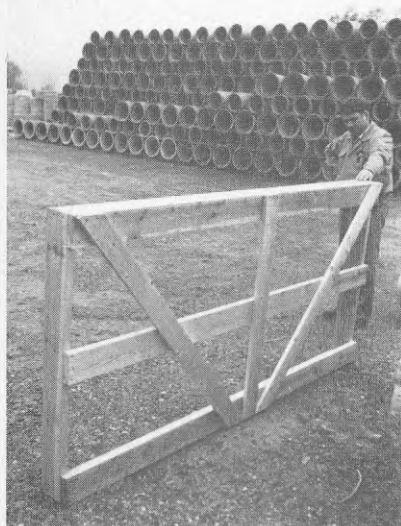


BILD 13 Lasthållare

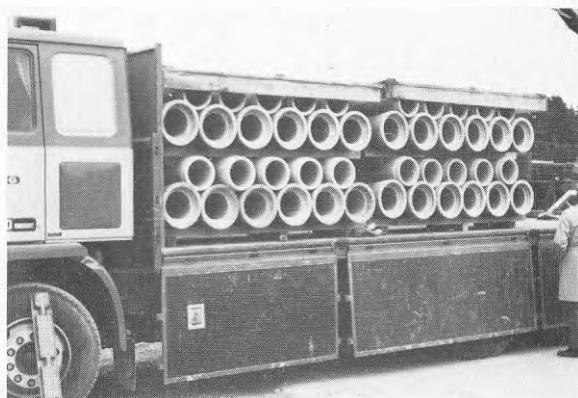


BILD 14 Rör på pallramar med lasthållare



BILD 15 Lastning av rör,
konventionell metod



BILD 16 Lastning av rör,
konventionell metod

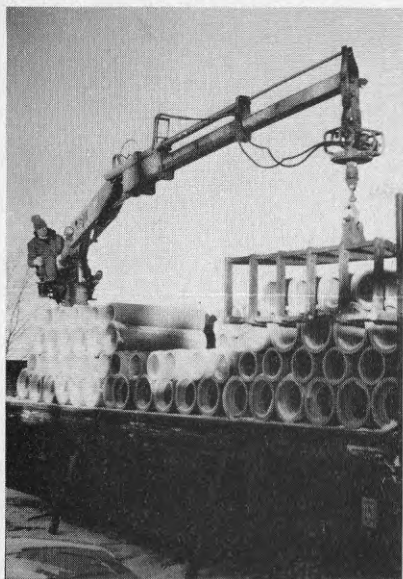


BILD 17 Lossning av rör,
konventionell metod



BILD 18 Lossning av rör, konventionell
metod



BILD 19 Lastning av rör,
alternativ metod



BILD 20 Lasthållaren läggs på



BILD 21 Lasthållaren läggs på



BILD 22 Lastning av rör,
alternativ metod



BILD 23 Lossning av rör,
alternativ metod



BILD 24 Lasthållaren lyftes av



BILD 25 Lossning av rör,
alternativ metod



BILD 26 Lossning av rör,
alternativ metod



BILD 27 Manuell rörhantering på
arbetsplatsen



BILD 28 Rörläggning, alternativ metod



BILD 29 Rörläggning,
alternativ metod



BILD 30 Rörläggning,
alternativ metod

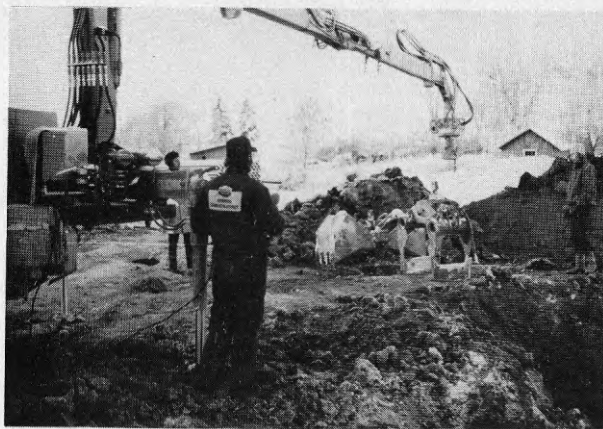


BILD 31 Byte från gripare till gripskopa

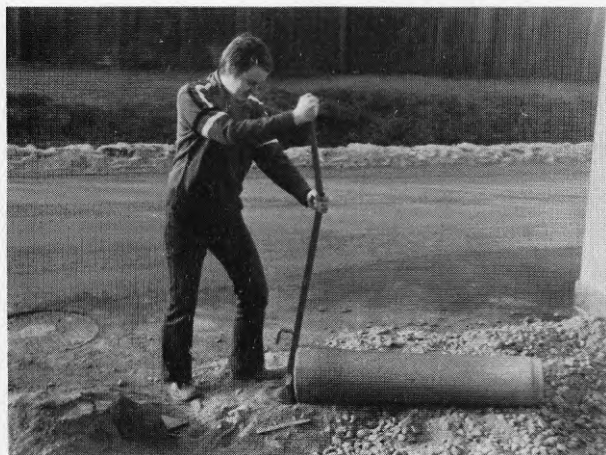
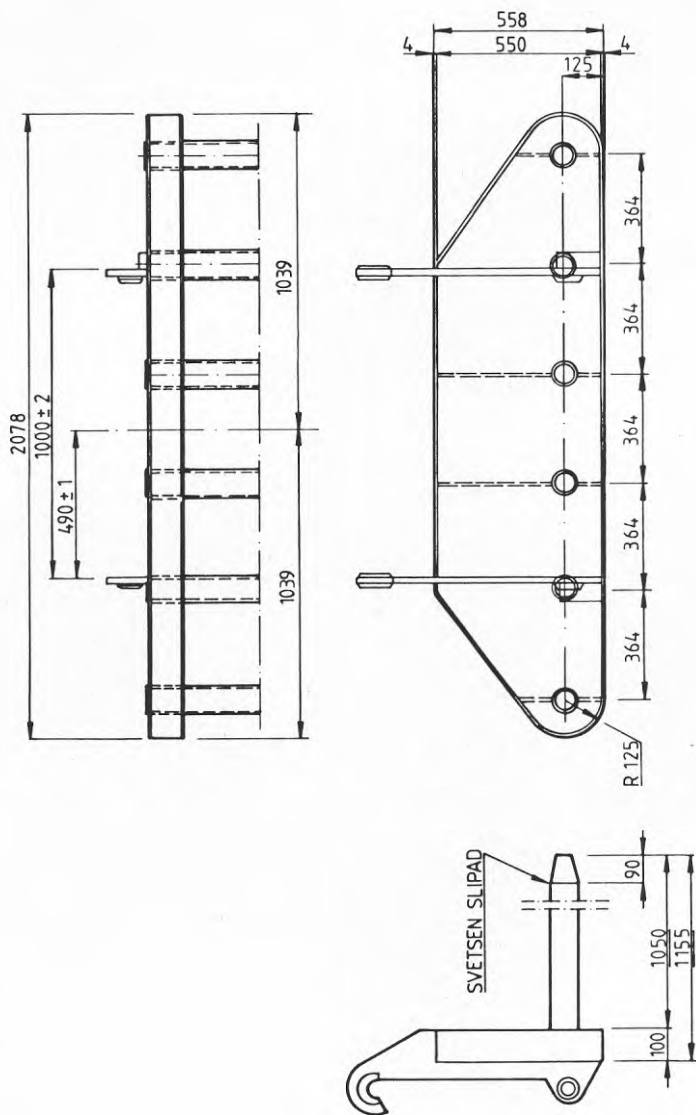
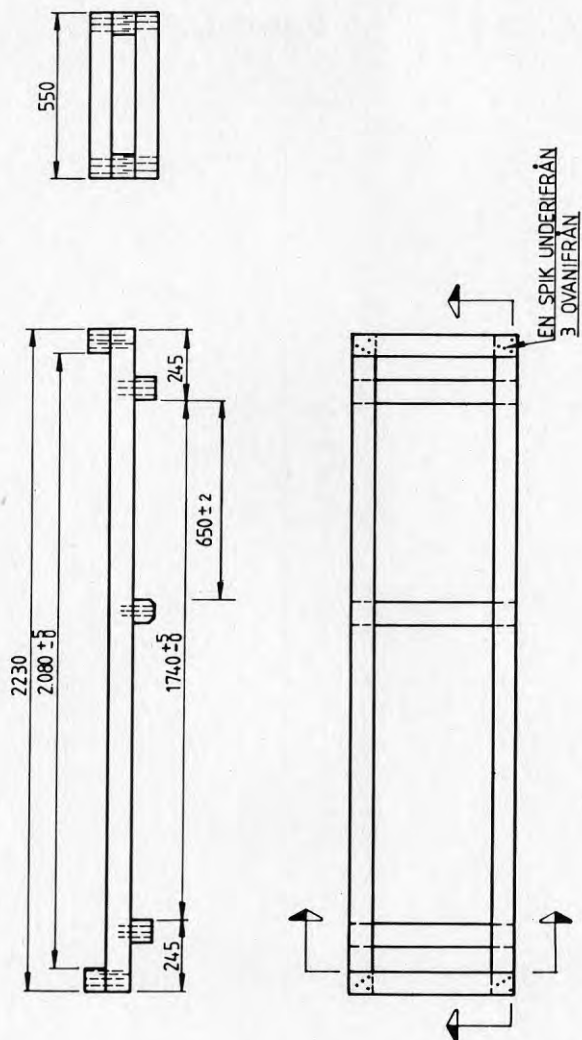


BILD 32 Användning av rörläggarspett

BILAGA 2 FLERPINNSGAFFEL

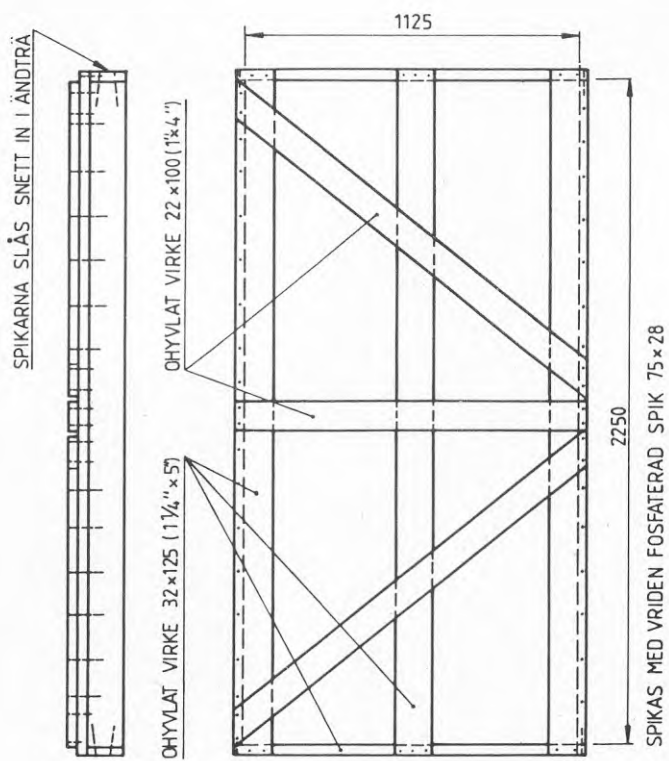


BILAGA 3 MODIFIERAD PALLRAM

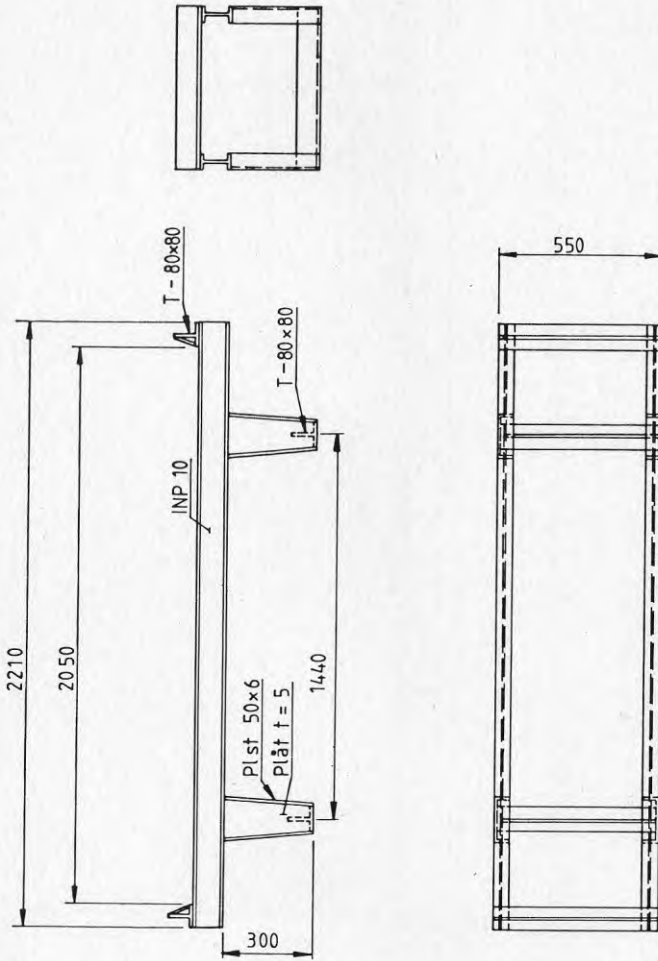


VIRKE 3" x 3" KVALITET Ö-VIRKE
 RÄFFLAD VRIDEN SPIK FOSFATERAD 125 x 40 GUNNEBO 28 ST / PALL

BILAGA 4 LASTHÅLLARE



BILAGA 5 FÖRSLAG TILL MASKINPALL



BILAGA 6 INKÖRNINGSBERÄKNING

Inkörningsförloppet följer ekvationen $y = a \times X^b$

y = tidsförbrukning för enhet nr X

a = tidsförbrukning för enhet nr 1

b = en exponent som bestämmer kurvans lutning

Vid 90% lutning blir b :

$$90 = 100 \times 2^b$$

$$0,90 = 2^b$$

$$\log 0,90 = b \log 2$$

$$b = \frac{\log 0,90}{\log 2} = \frac{0,9542 - 1}{0,3010} = \underline{-0,152}$$

Serie: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024

Tidsåtgång för enhet nr 512 (efter ca 2 veckor vid 50 rör/dag)

Vid sätter tiden för enhet 1 = 100

$$y = 100 \times 512^{-0,152}$$

$$y = \frac{100}{512^{0,152}}$$

$$\log y = \log 100 - 0,152 \log 512$$

$$\log y = 2 - 0,152 \times 2,7093 = 2 - 0,4118 = 1,5882$$

$$y = 38,74 \text{ säg} = \underline{39} \text{ dvs } \underline{39\%} \text{ av tiden för enhet nr 1}$$

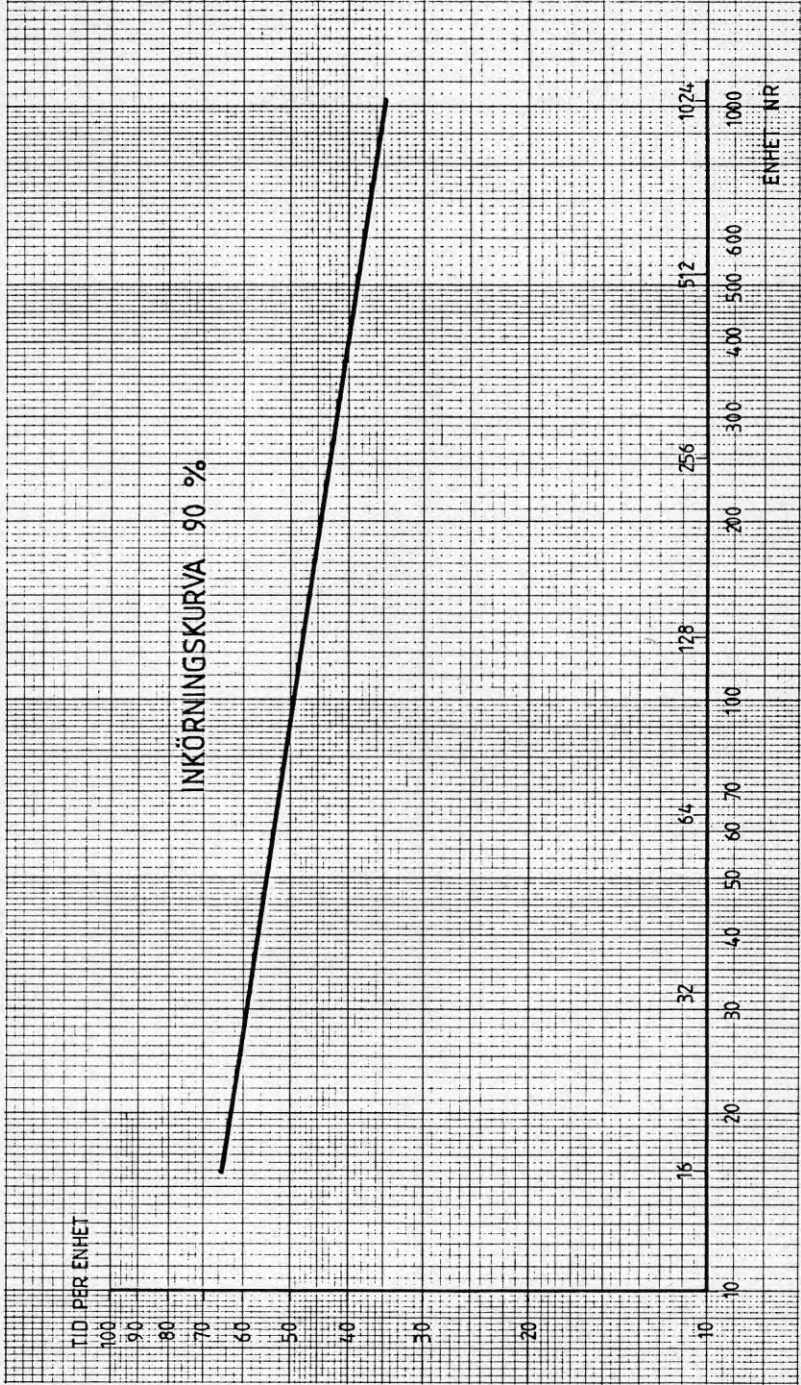
Övriga värden blir:

Enhet nr Tidsåtgång

1	100
2	90
4	81
8	72,9
16	65,6
32	59,0
64	53,1
128	47,8
256	43,0
512	38,7
1024	34,8
2048	31,4

Dessa värden kan åskådliggöras grafiskt, se fig 5.1 samt diagram på nästa sida.

Inkörningsförloppet antages vara avslutat efter enhet 500-1000. Som framgår av kurvorna är minskningen i tid efter denna punkt på kurvan av mindre betydelse. Arbetsstudierna antages motsvara tiden för enhet nr 32, eftersom endast obetydlig träning skett innan studierna gjordes.



Enhet 32 = 59% av enhet 1

Enhet 512 = 39% av enhet 1

Enhet 512 = $\frac{39}{59}$ = 66% av enhet 32

Enhet 1024 = $\frac{35}{59}$ = 59% av enhet 32

I detta fall bedömer vi det rimligt att räkna med en inkörning så att normtiden = 60% av de uppmätta tiderna.

BILAGA 7 KOSTNADSJÄMFÖRELSE

	Min/rör	Resurser	Kostnad	
			Summa kr/tim	kr/rör
I <u>Konventionell metod</u>				
a Förberedelse av rörupplag	0,063	1 st gaffeltruck	100	0:10
Lastning av bil på fabrik	0,050	1 st gaffeltruck 1 st lastbil+släp+kran	100 200	0:25
Förankring av last	0,012	1 st lastbil+släp+kran	200	0:04
b Transport med bil	0,439	1 st lastbil+släp+kran	200	1:46
c Lossning av förankring	0,008	1 st lastbil+släp+kran	200	0:03
Lossning med bilkran (alt lossn med hjullastare o flerpinnsgaffel 0,084 min/rör)	0,124	1 st lastbil+släp+kran	200	0:41
d Lastning (manuellt) av rör i hjullastarskopa (alt tar rör med flerpinnsgaffel 0,017 min/rör)	0,245	1 st hjullastare	130	0:53
Transport av rör i hjullas- tarskopan (alt bär rör med flerpinnsgaffel 0,583 min/ rör)	0,350	1 st hjullastare	130	0:76
Urlastning av rör för hand (alt lägger ned rör med flerpinnsgaffel 0,008 min/ rör)	0,245	1 st hjullastare	130	0:53
e Lyfter ned rör i rörgraven (med grävmaskin)	0,488	1 st grävmaskin 1 st hjullastare 50% 2 st rörläggare	150 65 150	2:97
Ställer ut rör på rörgravs- botten (manuellt)				
Lägger rör (dvs sätter på gummiring lägger omkull röret riktar in skjuter ihop med spett kontroll, ev justering exkl värmen av spets/muff)	1,500	2 st rörläggare 1 st hjullastare 50%	150 65	5:38
f Skyddsfylln med grävmaskin	0,608	1 st grävmaskin 1 st hjullastare 50% 2 st rörläggare	150 65 150	3:70
SUMMA I				16:16

Min/rör	Resurser	Kostnad			
		Summa kr/tim	kr/rör		
Kostnaden för respektive alternativ					
c	Lossning med hjullastare och flerpinns-gaffel	0,084	1 st lastbil+släp+kran 1 st hjullastare	200 130	0:46
d	Tar rör med flerpinns-gaffel	0,017	1 st hjullastare	130	0:04
	Bär rör med flerpinns-gaffel	0,583	1 st hjullastare	130	1:26
	Lägger ned rör med fler- pinns-gaffel	0,008	1 st hjullastare	130	0:02

II Alternativ metod

a	Lastning av bil på fabrik	0,045	1 st gaffeltruck 1 st lastbil+släp+kran	100 200	0:22
	Förankring av last	0,023	1 st lastbil+släp+kran	200	0:08
b	Transport med bil	0,459	1 st lastbil+släp+kran	200	1:53
c	Lossning av förankring	0,013	1 st lastbil+släp+kran	200	0:04
	Lossning med hjullastare och flerpinns-gaffel	0,070	1 st lastbil+släp+kran 1 st kranf hjullastare	200 160	0:42
d	Lyfter rör från pallram till maskinpall	0,079	1 st kranf hjullastare	160	0:21
	Transporterar rör med hjullastare	0,318	1 st kranf hjullastare	160	0:85
e	Ställer i ordning kran, stödben etc	0,327	1 st kranf hjullastare	160	0:87
	Lägger rör med kranförsedd hjullastare (dvs tar rör sänker ned rör håller still för gummirings- påsättning riktar in röränden släpper röret hopskjutning med spett kontroll, ev justering exkl värmen av spets/muff)	1,320	1 st kranf hjullastare 1 st rörläggare	160 75	5:17
	Tillägg för byte från skopa till gripare	0,120	1 st kranf hjullastare 1 st rörläggare	160 75	0:47
f	Ställer i ordning kran, stödben etc	0,327	1 st kranf hjullastare	160	0:87
	Skyddsfylln med gripskopa	0,506	1 st kranf hjullastare 1 st rörläggare	160 75	1:98

- Tillägg för byte från
gripare till skopa
- g Kapitalkostnad för
pallramar

SUMMA II

Min/rör	Resurser	Kostnad	
		Summa kr/tim	kr/rör
0,120	1 st kranf hjullastare 1 st rörläggare	160 75	0:47
-	-	-	0:29
			13:47

BILAGA 8 BERÄKNING AV LÄGGNINGSKAPACITETER

Förutsättningar och beteckningar

Rörgraven antas innehålla:

2 avloppsledningar i betong
1 vattenledning i plast eller segjärn

Ledningssystemet antas också innehålla:

1 brunn/30 m ledning
1 grenrör/15 m ledning

Tidsåtgång för sättning/läggning av:

Brunnar 60 min/st
Grenrör 7,5 min/st

Läggningsskapaciteten, uttryckt i m rörgrav/dag, betecknas i denna bilaga med bokstaven "K".

Beräkning av arbetstid

Endast en viss del av arbetsdagen kan disponeras för "ren" rörläggning:

Total arbetstid 8 x 60 min	480
Sättning av brunnar $\frac{2 \times K}{30}$ st à 60 min	-4K
Läggning av grenrör $\frac{2 \times K}{15}$ st à 7,5 min	<u>- K</u>
SUMMA disponibel arbetstid	480-5K

Kapacitetsberäkning

Till grund för beräkning av läggningsskapaciteten ligger deltiderna hämtade från kapitel 5.1.

I	Viby-metoden:	min/rör
	Lyfter ned rör i rörgrav Ställer ut rör på rörgravsbotten }	0,488
	Lägger rör	1,500
	Skyddsfyllning	<u>0,608</u>
	SUMMA	2,596
	Tillägg 25% för ställ- och fördelningstid	<u>0,649</u>
	TOTALT	3,24

Tiden för transport av rör från upplagsplatsen fram till rörgravskanten medräknas ej, eftersom detta sker med en resurs som ej deltar i själva rörläggningen.

Varje meter av ledningsgraven innehåller 2 m betongrör och 1 m segjärn/plaströr. Detta antages ur kap-

citetssynpunkt vara likvärdigt med 2,7 m betongrör, vilket ger kapaciteten:

$$K = \frac{480 - 5K}{3,24 \times 2,7}$$

Löses ekvationen fås kapaciteten

$$K = 34,91 \text{ dvs } \underline{35 \text{ m rörgrav/dag}}$$

II	Alternativa metoden:	min/rör
	Lyfter rör från pallram till maskinpall	0,079
	Transporterar rör	0,318
	Ställer i ordning kran, stödben etc	0,327
	Lägger rör	1,320
	Tilllägg för byte skopa/gripare	0,120
	Ställer i ordning kran, stödben etc	0,327
	Skyddsfillning	0,506
	Tilllägg för byte skopa/gripare	<u>0,120</u>
	SUMMA	3,117
	Tilllägg 25% för ställ- och fördelningstid	<u>0,779</u>
	TOTALT	3,90

Tiden för transport av rör från upplagsplatsen fram till rörgravskanten medräknas i detta fall, eftersom transporten sker med samma maskin som utför själva rörläggningen.

På samma sätt som för I erhålles:

$$K = \frac{480 - 5K}{3,90 \times 2,7}$$

Löses ekvationen fås kapaciteten

$$K = 30,91 \text{ dvs } \underline{31 \text{ m rörgrav/dag}}$$

FIGURFÖRTECKNING

- 2.1 Pallramar med rör \emptyset 225 mm. Modifierad typ
- 4.1 Produktionsprocessen
- 4.2 Nödvändigt arbetsutrymme för läggning av rör
- 4.3 Läggning av \emptyset 225 mm betongrör. Exempel på undersökningsresultat
- 4.4 Krossmaterial. Naturmaterial - inbyggd kullagereffekt
- 4.5 Aktuella förflyttningssteg
- 5.1 Inkörningskurva 90%
- 5.2 Kostnadsjämförelse

LITTERATUR

avseende området "Transport och läggning av betongrör"

Andersson Å & Bengtsson B P-A, Växelflak i byggmaterialdistributionen. (BFR R136:1979.) Stockholm.

Englund Ch & Olofsson S, 1978, Växelflakssystem vid byggmaterialdistribution. (KTH, examensarbete.) Stockholm.

Jonsson R & Larsson I, 1975, Växelflakssystemets användning vid bygplatsers materialförsörjning. (LTH, examensarbete.) Lund.

Magnusson I, 1968, Transporter och materialhantering vid betongvarutillverkning. (Svenska Cementföreningen.) Malmö.

Construction of flexibly jointed concrete pipelines, 1974. Technical Bulletin No. 1.

Rationalisierung beim Bau von Entwässerungssystemen. Bau von Versorgungsnetzen.

Rigtig behandling af betonrør, 1971. Moderne Jordflytning nr 3.

Rohrleitung. Ingenieurtiefbau.

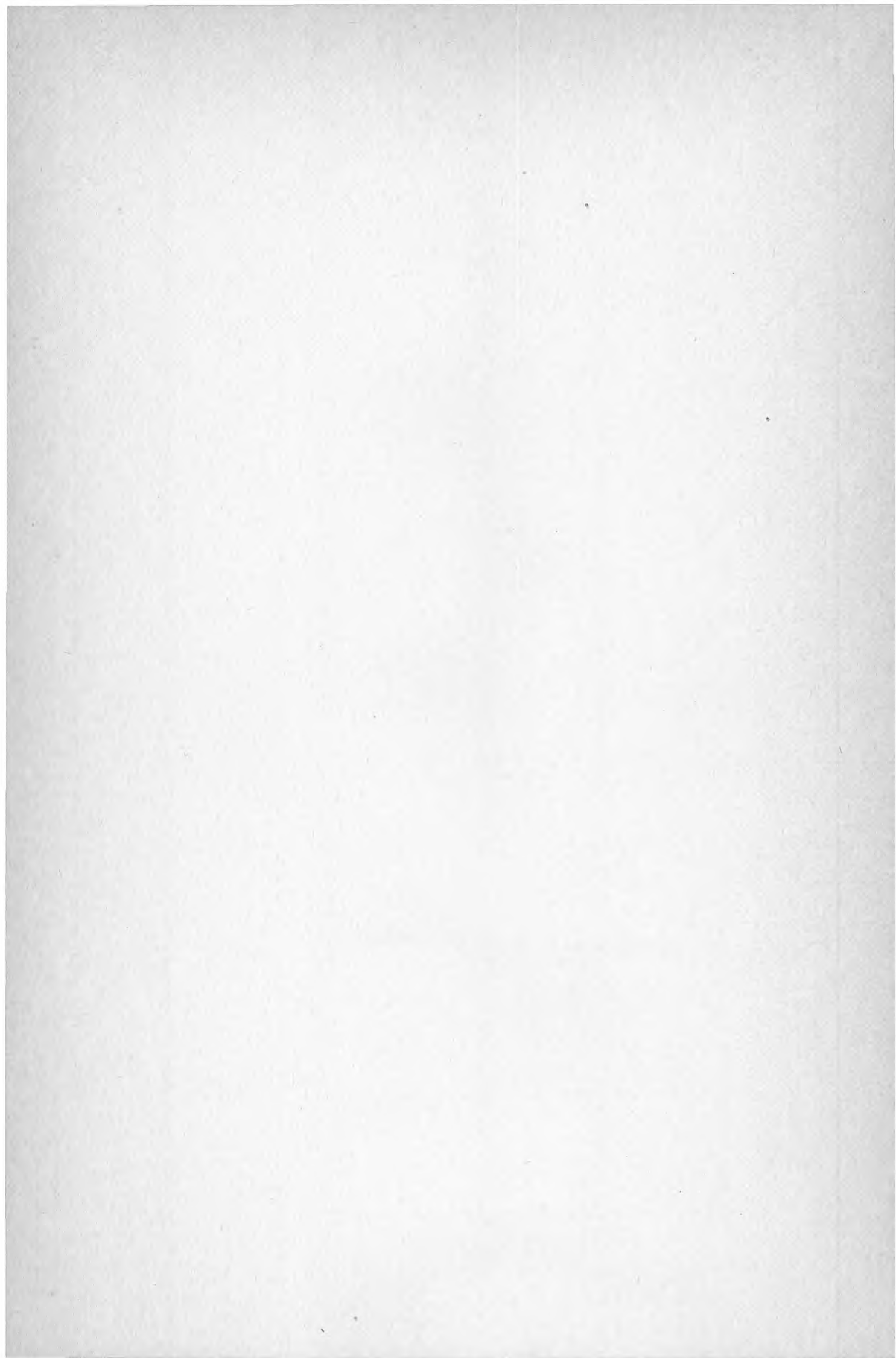
Schäden an Betonrohrleitungen und Instandsetzungsmöglichkeiten, 1971. Tiefbau nr 13.

Utkast till leggeanvisninger for betongrør, 1971, Betongprodukter nr 3.

Working party on the design and construction of underground pipe sewers, 1971. Department of the environment, 3rd report.

Ökad mekanisering av rörgravssponning, 1974. Tryckluft nr 2.

Terrängmaskinen, del 1, 1978. (Forskningsstiftelsen Skogsarbeten.) Stockholm.





**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 770490-2 och
800377-9 från Statens råd för byggnadsforskning till AB Skånska
Cementgjuteriet, Stockholm, respektive Byggergonomilaboratoriet,
KTH, Stockholm.**

R164: 1980

ISBN 91-540-3402-7

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700264

**Abonnemangsgrupp:
S. Byggplatsens verksamhet**

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

Cirka pris: 30 kr exkl moms