



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**

**R23:1985**

**Byggmaterialförsörjning till  
ROT-byggande**

**Peter Lindgren  
Leif Hjærtström**

INSTITUTET FÖR  
BYGGDOKUMENTATION

A.cnr

Plac Ser

R  
017

**Byggforskningsrådet**

R23:1985

BYGGMATERIALFÖRSÖRJNING TILL ROT-BYGGANDE

Peter Lindgren  
Leif Hjærtström

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag  
820090-8 från Statens råd för byggnadsforskning  
till Ahlsell Bygg AB, Stockholm.

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

R23:1985

ISBN 91-540-4348-4

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Liber Tryck AB Stockholm 1985

## FÖRORD OCH SAMMANFATTNING

Ahlsell Bygg AB har med anslag från Statens Råd för Byggnadsforskning, BFR, genomfört ett projekt avseende byggmaterialdistribution till byggarbetsplatser med speciell inriktning mot ROT-sektorn.

Projektet har utformats som ett samarbetsprojekt mellan Byggro - Norrköping, Ahlsell Bygg:s Grossistföretag - samt SIAB i Norrköping som byggentreprenör.

Mot bakgrund av den kraftigt förändrade byggstruktur som dagens produktion innebär jämfört med 60- och 70-talen, med minskade volymer, småskalighet och ökad ROT-verksamhet, har målsättningen varit "att utveckla kostnadsreducerande åtgärder i byggmaterialdistributionen fram till och inom byggarbetsplatsen.

För att erhålla objektivitet i såväl mätningar, sammanställningar som analyser har engagerats Packforsk Service AB, vilka också författat denna rapport.

I projektorganisationen har följande personer ingått:

Sven-Erik Ahlstedt, Ahlsell Bygg AB,	referensgrupp
Björn Petersson, Byggro AB,	"
Peter Lindgren, -"-	projektledare
Leif Hjærtström, -"-	"
Åke Andersson, Packforsk Service AB,	projekt/referensgrupp
Per Nyman, -"-	-"-
Kurt Sjöqvist, Svenska Byggnadsentreprenörföreningen	referensgrupp
P-O Andersson, SIAB,	arbetsgrupp
Lennart Eriksson, SIAB,	referensgrupp
Hans-Åke Johansson, SIAB,	arbets/referensgrupp
Clas Wahlbin, Linköpings Universitet	referensgrupp

Kort kan sägas att projektet klart visat på vikten av en helhetssyn på begreppet materialförsörjning till den typ av objekt som här undersökts, d v s inom ROT-sektorn för att uppnå en kostnadseffektiv och rationell produktion. Genom att styra och anpassa materialflödet till byggets produktionstakt och med leverans så nära montageplats som möjligt, har såväl mellanlagring på byggplatsen som manuell hantering kunnat minimeras. Därigenom har lägre *totala* hanteringskostnader kunnat påvisas för både volymvaror (ex.vis skåpsnickerier) och tunga vulkvaror (ex.vis gipsskivor).

Kostnaderna avser enbart mätbara faktorer som tid att bära, transportkostnader, väntetider, fordon, kranhyror etc. Utöver dessa mätbara faktorer finns andra som svinn, störningskostnader m m, som här inte tagits i beaktande.



## INNEHÅLL

1	INLEDNING . . . . .	6
1.1	<u>Bakgrund</u> . . . . .	6
1.2	<u>Målsättning</u> . . . . .	7
1.3	<u>Projektuppläggning</u> . . . . .	7
1.4	<u>Studerade produkter</u> . . . . .	9
1.5	<u>Studerade objekt</u> . . . . .	9
2	GENOMFÖRANDE OCH UTFALL . . . . .	11
2.1	<u>Inledning</u> . . . . .	11
2.2	<u>Gipsleveranser</u> . . . . .	11
2.2.1	Allmänt . . . . .	11
2.2.2	Leverans till försöksobjektet . . . . .	11
2.2.3	Leverans till referensobjektet . . . . .	16
2.3	<u>Fönsterleveranser</u> . . . . .	17
2.3.1	Allmänt . . . . .	17
2.3.2	Leverans till försöksobjektet . . . . .	18
2.3.3	Leverans till referensobjektet . . . . .	22
2.4	<u>Skåpleveranser</u> . . . . .	23
2.4.1	Allmänt . . . . .	23
2.4.2	Leverans till försöksobjektet . . . . .	23
2.4.3	Leverans till referensobjektet . . . . .	26
2.5	<u>Takpannor</u> . . . . .	27
2.5.1	Allmänt . . . . .	27
2.5.2	Leverans till försöksobjektet . . . . .	27
2.5.3	Leverans till referensobjektet . . . . .	31
2.6	<u>Vitvaror</u> . . . . .	33
2.6.1	Allmänt . . . . .	33
2.6.2	Leverans till försöksobjektet . . . . .	33
3	ANALYS . . . . .	35
3.1	<u>Inledning</u> . . . . .	35
3.2	<u>Materialförsörjningsfunktionen</u> . . . . .	35
3.3	<u>Leverantörer</u> . . . . .	37
3.4	<u>Genomförandet</u> . . . . .	37
3.4.1	Allmänt . . . . .	37
3.4.2	Gips . . . . .	38
3.4.3	Skåpsnickerier . . . . .	39
3.4.4	Fönster . . . . .	40
3.4.5	Takpannor . . . . .	40
3.4.6	Vitvaror . . . . .	41
4	SLUTRESULTATET . . . . .	42
BILAGA 1	Beskrivning av försöksobjektet kv Kyrkoherden . . . . .	45
BILAGA 2	Beskrivning av referensobjektet . . . . .	51
BILAGA 3	Tids- och resursförbrukning . . . . .	57

## 1 INLEDNING

### 1.1 Bakgrund

Under 60- och 70-talen inriktade både byggmaterialindustri och byggtreprenörer sina produktionsapparater mot stordrift för att tillvarata skaleffekter och de långa seriernas ekonomi.

För byggmaterial fanns i princip två leveransalternativ

- direktleverans (Fig 1)
- lagerleverans (Fig 2)

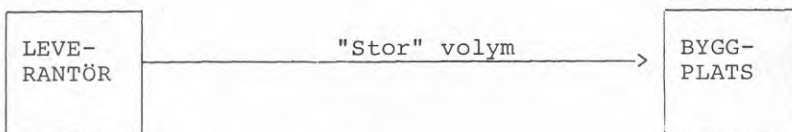


Fig 1. Direktleverans.

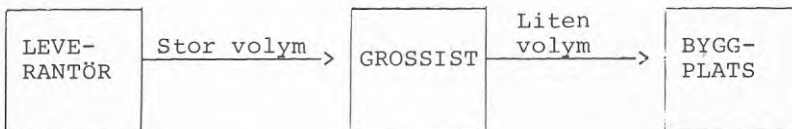


Fig 2. Lagerleverans.

Som resultat av stordriften och de långa serierna kom direktleverans att bli den dominerande leveransformen för många material. Andra material levererades via grossist beroende på att förbrukningen per byggplats var liten. Detta innebar då en acceptabel rollfördelning mellan industri, handelsled och entreprenör.

Dagens byggproduktion, där bl a ROT-sektorn upptar en väsentlig del, uppvisar en helt annorlunda struktur, vilken framför allt kännetecknas av småskalighet, mindre totalvolym samt kraftigt ökade byggkostnader. Denna ändrade byggstruktur innebär att såväl teknik, prefabsystem som distributionsformer och maskinpark ej är anpassade till dessa förutsättningar.

Med bibehållna krav på rationell produktion hos såväl tillverkare som byggtreprenör medför en anpassning till den förändrade byggstrukturen därför nya krav på rollfördelning i distributionssystemet.

Tanken bakom projektet har därför varit att genom en *totalsyn på materialflödet från producent fram till montageplatsen i bygget* åstadkomma kostnadsreduceringar dels genom styrning av materialflödet och dels utveckling av nya hanteringsmetoder.



Detta innebär att materialleveranser skall vara så anpassade i tid och kvantitet att förrådshållning på byggplatsen undviks i största möjliga utsträckning.

### 1.2 Målsättning

Målsättningen för projektet har varit att utveckla konkreta kostnadsreducerande metoder för byggnadsmaterialförsörjningen från producent fram till montagestället på byggarbetsplatsen.

### 1.3 Projektuppläggning

För genomförandet av projektet valdes ett av SIAB:s renoverings- och ombyggnadsobjekt, ett s k ROT-objekt, (avsnitt 1.5 och bilaga 1). Ett antal produkter valdes ut (avsnitt 1.4) och leveranserna till byggplatsen organiserades i enlighet med projektets målsättning. För detta ändamål inrättades en särskild funktion, som i fortsättningen kallas "materialförsörjningsfunktion".

Materialförsörjningsfunktionen har således två huvuduppgifter, nämligen:

- materialstyrning
- materialhantering

Med hänsyn till inblandade företag, målet med forskningsprojektet och till byggobjektets storlek placeras materialförsörjningsfunktionen på Byggro, Norrköping. Denna placering möjliggör mellanlagring med konfektionering av leveranser samt ev vidareförädling före leverans till byggplats.

Från materialförsörjningsfunktionen styrs det fysiska materialflödet med målsättningen att totalkostnaden för distributionen skall minimeras. Som slutpunkt i distributionskedjan gäller "produkt levererad vid inmonteringsplats och vid inmonteringsstidpunkt".

För att bättre avgöra effekten av vidtagna åtgärder på totalekonomin för bygget beslutades att vid sidan av försöksobjektet skulle ett referensobjekt studeras.

Som referensobjekt valdes ett annat av SIAB:s ROT-objekt - med leverans av samma varor och från samma leverantörer. Objektets tidplan överensstämde dessutom i stort sett med försöksobjektets.

På referensobjektet har leveranserna skett utan inblandning från projektgruppen. I samtliga fall har detta inneburit direktleverans från tillverkare till byggarbetsplats. Se vidare avsnitt 1.5.

Mätningarna har omfattat tidsåtgång för alla resurser som tagits i anspråk under byggets alla operativa faser, nämligen;

- 1) Tillverkarens leveransbil
  - väntetid
  - lossningstid
- 2) Godsmottagning (Byggro)
  - lossningstid
- 3) Lagerhantering (Byggro)
  - inlagring
  - uttag
  - lastning
- 4) Distributionsbil (Byggro)
  - lastning
  - transport
  - lossning
- 5) Bemanning byggplats
  - mottagning/lossning
  - intransport
- 6) Utrustning byggplats
  - mottagning/lossning
  - hantering

På försöksobjektet har mätningarna utförts av projektgruppen medan verkmästaren ansvarat för detta på referensobjektet.

Storheterna i vilka mätningarna gjorts har valts för att ge överskådlighet och jämförbarhet. Så t ex har skåp mätts i kostnad per lägenhet.

Följande timkostnader har använts i samtliga kalkyler:

-	"Långtradare", väntetid, lossningstid	290 kr
-	Distributionsbil med kran	200 kr
-	Truck med förare	150 kr
-	Baklastare med förare	200 kr
-	Mobilkran med förare	345 kr
-	Byggnadsarbetare	110 kr
-	Lagerarbetare	95 kr

#### 1.4 Studerade produkter

De produkter som studerats är:

- Gipsskivor
- Fönster
- Innerdörrar
- Skåpsnickerier
- Takpannor
- Vitvaror

Studien av innerdörrsleveransen kunde dock inte genomföras på ett meningsfullt sätt p g a att leverantören ej utförde leveransen på överenskommet sätt.

#### 1.5 Studerade objekt

*Försöksobjektet* består av ett trevåningshus med 20 lägenheter. Huset är lokaliserat vid en relativt liten gata med en viss tomtyta mellan huskroppen och trottoaren. (Fig 3).

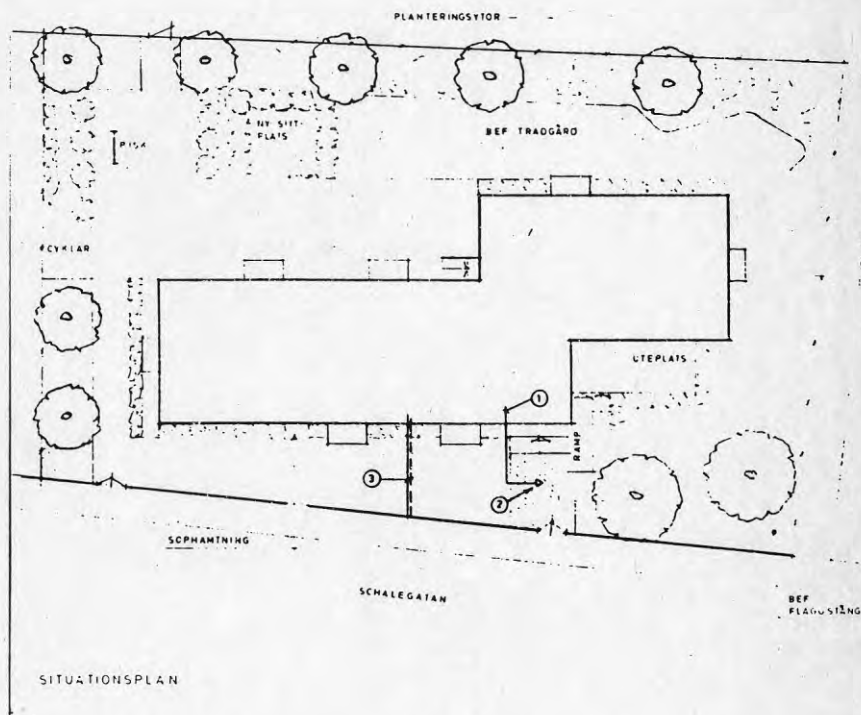


Fig 3. Försöksobjektet, kv Kyrkoherden 4, Norrköping.

Huset var före ombyggnaden försett med balkonger på samtliga våningars gavlar och försågs under ombyggnaden med flera balkonger på såväl fram- som baksida.

En detaljerad beskrivning av försöksobjektet ges i bilaga 1.

Referensobjektet, kv Kolonien, Norrköping

*Referensobjektet* var i likhet med försöksobjektet ett trevåningshus, där samtliga nio lägenheter skulle totalrenoveras. Referensobjektet ligger utmed en större genomfartsgata med en obetydlig tomtyta mellan huskroppen och trottoaren - en yta som för övrigt använts för uppställning av manskapsbodrar. På gården finns ett 3-bilsgarage som har disponerats som upplag. Huset saknade och saknar balkonger.

Detaljerad beskrivning av referensobjektet framgår av bilaga 2.

## 2 GENOMFÖRANDE OCH UTFALL

### 2.1 Inledning

Nedan redovisas de hanterings- och/eller styrningsåtgärder som vidtagits inom projektets ram samt kostnader för dessa. Redovisning sker produktvis för försöksobjektet och referensobjektet.

### 2.2 Gipsleveranser

#### 2.2.1 Allmänt

Gipsskivor levereras från fabrik liggande med underlag mellan var 60:e skiva, alt mellan var 30:e skiva. En 60-bunt 13 mm gipsskivor väger ca 2.000 kg. Order om min 5 ton levereras fraktfritt i en post från fabrik direkt till byggplats om så önskas.

#### 2.2.2 Gipsleverans till försöksobjektet kv Kyrkoherden.

Då detta projekt startades hade redan den första gipsleveransen anlänt till kv Kyrkoherden - en fabriksleverans om ca 8 ton, vilket motsvarade behovet för hela källarvåningen och bottenvåningen.

Mot bakgrund av projektets målsättning: "att utveckla kostnadsreducerande åtgärder i byggmaterialdistributionen" sattes följande kravspecifikation upp för de fortsatta gipsskiveleveranserna:

- bättre anpassning till byggtakten, d v s mindre leveranser
- leverans närmare montageplatsen, d v s kortare bärsträckor
- om möjligt undvika bärande i trappor
- enhetsbildning som är användbar i hela distributionskedjan, d v s som kan hanteras obrutet ända fram till montageplats
- hanteringsutrustning och -metod får inte öka skaderisken
- gipsbuntarna skall kunna hanteras enbart med hjälp av på bilen monterad utrustning

För att klara anpassningen till byggtakten beslutades att leveranserna skulle ske via Byggro. (Fig 4).

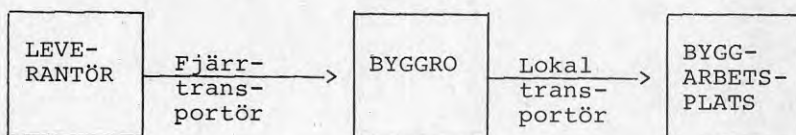


Fig 4. Schematisk beskrivning av gipsleveranserna till kv Kyrkoherden.

Efter div utvecklings-  
arbete utkristallise-  
rades en hanterings-  
teknik som kan samman-  
fattas enligt  
följande:

Skivorna transporteras  
från Byggro till bygg-  
platsen liggande på  
flaket.

Med hjälp av bilens  
kran reses skivorna  
upp i lyftets initial-  
skede, (Fig 5),  
varefter de lyfts upp  
till intagsplats  
(Fig 6).



Fig 5. Genom "kantlyft"  
reses skivorna upp.

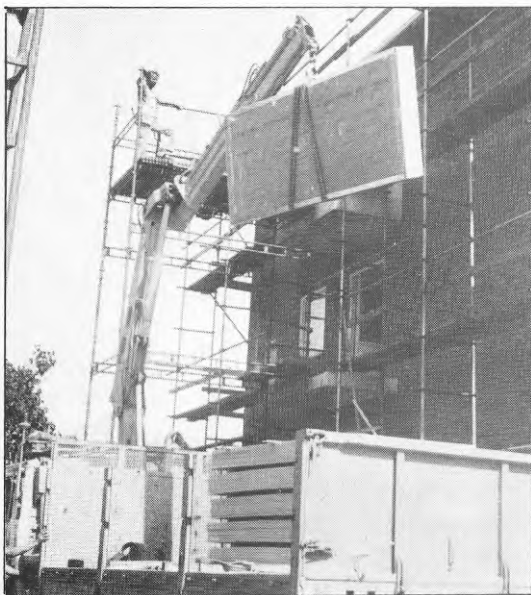


Fig 6. Stående  
gipsbunt lyftes av  
lastbilskranen.

Bunten ställs av på en transportvagn som körts ut på balkongen på resp våningsplan (Fig 7). Skivorna körs därefter in och ställs av så nära montageplatsen som möjligt. Skivorna förvaras *stående* på bygget.



Fig 7. Bunten styrs in direkt på vagnen.

För att möjliggöra denna hantering har:

- buntstorleken minskats till "1/4-bunt" och mellanslag lagts mellan var 15:e skiva
- kantskyddsprofiler i aluminium anpassade till "1/4-bunt" tagits fram (Fig 8). Dessa appliceras på bunten (Fig 9) när den ligger på bilflaket. Detta sker i samband med lossningen (Fig 10).

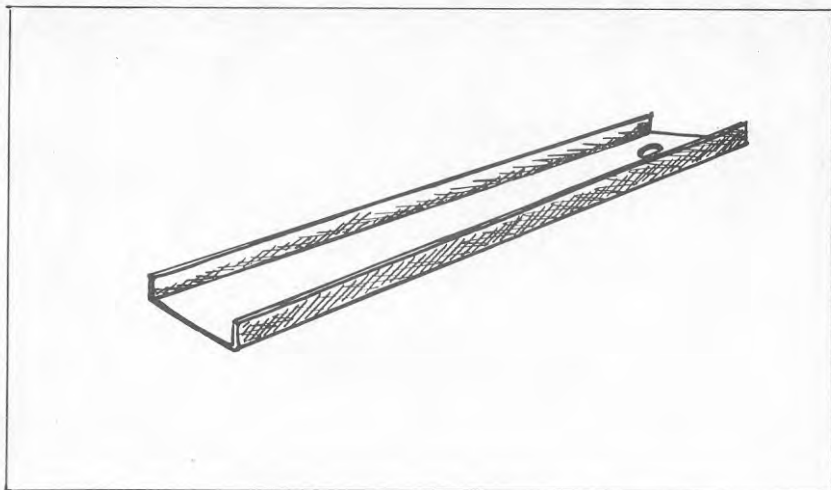


Fig 8. Kantprofil med hål för att kroka i vid återlyft av tom profil.

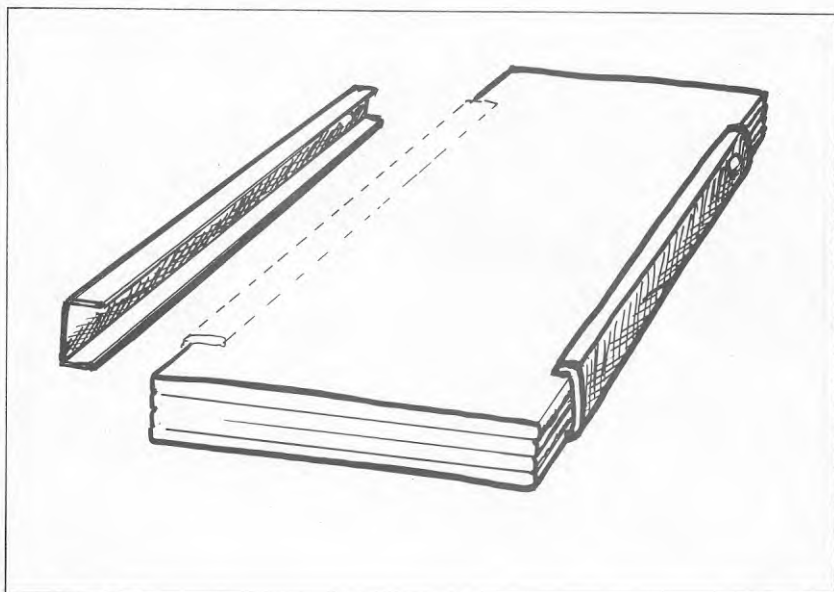


Fig 9. Profil appliceras på bunt.



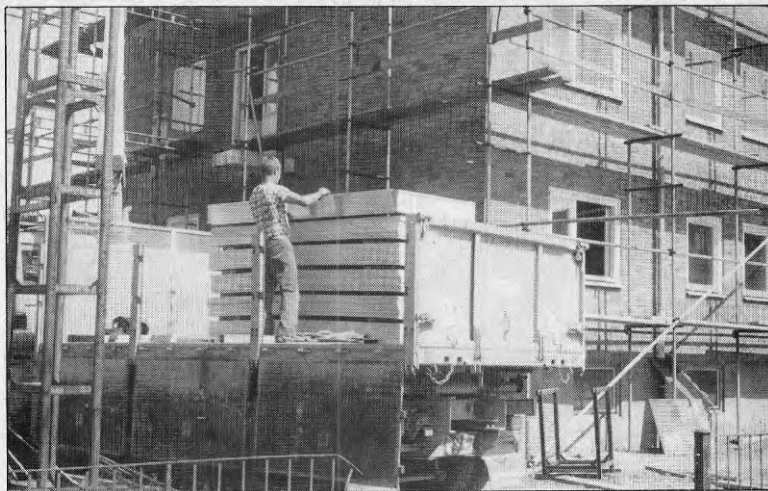


Fig 10. Specialtillverkade skenor fixeras.  
Ett paket = 15 skivor = 500 kg.

- speciellt avpassade sling har tagits fram för att klara resningsmomentet i lyftet
- en transportvagn för stående skivor, ur "Starke-Arvid"-serien har använts. Fig 11.

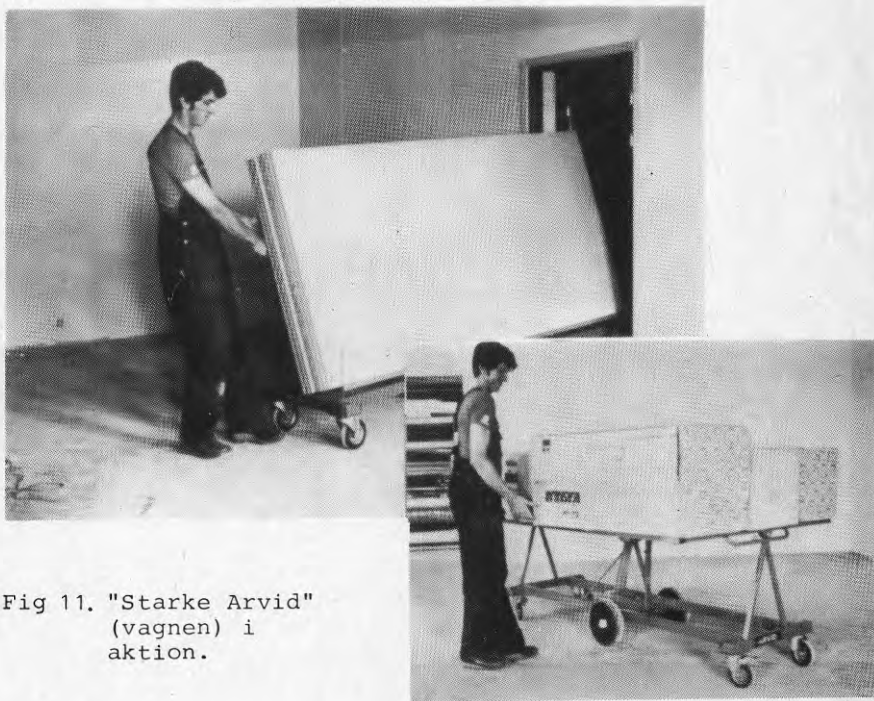


Fig 11. "Starke Arvid"  
(vagnen) i  
aktion.

Transportvagnens bredd är 690 mm, vilket innebär att den kan köras genom öppningar för normala innerdörrar. Längden är 2420 mm, vilket innebär att det är skivlängden som normalt är dimensionerande för framkomligheten.

De observationer och mätningar som gjordes av materialförsörjningsfunktionen i samband med gipsleveranserna omfattade följande kostnadselement (Fig 12):

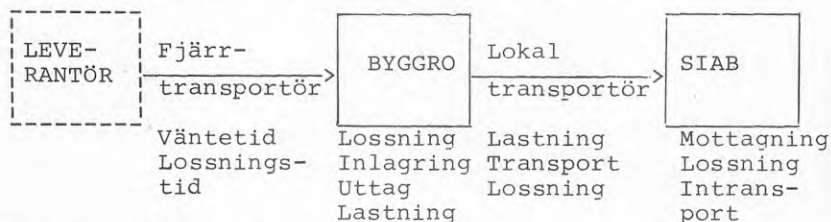


Fig 12. Studerade operationer i samband med gipsleveranser.

Baserat på timkostnaden enligt avsnitt 1.2 har kostnaden för gipshanteringen enligt den på kv Kyrkoherden tillämpade metoden blivit 6:00 per skiva. Denna kostnad fördelar sig på:

-	transportör	0:40
-	Byggro	3:75
-	byggarbetsplats	<u>1:85</u>
SUMMA		6:00/skiva
		=====

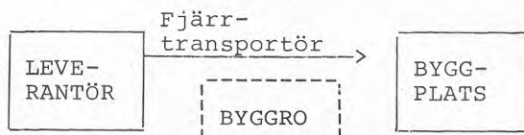
En detaljerad beskrivning av tids- och kostnadsredovisning ges i bilaga 3.

### 2.2.3 Gipsleverans till referensobjektet kv Kolonien.

Gipsskivorna till referensobjektet var beställda för leverans i en post, på konventionellt sätt med långtradare direkt från fabrik (Fig 13).

Fig 13.

Leveransalternativ.  
Gips till referensobjektet.



Långtradaren fick vänta medan lossningsmaskin rekviderades. Skivorna placerades på underslag på gräsmattan inne på gården och täcktes med en presenning. Två man bar, vid behov, in en skiva i taget från denna stuv till resp monteringsplats.

Detta var ett besvärligt arbete på grund bl a av trapans utformning.

Tidsåtgången för inbärning, från upplagsplats till monteringsplats, har mätts av snickarna under verkmästarens överinseende.

Kostnaden för gipshantering på referensobjektet blev 14:50 per skiva.

Dessa kostnader fördelar sig på:

-	transportör	1:60
-	Byggro	--
-	byggarbetsplats	<u>12:90</u>
SUMMA		14:50/skiva
=====		

Detaljerad redovisning av tids- och resursförbrukning framgår av bilaga 3.

### 2.3 Fönsterleveranser

#### 2.3.1 Allmänt

Fönster till försöksobjektet och referensobjektet köptes från samma leverantör. Till båda objekten köptes samma typ av fönster på ett enhetligt sätt. Dock var enheterna till försöksobjektet genomgående större och tyngre p g a balkongdörrar.

Preciseringar i beställningarna utöver antal och mått var

- instickskarm
- färdigmålade
- färdigglasade
- komplett beslagna
- efterbeslagna
- tättningslistade
- levererade i en sändning
- fritt arbetsplatsen
- angiven leveransvecka

Några preciserade krav på förpackning/enhetsbildning angavs ej vid köpet.

Den aktuella leverantören levererade standardmässigt fönster, typvis ihospikade i en häckliknande "förpackning".

### 2.3.2 Fönsterleverans till försöksobjektet kv Kyrkoherden, Norrköping.

Samma kravspecifikation som gjorts upp för gipsleveransen användes också för fönstren d v s

- leveranser i byggtaktsanpassade kvantiteter
- leveranser fram till montageplats
- inget manuellt bärande
- enhetsbildning som är användbar, d v s obruten, ända fram till montageplatsen
- ingen ökad skadefrekvens

Följande leveransalternativ valdes för fönsterleveranserna (Fig 14).

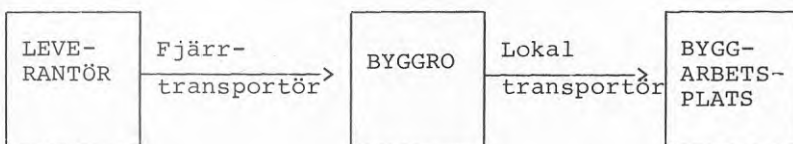


Fig 14. Schematisk beskrivning av fönsterleveranser till kv Kyrkoherden.

- fönstren lastades stående på långsidan lägenhetsvis på pall (Fig 15). Fönsterpartier och balkongdörr lastades likaledes stående på långsidan på en pall per våningsplan.



Fig 15. Fönster stående på pall.

- fönstren fixerades vid varandra med brädor som spikades i karmyttersida. Fixering mot pallen gjordes med band
- för hanteringen på byggplatsen - OBS! inomhus - användes vanlig pallyftare
- transport från Byggro till byggplatsen med kranbil
- med bilens kran lyftes pallen upp till balkong på resp våningsplan. (Fig 16)



Fig 16. Pallen lyfts med bilens kran.

- över ojämnheter mellan våningsgolv och balkong placerades plywoodskiva eller landgång så att pallyftaren kunde köras ut på balkongen och ta in pallen. (Fig 17).



Fig 17. På landgång körs pallyftaren ut och hämtar pallen.

Med pallyftarens hjälp kunde fönsterpartierna transporteras vidare in i resp lägenhet. Pallarna med fönsterpartier och/eller balkongdörrar togs för "högdelen" endast in på gavelbalkongen vid (1) i fig 18.

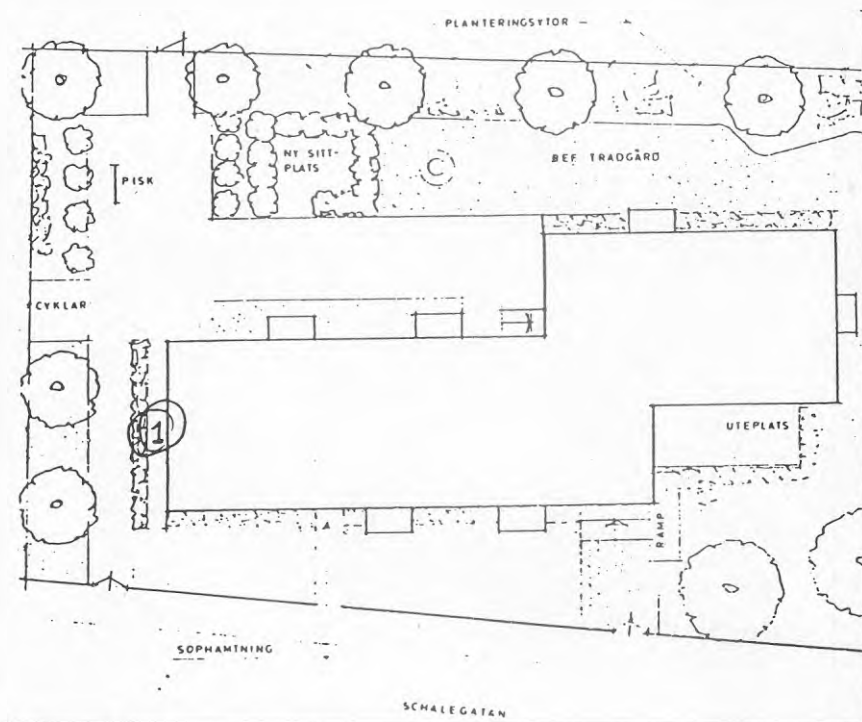


Fig 18. Intagsplats fönsterpartier.

Därifrån (1) kunde pallen köras i korridoren (Fig 19) fram till resp lägenhetsdörr, varifrån fönsterparti/balkongdörr fick bäras in i lägenheten av två man.

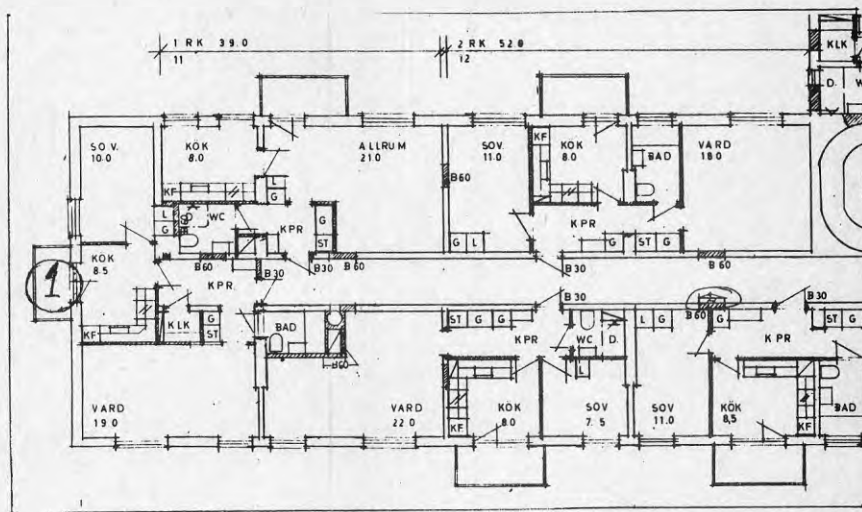


Fig 19. Korridoren förband samtliga lägenheter med gavelbalkongen

De observationer och mätningar som gjordes av materialförsörjningsfunktionen i samband med fönsterleveranserna omfattade följande kostnadselement (Fig 20).

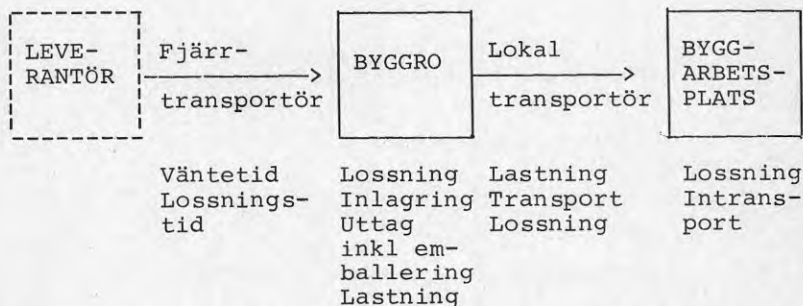


Fig 20. Studerade operationer i samband med fönsterleveransen.

Baserat på timkostnader enligt avsnitt 1.2 har kostnaden av fönsterhanteringen kalkylerats till i genomsnitt 268:25 per lägenhet. Dessa kostnader fördelar sig på

-	transportör	21:75
-	Byggro	219:00
-	byggarbetsplats	27:50

SUMMA HANTERINGSKOSTN./LÄGENH. = 268:25

Detaljerad redovisning av tidsåtgång och kostnader, se bilaga 3.

## 2.3.3 Fönsterleverans till referensobjektet kv Kolonien.

Fönstren till referensobjektet levererades från samma leverantör, enhetsbildat och lastat på samma sätt som leveransen till Byggro avseende kv Kyrkoherden. (Fig 21).



Fig 21. Schematisk beskrivning av fönsterleveransen till referensobjektet.

När bilen anlände med fönstren till byggplatsen rekvi-  
rerades en lastmaskin. Efter en halv timme var last-  
maskinen på plats och lossningen kunde börja. Vid loss-  
ningen, som tog en timme, lyfte lastmaskinen fönster-  
stuvorna från flaket och körde in dessa på gården.

Från gården bar sedan fyra man in och ställde fönstren  
i resp rum. Lossning och inbärning tog totalt tolv man-  
timmar på bygget.

Mätningarna, som utförts av snickarna, har omfattat  
följande kostnadselement (Fig 22),

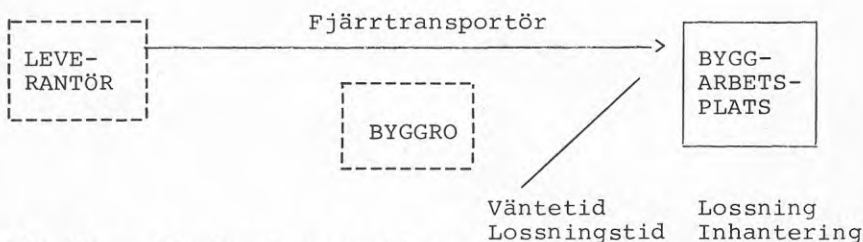


Fig 22 : Studerade operationer vid leveransen till referensobjektet.

Baserat på timkostnader enligt avsnitt 1.2 har hanterings-  
kostnaden kalkylerats till i genomsnitt 239:43 per lägen-  
het. Dessa kostnader fördelar sig på

-	transportör	48:33
-	Byggro	--
-	byggarbetsplats	<u>191:10</u>

SUMMA HANTERINGSKOSTN./LÄGENH. 239:43

=====

Detaljerad redovisning av tidsåtgång och kostnader,  
se bilaga 3.



## 2.4 Leverans av skåpsnickerier

### 2.4.1 Allmänt

Från den aktuella leverantören levereras skåpen förpackade i krympfilm med hörnskydd. Skåpen är lägenhetsvis lastade direkt på bilflaket utan pall eller annan lastbärare. Varje skåp är tydligt märkt med en "adresslapp", som anger skåpbeteckning och lägenhetsnummer.

Leveransvillkoren är fritt arbetsplatsen med för leverantören billigaste transportalternativ. Överstiger volymen 60 m<sup>3</sup> ingår två fria leveranser enligt ovan.

Leverantören kräver fixering av definitivt leveransdatum 10 veckor i förväg. Därefter går det som regel endast att senarelägga leveransen, inte att tidigarelägga den.

### 2.4.2 Skåpleveranser till försöksobjektet kv Kyrkoherden.

Skåpkvantiteten var så stor att två "fria" leveranser ingick i priset.

Följande kravspecifikation ställdes upp för skåpleveranserna:

- möjlighet till flexibel anpassning till byggtakten
- leverans nära montageplatsen
- minimerat bärande både horisontellt och vertikalt
- ingen ökad skadefrekvens

För att kunna leva upp till denna kravspecifikation beslutades att skåpen skulle levereras via Byggros lager (Fig 23).

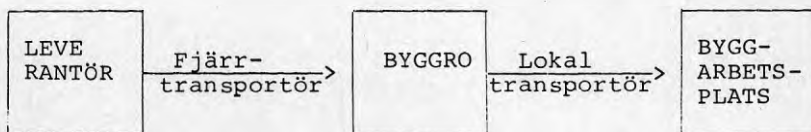


Fig 23. Schematisk beskrivning av skåpleveransen till kv Kyrkoherden.

För vidaretransporten togs en speciell stålhäck fram (Fig 24) med måtten 1200x2400x2100 försedd med lyftögla för kranhantering.



Fig 24. Stålhäck för snickerier.

I och med att skåpen var lastade lägenhetsvis vid fabrik och dessutom väl märkta blev omlastningen på Byggro snabb och okomplicerad. Den med skåp, till en lägenhet, fyllda häcken kördes med Byggros kranbil till bygget, där den med kranen lyftes upp till resp lägenhetsbalkong.

På balkongen tog två snickare emot och bar in skåpen i lägenheten (Fig 25). Detta tog i genomsnitt 15 manminuter per lägenhet. Leveranserna från Byggro skedde med en intensitet av 3 lägenheter på två dagar, vilket motsvarade den takt med vilken snickarna monterade skåpen.



Fig 25. Snickarna bär in skåp i lägenheten.

De observationer och mätningar som gjordes av materialförsörjningsfunktionen i samband med skåpleveranserna omfattade följande kostnadselement (Fig 26):

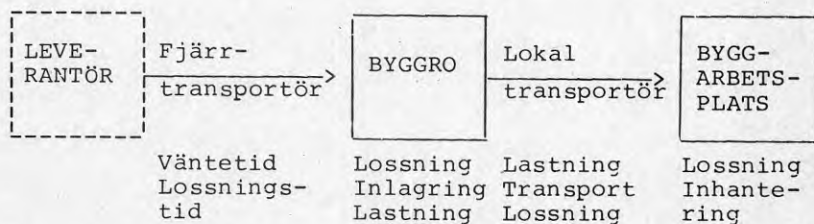


Fig 26. Studerade operationer vid skåpleveranser.

Baserat på timkostnaden enligt avsnitt 1.2 har kostnaden för skåphanteringen kalkylerats till i genomsnitt 314:50 per lägenhet.

Dessa kostnader fördelar sig på

-	transportör	43:50
-	Byggro	216:00
-	byggarbetsplats	<u>55:00</u>
SUMMA HANTERINGSKOSTN./LÄGENHET		314:50
=====		

För detaljerad redovisning av tidsåtgång och kostnader hänvisas till bilaga 3.

#### 2.4.3 Skåpleveranser till referensobjektet kv Kolonien.

Skåpen till kv Kolonien levererades med bil direkt till byggplatsen (Fig 27) från samma leverantör som till kv Kyrkoherden, lastat direkt på flaket.

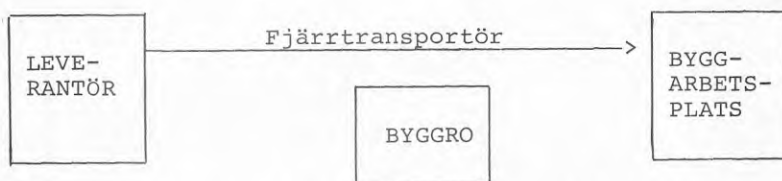


Fig 27. Schematisk beskrivning över skåpleverans till kv Kolonien.

Skåpen lossades manuellt från bilen och ställdes på trottoaren samt infarten, varifrån de sedan bars in i garaget. Lossning och inbärning till garaget tog tolv mantimmar. Inbärning från garaget till lägenhet gjordes efterhand som skåpen monterades. Detta tog ytterligare tolv mantimmar.

Mätningarna, som utförts av snickarna, har omfattat följande kostnadselement (Fig 28).

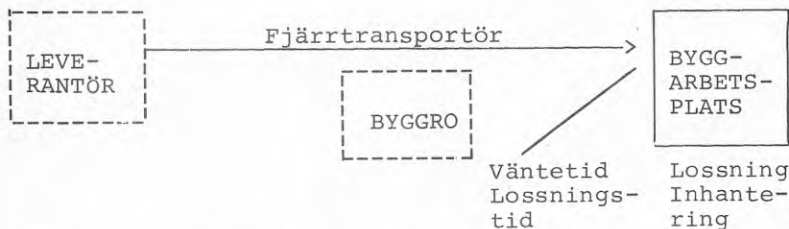


Fig 28: Studerade operationer vid leverans till referensobjektet.

Baserat på timkostnaden enligt avsnitt 1.2 har kostnaderna för skåphanteringen på kv Kolonien kalkylerats till i genomsnitt 341:65 per lägenhet. Dessa kostnader fördelar sig på:

-	transportör	48:33
-	Byggro	--
-	byggarbetsplats	<u>293:32</u>
SUMMA HANTERINGSKOSTN./LÄGENH.		341:65
=====		

Detaljerad tids- och kostnadsredovisning i bilaga 3.

## 2.5 Takpannor

### 2.5.1 Allmänt

De betongtakpannor, som valts till båda objekten, levererades förpackade i krympfilmspaket med 27 pannor i varje. Ett sådant paket väger 111 kg. Leverans sker med av tillverkaren inlejda bilar försedda med en kran monterad bak på bilen. Paketerna lastas direkt på flaket med tre paket i höjd. Kranen kan hantera 9 paket per lyft.

### 2.5.2 Leverans av takpannor till kv Kyrkoherden.

Till kv Kyrkoherden hade beställts 620 m<sup>2</sup> takpannor, vilket motsvarar 25,5 ton. Så stora kvantiteter bör normalt inte omlastas.

Materialförsörjningsfunktionen beslutade att takpannorna skulle levereras med bil direkt från leverantören till byggplatsen (Fig 29).



Fig 29. Schematisk beskrivning över takpanneleverans till kv Kyrkoherden.

Arbetet inriktades därefter på tidsmässig styrning och utrustning för att få upp pannorna på taket.

Pannleverantören har tagit fram ett gripdon (Fig 30) med vilket en mobilkran kan lyfta tre paket per lyft.



Fig 30. Gripdon som lyfter 3 buntar.

Materialförsörjningsfunktionen beslutade att prova detta system på leveransen till kv Kyrkoherden. Med leverantören överenskomts därför att denne skulle leverera redskapet tillsammans med pannorna.

Därefter inriktades arbetet på största möjliga tidsprecision i leveransen eftersom pannorna inte kunde tillåtas blockera den enda tillgängliga upplagsytan mellan huskroppen och gatan någon längre tid.

Leverans skedde på avtalad tid och lossades av chauffören på anvisad plats (Fig 31).

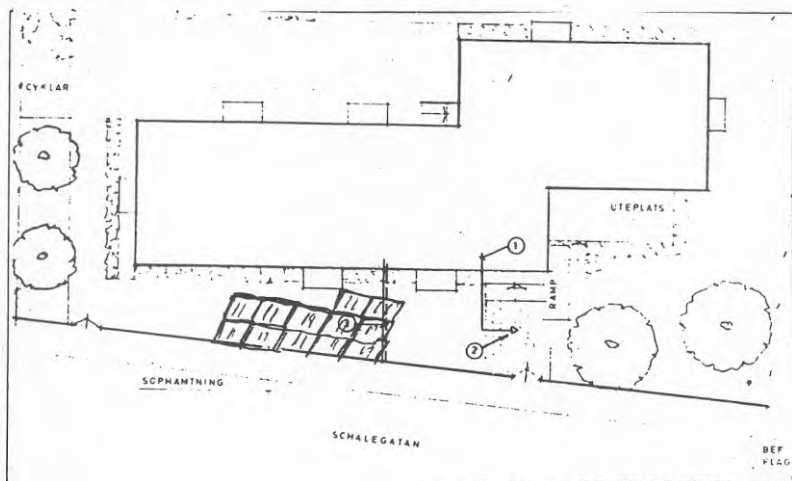


Fig 31. Pannornas placering på tomten.



Fig 32. Mobilkran lyfter upp takpannor.

Med en 18 tons mobilkran placerad på gatan (Fig 32) mitt för upplaget av pannor, kunde pannorna lyftas direkt upp och ställas av på önskad plats på taket. På så sätt behövde inga paket manuellt lyftas eller flyttas på taket. Pannstuvorna placerades så att förflyttning i samband med läggningen minimerades (Fig 33).



Fig 33. Lossning på tak av 3x27 pannor nära själva läggningssytan.

Gripdonet visade sig svårt att få över stuvan p g a att det gapade för snålt. Det krävdes därför mankraft för att låsa den s k lyftgaffeln i gripläge. Ett moment som skulle ske automatiskt i och med att kranen började lyfta. Lossningsmomentet på taket innehöll motsvarande problem (Fig 34).



Fig 34. Lösgöring av pannstuv från lyftgaffel.

Svårigheterna vid koppling resp lösgöring av lyftgaffeln gjorde att det dels gick åt mer mantimmar dels att det gick åt mer krantid än beräknat.

De observationer och mätningar som gjordes av materialförsörjningsfunktionen i samband med takpanneleveransen omfattade följande kostnadselement (Fig 35).

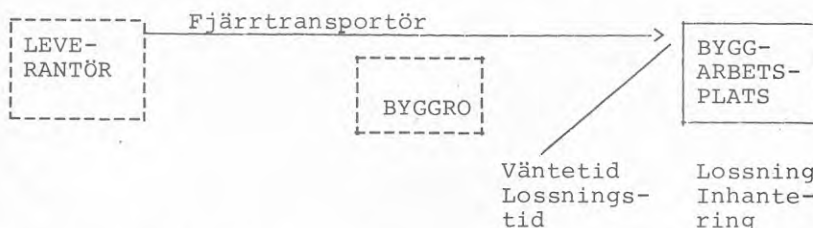


Fig 35: Studerade operationer vid leverans till försöksobjektet.

Baserat på timkostnaden enligt avsnitt 1.2 har kostnaden för takpannehanteringen enligt den på<sub>2</sub>kv Kyrkoherden tillämpade metoden blivit 13:35 per m<sup>2</sup>. Denna kostnad fördelar sig på:



-	transportör	0:95
-	Bygggro	--
-	byggarbetsplats	<u>12:40</u>

SUMMA HANTERINGSKOSTN./M<sup>2</sup> 13:35  
 =====

Byggarbetsplatsens kostnader fördelar sig i sin tur på personal 6:95, mobilkran 5:45/m<sup>2</sup>.

Detaljerad tids- och kostnadsredovisning, bilaga 3.

### 2.5.3 Leverans av takpannor till referensobjektet kv Kolonien.

För referensobjektet valde verkmästaren följande hanteringsteknik.

Pannorna ställdes av på pall med hjälp av bilens kran. Varje pall lastades med 3x3 = 9 paket.

För lyftet upp till tak användes mobilkran försedd med pallgaffel (Fig 36).



Fig 36. Pallgaffel för lyft upp till 2,5 ton.

Pannorna levererades en vecka innan taket var färdigt för täckning. Detta gjorde att pannorna måste flyttas undan från den plats där fjärrbilen ställt av dem.

För detta ändamål rekvirerades en baklastare som körde pannorna till upplagsplats. Denna operation medförde en kostnad för fyra maskintimmar.

När det sedan blev dags för att lyfta upp pannorna till taket måste dessa köras fram från upplagsplatsen i en till lyften anpassad takt. Lyften tog sex timmar och krävde förutom mobilkran för lyftet och lastmaskin för framkörning från upplagsplats fyra man på taket.

Mätningarna, som utförts av snickarna, har omfattat följande kostnadselement (Fig 37).

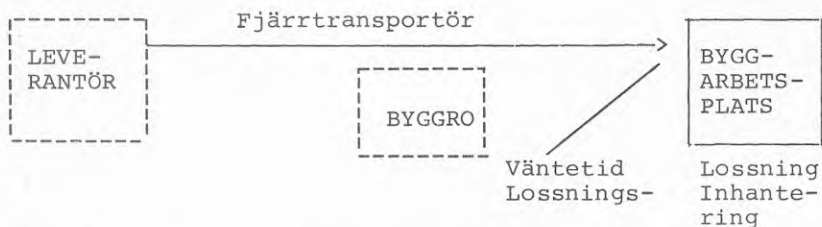


Fig 37: Studerade operationer vid leverans till referensobjektet.

Baserat på timkostnaden enligt avsnitt 1.2 har kostnaderna för takpannehanteringen på kv Kolonien kalkylerats till 22:73/m<sup>2</sup>. Dessa kostnader fördelar sig på

-	transportör	1:08
-	Byggro	--
-	byggarbetsplats	<u>21:65</u>

SUMMA HANTERINGSKOSTN/M<sup>2</sup> 22:73  
=====

Kostnaden på byggplatsen fördelar sig i sin tur på:

-	personal på taket	8:52/m <sup>2</sup>
-	kran- och maskin- kostnader	13:13/m <sup>2</sup>

Detaljerad tids- och kostnadsredovisning i bilaga 3.

## 2.6 Leverans av vitvaror

### 2.6.1 Allmänt

Samtliga lägenheter i både försöksobjektet och referensobjektet skulle förses med samma utrustning så när som på att vissa kylskåp skulle vara höger- och andra vänsterhängda. Någon sortering att tala om var det följdaktligen inte tal om.

Produkterna transporterades lastade direkt på lastbilsflaket.

### 2.6.2 Leverans av vitvaror till försöksobjektet kv Kyrkoherden.

Med vetskap om den tidknapphet som brukar råda i avslutningsfasen av ett bygge, planerades för möjlighet att kunna ta in vitvarorna i etapper - lägenhetsvis eller våningsplansvis.

Balkongerna skulle inte kunna användas som intagsväg eftersom räckena "måste" monteras före vitvaruleveransen. Hissen skulle enligt tidplanen inte heller vara användbar för vitvaruhantering. Därför planerades att underlätta bärandet av vitvarorna med någon form av hjälpmedel. För detta ändamål valdes en av Rygginstitutet konstruerad bärsele med specialtillbehör för vitvaror (Fig 38).

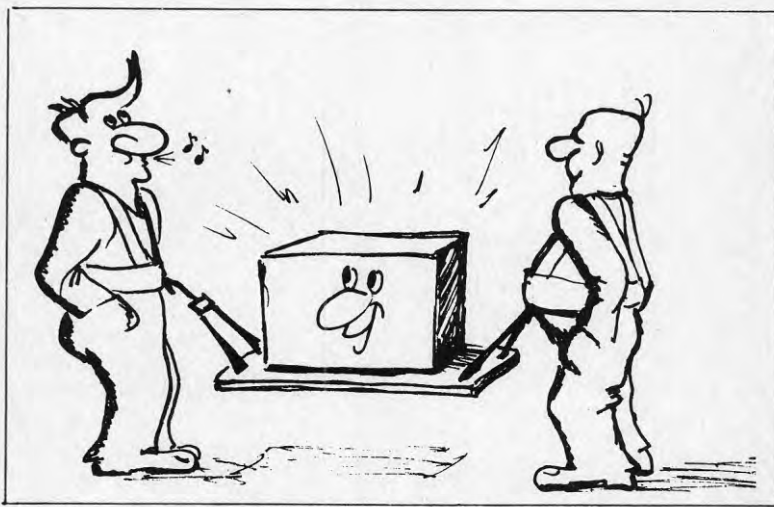


Fig 38. Bärsele och lyftplatta för vitvaror.

När leveranstiden för vitvaror var inne hade bygget avancerat så långt att alla enheter kunde tas direkt in på sin plats i resp lägenhet. Tanken på en terminalisering och uppdelning av leveransen till bygget i flera småleveranser skrinlades därför. De merkostnader detta skulle medföra i transportledet bedömdes inte kunna täckas av besparingar på bygget.

Av de planerade åtgärderna återstod således endast försöken med bärselen. Børselen, med tillbehör, visade sig dock inte alls underlätta bärandet. I trappan gjorde den mer skada än nytta. Att bära produkterna i kantbrädorna på transportförpackningar var betydligt bekvämare och snabbare. I och med detta kom produkterna att hanteras på samma sätt i försöksobjektet och referensobjektet. Några jämförelser är därför inte meningsfulla att göra.

Nackdelen med att bära in produkterna emballerade är dock den stora mängd förpackningsmaterial som skall bäras ut ur bygget igen.

### 3. ANALYS

#### 3.1 Inledning

Som framgår av föregående kapitel har de vidtagna åtgärderna varierat högst avsevärt från produkt till produkt. Genomförandet av planerade åtgärder har dessutom varit mer eller mindre framgångsrika.

#### 3.2 Materialförsörjningsfunktion

Tankarna bakom projektet har varit att sänka byggkostnaderna genom:

- styrning av materialflödet utifrån materialens samband i byggprocessen.
- genom en ändrad rollfördelning i byggmaterialdistributionen.

Detta ledde till inrättandet av en särskild funktion, som kallats materialförsörjningsfunktion.

Funktionen placerades på Byggro och organiserades med en beslutsgrupp bestående av den ansvarige för bygget, en representant från Byggro samt en representant från Packforsk. Utöver denna beslutsgrupp tillsattes en handläggare för det löpande arbetet.

Vare sig den organisatoriska uppbyggnaden eller placeringen har särskilt studerats inom projektets ram. Ingenting har dock under arbetets gång givit direkt anledning att ifrågasätta utformning och placering.

Huvuduppgifterna för funktionen har varit

- materialstyrning och
- materialhantering

Mer i detalj har arbetet bl a bestått av:

- Information
- Samordning av materialleveranser
- Styrning av inleveranser tids- och kvantitetsmässigt
- Utarbeta hanteringsmetod
- Ta fram hanteringshjälpmedel
- Ange förpacknings/enhetsbildningskrav
- Fastställa
  - transportmedel
  - transportvägar
  - leveranstakt
  - leveransposter
  - upplagsplats och -ytor
  - lagringssätt

För att kunna minska hanteringskostnaderna genom en ny roll- och ansvarsfördelning krävs att alla parter ser fördelarna med detta och samverkar. För att uppnå detta förutsätts information mellan parterna om vilka krav som ställs och dessas inbördes prioritet.

Informationsflödet mellan berörda parter måste vara absolut ärligt för att informationsmottagaren skall kunna fatta riktiga beslut.

För att skapa förutsättningar för ett sådant informationsflöde anordnades i projektets inledningsskede ett informellt möte där berörda medarbetare från Byggro och byggarbetsplatsen träffades för att lära känna varandra. Sådana sammanträffanden kan behöva upprepas med jämna mellanrum för att undanröja missuppfattningar och tillförsäkra att alla "drar åt samma håll".

Den styrning som inom detta projekt kunde åstadkommas var i viss mån begränsad av det faktum att projektet kom igång först efter det att planerings- och upphandlingsarbetet var avslutat. Styrningen bestod därför av beslut om leveransvägar - direkt till bygget, eller via Byggro -, fastställande av leveranstid samt, för de produkter som togs via Byggro, kvantitet och intensitet i vidareleveranserna.

Både styrningen och hanteringen utformades mot bakgrund av en kravspecifikation för resp material. Funktionens spelrum vad gäller hanteringstekniker var dock i viss mån beskuren av att inköpen var gjorda.

### 3.3 Leverantörer

Projektstarten låg så sent i förhållande till byggets igångsättning att upphandlingen inte kunde påverkas. Upphandlingen har därför skett helt enligt "normala" rutiner vad avser leveransvillkor, leveranstidernas precision, krav på förpackning/enhetsbildning, avisering o dyl.

Vid de försök som gjorts att i efterhand korrigera villkoren har följande konstaterats:

- svårt - för att inte säga omöjligt - att få leverans tidigare än beställt
- relativt lätt att få senare leverans
- svårt påverka förpackning/enhetsbildning
- svårt att få förändringar att tränga igenom leverantörens organisation
- alla avvikelser från "normala" villkor medför extra debitering
- en viss ovilja till förändringar, som sannolikt delvis kan förklaras av den korta tid leverantörerna fick till sitt förfogande.

### 3.4 Genomförandet

#### 3.4.1 Allmänt

De byggplatssynpunkter som kommer att redovisas härrör från försöksobjektet.

Alla aktiviteter som vidtagits inom projektets ram har syftat till att minska de totala kostnaderna för resp materials distribution från producent till montageplats. Härvid har avsetts såväl direkta som indirekta kostnader. Bland de indirekta kostnaderna finns en mycket svårkvantifierad post, nämligen kostnader för störningar som skulle ha uppstått om vidtagna åtgärder inte hade vidtagits.

I tidigare byggforskningsstudier, Ref: Samarbetsformer i byggmaterialdistributionen, har Packforsk kvantifierat störningskostnaderna för samma produkter som studerats i detta projekt. Dessa störningskostnader är generellt sett av samma storleksordning som transportkostnaderna.

I och med materialstyrningsfunktionen har "bygget" haft en etablerad kanal, med en känd person, för sitt löpande materialbehov och för detaljstyrningen av inleveranserna. Detta har verkmästaren upplevt som underlättande av sitt arbete.

### 3.4.2 Analys gipsleveranser

De styrningsaktiviteter som vidtagits i samband med gipsleveranserna har baserats på en nedbrytning av gipsbehovet för hela bygget, till delar av bygget. Leveranserna till byggplatsen har dimensionerats för en till två veckors behov.

Den följsamma anpassningen till byggtakten förutsätter en materialförsörjningsfunktion med terminal och/eller lagringsmöjligheter. De gipsleveranser som utförts enligt den av materialstyrningsfunktionen utarbetade tekniken medförde en kostnad per skiva om 6:00 medan kostnaden per skiva för referensobjektet var 14:50.

Den kalkylmässiga kostnaden är baserad på alla aktiviteter från det att leverantörens transport anländer fram till och med att materialet är inburet till montageplats. Av hanteringskostnaden på referensobjektet utgör 1:60 kostnad för väntetid och lossningstid för långtradaren - kostnad som finns, men som byggföretaget oftast *inte särskilt betalar för*.

Hanteringstekniken förutsätter balkong eller åtminstone öppning i väggen av balkongdörrs storlek. De kranar som finns för montering på lastbil kan fås med en räckvidd på ca 12 m vid erforderlig lyftkraft  $d v s$  ca 500 kg.

Den valda hanteringsmetoden har följande fördelar på bygget och/eller för byggnadsarbetarna:

- tung och besvärlig inbärning och bärning i trappor elimineras
- det påfrestande momentet att resa skivorna från liggande till stående på högkant elimineras
- genom att stuvorna med kran kan placeras direkt på transportvagnen tillkommer inga extra moment för att kunna utnyttja detta hjälpmedel
- stående lagring på byggplatsen minskar skaderisken
- att inleveransen kan göras närmare montageplatsen
- möjlighet till samordning med kompletteringsmaterial
- skyddstäckning överflödigt
- minimerad stöldrisk
- tillgängliga upplagsytor kan utnyttjas för andra material/funktioner



De hanteringshjälpmedel i gipshanteringens som byggpersonalen kommit i kontakt med är

- specialkantskyddsprofiler
- transportvagnen "Starke Arvid"

Kantskyddsprofilerna har möjliggjort den snabba, skonamma och arbetsbesparande hanteringen.

Transportvagnen fungerade väl på detta bygge, men kan på trånga arbetsplatser vara svår att utnyttja p g a sin storlek.

#### 3.4.3 Analys leverans av skåpsnickerier.

Styrningen av skåpsnickerierna började i och med att leverantören tio veckor före preliminär leveransvecka begärde att få definitiv leveranstid fastställd.

Kontroll mot tidplanen gav inte anledning ändra på den preliminära leveranstiden, utan denna fastställdes. I detta sammanhang beslutades dock att leveransen skulle ske via Byggro.

Genom de täta kontakterna mellan byggplatsen och materialstyrningsfunktionen kunde inleveranserna till bygget anpassas exakt till den takt med vilken skåpen monterades.

När skåpen levererades var bygget inne i ett skede med betydande försening av målerientreprenaden. För att rätta till detta hade entreprenören satt in extra många målare, vilket medförde att det var målare "överallt" i bygget. Genom att ta in skåpen på det sätt som valdes har vinster gjorts på flera områden, nämligen:

- inget bärande i trappor, då skåpen levererades direkt in i varje kök
- mycket korta sträckor att bära
- genom att ta in skåpen i den takt som arbetslaget hann montera var inga utrymmen blockerade av lagrade skåp. Måleriarbetet kunde tack vare detta forceras utan störningar

Kostnaden för skåphanteringen på försöksobjektet var ca 10% lägre än på referensobjektet, en i och för sig inte obetydlig besparing. De okvantifierbara besparingarna i form av färre skador och bättre flyt i det övriga arbetet på bygget bedöms dock vara av större vikt.

Packforsk gjorde 1976 en kartläggning av godsskador i byggmaterialdistributionen. Skadefrekvensen för skåpsnickerier angavs där till 8%. 75-85% av skåpskadorna visade sig vara rep- och nötskador.

På hanteringsutrustningen d v s specialhäcken framförde snickarna vissa synpunkter på detaljutformningen. För att den inte skulle röra sig i och med att den lättade vid lossning, föreslogs en annan utformning av underredet.

#### 3.4.4 Analys fönsterleverans.

Som framgått av kap 2 styrdes även fönsterleveransen via Byggro för att möjliggöra den önskade anpassningen till byggtakten och den valda hanteringstekniken. Styrningen baseras genomgående på en kontinuerlig uppföljning av byggets fortskridande i förhållande till tidplan.

Den valda leveranstekniken möjliggör en preciserad anpassning till byggtakten, vilket dock inte 100%-igt utnyttjades. Följande händelse kan tjäna som exempel på okalkylerbara vinster med byggtaktsanpassade inleveranser.

En helg bröt sig några personer in i huset och slog sönder bl a samtliga, ca 10 st, omonterade fönster. Inga monterade fönster slogs däremot sönder. Detta hade inte hänt om möjligheten till leveranstidsprecision hade utnyttjats. Inbrott på arbetsplatser under helger är inte ovanliga.

Hanteringstekniken gjorde mottagningen och inforslingen på bygget snabb och lätt. Hanteringen på Byggro var däremot onödigt tidsödande, men kunde ändå utföras till en lägre kostnad än vad leverantören begärde för motsvarande hantering och frakt. Lägenhetsförpackade fönster beräknades ge dubbla volymen att transportera.

Fönsterhanteringen på försöksobjektet blev ca 10% dyrare än på referensobjektet. Vid bedömningen av denna merkostnad skall beaktas att på kv Kyrkoherden var 20% av enheterna balkongdörrar och fönsterpartier medan inga så stora enheter förekom på referensobjektet.

Huruvida produktiviteten påverkas av en arbetsinsats som den att bära in fönstren på referensobjektet har inte studerats inom detta projekt. Det är dock viktigt att klarlägga alla effekter av att eliminera tunga och ansträngande arbetsmoment.

#### 3.4.5 Analys leverans av takpannor.

Takpannor ger, redan vid småskaligt byggande, så stora kvantiteter att leverans sker direkt från fabrik till byggplats. Själva lägningsmomentet går dessutom så fort att det inte, av den anledningen, finns något skäl till att dela upp en leverans i flera mindre. Det viktigaste vad gäller takpannor är därför en planering av vilka resurser som krävs och en noggrann tidsmässig styrning av dessa.

Leveransbilen är utrustad med lossningsutrustning. Det förekommer därför att leverans sker när mottagningsarbetsplatsen är obemannad. Det är därför viktigt att klargöra och markera uppställningsplats för pannorna eller ange för leverantören att leverans inte accepteras då arbetsplatsen är obemannad.

På kv Kyrkoherden fanns uppställningsplats för teglet, åtkomlig med fjärrbilen. Därmed var känsligheten för tidsförskjutning med någon dag inte så stor som på referensobjektet där upplagsplatsen låg så till att fjärrbilen inte kunde lossa där utan omflyttning erfordrades. Kostnaderna för denna omflyttning svarar för merparten av skillnaden mellan hanteringskostnaderna på försöksobjektet och referensobjektet.

Den på kv Kyrkoherden utnyttjade lyftutrustningen gav, trots sina uppenbara brister, en snabbare hantering än att lyfta upp pannorna lastade på pall. Det senare alternativet innebär dessutom vissa säkerhetsrisker om inte pannpaketen fixeras väl vid pallen - ett moment som i så fall fördyrar metoden ytterligare.

Lyftgaffeln möjliggör dessutom en mer precis placering på taket, vilket sänker själva lägningskostnaden.

#### 3.4.6 Analys leverans av vitvaror.

Vitvaror är erfarenhetsmässigt störningskänsliga. Styrningsaktiviteterna inriktades därför i första hand på att inte behöva ta in dem förrän köken var helt färdiga.

Vitvaruleverantören accepterade vissa ändringar av beställningar fram till 8 dagar före planerat utleveransdatum. Leveransen sköts fram en vecka och alla vitvaror kunde därmed bäras in i helt färdiga kök.

Hanteringsutrustningen som testades underlättade inte hanteringen.

Spisarna är, tack vare hjul i bakkanten, lättare att ställa på plats än kylskåp, vilka saknar sådana hjul.

## 4 SLUTRESULTAT

Projektet har visat att det för byggmaterial går att utveckla kostnadsbesparande distributionsmetoder. Utredningen har också visat att denna slutsats gäller både för tungt gods (gipsskivor) och "volymgods" (skåpnickerier). Genom en materialförsörjningsfunktion, vars uppgift varit att både styra godsflödet och utveckla hanteringstekniker, har kostnaderna minskats.

För att kunna styra materialflödet krävs kännedom om hur bygget fortskrider, materialbehov m m. All sådan information kanaliseras genom materialförsörjningsfunktionen (Fig 39).

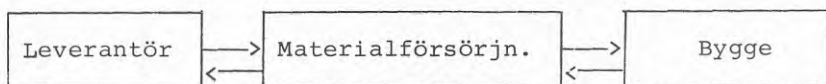


Fig 39. Schematisk beskrivning av informationsflödet.

Ett väl fungerande informationsflöde är dock inte det enda som krävs för en effektiv materialstyrning. En professionell hantering av den insamlade informationen är lika viktig. Likaså är det viktigt att denna funktions aspekter kommer in redan i byggets planeringsfas.

Den konventionella ansvars- och rollfördelningen i byggmaterialdistributionen har i projektet ifrågasatts och till vissa delar förändrats. Detta har kunnat göras tack vare den inrättade materialförsörjningsfunktion som tagit det övergripande ansvaret och delegerat arbetet till den part som bedömts kunna utföra det billigast och bäst inom givna restriktioner avseende tid, plats och kvantitet.

Tidsaspekten har vägt tungt i styrningsarbetet. I tidigare undersökningar av byggmaterialdistribution har framkommit att för tidiga leveranser ofta förorsakar störningar av typen:

- omflyttningar
- skador
- svinn

En kortare lagringstid på byggplatsen av en mindre kvantitet minimerar risken för dessa typer av störningar.

Besiktningssman Tage Petterssons, Centralkonsult i Norrköping, spontana uttalande vid slutbesiktningen citeras: "Jag tycker det är ovanligt lite skador på golvmattor, parkett, köksinredning, nya karmar och fönster".

Att ta in produkterna i bygget så nära montageplatsen som möjligt, har varit ett sätt att minimera hanteringskostnaderna på själva byggplatsen. För att kunna tillämpa rationellast möjliga leveransmetoder krävs att materialförsörjningsfunktionen har tillgång till ett brett register av hjälpmedel och transportutrustning.

Av nedanstående tabell (Fig 40) framgår att för samtliga produkter, utom vitvaror, som materialförsörjningsfunktionen varit ansvariga för, har personalkostnaderna på byggplatsen kunnat minskas.

Tabellen som redovisar kostnaderna per kostnadsbärare och kostnadsställe, visar också att den totala hanteringskostnaden kunnat sänkas för gipsskivor, skåpsnickerier och takpannor.

Kostnadsställe	Gipsskivor		Fönster		Skåp		Takpannor		Vitvaror	
	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R
Trans-portör	0:40	1:60	21:75	48:35	43:50	48:35	0:95	1:08	Inga mätningar	Inga mätningar
Byggro	3:75	--	219:--	--	216:--	--	--	--	--	--
Bygg-arbets-plats										
Utrustn										
Personal	1:85	12:90	27:50	191:10	55:00	293:35	5:45	13:13		
							6:95	8:52		
SUMMA										
HANTE-RINGS-KOSTNADER										
PER ENHET	6:00	14:50	268:25	239:45	314:50	341:70	13:35	22:73		
Enhet	skiva	skiva	lägenhet	lägenhet	lägenhet	lägenhet	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>		

R = Referensobjektet

F = Försöksobjektet

Fig 40. Jämförelse av kostnaden per enhet vid försöksobjekt och referensobjekt.

För att få en bättre uppfattning om resultatets storleksordning och betydelse, visar en summering av totaleffekterna att hanteringskostnaderna för de undersökta materialen reducerats med 30%, från ca 34.000:- på referensobjektet till ca 23.000:- på försöksobjektet, en differens på 11.000:-. Detta utgör 5% av materialkostnaden för dessa produkter.

Detta har skett utan intrimmad organisation och med hjälpmedel, som mycket varit i form av prototyper, varför bl a utfallet för fönsterleveransen blev negativt då ändamålsenlig hanteringsutrustning där, av tidsbrist, ej gick att testa. Exkluderas fönster blir besparingen i storleksordningen 10% av materialkostnaden.

En effekt, som också nås med en separat materialförsörjningsfunktion är att byggets personal minimerar sitt hanterande och därmed kan disponera sin tid till det arbete de är satta att göra. Denna med stor sannolikhet förmodade produktivitetsökning finns ej kvantifierad i de siffror som angivits.

Detta förutsätter dock att denna funktion i distributionskedjan måste, förutom lagringskapacitet, ha stor kompetens inom;

- materialhantering
- byggteknik
- transport- och hanteringsteknik
- ekonomi

## BILAGA 1

## 1.1 FÖRSÖKSOBJEKTET

Studien har utförts på ett renoverings-, ombyggnadsobjekt som SIAB Byggservice i Norrköping utfört enligt nedanstående:

Kv Kyrkoherden 4, Norrköping.

Objektets läge: Schalegatan 7, Norrköping, se fig 1.  
Placering på tomten, se fig 2.

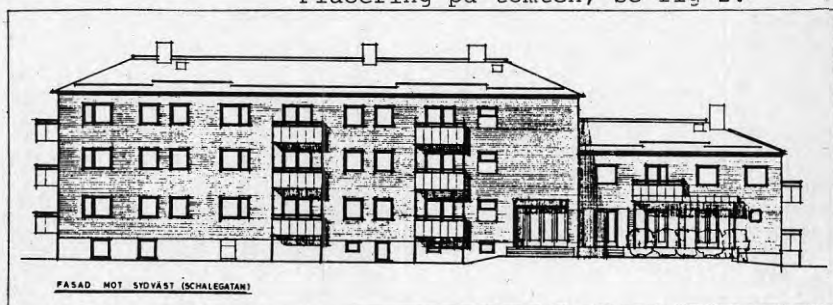


Fig 1. Fastigheten kv Kyrkoherden 4, Norrköping.

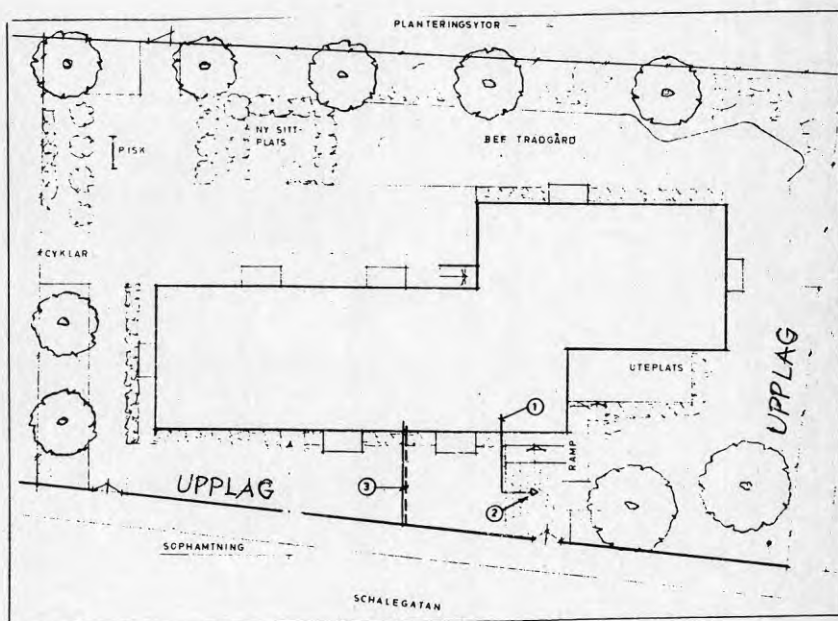


Fig 2. Huskroppens placering på tomten samt den yta som kan disponeras som upplag.

Byggherre: Arkitekt Owe Axelsson  
 Statiker BNA Byggkonsult  
 VVS-konstr. VVS-konsult i Norrköping AB  
 El-konstr. Norrköpings Eltekniska Konsultbyrå (ELT)

Generalentreprenör: SIAB Byggservice  
 Fotbollsgatan 14  
 602 37 Norrköping  
 ing. Hans-Åke Johansson  
 tel 011 - 18 79 46

Övriga  
 entreprenörer: VS Svärtinge Rör HB  
 Vent Värme och ventilation  
 El Östergötlands Elektriska  
 Hiss Kone

Total byggkostnad: Kronor 2.200.000:00 exkl  
 installationer.

#### Allmän orientering

Byggnadsobjektet omfattar ombyggnad av pensionärs-  
 lägenheter. Byggnaden har tre respektive två våningar  
 + källare.

Yta = 1.540 m<sup>2</sup>  
 Volym = 4.000 m<sup>3</sup>

Huset ritades hösten 1947 av arkitekt Ingeborg Waern-  
 Bugge, Stockholm, och uppfördes 1948.

#### Byggnad och plandisposition före ombyggnad

Utvändigt: Gult fasadtegel  
 Tre resp en balkong på gavlar  
 Valmat tak med rött taktegel



Invändigt: Källarplan med förråd, matkällare, pannrum, kök och matrum. Bottenvåning med entré, trapphall, trappa, samlingsrum med kök och utgång till terrass.  
26 lägenheter fördelade på ett rum, kokvrå, WC och tambur.

Byggnad och plandisposition efter ombyggnad

Utvändigt:

Mark: Ny dräneringsledning och stuprörsledning samt nya servisledningar.

Värmeslingor under plattor till entré.

Ramp (uppvärmd) till terrass.

Fasad: Befintligt fasadtegel behålles.

Nya balkonger (16 st) på stålstomme förankras i vägg samt står på plintar grundlagda på frostfri nivå.

Balkonggolv i träkonstruktion.

Balkongfronter och tak typ Hogstad.

Nya öppningar sågas upp i fasad för balkongdörrar.

Samtliga fönster bytes ut. Nya fönster av typ instickskarmar.

Taket lägges om med nytt taktegel, läkt samt underlagspapp.

Invändigt: Enligt fig 3 a-c.

Allmän orientering: 20 lägenheter fördelade på ett och två rum med kök, badrum samt kapprum.

Ny hiss med maskinrum i källare.

Vid nivåskillnad i trapphall monterar trapplift för rullstol, typ Handi-Lift.

All befintlig inredning, golvbeläggning, dörrar samt listverk rives ut.

Ny inredning från Marbodal, dörrar från Svenska Dörr.

I vardagsrum lägges ekparkett.

I kök och kapprum linoleum.

I badrum lägges plastmatta med uppvikt sockel. Väggar målas.

Nya väggar är gips på stålreglar.

I källarplan finns utrymmen för el-central, expedition, hobby, förråd, tvättavdelning, WC, städrum samt soppopsamling.

I bottenplan behålles samlingslokal med öppen spis samt nytt beredningsrum.

- VS: Värme är befintlig med smärre kompletteringar.  
I Övrigt ny installation med nytt porslin.
- Vent: Ny ventilation med fläktar på vind.  
Nya kanaler drages i befintliga skorstenar samt nya schakt.
- El: Ny elinstallation.
- Hiss: Typ hydraulhiss Kone.
- Ovanstående installationer innebär en omfattande hålltagning samt efterlagning.
- Hål för rör och vent borras i huvudsak.
- Tidplan: Arbetet har utförts enligt tidplan, fig 4.

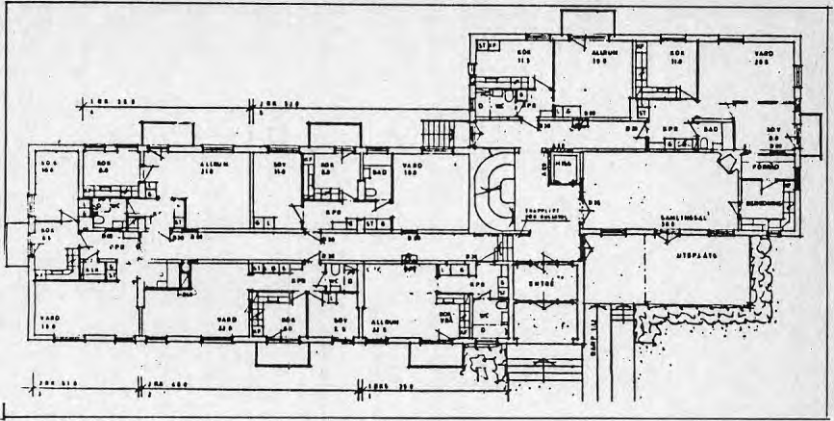


Fig 3 a.

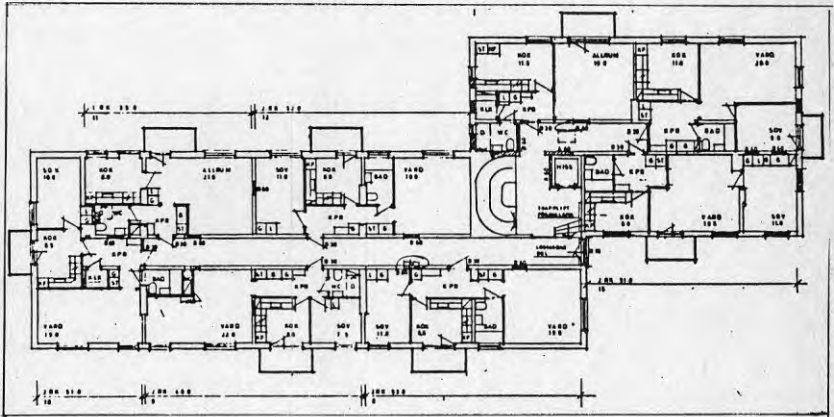


Fig 3 b.

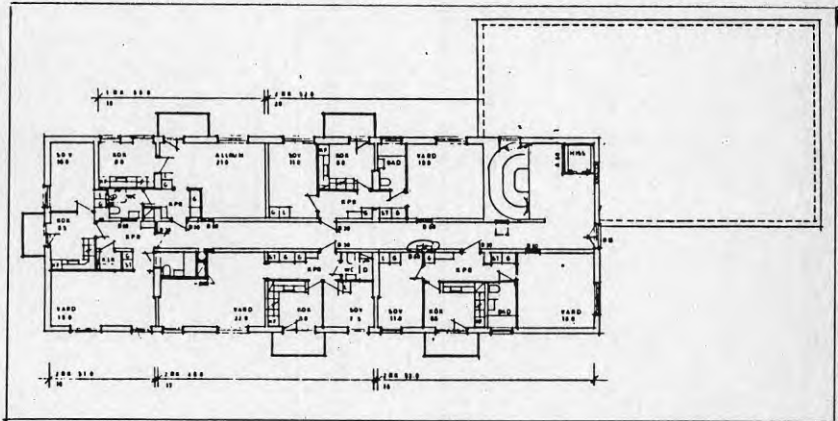


Fig 3 c.

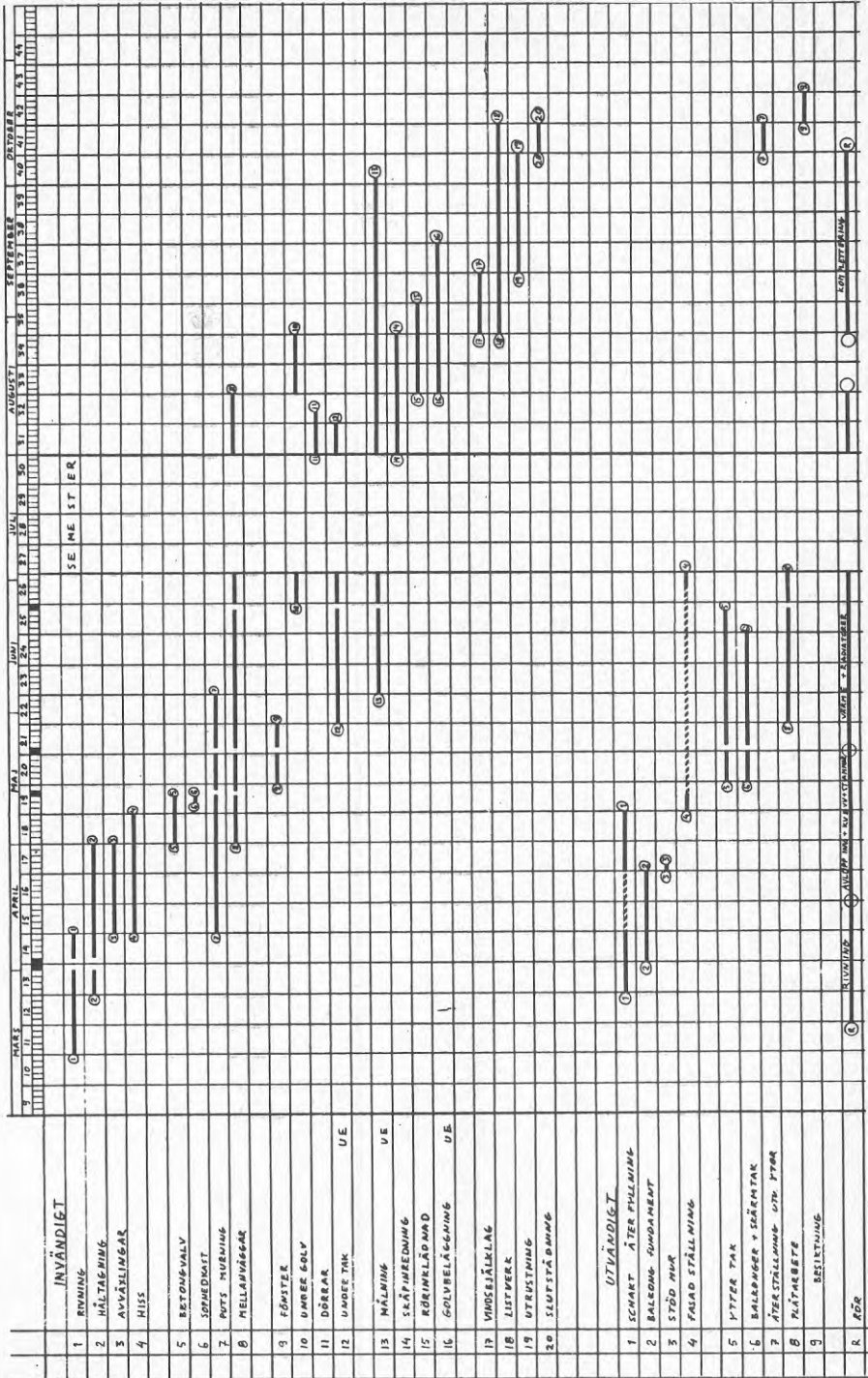


Fig 4. Arbetsplan kv. Kyrkoherden.

2.1 REFERENSOBJEKTET

Som referensobjekt har använts ett annat av SIAB:s "ROT"-objekt enligt följande beskrivning:

Kv. Kolonien 16, Norrköping

Objektets läge: Albrektsvägen 24, Norrköping.

Byggherre: Fastighets AB Birger Andersson.

Projektörer: Arkitekt Owe Axelsson  
Statiker BNA Byggkonsult  
VVS-konstr. Sixten Almgren  
El-konstr. Norrköpings Eltekniska konsultbyrå (ELT)

Generalentreprenör: SIAB Byggservice  
Fotbollsgatan 14  
602 37 Norrköping  
ing. Hans-Åke Johansson  
tel 011 - 18 79 46

Övriga  
entreprenörer: VS Wirström & Månsson  
Vent NIAB Norrköpings  
Installationsteknik  
El Elinstallationer i  
Norrköping AB

Total byggkostnad: Kronor 2.350.000:00

Allmän orientering

Byggnadsobjektet omfattar ombyggnad av flerbostadshus. Byggnaden har tre våningar + källare.

Invändigt: Källarplan med förråd, tvättstuga och pannrum.  
Bottenvåning med entré till trapphus.  
3 lgh/vån. i 3 våningar.  
Vindsvåning med förråd.

Byggnad och plandisposition efter ombyggnad.

Utvändigt:

Mark; Ny dräneringsledning och stuprörsledning.

Fasad; Ny fasad med 10 cm isolering, gult fasadtegel.  
Samtliga fönster av typ instickskarmar.  
Taket lägges om med nytt taktegel, läkt samt underlagspapp.

- 2 -

- Gårdshus; Ny puts. Nytt plåttak och tre nya garageportar.  
Ny dörr till soprum och förråd.
- Invändigt: 9 st lägenheter fördelade på två och tre och fyra rum med kök, badrum samt kapprum. (Fig 2 a-c nedan).  
All befintlig inredning, golvbeläggning, dörrar samt listverk rives ut.  
Ny inredning från Marbodal, dörrar från Svenska Dörr.  
I vardagsrum lägges ekparkett.  
I kök, sovrum och kapprum linoleum.  
I badrum lägges plastmatta med upp-vikt sockel. Väggar målas.  
Nya väggar är gips på träreglar.  
I källarplan finns utrymme för elcentral.  
Tvättstuga med torkrum och mangelrum, hobbyrum med bastu, förråd, WC och städtrum.
- VS; Värme är befintlig.  
I övrigt ny installation med nytt porslin.
- Vent; Ny ventilation drages i befintliga skorstenar samt nya schakt.
- El; Ny elinstallation.
- Ovanstående installationer får i huvudsak bilas, samt för rör och vent borras.

## BILAGA 3

Gips, tids- och resursförbrukning- Försöksobjektet

Mätningarna i samband med inleverans av gipsskivor enligt den utvecklade hanteringsmetoden gav en tids-åtgång enligt nedanstående tabell:

	Personal	Maskin m förare	Fjärr- bil	Distr.- bil
<u>Transportör</u> Väntetid/lossning			5 min	
<u>Byggro</u> Mottagn/intransp		5 min		
Lastning		5 min		5 min
Transport				15 min
Lossning				35 min
<u>SIAB</u> Mottagn/intransp	60 min			

Tabell I: Resursförbrukning 60 st gipsskivor.

För omräkning till vad detta innebär för kostnader har följande kalkylmässiga timkostnader använts:

- "Långtradare", väntetid, lossning	290:00
- Distributionsbil med kran	200:00
- Truck med förare	150:00
- Baklastare med förare	200:00
- Mobilkran med förare	345:00
- Byggnadsarbetare inkl soc.avg. och adm.påslag	110:00
- Lagerarbetare inkl soc.avg. och adm.påslag	95:00

Kostnaden för gipshantering enligt den på kv Kyrkoherden tillämpade metoden framgår av nedanstående tabell:

	Personal	Maskin*	Fjärr- bil *	Distr.- bil *
<u>Transportör</u> Vänte-/lossn.tid			24:15	
<u>Byggro</u> Mottagn./intransp Uttag Lastning Transport Lossning		12:50  12:50		  33:35 50:00 116:65
<u>SIAB</u> Mottagn./intransp	110:00			
SUMMA KRONOR	110:00	25:00	24:15	200:00

\* inkl förare

359:15

=====

Tabell II: Kostnader gipshantering kv Kyrkoherden.

De redovisade kostnaderna avser 60 st gipsskivor - kostnaden per skiva är således 6:00 fördelat på:

-	transportör	0:40
-	Byggro	3:75
-	SIAB	<u>1:85</u>
	SUMMA	6:00/skiva
		=====



## Gips. Tids- och resursförbrukning.

- Referensobjektet

Utförda mätningar på referensobjektet har givit följande utfall:

	Personal	Maskin *	Fjärr- bil *	Distr.- bil *
<u>Transportör</u> Vänte-/lossn.tid			1,5 tim	
<u>Byggro</u> Mottagn./intransp Uttag Lastning Transport Lossning				
<u>SIAB</u> Mottagn/intransp Underslag + täckn	27,0 tim 1,0 tim	2,0 tim		

Tabell III. Resursförbrukning vid referensobjektet för hantering av 270 st gipsskivor

Kostnaden för denna hantering enligt samma timkostnads-kalkyler som ovan för kv Kyrkoherden framgår av nedanstående tabell:

	Personal	Maskin *	Fjärr- bil *	Distr.- bil *
<u>Transportör</u> Vänte-/lossn.tid			435:00	
<u>Byggro</u> Mottagn/intransp Uttag Lastning Transport Lossning				
<u>SIAB</u> Mottagn/intransp	3.080:00	400:00		
SUMMA	3.080:00	400:00	435:00	

Tabell IV: Kostnader gipshantering  
kv Kolonien.

3.915:00  
=====

\* inkl förare

	Personal		Maskin		Fjärr- bil		Distr.- bil		SUMMA
	F	R	F	R	F	R	F	R	
<u>Transportör</u> Vänte/lossn.tid					0:40	1:61			
<u>Byggro</u> Mottagn/Intransp Uttag Lastning Transport Lossning			0:21 -- 0:21 -- --	-- -- -- -- --	-- -- -- -- --	-- -- -- -- --	0:56 0:83 1:94	-- -- -- -- --	
<u>SIAB</u> Mottagn/Intransp	1:85	11:41		1:48					
SUMMA HANTERINGS- KOSTNADER FÖRSÖKSOBJEKTET	1:85		0:42		0:40		3:33		6:00
SUMMA HANTERINGS- KOSTNADER REFERENSOBJEKTET		11:41		1:48		1:61			14:50

Tabell V. Sammanställning hanteringskostnader för gips per skiva för försöksobjektet (F) och referensobjektet (R).

OBS! Skillnaden i hanteringskostnad på byggplatsen.

Ovanstående kostnader avser hela partiet om 270 gips-skivor. Kostnaden per skiva blir således 14:00, vilket skall jämföras med 6:00 per skiva för den metod som tillämpades på kv Kyrkoherden.

Fönster. Tids- och resursförbrukning försöksobjektet.

	Personal	Maskin*	Fjärr- bil *	Distr.- bil *
<u>Transportör</u> Vänte/lossn.tid			1,5 tim	
<u>Byggro</u> Mottagn/intransp	24,0 tim	1,5 tim		
Uttag				
Lastning		2,5 tim		2,5 tim
Transport				2,5 tim
Lossning				2,5 tim
<u>SIAB</u> Mottagn/intransp	5,0 tim			

Tabell VI: Tidssammanställning fönsterhantering,  
kv Kyrkoherden.

	Personal	Maskin*	Fjärr- bil *	Distr.- bil *
<u>Transportör</u> Vänte/lossn.tid			435:00	
<u>Byggro</u> Mottagn/intransp	2.280:00	225:00		
Uttag				
Lastning		375:00		500:00
Transport				500:00
Lossning				500:00
<u>SIAB</u> Mottagn/intransp	550:00			
SUMMA	2.830:00	600:00	435:00	1.500:00

Tabell VII: Hanteringskostnader fönster  
till kv. Kyrkoherden.

5.365:00

Fönster. Tids- och resursförbrukning referensobjektet.

	Personal	Maskin *	Fjärr- bil *	Distr.- bil *
<u>Transportör</u> Vänte/lossn.tid			1,5 tim	
<u>Byggro</u> Mottagn/intransp Uttag Lastning Transport Lossning				
<u>SIAB</u> Mottagn/intransp	12,0 tim	2,0 tim		

Tabell VIII: Tidssammanställning för fönsterhanteringen till referensobjektet.

Kostnaderna för inhanteringen av fönstren till referensobjektets nio lägenheter blev 2.155:00.

	Personal	Maskin *	Fjärr- bil *	Distr.- bil *
<u>Transportör</u> Vänte/lossn.tid			435:00	
<u>Byggro</u> Mottagn./intransp Uttag Lastning Transport Lossning				
<u>SIAB</u> Mottagn/intransp	1.320:00	400:00		
SUMMA	1.320:00	400:00	435:00	

Tabell IX: Hanteringskostnader fönster till kv Kolonien. 2.155:00  
=====

\* inkl förare

	Personal		Maskin		Fjärr- bil		Distr.- bil	
	F	R	F	R	F	R	F	R
<u>Transportör</u> Vänte/lossn.tid					21:75	48:33		
<u>Byggro</u> Mottagn/intransp			11:25	--				
Uttag	114:00							
Lastning			18:75				25:00	
Transport							25:00	
Lossning							25:00	
<u>SIAB</u> Mottagn/intransp	27:50	146:67		44:45				
SUMMA HANTERINGS- KOSTNADER FÖRSÖKSOBJEKTET	141:50		30:00		21:75		75:00=268:25	
SUMMA HANTERINGS- KOSTNADER REFERENSOBJEKTET		146:67		44:45		48:33	=239:45	

Tabell X: Sammanställning av fönsterhanteringskostnader per lägenhet för försöksobjektet och referensobjektet.

OBS! Skillnaden i hanteringskostnader på byggplatsen. Denna skillnad visar frigjord snickartid per lägenhet.

Detta ger 239:45 per lägenhet, vilket är en något lägre kostnad än för hanteringen till kv Kyrkoherden.

Skåp. Tids- och resursförbrukning försöksobjektet.

	Personal	Maskin*	Fjärr- bil *	Distr.- bil *
<u>Transportör</u> Vänte/lossn.tid			3,0 tim	
<u>Byggro</u> Mottagn/intransp	8,5 tim			
Uttag	7,5 tim			
Lastning				} 14,0 tim
Transport				
Lossning				
<u>SIAB</u> Mottagn/intransp	10,0 tim			

\* inkl förare

Tabell XI: Hanteringstider skåphantering kv Kyrkoherden.

	Personal	Maskin*	Fjärr- bil *	Distr.- bil*
<u>Transportör</u> Vänte/lossn.tid			870:00	
<u>Byggro</u> Mottagn/intransp	808:00			
Uttag	712:00			
Lastning				} 2.800:00
Transport				
Lossning				
<u>SIAB</u> Mottagn/intransp	1.100:00			
SUMMA	2.620:00		870:00	2.800:00

\* inkl förare

6.290:00

Tabell XII: Hanteringskostnader skåp-  
snickerier kv Kyrkoherden.

=====

## Skåp. Tids- och resursförbrukning referensobjektet.

	Personal	Maskin*	Fjärr- bil *	Distr.- bil *
<u>Transportör</u> Vänte-/lossn.tid			1,5 tim	
<u>Byggro</u> Mottagn/intransp Uttag Lastning Transport Lossning				
<u>SIAB</u> Mottagn/intransp	24,0 tim			

\* inkl förare

TABELL XIII: Hanteringstider skåphantering referensobjektet kv Kolonien.

	Personal	Maskin*	Fjärr- bil *	Distr.- bil *
<u>Transportör</u> Vänte-/lossn.tid			435:00	
<u>Byggro</u> Mottagn/intransp Uttag Lastning Transport Lossning				
<u>SIAB</u> Mottagn/intransp	2.640:00			
SUMMA	2.640:00		435:00	

\* inkl förare

3.075:00  
=====Tabell XIV: Hanteringskostnader skåp-  
snickerier referensobjektet kv Kolonien.

	Personal		Maskin		Fjärr- bil		Distr.- bil		SUMMA
	F	R	F	R	F	R	F	R	
<u>Transportör</u> Vänte/lossn.tid					43:50	48:35			
<u>Bygggro</u> Mottagn/Intransp Uttag Lastning Transport Lossning	40:40 35:60						140:00		
<u>SIAB</u> Mottagn/Intransp	55:00	293:35							
SUMMA HANTERINGS- KOSTNADER FÖRSÖKSOBJEKTET	131:00				43:50		140:00		314:50
SUMMA HANTERINGS- KOSTNADER REFERENSOBJEKTET		293:35				48:35			341:70

Tabell XV: Sammanställning av skåphanteringskostnader per lägenhet för försöksobjektet och referensobjektet.

OBS! Skillnaden i hanteringskostnad på byggplats.



## Takpannor. Tids- och resursförbrukning försöksobjektet.

	Personal	Maskin*	Fjärr- bil *	Distr.- bil *
<u>Transportör</u> Vänte-/lossn.tid			1,25 tim	
<u>Byggro</u> Mottagn/intransp Uttag Lastning Transport Lossning	X			
<u>SIAB</u> Mottagn/intransp	24,0 tim	6,0 tim		

Tabell XVI. Hanteringstider takpannehantering kv Kyrkoherden.

Tiderna avser ett parti om 380 m2.

	Personal	Maskin*	Fjärr- bil *	Distr.- bil *
<u>Transportör</u> Vänte-/lossn.tid			360:00	
<u>Byggro</u> Mottagn/intransp Uttag Lastning Transport Lossning	X			
<u>SIAB</u> Mottagn/intransp	2.640:00	2.070:00		
<u>SUMMA</u>	2.640:00	2.070:00	360:00	

\* inkl förare

5.070:00

Tabell XVII. Hanteringskostnader takpannor kv Kyrkoherden avser högdelen 380 m2

## Takpannor. Tids- och resursförbrukning referensobjektet.

	Personal	Maskin*	Fjärr- bil *	Distr.- bil *
<u>Transportör</u> Vänte-/lossn.tid			1,15 tim	
<u>Byggro</u> Mottagn/intransp Uttag Lastning Transport Lossning	X			
<u>SIAB</u> Mottagn/intransp	24,0 tim	4+6 tim <sup>**</sup> 6 tim <sup>***</sup>		

Tabell XVIII Hanteringstider kv Kolonien takpannor (310 m2)

\*\* avser baklastare

\*\*\* avser mobilkran

	Personal	Maskin*	Fjärr- bil *	Distr.- bil *
<u>Transportör</u> Vänte-/lossn.tid			335:00	
<u>Byggro</u> Mottagn/intransp Uttag Lastning Transport Lossning	X			
<u>SIAB</u> Mottagn/intransp	2.640:00	2.000:00 <sup>**</sup> 2.070:00 <sup>***</sup>		
SUMMA	2.640:00	4.070:00	335:00	

\* inkl förare

7.045:00

Tabell IXX. Hanteringskostnader takpannor kv Kolonien.  
(310 m2)

	Personal		Maskin		Fjärr- bil		Distr.- bil		SUMMA
	F	R	F	R	F	R	F	R	
<u>Transportör</u> Vänte/lossn.tid					0:95				
<u>Byggro</u> Mottagn/Intransp Uttag Lastning Transport Lossning									
<u>SIAB</u> Mottagn/Intransp	6:95	8:52	5:45	13:13		1:08			
SUMMA HANTERINGS- KOSTNADER FÖRSÖKSOBJEKTET	6:95		5:45		0:95				13:35
SUMMA HANTERINGS- KOSTNADER REFERENSOBJEKTET		8:52		13:13		1:08			22:73

Tabell XX: Sammanställning av takpannehanteringskostnader per m2 för försöksobjektet och referensobjektet.







**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 820090-8  
från Statens råd för byggnadsforskning till Ahlsell  
Bygg AB, Stockholm.**

**Art.nr: 6705023**

**Abonnemangsgrupp:  
R. Byggandets ekonomi och organisation**

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

**Cirkapris: 30 kr exkl moms**

**R23: 1985**

**ISBN 91-540-4348-4**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**