



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**

**R4:1985**

# **Utveckling av monterings- metoder för småhuselement**

**Björn Lars Larsson  
Bo Glimskär  
Per-Erik Höglund**

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	
Plac	Ser

R

*Ad*

**Byggforskningsrådet**

R4:1985

UTVECKLING AV MONTERINGSMETODER  
FÖR SMÅHUSELEMENT

Björn Lars Larsson  
Bo Glimskär  
Per-Erik Höglund

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag  
811414-5 från Statens råd för byggnadsforskning  
till Myresjöhus AB, Vetlanda.

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

R4:1985

ISBN 91-540-4310-7

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Liber Tryck Stockholm 1984

## SAMMANFATTNING OCH SLUTSATSER

1	INLEDNING	2
1.1	Bakgrund	2
1.2	Problem	3
1.3	Tidigare utförda studier	3
1.4	Syfte	4
1.5	Metodik	4
1.6	Organisation	5
2	UTVECKLINGSFAS	6
2.1	Utveckling av montagevagn	6
2.1.1	Prototyp 1	7
2.1.2	Test Prototyp 1	9
2.1.3	Prototyp 2	10
2.1.4	Test Prototyp 2	12
2.2	Framtagning av kranlyftsmetod	12
2.2.1	Test kranlyftsmetod	13
2.3	Kalkyler på ekonomisk jämförelse av metoderna	13
2.3.1	Kostnadssammanställning	14
2.4	Planeringsförslag för lagring av element	16
3	UTVÄRDERINGSFAS	19
3.1	Objektbeskrivning	19
3.2	Fältstudier	19
3.2.1	Allmänt	19
3.2.2	Beskrivning traditionellt montage	19
3.2.3	Beskrivning montering med montagevagn	20
3.2.4	Beskrivning av kranlyftsmontage	22
4	RESULTAT	24
4.1	Ekonomiska effekter	24
4.1.1	Produktionsstudier på plats	24
4.1.2	Kostnadsanalys	26
4.2	Ergonomiska effekter	28
4.2.1	Metodik	28
4.2.2	Dynamiskt arbete	28
4.2.3	Statiskt arbete	29
4.3	Tekniska effekter	31
4.3.1	Manuellt montage	31
4.3.2	Montage med montagevagn	31
4.3.3	Kranmontage	32
BILAGA 1	Planlösning Vinåret 8-entrévåning	
Bilaga 2	Planlösning Vinåret 8-vindsvåning	
BILAGA 3	Situationsplan kv Vinåret	
BILAGA 4	Detaljritning C 4 - ytterväggsblock	



## SAMMANFATTNING OCH SLUTSATSER

Betydande ergonomiska problem uppkommer vid monteringen av typen våningshöga ytterväggselement där de förhållandevis tunga och otympliga blocken monteras manuellt och utan effektiva hjälpmedel.

Detta projekt har utifrån en framtagen kravspecifikation utvecklat ett hanteringshjälpmedel för ytterväggselementen. Utvecklingen har varit intressentstyrd så att berörda parter kunnat följa och påverka utvecklingsprocessen. Hanteringshjälpmedlet, en montagevagn har framtagits i två prototyper som funktionstestats på olika arbetsplatser där synpunkter har uppsamlats.

Den sista vagnprototypen utvärderades i ett större fullskaletest, där även kranmontage med lyftgrinna och manuellt montage studerades och jämfördes.

Utvärderingen konstaterade följande;  
Montagevagnens funktioner är avpassade för transport av väggelement och för nedsänkning av elementet på syllen. Vagnens framkomlighet vid transporter är mycket god och kräver endast normal gångbredd. Vagnens användningsområde är främst inriktad mot ytterväggselement, men även transporter av skivor, snickerier etc kan underlättas.

Användandet av montagevagnen medför lägre belastning och är mindre olycksrisk jämfört med manuell hantering. En ökning av produktionskapaciteten har även noterats.

Kranmontaget möjliggör ett mycket fördelaktigt ergonomiskt montage med möjlighet att även "plocka" i elementbuntarna. Metodens användningsområde får dock främst inriktas mot montage av de tyngsta elementen, fönsterblock etc. Detta främst beroende på svårigheten att samordna avlastningen av bilen med kranmontaget. En ökning av produktionskapaciteten jämfört med manuellt montage har även här noterats.

## 1 INLEDNING

## 1.1 Bakgrund

Småhusbyggandet i dag utförs enligt följande olika principer, montering av fabriksstillverkade element, tillverkning och montage av element på byggarbetsplatsen (typ fältverkstad) och platsbyggda lösverks-hus.

Förtillverkningsgrad och elementstorlek varierar men kan uppdelas i 3 huvudgrupper.

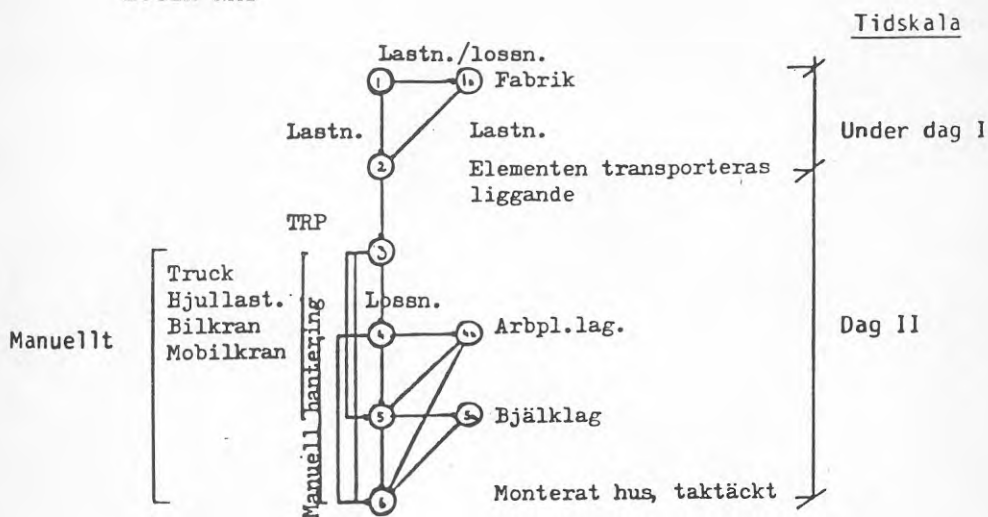
Volymelement: Detta system innebär att huset redan på fabriken monteras i volymenheter med hög färdigställningsgrad.

Stora ytelement: Detta system innebär att väggarna prefabriceras i element som omfattar hela väggar och bjälklagslängder.

Små ytelement: Detta system innebär att våningshöga element med en normalbredd på 120 cm prefabriceras i fabrik.

Vid fabriksstillverkade element kan byggprocessen beskrivas med följande logiknät.

## LOGIK NÄT



Den största delen av de objekt som utförs med små yt-element är av typen styckebyggen (1-2 hus/arbetsställe). Dessa objekt monteras i huvudsak av små byggnadsfirmor eller privatpersoner. Mot denna bakgrund är det helt klart att om man vill uppnå ett acceptabelt



montage ur arbetsmiljösynpunkt måste husleverantören ta ett större ansvar för montaget än i dag.

För att kunna åtgärda den manuella hanteringen på arbetsplatsen där de ergonomiska problemen uppkommer är det viktigt att hela processen studeras. Detta för att få element, lager i fabrik och leveranser anpassade för de hjälpmedel och åtgärder som sätts in på arbetsplatsnivån.

## 1.2 Problem

Betydande ergonomiska problem uppkommer vid monteringen av typen "små ytelement" (våningshöga element med en normalbredd på 120 cm) de förhållandevis tunga och otympliga blocken monteras huvudsakligen manuellt och utan effektiva hjälpmedel. Problemet skärptes ytterligare 1977 då värmeisoleringskraven medförde ca 1/3 ökad tyngd genom ökad isoleringstjocklek, dubbla regelverk m.m.

De studier som tidigare utförts för att kartlägga arbetsbelastningen vid denna typ av elementmontage visar att monteringen är mycket ansträngande. De kroppsdelar som främst är utsatta för kraftig belastning är armar, axlar och rygg. Hanteringen av de tunga elementen med vikter mellan 70-110 kg kan inte anses som acceptabel utan kan medföra förslitningsskador på montörerna.

## 1.3 Tidigare utförda studier

Vid ett utvecklingsseminarium utfört av Byggergonomilaboratoriet där montageproblemet av de små ytelementen diskuterats presenterades en lista på åtgärdsförslag.

Utvecklingsseminariet är en intressentstyrd idéutveckling, som syftar till att skapa produkter som uppfyller både marknadsmässiga och användningsmässiga krav.

Det väsentliga är att skilda intressenter av en idéutveckling ges möjligheter att utbyta erfarenheter och aktivt ta del i processen, så att en allsidig belysning av problemet eller idén kommer till stånd på ett så tidigt stadium i produktutvecklingsprocessen som möjligt. Detta kan då genomföras i form av ett utvecklingsseminarium, till vilket man inbjuder intressenter som på något sätt är viktiga för produktens framgång, dvs ett för problemets lösning och utformning representativt urval av intressenter. Det seminarium som behandlade montage av små ytelement (bredd 1,2 m) var sammansatt av husleverantörer, montörer, hjälpmedelstillverkare, arbetsgivare och arbetstagare, organisationer, skyddsingenjörer och logistikonsulter.

Resultatet från seminariet resulterade i ett antal åtgärdsförslag för att lösa problemet med den tunga manuella hanteringen av väggelementen.

De två åtgärdsförslagen som prioriterades att ha de största möjligheterna att lyckosamt genomföras var dels en utveckling av en montagevagn och dels montage med hjälp av kranlyft.

#### 1.4 Syfte

Syftet med detta projekt är att:

- utveckla en montagevagn för element lagrade på vanligt sätt.
- utvärdera i fullskaleförsök montagevagnen och montage med kranlyft med lyftgrimma.

Utvärderingen kommer att omfatta studier från fabrik till monterat hus, men inriktat på förhållandena på byggarbetsplatsen.

#### 1.5 Metodik

Undersökningen har genomförts i princip i två etapper

- en utvecklingsfas och
- en utvärderingsfas

I utvecklingsfasen har en montagemetod för liggande element utvecklats. Det hjälpmedel som framtagits är en montagevagn. Vidare har förutsättningarna för kranlyft och förberedelserna på fabrik undersökts. Kalkyler för en ekonomisk jämförelse av metoderna och planeringsförslag för lagring av elementen på bottenbjälklaget har också utförts i denna fas.

I utvärderingsfasen har arbetsmetoderna med monteringsvagn för liggande element, samt montage med kran för sedd med lyftgrimma utvärderats i ett fullskaleförsök. Vidare har ett traditionellt montage där monteringen utförts manuellt studerats för att få jämförelsevärden.

För att få en riktig utvärdering av metoderna och dess effekter har dessa utvärderats från följande kriterier:

De ergonomiska effekterna har studerats med avseende på:

- relativ arbetstyngd (pulsfrekvensmätningar)
- arbetsställningsanalys utifrån videoinspelningar

De ekonomiska effekterna har studerats med hjälp av:

- produktivitetsstudier (tidsstudier) vid montaget
- kostnader för de olika metoderna

De tekniska effekterna som studerats är:

- utförandekvaliteten på montaget
- eventuella skador på elementen
- begränsningar eller möjligheter de föreslagna åtgärderna har.

## 1.6 Organisation

Projektet har genomförts av Myresjöhus AB där Björn Lars Larson fungerat som projektledare. Projektarbetet har i huvudsak bedrivits av en arbetsgrupp bestående av Bo Glimskär och Per-Erik Höglund verksamma vid Byggergonomilaboratoriet samt Per-Ivar Sellergren från ILAB i Göteborg.

Till denna grupp har en referens och styrgrupp knutits bestående av;

Börje Andersson	AB Hörby Bruk
Bo Hedberg	Myresjöhus AB
Hans Landström	Myresjöhus AB
Bo Pettersson	Myresjöhus AB

## 2 UTVECKLINGSFAS

### 2.1 Utveckling av montagevagn

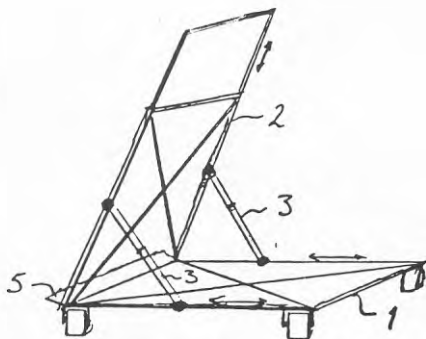
Utvecklingen startades med en konceptutveckling i skissform utifrån de krav som ställdes vid det tidigare beskrivna seminariet.

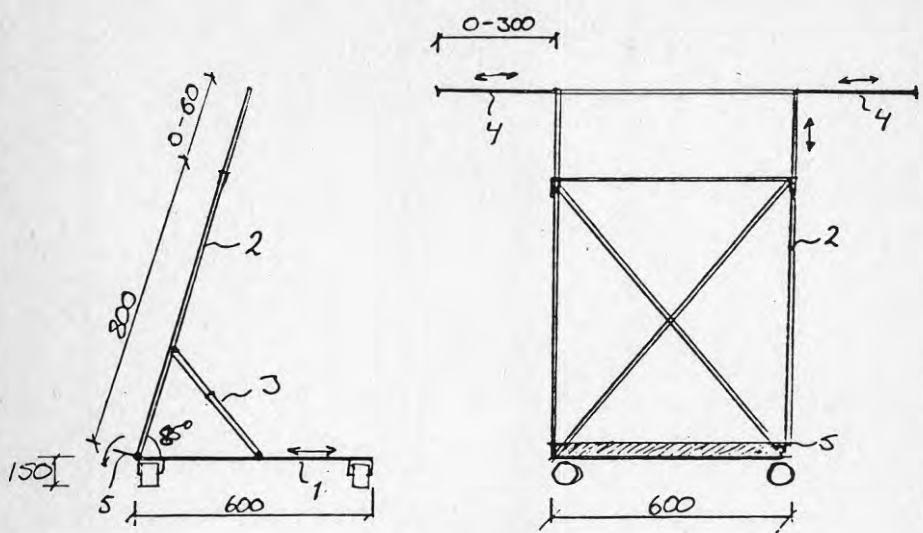
Dessa krav var följande:

- Elementen ska kunna lagras liggande på bjälklaget
- Inga ingrepp på elementen
- Vagnen ska ha god framkomlighet
- Två man ska klara monteringen
- Vagnen ska kunna användas på de små utrymmen som blir över på bjälklaget, max bredd 80 cm
- Montörerna ska aldrig belastas av elementens hela tyngd.

Nedanstående skiss visar det första förslaget på hur montagevagnen skulle kunna se ut för att uppfylla de ovan ställda kraven.

- 1 = underrede med fyra länkhjul
- 2 = vikbar stödram för elementen. Ramen ska kunna vikas ned till horisontellt läge
- 3 = stöd för låsning i uppfällt läge
- 4 = justerbara stöd för att förlänga respektive bredda stödramen
- 5 = fällbart stöd för elementet





Kommentarer: Vagnen var avsedd att fungera så att elementet dras från elementstuvan över till vagnen och därefter reses upp till transportläge av två man. Efter det att elementet transporterats till montage-stället och riktats in över syllens lossas spärren för det vikbara stödet (5) och elementet och glider ner på syllens och justeras därefter in i rätt läge.

De problem som kunde konstateras redan innan en prototypframtagning initierades var att leden mellan underrede och stödram var felplacerad och skulle medföra att vid uppresningen av elementet vagnen förmodligen skulle vicka omkull. För att detta problem inte ska uppstå måste leden ligga mellan hjulen.

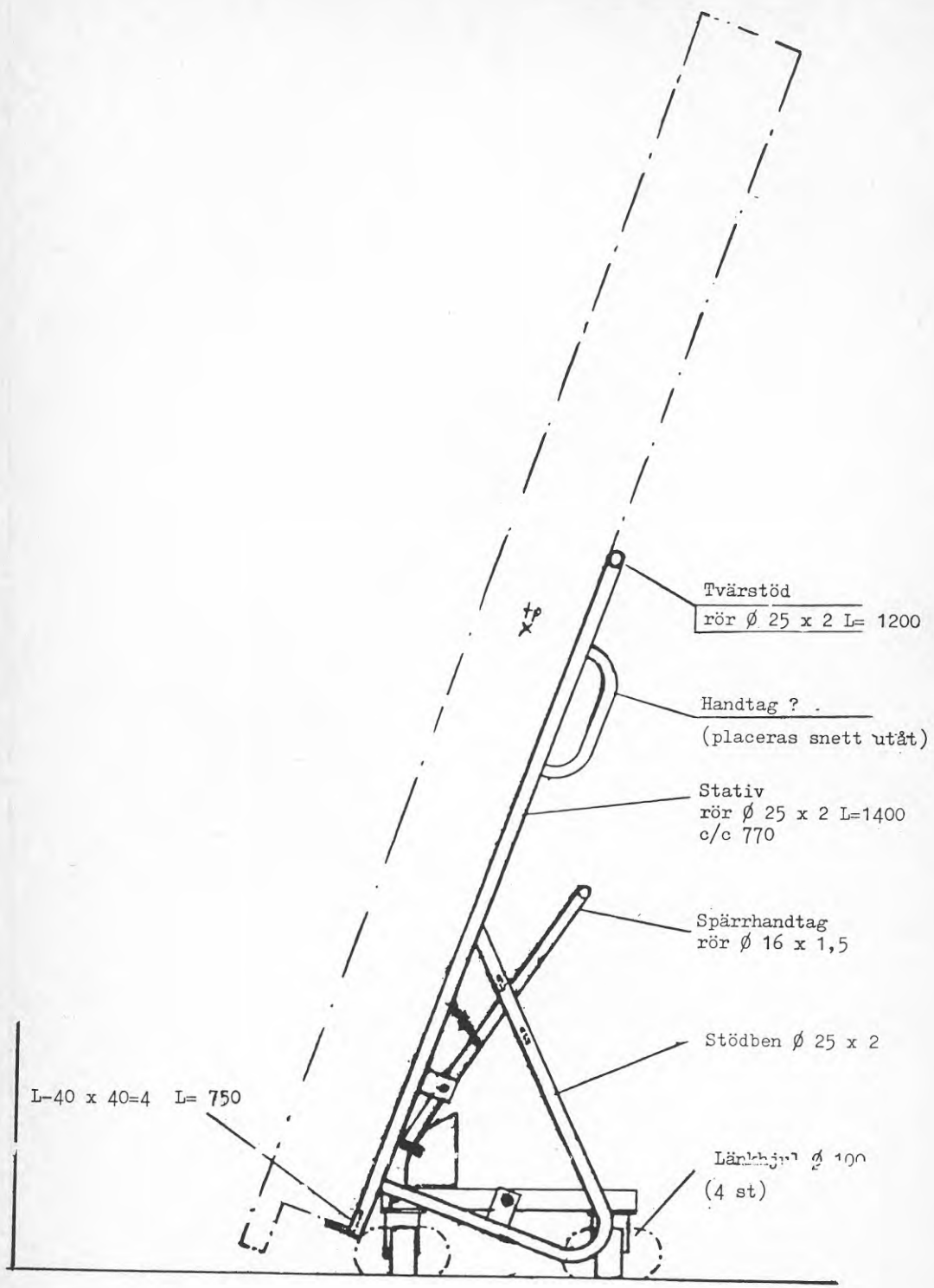
2.1.1 Prototyp 1

Det fortsatta arbetet inleddes med att ta kontakt med en tilltänkt tillverkare för att direkt kunna anpassa prototypframtagningen till standardmaterial och dimensioner.

Det företag som valdes var AB Hörby Bruk som tillverkar en mängd olika typer av vagnar och hjälpmedel för byggbranschen.

I samråd med AB Hörby Bruk löstes problemet med att placera leden mellan hjulen enligt nedanstående skiss, och konstruktionen dimensionerades också för att klara de belastningar som kan uppkomma.

Detta skissförslag diskuterades i referensgruppen för projektet och ansågs vara en framkomlig väg för att lösa hanteringsproblemen med elementen och den uppfyllde också de tidigare ställda kraven tillfredsställande. Mötet beslutade att AB Hörby Bruk skulle tillverka en prototyp enligt skissförslaget.



### 2.1.2 Test Prototyp 1

Prototypen funktionstestades vid ett montage av ett 1-planshus i Täby.

Den framtagna prototypen testades och resultatet tyder på att belastningen minskar främst på axlar och armar samt att man blir mindre trött.

Produktiviteten kan öka då elementtransporten ger vila och det övriga montaget kan därmed utföras effektivare. Användningsområdet bör främst inriktas på de s k 1200-elementen men andra användningsområden såsom transport av skivor och snickerier etc bör ytterligare prövas. Testet visade att vissa små förbättringar av vagnen var önskvärda för att få ett perfekt fungerande montagehjälpmedel.

Följande åtgärdsförändringar föreslogs;

- Stag på vagnen för vågrätt lastning
- Stödbockarna bör förlängas ca 2 cm för minskning av "glideffekten" vid uppresning.
- Vagnen måste bli anpassad för transporten till arbetsplatsen, alltså vara möjlig att plocka isär i t ex två delar.





### 2.1.3 Prototyp 2

Testet av prototyp 1 visade att vagnen fungerade så pass bra att konceptet verkade vara det riktiga och därför beslutades att en ny prototyp skulle tas fram där synpunkterna från testet beaktades. Resultatet kan beskrivas med följande bilder





#### 2.1.4 Test prototyp 2

Då testen av den första prototypen visat att funktionen på vagnen var den riktiga och endast små förändringar utförts på prototyp 2 beslutades att denna prototyp skulle utvärderas mera noggrant.

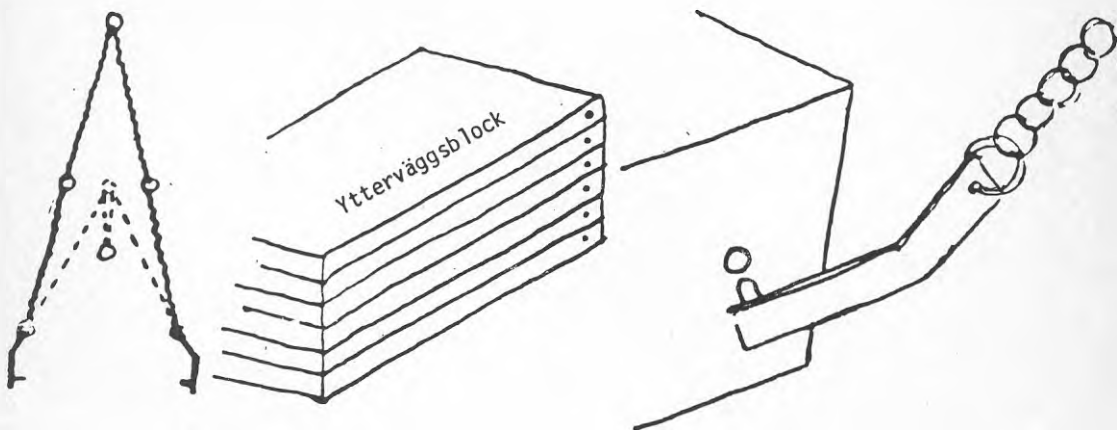
Denna utvärdering utfördes vid en byggplats där tio stycken identiska  $1\frac{1}{2}$ -planshus skulle monteras. Resultaten och beskrivningen av försöken redovisas i kapitel "Utvärderingsfas".

#### 2.2 Framtagning av kranlyftsmetod

För att helt ta bort problemet med den tunga manuella hanteringen av ytterväggselementen är naturligtvis kranlyft den bästa lösningen. Denna lösning kräver dock att elementen förbereds för kranlyft redan vid tillverkningen på fabrik.

För att kunna hantera elementen med kran krävs ett speciellt lyftok. Det lyftok som ansågs kunna fungera bäst var av typen "lyftgrimma". Detta lyftok kan användas för många olika storlekar på element från stora ytelement på över 2,4 m till små ytterväggsblock på 30 cm. Lyftoket består av två kedjor eller vajrar som i ytterändarna har ett vinklat plattjärn med en påsvetsad tapp. På husfabriken förborras hål i elementens kantreglar som motsvarar tappens storlek på lyftoket.

Med denna typ av lyftok kan man dels lyfta elementen när de ligger i stuvorna och dels lagra om stuvorna om något element har hamnat fel.



När ett element är taget ur stuvén och framlyft till montagestället sänker man ner elementet på syllén och kopplar bort lyftoket och trycker därefter ihop elementen.

Detta montagesätt med kran och lyftgrinna kräver, om man vill ha ett rationellt montage, att elementen är lagrade i montageordning. Vidare krävs det att elementen förbereds på fabrik, genom att borra ett hål i varje hörn på elementets regler.

### 2.2.1 Test kranlyftmetod

Även kranlyftmetoden har utvärderats i fullskaletest. Resultaten från dessa tester, där man kan få en direkt jämförelse mellan traditionellt montage med manuell hantering och montage med den framtagna montagevagnen samt kranlyftmetoden redovisas i kapitel "Utvärderingsfas".

### 2.3 Kalkyler på ekonomisk jämförelse av metoderna

Jämförda alternativ:

- dagens manuella system
- vagn
- kran med lyftgrinna

De kostnader som är intressanta i jämförelsen är differenskostnaderna. Dessa är:

- kapitalkostnader för utrustningar
- hanteringskostnader före, vid och efter montering av element.

Övriga kostnader såsom transportkostnader, lagringskostnader, tillverkningskostnader osv, förväntas vara lika i samtliga tre alternativ. Fönsterelement i monteringsordning fås utan merkostnad genom att arbetsordern till fönsteravdelningen skrivs i omvänd monteringsordning.

Förutsättningar:

- Varje utrustning används till 30 hus/år
- 30 element/hus hanteras med utrustningen
- Utrustningarna avskrivs med 15 % ränta på 5 år
- Fönsterelementen i monteringsordning
- Lokalkontoren svarar för distributionen av utrustning.
- Kran (vid alt lyftgrinna) finns tillgänglig på byggarbetsplatsen.

Investeringar:

Dagens alternativ

Eftersom vi utgår från dagens alternativ och detta inte har några nyinvesteringar sätts totalinvesteringen till noll.

Vagnalternativet

I vagnalternativet krävs investering för vagnen.

Vid byggarbetsplatsen innebär vagnalternativet inga övriga investeringar, ej heller vid fabriken eftersom

utrustningen som i dag används i fabriken också kan användas i vagnsystemet.

Alternativet med kran och lyftgrimma.

Vid detta alternativ krävs investering, dels för själva lyftgrimman, dels också för en borranläggning i produktionen. Kranen påföres alternativet som hyr-kostnad nedan.

Hanteringskostnader:

Dagens alternativ

För att hämta ett element och montera detta på bygg-arbetsplatsen åtgår ca 13 personminuter (2 man à 6,5 min) (tidigare mätning). Med timkostnaden 130 kr/tim kostar varje elementmontage ca 28 kr i personalkostnad.

Vagnalternativet

Eftersom en man klarar förflyttning och lossning men ej lastning av elementet kommer motsvarande hantering med vagn att ta ca 15 % kortare tid än dagens alternativ, vilket ger personalkostnaden 24 kr/element.

Alternativ med kran och lyftgrimma

Vid montering med lyftgrimma krävs en man för fastsättning av grimma, ingen för transport (kranföraren räknas in i krankostnaden) men fortfarande två man för montering och inpassning av elementen. Monteringen av elementen beräknas ta ca 30 % kortare tid än dagens alternativ dvs drygt 9 personminuter/element motsvarande knappt 20 kr/element.

Ställkostnader:

Vid vagnalternativet måste vagnen hämtas till varje hus och ställas av efter arbetets slut. Ställkostnaden uppskattas till 10 minuter/hus motsvarande ca 20 kr/hus.

Vid kran + lyftgrimma blir motsvarande tid för framkörning och återkörning av kran ca 15 minuter/hus motsvarande 50 kr/hus.

### 2.3.1 Kostnadssammanställning

I nedanstående tabell visas en sammanställning av de olika mer- eller mindrekostnaderna vid de olika utrustningsalternativen.

Där kan konstateras, att under de antagna förutsättningarna kommer:

- vagnalternativet att innebära en besparing på ca 100 kr/hus, jämfört med dagens manuella alternativ, medan

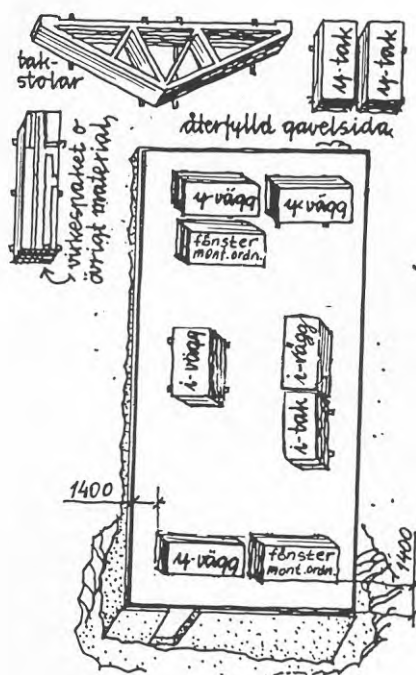
- kran + lyftgrimma kommer att innebära en kostnadsökning på drygt 300 kr/hus.

Kostnadssammanställning

Alternativ	Investering kr	Kapitalkostnad kr/hus (5år, 15 %)	Hyreskostnad kr/hus	Ställkostnad kr/hus	Personalkostnad kr/hus	Diff.kostnad kr/hus
Dagens ma- nuella	0	0	0	0	(28kr/element x 30 elem/hus = 840kr/hus)	0 kr/hus
Vagn	(1 vagn/ 30 hus) 1 000 kr	300kr/år, 30 hus/år + 10 kr/hus	0	+ 15 kr/hus	85% x 840kr/ hus= 714 kr/ hus)	- 101 kr/hus
Kran + grimma	(1 grimma/ 30 hus) 200 kr	(60kr/år, 30 hus/år + 2 kr/hus	30 elem./ husx 70% x 7,5 min/ elem x 200 kr/tim=)	+ 50 kr/hus	(70% x 840kr/ hus= 588 kr/ hus)	+ 331 kr/hus
	(borrhut. i fabrik) 20 000 kr	(6000 kr/år 1000 hus/år=) + 6 kr/hus	0	0	- 252 kr/hus	

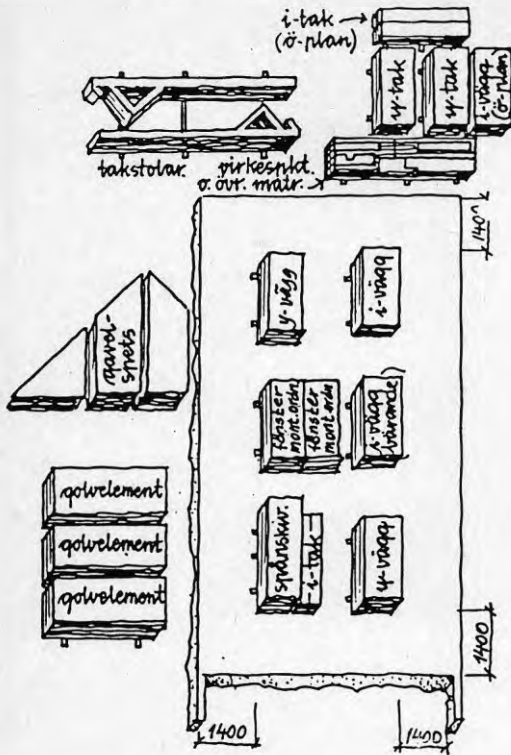
## 2.4 Planeringsförslag för lagring av element

Nedan följer förslag på hur elementen bör lyftas av bilen och lagras för att metoderna ska fungera så bra som möjligt. Skissförslag för både 1-planshus och 1½-planshus redovisas.



### 1-planshus

- fönsterelement i medurs monteringsordning
- utrymme lämnas för montering av syll för bärande innervägg
- 1,4 m fri bredd runt upplaget



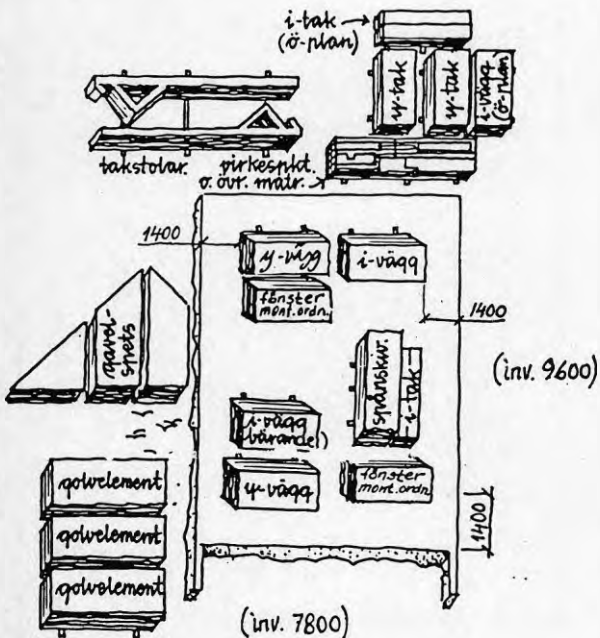
1½-planshus  
(längd > 10m)

1 trave  
fönster

- fönsterelement  
i medurs monteringsordning

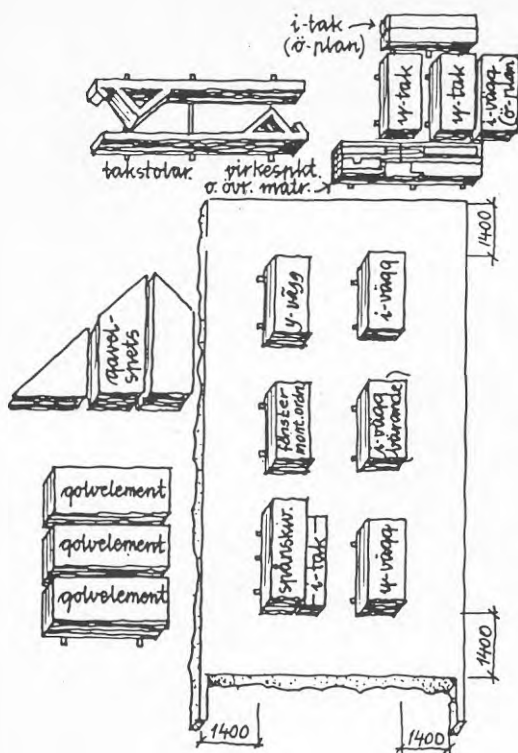
- utrymme lämnas  
för montering av  
syll för bärande  
innervägg

- 1,4 m fri  
bredd runt upp-  
laget



1½-planshus  
(längd < 10m)

1 trave  
fönster

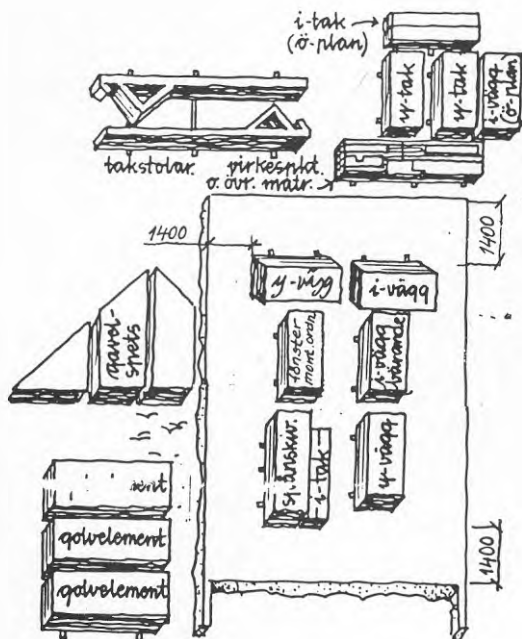


1½-planshus  
(längd >10m)  
2 travar  
fönster

- fönsterelement  
i medurs monteringsordning

- utrymme lämnas  
för montering av  
syll för bärande  
innervägg

- 1,4 m fri  
bredd runt upp-  
laget



1½-planshus  
(längd >10m)  
2 travar  
fönster



### 3 UTVÄRDERINGSFAS

#### 3.1 Objektsbeskrivning

För att få en så korrekt utvärdering av metoderna som möjligt valdes att testa dessa på ett mindre gruppområde i Viby, Sollentuna där tio stycken identiska 1½-planshus byggdes. Alla husen monterades av samma montagelag. Den hustyp som monterades var ett 1½-planshus på totalt 111 kvm boyta tillverkad av Myresjöhus AB (se bilaga 1 och 2). Montaget utfördes utifrån en markplatta av platsgjuten betong.

Då husen stod mycket nära varandra och tomterna var förhållandevis små kunde mobilkranen som lossade bilen endast arbeta från ena sidan av huset vilket medförde att lagringsutrymmet för elementen blev mycket begränsade (se bilaga 3).

Montageordningen av husobjekten blev varierad på grund av att lånebesluten var kopplade till köparna separat och inte i grupp. Detta medförde att lagringsutrymmet för en del av objekten ytterligare försämrades.

#### 3.2 Fältstudier

##### 3.2.1 Allmänt

För att utvärdera de framtagna montage metoderna valdes att testa var och en av metoderna på montage av två hus. För att få en riktig jämförelse gentemot ett traditionellt montage studerades även det manuelle monteraget av två stycken hus. Den del av husmontaget som studerades var ytterväggselementen på bottenvåningen. Totalt monterades 30 ytterväggselement varav 4 st fönsterelement med bredd 1200, 3 st fönsterelement med bredd 600, 1 st fönsterdörrelement, 1 st dörrelement, 3 st ytterväggselement med bredd 600. Övriga 18 st var ytterväggselement med bredd 1200. Samtliga element var försedda med färdig ytbeklädnad i detta fall träpanel (se bilaga 4). Vikten på ett slätblockselement är  $\sim 100$  kg och för fönsterelementet är motsvarande siffra  $\sim 130$  kg.

Montagelaget bestod av tre man, varav 2 man arbetade med att resa och montera väggelementen. Den tredje montören arbetade med att hjälpa lastbilschauffören att lossa bilen på material.

##### 3.2.2 Beskrivning traditionellt montage

Montaget utfördes med ytterväggselementen lagrade på bottenplattan och hanterades därifrån manuellt av två man. Då bottenplattan vid dessa objekt är i det närmaste kvadratisk och förhållandevis liten ca  $65 \text{ m}^2$  blir inte det manuella bärandet av elementen speciellt långa sträckor. Nedanstående bildserier visar i princip hur montaget utfördes.



### 3.2.3 Beskrivning montering med montagevagn

Avlastningen av ytterväggselementen utfördes på samma sätt som vid det traditionella montaget. Därefter användes montagevagnen för att transportera och sänka ner elementen på upplagssylen. Detta montage utfördes också av två man. Följande bildserie visar hur montaget utfördes och att montörerna inte belastades av hela elementets vikt i något moment.



### 3.2.4 Beskrivning av kranlyftsmontage

För kranlyftsmontaget användes samma mobilkran som lossade materialet från lastbilen. Detta medförde att arbetet med att lossa materialet fick avbrytas när monteringen av väggelementen skulle utföras. Montaget utfördes så att en man krokade i lyftgrimman i elementen när dessa låg i stuvon, därefter lyftes elementet fram och sattes ner på syllen där två man tog emot det, kopplade loss lyftgrimman och justerade in elementet i rätt läge. Följande bildserie visar hur montaget gick till





## 4 RESULTAT

## 4.1 Ekonomiska effekter

De produktionstekniska effekterna har studerats genom tids- och produktivitetsstudier på plats och kompletterats med en avslutande kostnadsanalys.

## 4.1.1 Produktivitetsstudier på plats

En jämförande studie mellan de olika montagemetoderna har genomförts vid Vibyområdet där de tre olika monteringsmetoderna prövades vid två husmontage vardera. Monteringsmetoderna var manuellt, montagevagn och kranmontage som tidigare är beskrivna. Vid varje montagefall har en montör studerats och följande data har erhållits.

## Manuellt montage

2 man monterar elementen medan 1 man tillsammans med lastbilschauffören lastar av bilen.

Arbetsmoment	Operationstid min/enh	Vila/vänta min/enh
Slätblockselement I	1,3	0,4
" II	1,7	0,35
Fönsterblock *)	3,0	0,4
Hörnmontage	2,2	0,9

\*)Fönsterblocken har endast kunnat studeras en gång.

## Montagevagn "Blockoped"

2 man monterar elementen medan 1 man tillsammans med bilföraren lastar av bilen.

Arbetsmoment	Operationstid min/enh	Vila/vänta min/enh
Slätblock I	2,0	0,15
" II	1,3	0,13
Fönsterblock I	2,1	0,3
" II	1,8	0,1
Hörnmontage I	2,5	0,9
" II	3,0	0,5

## Kranmontage

3 man monterar elementen genom att en man kopplar på lyftdonet och de två andra monterar fast elementet på plats.

Arbetsmoment	Operationstid min/enh	Vila/vänta min/enh
Slätblock	0,86	0,07
Fönsterblock	1,4	0,7
Hörnmontage	3,0	0,9

Studier har endast kunnat genomföras under ett montagefall.

## Kommentarer

Beräknas mantiden för montering av ett element erhålls följande jämförelsevärden för de tre metoderna. Mantiden beräknas utifrån operationstiden.

## Slätblockselement:

Manuellt montage I	2,6	manmin/block
" II	3,4	"-
Montagevagn I	4	"-
Montagevagn II	2,6	"-
Kranmontage	2,6	"-
Fönsterblock:		
Manuellt montage	6,0	manmin/block
Montagevagn I	4,2	"-
Montagevagn II	3,7	"-
Kranmontage	4,2	"-

Man kan utifrån dessa data konstatera en inkörnings-effekt för användandet av montagevagnen. En liknande effekt kan även uppkomma vid kranmontaget men har inte kunnat beläggas i denna studie. Ett omvänt förhållande har uppkommit vid det manuella montaget där det första montaget utfördes i en betydligt högre produktions-takt jämfört med det andra. Detta beror antagligen på att det första manuella montaget genomfördes under en oacceptabelt hög belastningsnivå så att produktions-takten inte är relevant för det studerade arbetsmo-mentet. Med hänsyn taget till pulsfrekvensmätningarna och inkörningseffekter antas följande rimliga produk-tionsvärden för de olika metoderna (manmin/block).

Metod	Slätblock	Fönsterblock
Manuell	3,4	6,0
Montagevagn	2,6	3,7
Kranmontage	2,6	4,2

För slätblock reduceras mantiden med 25 % för såväl montagevagnsmetoden som för kran dito jämfört med den konventionella metoden. För fönsterblock minskas mantiden med nära 40 % för montagevagnen och för kran-montaget med 30 %. Hanteringstiden per block reduce-ras med 50 % vid kranmontaget.

Värdena för vila, vänta varierar även mellan metoder-na och det manuella montaget ger generellt sett längre vila, vänta-tider än de andra metoderna. Kranmetoden har vid fönsterblocksmontaget en hög vila, vänta-tid, vilket främst kan förklaras av väntetiden på kranen.

Tiden för hörnmontaget varierar främst på grund av elementens och grundgjutningens utförandekvalitet. Det kan sålunda konstateras att de båda montagealter-nativen till det manuella montaget medför en förbät-trad produktivitet. För fönsterblocken är förbättringen mycket markant.

För kranmetoden måste dock hänsyn tas till att avlast-ningsarbetet från bilen förlängs i samma omfattning som kranen används för elementmontage. Används

kranlyften enbart för de tunga fönsterblocken är dock tidsförlängningen negligerbar.

Avslutningsvis är det dock angeläget att konstatera att själva elementmontaget utgör endast en del av den totala arbetsinsatsen och att de föreslagna metoderna inte förlänger den totala montage tiden utan ger möjlighet till ett snabbare och rationellare montage. Produktionstekniska vinster erhålls även i det fortsatta arbetet, då detta arbete kan påbörjas med en lägre trötthetsfaktor i kroppen jämfört med ett kontinuerligt elementmontage.

#### 4.1.2 Kostnadsanalys

Vid dessa montage testades praktiskt de tre olika hanteringsalternativen. Jämfört med de tidigare angivna produktionstiderna för dagens manuella alternativ (som är hämtade från tidigare test med konkurrerande hustillverkare) är Myresjöhus' Sollentunatider genomgående lägre.

De två nya alternativen gav, jämfört med dagens manuella alternativ, följande tidsvinster;

Alternativ	Tidsvinst % Sollentuna, jfr med dagens manuella		
	Slätblock	Fönsterblock	Vägt medelv.
Vagn	25 %	40 %	29 %
Kran+lyftgrimma	25 %	30 %	26 %

Produktionstiderna från Sollentunatesten innebär att personalkostnaden i den tidigare kostnadssammanställningen kan justeras till förmån för vagnalternativet och till viss nackdel för kranalternativet.

Differenskostnaden per hus blir därmed:

- 219 kr lägre med vagnalternativet resp
- 365 kr högre med alternativet kran+lyftgrimma jämfört med dagens manuella alternativ.

Kommentar: Vagnalternativet är så pass lönsamt, att man kan tillåta sig kranmontage av fönsterblocken med bibehållen lönsamhet och samtidigt minimera den fysiska belastningen. "Vinsten" jämfört med manuella alternativet är ändå ca 70 kr/hus.



Kostnadssammanställning - Vinåret 8, Sollentuna

Alternativ	Investering kr	Kapitalkostnad kr/hus (5år, 15 %)	Hyreskostnad kr/hus	Ställkostnad kr/hus	Personalkostnad	Diff.kostnad kr/hus
Dagens ma- nuella	0	0	0	0	(28kr/elem x 30 elem/hus = 840 kr/hus 0	0 kr/hus
Vagn	(1 vagn/ 30 hus) 1 000 kr	(300 kr/år 30 hus/år) + 10 kr/hus	0	+ 15 kr/hus	(71% x 840 kr/ hus=596 kr/ hus) - 244 kr/hus	-219 kr/hus
Kran + grimma	(1 gramma/ 30 hus) 200 kr (borruetr. i fabrik) 20 000 kr	(60 kr/år, 30 hus/år) + 2 kr/hus (6000 kr/år 1000 hus/år=) + 6 kr/hus	30 elem./ hus x 70% x 7,5 min/ elem x 200 kr/tim=) + 525 kr/hus	+ 50 kr/hus	(74% x 840 kr/ hus= 622 kr/ hus) - 218 kr/hus	+365 kr/hus

## 4.2 Ergonomiska effekter

### 4.2.1 Metodik

Vid bedömningen av de ergonomiska effekterna har belastningsmätningar genomförts. Vid manuella arbeten förekommer olika former av belastningar som fysiologiskt kan uppdelas i dynamiskt och statiskt arbete. Med dynamiskt arbete menas sådant arbete som är en förflyttning av verktyg, arbetsmaterial eller av den egna kroppen. För att mäta det dynamiska arbetet har i detta fall valts att mäta pulsfrekvensen.

Med statiskt arbete menas att en muskel eller muskelgrupp utan rörelse anbringar en kraft eller håller ett föremål. För att kartlägga det statiska arbetet har frekvensstudier utifrån videoinspelningar utförts, dessa resultat har sedan verifierats av montörernas subjektiva belastningsupplevelser.

För att få en heltäckande beskrivning av de belastningar som en montör av huselement utsätts för måste både den statiska och dynamiska belastningen mätas eftersom monteringen är en kombination av dessa.

### 4.2.2 Dynamiskt arbete

För att få en beskrivning av den dynamiska belastningen utfördes pulsfrekvensmätningar på en av montörerna som utförde montagearbetet.

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

Den genomsnittliga arbetaren i byggbranschen uppnår i dag sin 40 %-gräns någonstans mellan 100-125 pulslag/min. Försökspersonen i detta fall utövade inte någon idrott och tränade i övrigt inget speciellt. Mot denna bakgrund bör hans gräns för att arbetsbelastningen skall anses som acceptabel, alltså 40 %-gränsen, ligga runt 115-120 pulslag/min. Nedan redovisas en sammanställning av de pulsmätningar, som utförts för de olika monteringsmetoderna. Mätningarna är uppdelade så att pulsfrekvensen redovisas separat för både montage av slätblockselement och fönsterelement. Anledningen till detta är vikt-skillnaden mellan elementtyperna.

Slätblockselement	Puls B/min	Mantid/element
Manuellt montage försök I	135	2,6
"- II	125	3,4
Montagevagn försök I	120	4,04
" II	127	2,6
Kranmontage	124	2,6

tabell: montage av slätblockselement.

Fönsterelement	Puls B/min	Mantid/element
Manuellt montage försök I	145	6,0
Montagevagn försök I	122	4,2
"- II	126	3,7
Kranmontage	126	4,2

tabell: montage av fönsterelement.

Kommentarer: Ovanstående resultat visar att pulsen har ett direkt samband med montagetiden. Vad man direkt kan utläsa ur mätningarna är att det manuelle montage ur belastningshänseende är oacceptabelt och detta gäller speciellt montage av fönsterelementen. Däremot är de andra montage metoderna näst intill acceptabla. Att pulsen är förhållandevis hög vid ytterväggsmontage beror på dels att montage tar förhållandevis kort tid och dels att man vill forcera detta montage. Man ser även att den snabba montagetiden vid det manuelle montage försök I medför en mycket hög belastning och därför kan produktionstiden inte anses som relevant. Noteras bör att montagevagnen krävde en viss inkörning innan produktiviteten blev bra. Vid försök II uppnåddes med montagevagnen den bästa produktiviteten och lägsta arbetsbelastningen av de jämförda metoderna.

Montagetiden per element är den lägsta för kranmontaget men utfördes i detta fall av tre man vilket medför att mantiden/element blir högre.

#### 4.2.3 Statiskt arbete

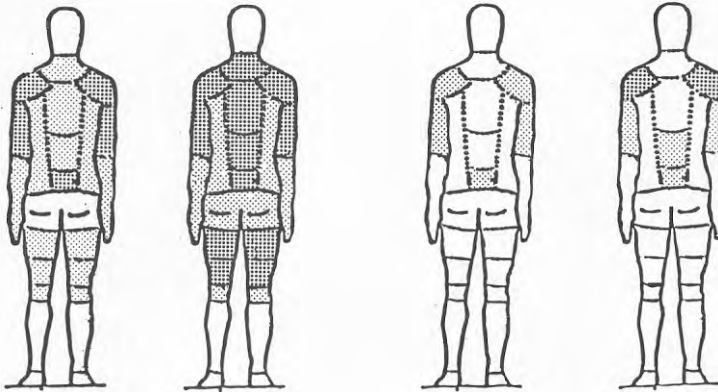
Uttröttning på grund av statisk belastning har många likheter med uttröttning på grund av dynamisk belastning. En väsentlig skillnad finns dock, nämligen att lokal uttröttning av muskeln sker mycket snabbt. Belastas muskeln till 15 % av sin maximala kapacitet kan den klara av belastningen under lång tid. Men redan vid 25 %-ig belastning orkar man inte längre än ungefär 4 minuter. Statisk belastning är på det sättet betydligt mer kritisk än dynamisk dito. Detta betyder att man i många fall av statisk belastning kräver en omedelbar vila för muskeln ifråga. Det går inte att samla behovet av vila vid statisk belastning till en senare paus. Ett sätt att analysera den statistiska belastningen är att utifrån videoinspelningar utföra frekvensanalyser. Denna metod har använts i detta fall och redovisas i form av så kallade Ergoprofiler. Som komplement till dessa belastningsanalyser har montörerna fått göra självuppskattningar av belastningen på olika kroppsdelar.

## Ergo-profiler

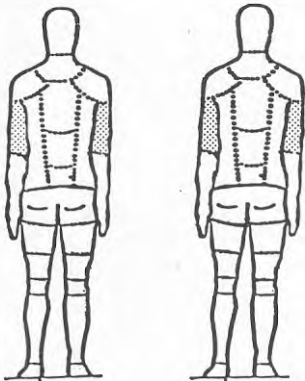
Även i detta fall har valts att redovisa belastningarna uppdelade på montage av slätblockselement och fönsterelement för de tre montage metoderna. Markeringarna i figurerna är indelade i tre nivåer;  
 ingen markering = ingen belastning  
 gles markering = måttlig belastning  
 tät markering = hög belastning

## Manuellt montage

## Montage med montagevagn

Slätblocks-  
elementFönster-  
elementSlätblocks-  
elementFönster-  
element

## Kranmontage

Slätblocks-  
elementFönster-  
element

#### Kommentarer:

Det manuella montaget belastar montören mycket kraftigt på i stort sett hela kroppen men framförallt rygg, armar och ben, vilket framgår tydligast vid montaget av fönsterelementen. Belastningen på benen uppstår vid transporten av elementen. Den kraftiga belastningen vid det manuella montaget medför att montörerna ofta tar så kallade "kamouflerade pauser" mellan elementen för att vila sig. Man går t ex en omväg till nästa element eller tänder en cigarett eller hämtar något som för tillfälligt inte behövs för själva montaget. Vid montaget med montagevagnen kvarstår en måttlig belastning på armar och rygg vilken uppkommer vid lastningen av vagnen. Denna belastning medför inget pausbehov då transporten till montagestället är så lindrig att montören hinner att ta igen sig tillräckligt för att direkt kunna ta nästa element.

Kranmontaget medför naturligtvis ingen statisk belastning då montören inte hanterar elementen. Där emot medför själva justeringen och infästningen av elementet att armarna belastas måttligt. Denna belastning är också beroende av elementtyp.

### 4.3 Tekniska effekter

Vid de genomförda jämförande studierna av metoderna kunde konstateras att kvalitén på montaget inte påverkades negativt av något av montagesätten. Ej heller kunde konstateras att någon av montage metoderna medförda ökade skador på elementen. Man kan dock anta att det manuella montaget medför en större risk för skador på elementen då hanteringen är tung och risken att tappa elementet är stor vid nedsättningsmomentet på syll. Däremot finns skillnader i möjligheter och begränsningar mellan metoderna. Nedan redovisas för- och nackdelar för var och en av metoderna.

#### 4.3.1 Manuellt montage

Fördelar: Kräver inte att underlaget man monterar utifrån är jämnt.

Nackdelar: Mycket slitsamt arbete främst vid montage av fönsterelement. Olycksrisken är stor då greppbarheten på elementen är dålig samt risken att snubbla och tappa elementen är stor.

#### 4.3.2 Montage med montagevagn

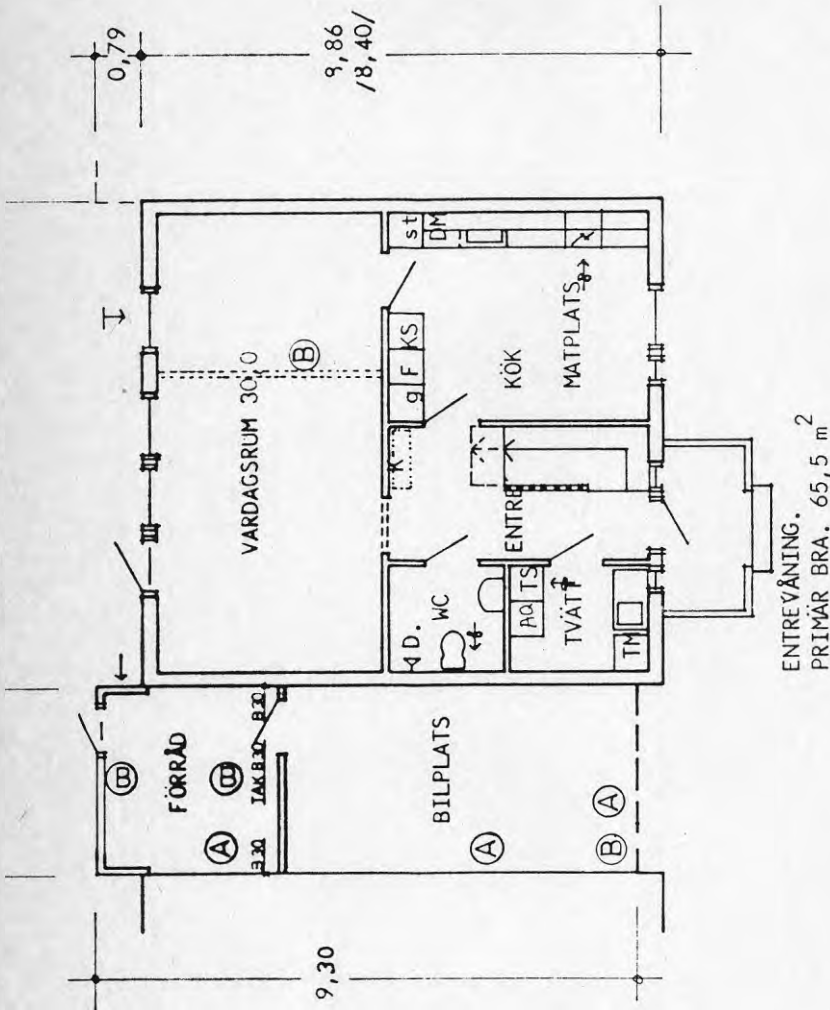
Fördelar: Vagnen avlastar montören vid transport och montage av elementen. Framkomligheten är mycket god. Vagnen kan användas som montagebord för t ex komplettering av elementen med hörnlistor. Vidare har vagnen möjligheter att användas för transport och hantering av annat material såsom gipsskivor, dörrar, skåp, vitvaror osv.

Nackdelar: Kan endast användas på bjälklag då vagnen kräver förhållandevis jämnt underlag. En viss manuell hantering av elementen krävs, dock inte av elementets hela tyngd.

#### 4.3.3 Kranmontage

Fördelar: Ingen manuell hantering av elementen endast injustering på syllen. Möjligheter att stuva om elementen om de blivit fel lastade från fabrik.

Nackdelar: Elementmonteringen hindrar kranen att lossa bilen vilket medför att totaltiden förlängs för montaget. Kranmonteringen kräver också att elementen förbereds på fabrik. Kranmontagemetoden är också mest tillämpbar i storstadsområden där det finns tillgång till mobilkranar inom rimliga avstånd.



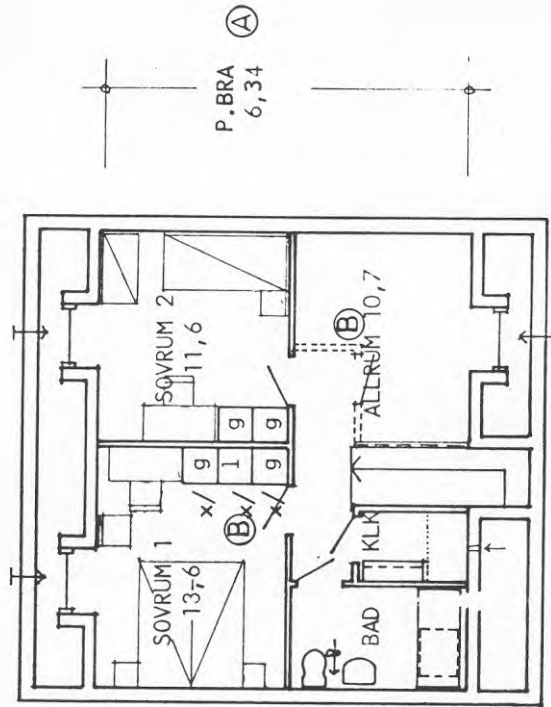
- (B) REV. 83-05-31.
- (A) REV. 83-04-08

# Myresjöhus

Huvudritn. avd. Vetlanda Tel. 0383/911 00

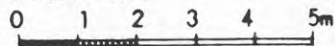
RITN. NR	DATUM	SKALA
B 83042-8	83-03-25	1:100
RIT.	P. Lindén.	
PL		

RITNING TILL NYBYGGNAD Å VINÅRET 8  
 SOLLENTUNA KOMMUN,  
 BYGGHERR: AB DOMINATHUS, STOCKHOLM.



VINDSVÅNING.  
 PRIMÄR BRA 51,1 m<sup>2</sup>  
 x/ Garderober monteras lösa med färdigt golv och vägg bakom

SKALA 1:100

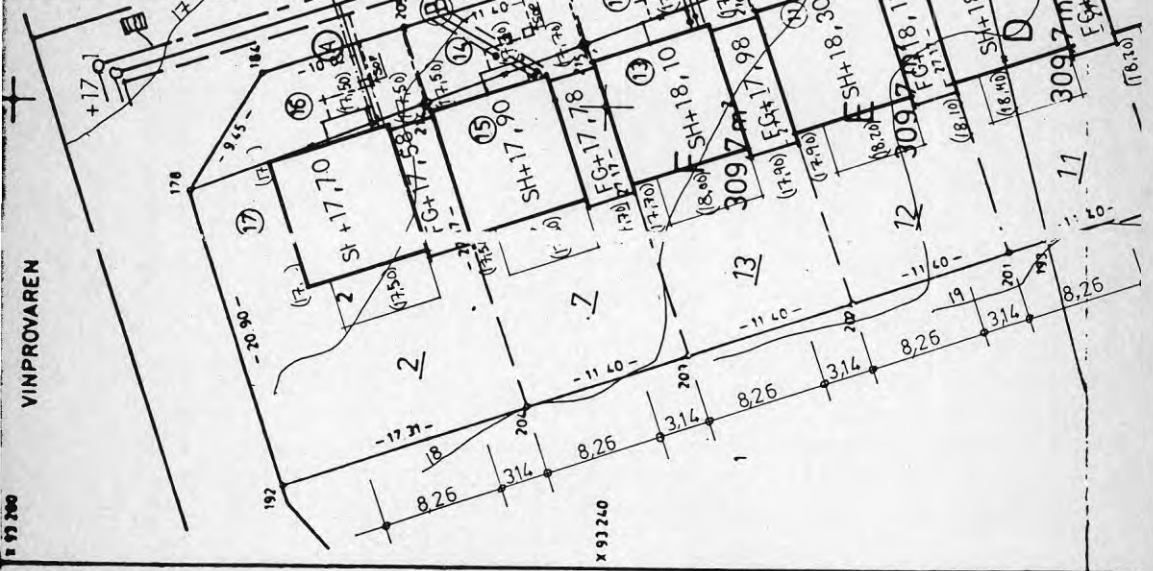


ZON: 3 - 4  
 UPPVÄRMNING: DIREKT EL.  
 FÖNSTERAREA: 10,0 %

	TRÄ		SPALJE
	TEGEL		BARRIÄR
	MURBLOCK		REGLERBAR
	BETONG		SPRINGVENTIL



Fastighetsregistrering berörande VINÅRET 2, 4, 6 och 7 samt avstyckning 'rdn VINÅRET 6	STOCKHOLMS
Registerområde	SOLLENTUNA
Förbättringsplanbete	Fastighet
Roland Kallås	DNr
FASTIGHETSRETTSLIG BESKRIVNING	TEKNISK BESKRIVNING
Aktbil BE 1	Aktbil BE 2



SITUATIONSPLAN Å TOMT 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13.  
 UPPRÄTTAD AV MYRESJÖHUS AB,  
 VETLANDA  
 83-03-25  
 REV. 83-05-25  
 REV. 83.05.31  
 (0,0) = BLIV. MARK

PUNKT	VA-ANSLUTNINGAR	
	SPV.	DV.
A	+15,30	+15,80
B	+15,15	+15,70
C	+15,95	+16,40
D	+16,10	+16,56
E	+16,28	+16,74
F	+16,48	+16,93
G	+16,64	+17,11
H	+16,82	+17,28
I	+16,91	+17,35
J	+17,52	+17,97

VINSMAKEN

1 93 200

1 93 240



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 811414-5  
från Statens råd för byggnadsforskning till Myresjöhus AB,  
Vetlanda.**

**R4: 1985**

**ISBN 91-540-4310-7**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6705004**

**Abonnemangsgrupp:  
S. Byggplatsens verksamhet**

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

**Cirka pris: 30 kr exkl moms**