

Rapport

R 36:1971

**Transporter av
byggelement.
Hanterings- och
förflyttningskostnader
för systemtransporter
med lastbil**

Mikael Ugander

Byggforskningen

Transporter av byggelement. Hanterings- och förflyttningskostnader för systemtransporter med lastbil

Mikael Ugander

Utredningen omfattar interna och externa transporter från sista produktionssteget hos betongelementfabrikanten till slutlig montering i huskroppen på byggsplatsen och avser kontinuerlig produktion av bostäder efter ett visst system.

I en storstadsregion har studerats fem olika elementbyggnadssystem med externt transporter enligt olika principer och med olika typer av transportmedel. Genom tidsstudier har elementviktens, elementantalets, transportmedlets, krantypens etc. inverkan på tidsåtgången och i sista hand på kostnaderna analyserats och utvärderats. Som ett medelvärde av materialförflyttningskostnaden från fabrik till färdig husstomme i procent av materialkostnaden har erhållits 16,9 %, vid medeltransportavståndet 37 km. En förklaringsmodell visar transportkostnadernas beroende av olika faktorer.

Efterlevnaden av lagens bestämmelser om maximal hastighet och bruttovikt är dålig och en fullständig efterlevnad skulle medföra en ökning av transportkostnaderna på i medeltal 12 %.

Bästa resultat erhålls genom att använda standardfordon, anpassade till bestämmelser om maximal bruttovikt, samt genom att konstruera element med vikt och volym, anpassade till använda fordon. Genom ett bättre samarbete mellan husbyggare, transportindustri och elementtillverkare finns förutsättningar för en transportkostnadssänkning på cirka 30 %.

Transportkostnaderna utgör en väsentlig del av den totala byggkostnaden vid bostadsbygge med förtillverkade element, och det är en angelägen uppgift att söka metoder att sänka dessa.

Rapporten innehåller också en internationell litteraturinventering med bildsammanställning av inom området förekommande transportmedel.

Lastning på fabrik

Genom tidsstudier har undersökts olika faktorer inverkan på lastningstiden och lastningskostnaden. Den direkta tiden för lastning av ett lass visar helt naturligt ett starkt beroende av antalet lastade element. En studie av lastningstidens beroende av ele-



FIG. 1. Förflyttning av element.

mentviktens omfattar tid för påkoppling av lyftredskap till element samt förflyttning. Det dominerande inslaget är påkopplingsmomentet, som tidsmässigt ökar med ökande elementvikt, och med större elementvikt följer mera komplicerade kopplings- och lyftredskap. Lastningstiden uppvisar inte något dominerande beroende av transporterad sträcka i lagergården med kran eller travers. Planeringen av lagret visade sig ha stor betydelse för tidsåtgången. Alltför ofta upptogs stor del av lastningen med tid att leta efter önskat element. Kostnaden för lastning var lägst för det elementsystem, som hade de högsta elementvikterna, dvs i det fall då få lyft erfordrades.

Externt transporter

För de studerade transportsystemen användes väsentligen tre transportmetoder:

- (1) Dragfordon och utbyttbar påhängsvagn, vilket innebär att det vid såväl fabrik som byggsplats står uppställt lämpligt antal påhängsvagnar, varvid dragbilen kör med en eller två påhängsvagnar, som den vid fabrik byter mot färdiglastade och vid byggsplats mot färdiglossade.
- (2) Dragfordon och hela tiden tillkopplad påhängsvagn, vilket innebär att dragfordon och påhängsvagn alltid är hopkopplade, varvid hela fordonsekipaget väntar medan lastning eller lossning pågår.
- (3) Både (1) och (2) med t ex (2) vid fabrik och (1) vid byggsplats.

Genom tidsstudier har undersökts terminaltider och deras fördelning på olika aktiviteter på fabrik och bygg-

Bygghforskningen Sammanfattningar

R36:1971

Nyckelord:

transporter (Storstockholm), byggelement, transportkostnader (hantering, förflyttning), transportfordon, tidsstudier

elementbyggnad, transportkostnader (hantering, förflyttning), transportfordon

Rapport R36:1971 avser anslag E 540: 1-2 från Statens råd för byggnadsforskning till A. Z. Sellbergs AB.

Rapporten ingår i BFRs program för transportforskning, vilken sammanhålls av BFRs transportnämnd.

UDK 658.28:69
69.002.71
69.057.7
SfB A

Sammanfattning av:

Ugander, M, 1971, *Transporter av byggelement. Hanterings- och förflyttningskostnader för systemtransporter med lastbil.* (Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Rapport R36:1971, 174 s., ill. 24 kr.

Rapporten är skriven på svenska med svensk och engelsk sammanfattning

Distribution:

Svensk Byggtjänst
Box 1403, 111 84 Stockholm
Telefon 08-24 28 60

Grupp: produktion

plats. Terminaltiderna beror i metod (1) av antalet utförda kopplingar mellan dragfordon och påhängsvagn och i metod (2) av antalet lastade eller lossade element. De kortaste terminaltiderna erhöles i metod (1) vid utbyte av 1 påhängsvagn, dvs 2 kopplingar.

Vägbeskaffenhet och framkomlighet på fabrik och byggsplats är faktorer, som inte så mycket påverkar terminaltiden som de påverkar reparations- och underhållskostnaderna på dragbil och påhängsvagn.

Lossning på byggsplats

Genomgående har använts en lossningsmetod, som innebär att byggnadskranar lyfter elementen direkt från lastbilen till montering i huskroppen. Som tid för transport har betraktats den tid som löper från det att ett element lyfts från lastbilsflaket till dess att nästa lyfts minus den tid som åtgår att hålla elementet för montering. En studie av krantransporttidens beroende av på vilken våningshöjd monteringen sker visar inget entydigt samband, ej heller visar resultaten något större samband mellan krantransporttid och elementvikt, som var fallet vid lastning på fabrik. En svag tendens till kortare transporttid för mobilkranar än för tornsvängkranar kan noteras. Kostnaden för lossningen beror förutom av antal erforderliga lyft på vilken krantyp man valt. Mobilkranar ställer sig t ex något dyrare än tornsvängkranar. Generellt visar det sig svårt att avgöra vilken faktor, som är dominerande för lossningskostnaden. Det är faktorer som ibland samverkar och ibland upphäver varandra.

Resultat

En sammanställning av kostnader för transport av betongelement från fabrik till byggsplats i procent av genomsnittligt materialpris för de olika systemen ger:

På fabrik

Interntransportkostnad	0,8 %
Terminalkostnad	2,2 %
– lastning/koppling	1,1 %
– väntan	0,4 %
– terminalkörning m m	0,7 %

Förflyttning

Medeltransportavstånd 37 km	7,6 %
-----------------------------	-------

På byggsplats

Interntransportkostnad	2,7 %
Terminalkostnad	2,1 %
– lossning/koppling	1,0 %
– väntan	0,4 %
– terminalkörning m m	0,7 %

Kapitalbindningskostnad

För material på väg från fabrik t o m färdig stomme	1,5 %
Summa	16,9 %

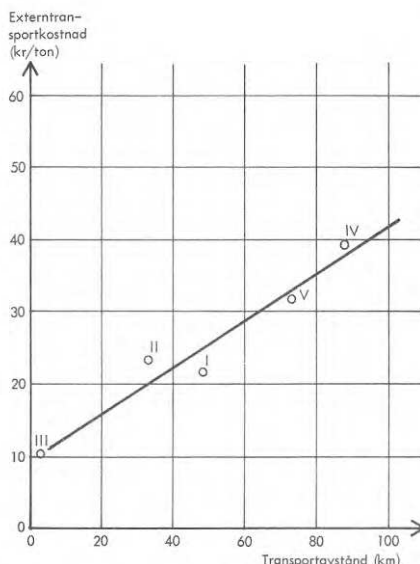


FIG. 2. Externtransportkostnaden i kr/ton som funktion av transportavståndet (enkel sträcka) i km för studerade 5 elementbyggnadssystem i Storstockholmsregionen.



FIG. 3. Lastning av element vid fabrik.

Man bör observera att resultatet avser regelbundna transporter satta i system. Det är alltså troligt att andra transportkostnader till byggsplatsen i absoluta tal alltid är högre.

Enbart externtransportkostnaden, dvs terminal- och förflyttningskostnaden, har i FIG. 2 uttryckt i kronor/ton avsatts som funktion av transportavståndet i km. De olika elementbyggnadssystemens kostnader är inritade och en kurva har med regressionsanalys anpassats till de erhållna värdena.

Sammanställningen ovan visar att förflyttningskostnaden utgör den största delen. Denna kostnad påverkas, förutom av transportavståndet, i väsentlig grad av fordonsekipagens lastförmåga. Vägtrafikförordningens (VTF) bestämmelser begränsar i sin tur fordonets högsta tillåtna bruttovikt. Förordningen ändrades den 1.4.1969 och tillåter numera litet högre bruttovikt. Innebörden är i princip

den, att på den del av vägnätet, som tillåter en belastning per axel (hjulpar) på 10 ton och per boggie (två axlar mindre än 2 m från varandra) på 16 ton, får fordonsekipaget inkl. last maximalt väga $14+1,7 \times L$ ton, där L är avståndet mellan fordonets första och sista axel. Dessutom är fordonets maximala längd begränsad till 24 meter. De fordon, som används för transport av betongelement, är inte utformade så att de maximalt kan utnyttja dessa bestämmelser. Efterlevnaden av lagar och förordningar blir därmed dålig. En fullständig laglydnad skulle medföra en ökning av transportkostnaderna med i medeltal 12 %.

Genom att använda fordon konstruerade och anpassade till bestämmelserna om maximal bruttovikt, finns alltså stora möjligheter att sänka transportkostnaderna. En annan avgörande kostnadsfaktor är elementets konstruktion. Inte bara konstruktion med avseende på lyftredskap, utan ännu mera med avseende på storlek och vikt. Ytterligare stora möjligheter att sänka transportkostnaderna erhålles genom att konstruera elementen vikt- och volymmässigt anpassade till använda fordon och då helst standardfordon, som är avsevärt billigare än specialfordon. Effekten av olika kostnadsänkande åtgärder, uttryckt i procentuell förändring i förhållande till kostnader för körning enligt vägtrafikförordningens (VTF) bestämmelser, framgår av tabellen. Dessutom finns möjligheter till effektivisering av transportplaneringen genom förbättrad styrning och dirigering av fordonen. Den ekonomiska effekten därav är dock svår att mäta.

Resultatet av vidtagna olika åtgärder i syfte att sänka transportkostnaderna, uttryckt i procentuell kostnadsförändring (kr/ton) i förhållande till körning enligt vägtrafikförordningens (VTF) bestämmelser.

Åtgärd	Förändring %
--------	--------------

Materialförflyttningskostnad vid medeltransportavståndet 37 km

(1) – under nuvarande förhållanden	– 11
(2) – vid transport enligt VTF	± 0
(3) – med produktivare fordon	– 12
(4) – med 20 % kortare terminaltid	– 7
(5) – med elementkonstruktion anpassad till använda fordon	– 10
(6) – med 20 % kortare tid från lager till färdig stomme	– 2
– kombination av (3)–(6)	– 27

Transport of industrialised building units. Handling and haulage costs relating to transport system by road of units in industrialised building systems

Mikael Ugander

The review covers internal and external transport, from the last production stage at the factory to the final erection at the building site, and refers to continuous production of residential buildings according to a certain system.

Five different industrialised building systems using external transport based on different principles and employing different types of transport vehicle have been studied in a metropolitan region. The influence on the time required and eventually on costs of factors such as the weights and numbers of units, the means and method of transport, the type of crane etc, has been analysed and evaluated by means of time studies. The figure of 16.9% for a mean transport distance of 37 km, expressed as a percentage of the material cost, has been obtained as the mean of material haulage costs from the factory to the completed building. An explanatory model shows the dependence of transport costs on different factors.

Compliance with legal requirements relating to maximum speed and gross weight is poor, and total compliance would result on average in a 12% increase in transport costs.

The best results are achieved by using standard vehicles adapted to regulations as to maximum gross weight and by designing units with a weight and volume suited to the vehicle used. As a consequence of better co-operation between the builders, the transport industry and the unit makers, there are chances of achieving a reduction in transport costs of about 30%.

Transport costs constitute a substantial proportion of the total construction costs of a housing project using prefabricated units, and it is important therefore that efforts should be made to find methods of reducing transport costs.

The report also includes an international inventory of literature with a pictorial survey of means of transportation in this field.

Loading at the factory

The influence of various factors on the loading time and the loading costs has been investigated by means of time studies. Quite naturally, the direct time required for loading a certain load exhibits great dependence on the number of units loaded. A study of the depen-



FIG. 1. Haulage of units.

dence of the loading time on the weight of the unit comprises the time taken in attaching the lifting tackle to the unit and also time taken in moving the unit. The dominant element is the attachment stage which requires more time as the weight of the unit rises, and as the weight of the unit becomes large, more complicated attachment and lifting equipment has to be used. The loading time does not exhibit a dominant dependence on the distance moved in the storage yard by crane or traverse crane. The planning of the storage yard was found to have great significance for the time taken. Far too often, a large proportion of the loading time was taken up by time spent in looking for the required unit. The cost of loading was lowest for the unit system which had the highest unit weights, i.e. where few lifts were required.

External transport

Three methods of transport were essentially used for the transport systems studied:

- (1) Truck and replaceable semi-trailer, which means that both at the factory and the building site there are a number of suitable semi-trailers waiting. The truck operates with one or two semi-trailers which are exchanged at the factory for one already loaded and at the building site for one already unloaded.
- (2) Truck with the same semi-trailer coupled on the whole time, which means that the whole vehicle has to wait while loading or unloading takes place.
- (3) A combination of (1) and (2), e.g. (2) at the factory and (1) at the building site.

National Swedish Building Research Summaries

R36:1971

Key words:

transport (Stockholm), building units, transport costs (handling, haulage), transport vehicles, time studies

element building, transport costs (handling, haulage), transport vehicles

Report R36:1971 was supported by Grant E 540:1-2 from the Swedish Council for Building Research to A. Z. Sellbergs AB.

The report is part of the Swedish Building Research Council's transport research programme which is co-ordinated by the Council's Transport Committee.

UDC 658.28:69
69.002.71
69.057.7
SfB A

Summary of:

Ugander, M, 1971, *Transporter av byggelement. Hanterings- och förflyttningskostnader för systemtransporter med lastbil*. Transport of industrialised building units. Handling and haulage costs relating to transport system by road of units in industrialised building systems. (Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Report R36:1971, 174 p., ill. 24 Sw. Kr.

The report is in Swedish with Swedish and English summaries.

Distribution:

Svensk Byggtjänst
Box 1403, S-111 84 Stockholm
Sweden

The terminal times and their breakdown into various activities at the factory and the site were examined by means of time studies. In method (1), the terminal times depend on the number of coupling operations between the truck and semi-trailer and in method (2) on the number of units loaded or unloaded. The shortest terminal times in method (1) were obtained when 1 semi-trailer was replaced, i.e. 2 coupling operations. Road conditions and accessibility at the factory and the site are factors which affect not so much the terminal time as the repair and maintenance costs for the truck and semi-trailer.

Unloading at the building site

The unloading method used throughout was one in which building cranes lift the unit directly from the trailer into position for erection in the building. As transport time has been taken the time which elapses from the instant that the unit is lifted off the trailer until the next one is lifted, less the time taken in keeping the unit steady during erection. A study of the dependence of the transport time on the storey at which erection takes place does not show any clear correlation, nor does the result show any appreciable correlation between transport time and unit weight as in the case of loading at the factory. There appears some tendency for the transport time to be shorter for mobile cranes than for swing jib tower cranes. In addition to the number of lifts required, the cost of unloading depends on the type of crane chosen. For instance, mobile cranes are somewhat more expensive than swing jib tower cranes. It is generally difficult to decide which factor has the dominant influence on unloading costs. There are factors which sometimes interact and sometimes counteract one another.

Results

A summary of the cost of transporting concrete units from the factory to the building site, expressed as a percentage of the average material cost for the different systems, gives the following results:

At the factory

Internal transport cost	0.8%
Terminal cost	2.2%
— loading/coupling	1.1%
— waiting	0.4%
— terminal driving etc	0.7%

Haulage

Mean haulage distance 37 km	7.6%
-----------------------------	------

At the building site

Internal transport cost	2.7%
Terminal cost	2.1%
— unloading/coupling	1.0%
— waiting	0.4%
— terminal driving etc	0.7%

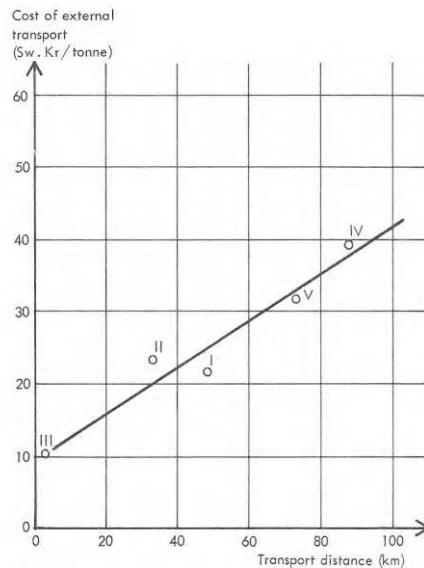


FIG. 2. External transport cost in Sw. Kr./tonne as a function of the transport distance (one way) in km for the five industrialised building systems studied in the Greater Stockholm region.



FIG. 3. Loading of units at the factory.

Cost of tied capital

For material on the road from the yard to the completed structure	1.5%
Total cost	16.9%

It should be noted that the results relate to regular transport as part of a system. It is therefore probable that other transport costs to the building site, expressed in absolute numbers, are always higher.

The external transport cost only, i.e. the terminal and haulage costs, expressed in Sw. Kr. per tonne, is plotted in FIG. 2 as a function of the transport distance in km. The costs of the various unit systems have been plotted and a curve fitted to the values by means of regression analysis.

The above summary shows that haulage costs make up the bulk of the cost. Apart from the transport distance, this cost depends to a great extent on how much load can be put on the vehicle, the total weight—gross weight—of which is limited by regulations in the Road Traffic Ordinance (VTF). The Ordinance was changed on 1.4.1969 and permits nowadays a somewhat higher gross

weight. In principle, the regulation means that on those parts of the road network where the maximum load per axle (pair of wheels) is 10 tonnes and per boggy (two axles situated less than 2 m from one another) a load of 16 tonnes, the maximum weight of the assembly is to be $14+1,7 \times L$ tonnes, where L is the distance between the first and last axle of the vehicle. In addition, the maximum length of the vehicle is limited to 24 m. The vehicles used for transport of concrete components are not designed in such a way that they can make maximum use of these regulations. Compliance with laws and ordinances is bad as a result, and total compliance with the regulations would result in an increase in transport costs by an average of 12%.

By using vehicles designed and adapted to the regulations regarding maximum gross weight, there are therefore great chances of cutting transport costs. Another cost factor of decisive importance is the design of the unit, not only its design in relation to lifting tackle but even more its design with regard to size and weight. There are further chances of appreciably cutting transport costs by designing components which are adapted to the vehicles used as regards their weights and volumes. These vehicles should as far as possible be standard ones which are considerably cheaper than special vehicles. The effect of different measures to reduce costs, expressed as percentage change in relation to the cost of driving in compliance with the regulations in the Road Traffic Ordinance (VTF), is shown in the table. There are also possibilities of making transport planning more efficient by better control and direction of vehicles. It is, however, difficult to gauge the economic effect of this.

The result of different measures taken in order to reduce transport costs, expressed as percentage change in cost (Sw. Kr./tonne) in relation to driving in compliance with the regulations in the Road Traffic Ordinance (VTF).

Measure	Change %
<i>Material haulage costs for a mean transport distance of 37 km</i>	
(1) — according to present conditions	—11
(2) — in transport according to the VTF	± 0
(3) — with more productive vehicles	—12
(4) — with 20% shorter terminal time	— 7
(5) — with design of units adapted to the vehicles used	—10
(6) — with 20% shorter time from yard to completed building	— 2
(3)—(6) in combination	—27

Rapport R36:1971

TRANSPORTER AV BYGGELEMENT

Hanterings- och förflyttningskostnader för
systemtransporter med lastbil

TRANSPORT OF INDUSTRIALIZED BUILDING UNITS

Handling and haulage costs relating to transport system by
road of units in industrialized building systems

av Mikael Ugander

Denna rapport avser anslag E 540:1-2 från Statens
råd för byggnadsforskning till A. Z. Sellbergs AB.
Författare är civilingenjör Mikael Ugander.
Rapporten ingår i BFRs program för transportforsk-
ning, vilken sammanhålles av BFRs transportnämnd.
Försäljningsintäkterna tillfaller fonden för bygg-
nadsforskning.

Statens institut för byggnadsforskning

Rotobekman, Stockholm 1971

INNEHÅLL

1	INLEDNING	6
1.1	<u>Bakgrund och syfte</u>	6
1.2	<u>Omfattning och avgränsning</u>	6
1.3	<u>Genomförande</u>	6
2	LAGAR OCH FÖRORDNINGAR	10
2.1	<u>Definitioner</u>	10
2.2	<u>Bestämmelser</u>	11
	Längd	
	Bredd	
	Hastighet	
	Axel- och boggietryck	
	Bruttovikt	
3	LITTERATURSAMMANSTÄLLNING	18
4	TRANSPORTSYSTEMBESKRIVNING	29
4.1	<u>Allmänt</u>	29
4.1.1	Elementdata	29
4.1.2	Lastning på fabrik	29
4.1.3	Externtransporter	30
4.1.4	Lossning på byggplats	32
4.2	<u>Elementbyggnadssystem I</u>	32
4.2.1	Elementdata	32
4.2.2	Lastning på fabrik	33
4.2.3	Externtransporter	33
	Transportmedel	
	Antal påhängsvagnar per dragbil	
	Transportavstånd och transporterad vikt	
	Vikt och antal element per lass	
	Terminaltid på fabrik	
	Terminaltid på byggplats	
4.2.4	Lossning på byggplats	43
4.3	Elementbyggnadssystem II	43
4.3.1	Elementdata	43
4.3.2	Lastning på fabrik	48

4.3.3	Externtransporter	52
	Transportmedel	
	Antal påhängsvagnar per dragbil	
	Transportavstånd och transporterad vikt	
	Vikt och antal element per lass	
	Terminaltid på fabrik	
	Terminaltid på byggplats	
4.3.4	Lossning på byggplats	55
4.4	<u>Elementbyggnadssystem III</u>	60
4.4.1	Elementdata	60
4.4.2	Lastning på fabrik	60
4.4.3	Externtransporter	62
	Transportmedel	
	Antal påhängsvagnar per dragbil	
	Transportavstånd och transporterad vikt	
	Vikt och antal element per lass	
	Terminaltid på fabrik	
	Terminaltid på byggplats	
4.4.4	Lossning på byggplats	64
4.5	<u>Elementbyggnadssystem IV</u>	68
4.5.1	Elementdata	68
4.5.2	Lastning på fabrik	68
4.5.3	Externtransporter	71
	Transportmedel	
	Antal påhängsvagnar per dragbil	
	Transportavstånd och transporterad vikt	
	Vikt och antal element per lass	
	Terminaltid på fabrik	
	Terminaltid på byggplats	
4.5.4	Lossning på byggplats	76
4.6	<u>Elementbyggnadssystem V</u>	79
4.6.1	Elementdata	79
4.6.2	Lastning på fabrik	79
4.6.3	Externtransporter	82
	Transportmedel	
	Transportavstånd och transporterad vikt	
	Vikt och antal element per lass	
	Terminaltid på fabrik	
	Terminaltid på byggplats	
4.6.4	Lossning på byggplats	85
5	UTVÄRDERING OCH JÄMFÖRELSE	89
5.1	<u>Elementdata</u>	89
5.2	Lastning på fabrik	89
5.2.1	Sammanställning	89

5.2.2	Samband	92	
5.2.3	Kostnader	92	
5.2.4	Diskussion	94	
5.3	<u>Externttransporter</u>	97	
5.3.1	Sammanställning	97	
5.3.2	Samband	97	
	Terminaltider		
	Körtider		
5.3.3	Kostnader	105	
5.3.4	Diskussion	108	
5.4	<u>Lossning på byggplats</u>	111	
5.4.1	Sammanställning	111	
5.4.2	Samband	111	
5.4.3	Kostnader	114	
5.4.4	Diskussion	116	
6	TRANSPORTKOSTNADSANDELEN I BYGGKOSTNADEN	119	
7	REKOMMENDATIONER	124	
7.1	<u>Förklaringsmodell</u>	124	
7.2	<u>Produktiva fordonskombinationer</u>	124	
7.3	<u>Insatser som kan sänka transportkostnaden för existerande elementsystem</u>	129	
7.4	<u>Elementsystem med lägsta transportkostnader</u>	138	
7.5	<u>Resultat</u>	141	
8	LITTERATURFÖRTECKNING	142	
9	BILAGOR	146	
	1. Kostnadsunderlag kranar och traverser	146	
	2. Kostnadsunderlag dragbilar och påhängsvagnar	154	
	3. Kostnadsunderlag byggkranar	164	
	CAPTIONS	165	

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund och syfte

Genom BFR:s transportforskningsnämnd erhöll ett större transportföretag, A Z Sellbergs AB, Stockholm, 1969 medel för en kartläggning av transporter av stommateriäl med syfte att minska byggnadskostnaderna.

Forskningsuppgiften har letts av ett projektråd, bestående av docent Gösta Lindhagen, BFR:s transportforskningsnämnd och direktör Arne Wannag, A Z Sellbergs AB. Utredningsman har varit civilingenjör Mikael Ugander.

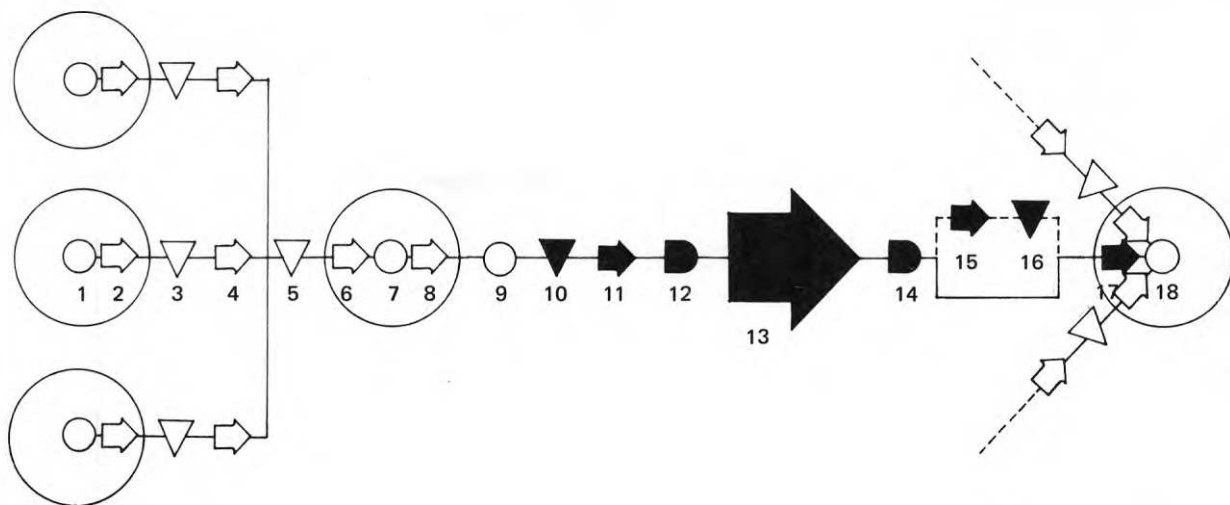
1.2 Omfattning och avgränsning

Med begreppet "transport" avses förflyttning av material jämte hantering i samband därmed, exempelvis lastning, omlastning och lossning. Utredningen omfattar den del av materialförsörjningskedjan i byggprocessen, som börjar efter sista produktionssteget hos fabrikan ten och slutar före slutlig montering i huskroppen, markerat med fyllda symboler i FIG. 1

Forskningsuppgiftens stora vidd har gjort en stark begränsning nödvändig. Sålunda omfattar utredningen transport av betongelement från fabriker med kontinuerlig produktion av bostäder efter ett visst system. Dessutom tillät tillgängliga resurser endast studier av system med transportflöde till Stor-Stockholms-regionen.

1.3 Genomförande

Litteratursökning har skett, vad gäller viss utländsk litteratur, med hjälp av Institutet för byggdokumentation, Stockholm. Sökuppgiften var begränsad till litteratur utgiven under tiden 1963-1969. Dessutom har kontakt tagits med Scandinavian Documentation Center, Washington D.C, IVA:s kontaktman i USA samt The Port of New York Authority, New York.



Råvaruproducent	{	1. Råvaruproduktion
		2. Interntransport i anslutning till råvaruproduktion
		3. Lager
	}	
Elementtillverkare	{	4. Externtransport
		5. Förråd
		6. Interntransport i anslutning till elementtillverkning
		7. Elementtillverkning
		8. Interntransport i anslutning till elementtillverkning
		9. Efterhärdning
		10. Lager
		11. Interntransport, lastning
	}	
Transportföretag	{	12. Uppehåll, dröjsmål
		13. Externtransport
		14. Uppehåll, dröjsmål
	}	
Husbyggare	{	15. Ev. interntransport, lossning
		16. Ev. förråd
		17. Interntransport, lossning för direkt montering
		18. Montering
	}	

FIG. 1 Materialförsörjningskedjan i byggprocessen gällande kontinuerlig produktion av betongelement för bostäder.

I litteraturförteckningen har för svensk litteratur endast medtagits viktigare tidskriftsdokumentation fr o m 1969.

Objekturval - Förstudierna omfattade personliga besök och intervjuer med transportföretag och tillverkare av stora och små element av betong, gasbetong, stål, trä och tegel. Förstudierna omfattade även företag utanför Stor-Stockholmsregionen. Forskningsuppgiften koncentrerades härefter till fem elementbyggnadssystem med stor transportfrekvens i Stor-Stockholms-regionen.

Exakta uppgifter om hur stor del av hela landets produktion av elementbyggda bostadslägenheter, som studien omfattar, har inte varit möjliga att få fram. Tillgänglig statistik tyder på att studien omfattar 35-50 % av hela landets produktion 1969.

Datainsamling - Tiduppgifter insamlades huvudsakligen under tiden dec. 1969 - maj 1970 genom tidsstudier av utredningsman på fabrik och byggplats. Datainsamling har gjorts under dels rådande vinterförhållanden med snö och dels rådande vår- och försommarsförhållanden. Temperaturen har varierat mellan -25°C och $+25^{\circ}\text{C}$ och med medeltemperaturen $+0,7^{\circ}\text{C}$ (avser temperatur per varje observation av ett fordons besök på byggplats respektive fabrik inklusive lastning och lossning). På grund av svårigheten med avgränsning mellan olika sysselsättningar har tillämpats en tidsnoggrannhet på 0,5 minuter.

Uppgifter om elementdata har inhämtats från tillverkningsritningar och byggnadsritningar. Från transportörer har inhämtats uppgifter om transportavstånd, sysselsatta antal bilar, transporterad mängd element samt data om transportmedel. Uppgifter om antal element per lass inhämtades under tidsstudierna på fabrik och byggplats.

Bearbetning av data - Alla tidsdata i utredningen är angivna i minuter. Siffernoggrannheten är minst 2 siffror och minst 1 decimal. På grund av de externa transpor-

ternas ringa frekvens har mycket få observationer kunnat göras per tidsenhet, vilket medfört stor tidsåtgång för insamlandet av primärdata. Vid studium av t ex terminaltiderna har därför medtagits alla observationer som varit möjliga att bearbeta, vilket fått till följd att i redovisningen av totaltider och deltider inte alltid totaltiden är lika med summan av deltiderna.

Vid beräkning av summor, medelvärden och standardavvikelser har använts en bordsdatamaskin Olivetti Programma 101 tillhörig Institutionen för Kulturgeografi vid Stockholms Universitet. Regressionsanalyserna har utförts med datamaskin enligt General Electric Time Sharing System.

2 LAGAR OCH FÖRESKRIFTER

Med hänsyn till att transportverksamheten i stor utsträckning är beroende av lagar och föreskrifter om dess utövande, redovisas i korthet några av de viktigaste bestämmelserna.

Transportverksamheten regleras genom bestämmelser i bl a följande förordningar: Kungl. Maj:ts Vägtrafikförordning (VTF), Vägtrafikkungörelse (VTK), Yrkestrafikförordning (YTF), kungörelser och förordningar om fordonsskatt, trafikförsäkring, vägmärken etc samt lokala trafikföreskrifter.

2.1 Definitioner

För bestämmelsernas förståelse fordras förklaringar av vissa begrepp.

Lastbil: Bil, som är byggd huvudsakligen för befordran av gods och ej är att hänföra till buss; såsom lastbil anses jämväl bil, som icke enligt vad förut angivits är att hänföra till visst slag av bil (d v s personbil eller buss).

Motorredskap: Motordrivet fordon, som är inrättat huvudsakligen såsom arbetsredskap, och som är konstruerat för en hastighet av högst 30 km/tim samt endast med svårighet kan ändras till högre hastighet.

Släpfordon: Fordon som är byggt för koppling till bil eller traktor och avsett för person- eller godsbefordran eller för att uppbära anordningar för bilens eller traktorns drivande.

Efterfordon: Fordon som, utan att vara hänförligt till släpfordon, är kopplat till bil eller traktor.

Släpvagn: Släpfordon, som är försett med hjul eller band.

Påhängsvagn: Släpvagn, som är avsedd att genom kopplingsanordning, bestående av tapp med vändskiva eller därmed jämförlig konstruktion, förenas med bil eller traktor, och som är så utförd, att dess underrede (chassi) eller karosseri direkt vilar på det dragande fordonet.

Bils tjänstevikt: Sammanlagda vikten av dels fordonet i normalt, fullt driftfärdigt skick vid användning av tyngsta till fordonet hörande karosseri, dels till fordonet hörande verktyg och reservhjul ävensom bränsle, smörjolja och vatten, dels ock föraren (ber. väga 70 kg) av fordonet.

Släpfordons tjänstevikt: Vikten av fordonet i normalt, fullt driftfärdigt skick vid användning av tyngsta till fordonet hörande karosseri.

Motorfordons eller släpfordons maximilast: Den beräknade vikten av den största mängd gods, varför fordonet är inrättat, dock att i fråga om bil förarens vikt ej medräknas.

Bils eller släpfordons totalvikt: Summan av fordonets tjänstevikt och maximilast.

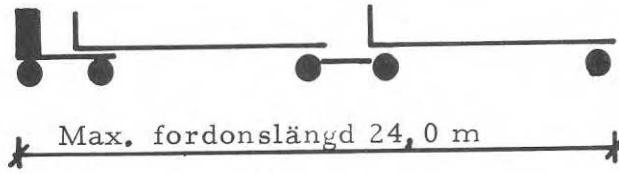
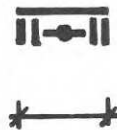
Bruttovikt: Den vikt, som vid visst tillfälle uppbäres av fordonets samtliga hjul, band eller medar.

Axeltryck: Den vikt, som uppbäres av en hjulaxel på ett fordon.

Boggietryck: Den sammanlagda vikt, som uppbäres av två på mindre inbördes avstånd än 2 m belägna hjulaxlar på ett fordon.

2.2 Bestämmelser

Kortfattat begränsas fordonsutformningen genom

LängdBredd

Max. fordonsbredd 2,50 m

Hastighet

Bil + påhängsvagn max. 70 km/tim.



Bil + släpvagn max. 70 km/tim.

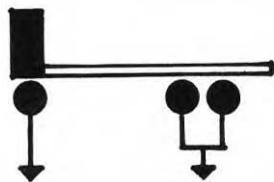


Bil + påhängsvagn + påhängsvagn max. 40 km/tim.



Bil + 2 släpvagnar max. 40 km/tim.

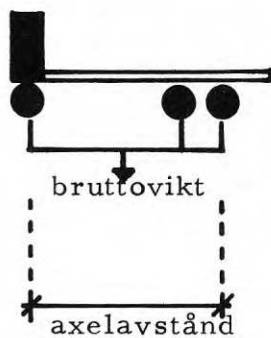
Axel-/boggietryck



Max. 8 ton 12 ton

Max. 10 ton 16 ton gäller för 52,5 % av landets
totala väglängd (1.4.1971)

Bruttovikt



Tillåten bruttovikt bestäms av avståndet mellan första och sista axeln i fordonsekipaget enligt FIG. 2

Därmed har man alltså begränsat den maximalt möjliga nyttolasten genom att

$$\text{BRUTTOVIKT} - \text{TJÄNSTEVIKT} = \text{NYTTOLAST.}$$

Generellt gäller att ett fordon inte får framföras på allmän väg om axeltrycket överstiger 8,00 ton eller om boggietrycket, som avser den sammanlagda vikt som uppbärs av två axlar med mindre inbördes avstånd än 2 m, uppgår till 12,00 ton. Samtidigt får bruttovikten för fordonet eller fordonståget inte överstiga ett värde som bestäms av avståndet från första till sista hjulaxeln. Vid mindre avstånd än 2 m mellan dessa axlar får bruttovikten inte överstiga 12 ton och vid avståndet 2,0-2,2 m 12,5 ton. För varje 20 cm som avståndet överstiger 2,2 m ökas den tillåtna bruttovikten med 0,25 ton.

På vägar upplåtna för 10/16 tons axel-/boggietryck tillåts bruttovikten $B = 14,0 + 1,7 \times L$ ton (1,7 regeln), där L är avståndet mellan fordonets eller fordonstågets första och sista axel (FIG. 2).

Om fordonet skall föras på allmän väg får fordonsbredden, inklusive last, inte överstiga 2,50 m och fordonet får inte lastas så, att lasten på någon sida skjuter ut mer än 20 cm. Fordonslängden får heller inte överstiga 24,00 m med lasten inräknad. För redan befintliga längre fordon skall tillstånd sökas, och fordonen får föras på allmän väg till ansökan behandlats.

Ett fordons last skall vara så placerad att föraren har god sikt och så att övrig trafik inte hindras. Last som skjuter ut framför fordonet eller mer än 1,50 m bakom fordonet skall markeras med gul-röd flagga. Polisman kan förbjuda och hindra färd med fellastat fordon.

Vid hopkoppling av fordon får en bil inte dra mer än två för koppling till bil byggda fordon och de dragna fordonens sammanlagda bruttovikt får inte uppgå till mer än två gån-

ger det dragande fordonets bruttovikt. Vid hopkoppling av fordon, och om fordonstågets bruttovikt överstiger 12,00 ton, skall avståndet mellan det dragande fordonets sista axel och det dragna fordonets första axel vara minst 3,00 m vid enkla axlar och 4,00 m om ytterligare en axel finns närmare än 2,00 m (t ex vid boggie). Kopplingsanordningen skall vara tydligt utmärkt.

För lastbil med totalvikt över 3,5 ton är körhastigheten på väg begränsad till 70 km/tim utom på motorväg och motortrafikled där 90 km/tim tillåts. Fordon med bromsad påhängsvagn eller bromsad släpvagn får köras med 70 km/tim. Fordonskombinationer med två bromsade släpvagnar eller bromsad påhängsvagn och bromsad släpvagn får framföras med 40 km/tim. Samma hastighet gäller för inte bromsad släpvagn om släpets bruttovikt inte överstiger bilens. För övriga aktuella fordon gäller högsta hastigheten 20 km/tim.

Lastbilar med totalvikt större än 7,00 ton skall vara försedda med färdskrivare som registrerar bilens hastighet, körtid och tillryggalagda väglängd.

Utöver dessa generella bestämmelser kan utfärdande av lokala trafikbestämmelser ske av bl a de olika länsstyrelserna vad gäller t ex färdhastighet, förbud mot trafik, inskränkning av trafik med visst fordon eller fordon med viss last, medgivande av större eller inskränkning till lägre axeltryck, boggietryck och bruttovikt eller inskränkning till mindre fordonslängd och bredd än vad som anges ovan. De lokala trafikbestämmelserna skall sammanställas i kungörelser från respektive län och publiceras varje år.

Undantag från bestämmelserna - dispenser - kan erhållas vad avser axel-, boggietryck, bruttovikt, bredd, längd, sammankoppling av fordon och körhastighet samt från lokala bestämmelser. Undantagen meddelas av bl a länsstyrelserna. Vid medgivande av undantagen skall dock villkoren vara sådana att inte fara för trafiksäkerheten uppstår eller vägen

skadas.

Arbetstiden för förare av fordon vid företag som driver för-
värvsverksamhet i vilken gods transporteras på väg får under
24 timmar i följd inte överstiga 11 timmar. Om tjänstgöring-
en inte kan ordnas på annat sätt får arbetstiden utsträckas till
13 timmar om den under 48 timmar i följd inte överstiger 22
timmar. Föraren får inte arbeta längre tid än sex timmar i
följd utan minst 30 minuters rast. Vilotiden mellan arbets-
passen får under 24 timmar i följd inte understiga 10 timmar
i följd.

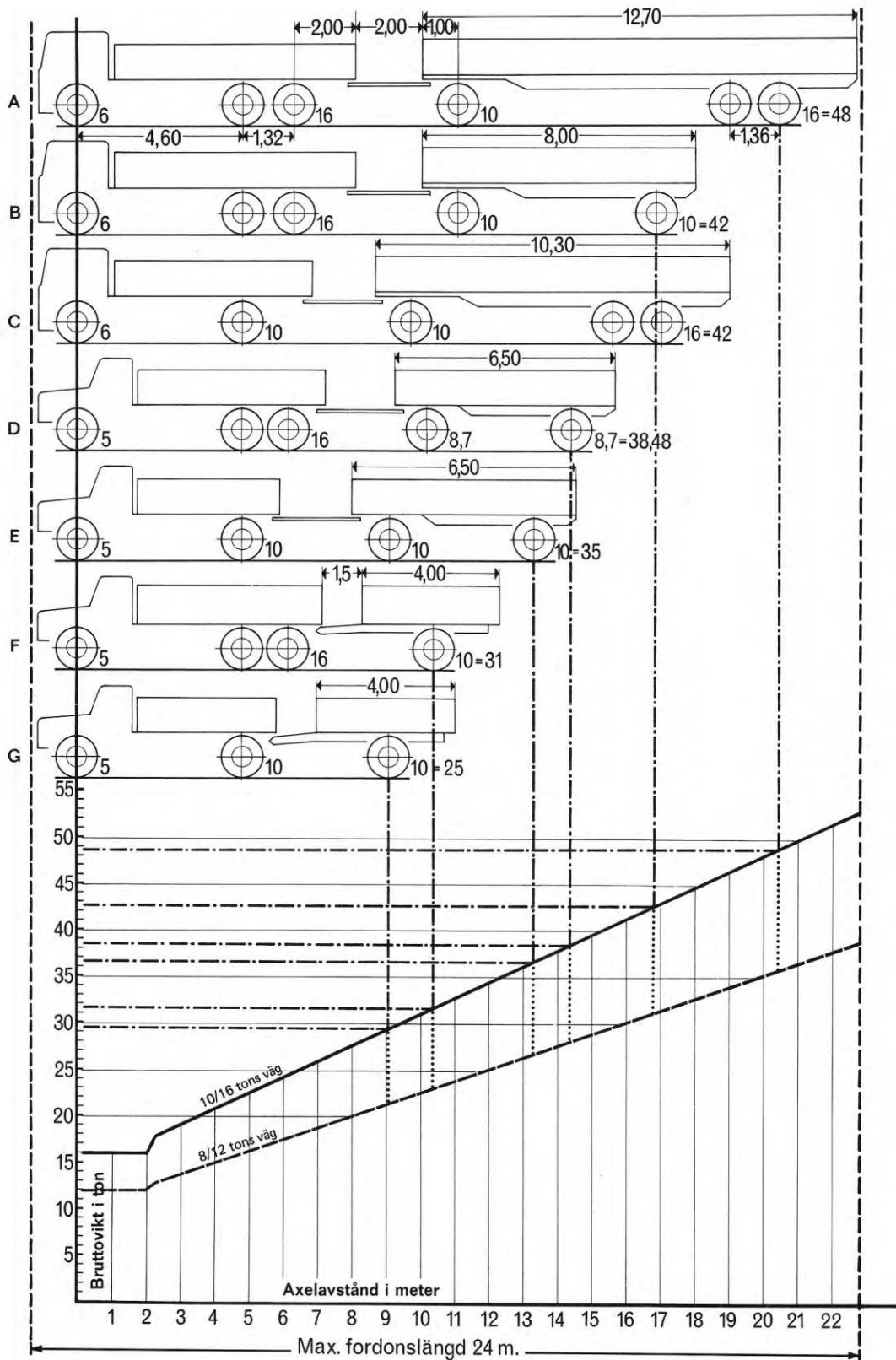


FIG. 2 Tillåten bruttovikt vid olika avstånd mellan första och sista axeln vid olika axel-/boggietryck (VTF § 54).

3 LITTERATURSAMMANSTÄLLNING

Litteraturstudierna har omfattat svensk och utländsk litteratur av senare datum, dessutom har vad gäller den utländska sidan broschyrer, bildmaterial och olika enstaka tidskrifter studerats. Någon omfattande dokumentation gällande transporter av tunga element finns inte att tillgå, framför allt inte utländsk sådan.

Presentationen av gjorda litteraturstudier har valts att genomföras med en kort bildsammanställning av olika transportmedel. (FIG. 3 - 20)



FIG. 3 Sverige. Fordon med hydrauliskt vippbar lastyta för transport av breda eller höga element. (Foto: Jonsson 1969)



FIG. 4 Sverige. Fordon med bygelvagn och utbytbara lastbärare för transport av innerväggs- eller fasadelement. (Foto: Jonsson 1969)



FIG. 5 Sverige. Fordon med nedsänkt lastyta för transport av innerväggs- eller fasadelement. (Foto: Jonsson 1969)

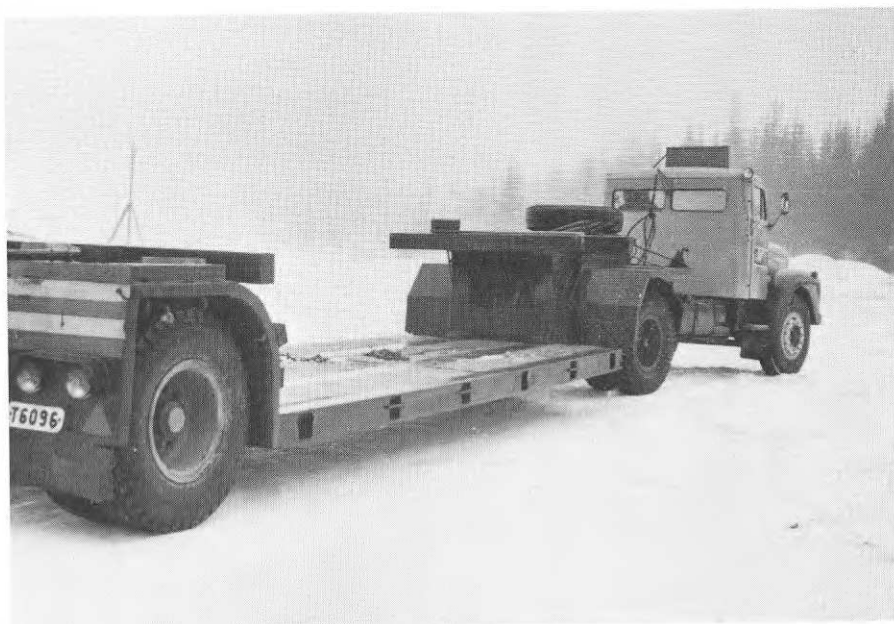


FIG. 6 Sverige. Fordon med nedsänkt lastyta för transport av bjälklagselement. (Foto: Jonsson 1969)



FIG. 7 Sverige. Fordon med standardpåhängsvagnar. Påsatta stödbockar för transport av innerväggs- eller fasadelement, utan stödbockar för transport av bjälklags-element. Ekipaget är dispensbeviljat från VTF p g a större fordonslängd än maximalt tillåtna 24 meter. (Foto: A Z Sellbergs AB)

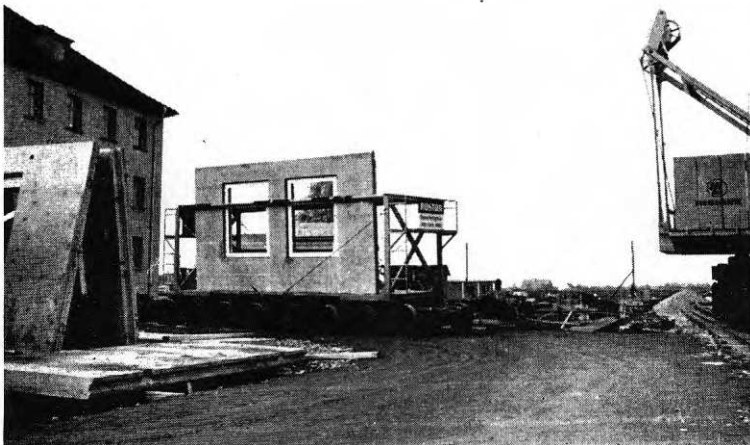


FIG. 8 Västtyskland. Fordon med låg lastyta och påbyggnad för förankring. Fordonet används för transport av bjälklags-, innerväggs- eller fasadelement. (Foto: Fördern und Heben Heft 3, 1969)

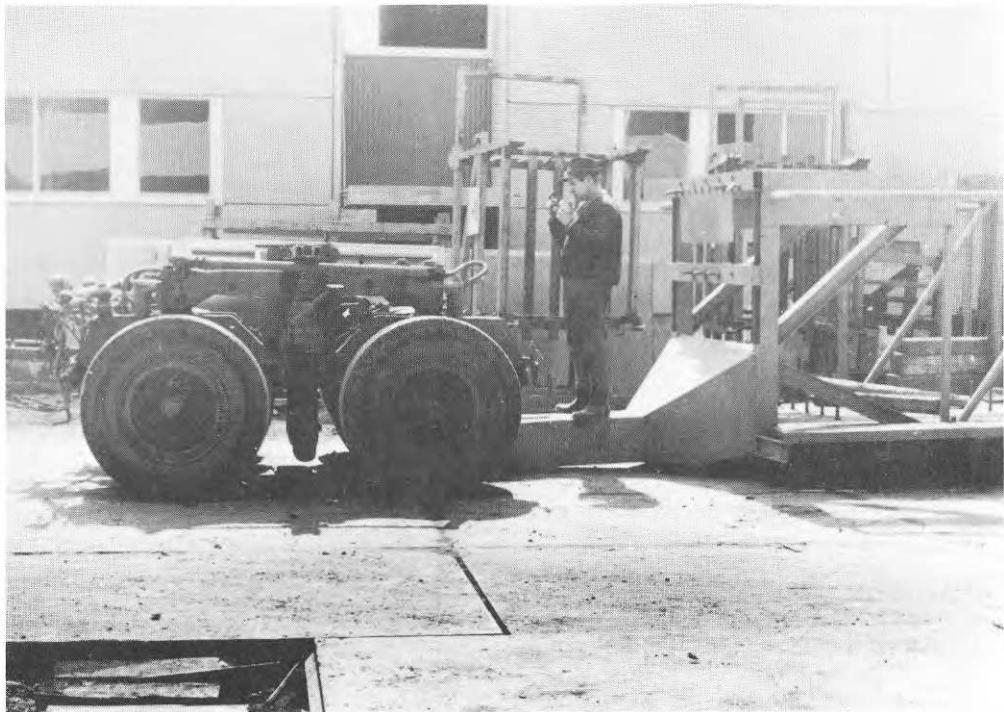


FIG. 9 Västtyskland. Avställbar lastpall med tillkopplad 2-axlig boggie i vardera änden, a) under förflyttning, b) under koppling. Fordonet avsett för transport av medeltunga byggelement.

(Foto: Triebel, Achterberg, Hampe, Janik, 1968)

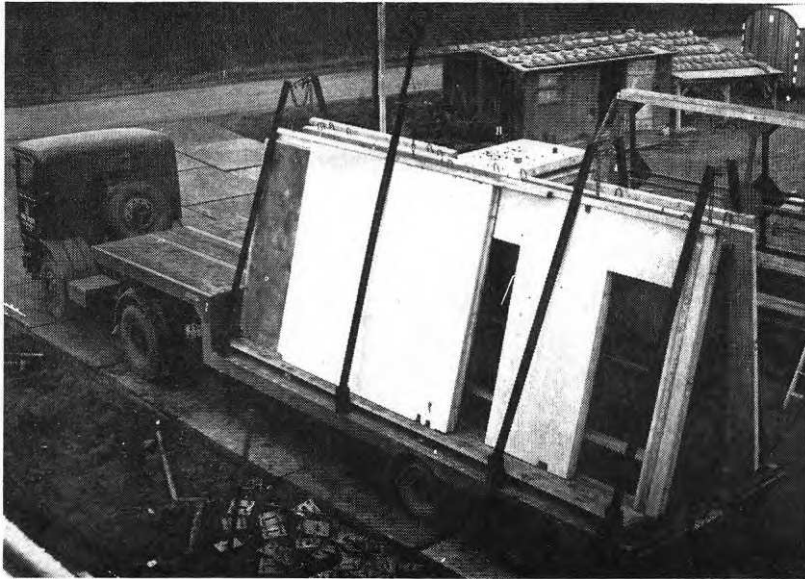


FIG. 10 Västtyskland. Fordon med nedsänkt lastyta för transport av innerväggs- och fasadelement.
(Foto: Triebel, Achterberg, Hampe, Janik, 1968)



FIG. 11 Västtyskland. Fordon med nedsänkt lastyta för transport av element av gasbetong.
(Foto: Triebel, Achterberg, Brocher, 1968)

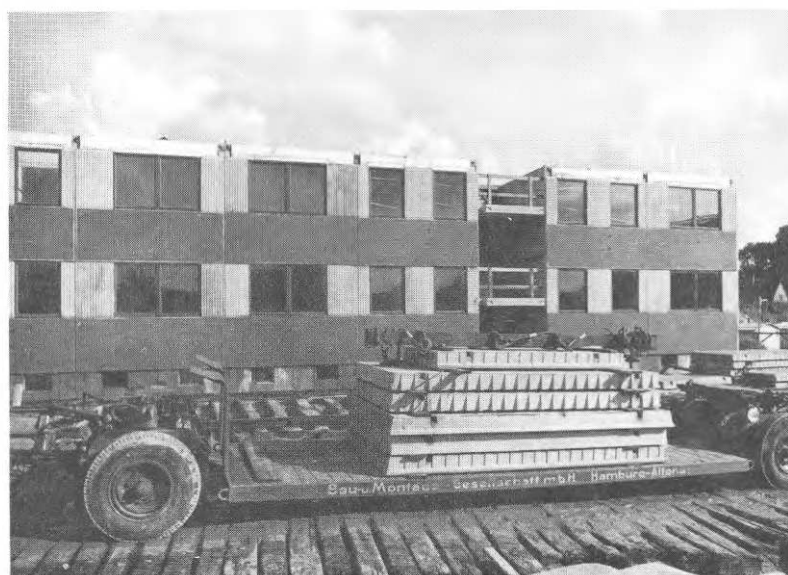


FIG. 12 Västtyskland. Fordon med nedsänkt lastyta.
 a) Med påmonterad ställning för transport av
 innerväggs- eller fasadelement.
 b) Utan ställning för transport av
 bjälklagselement.
 (Foto: Triebel, Achterberg, Brocher, 1968)

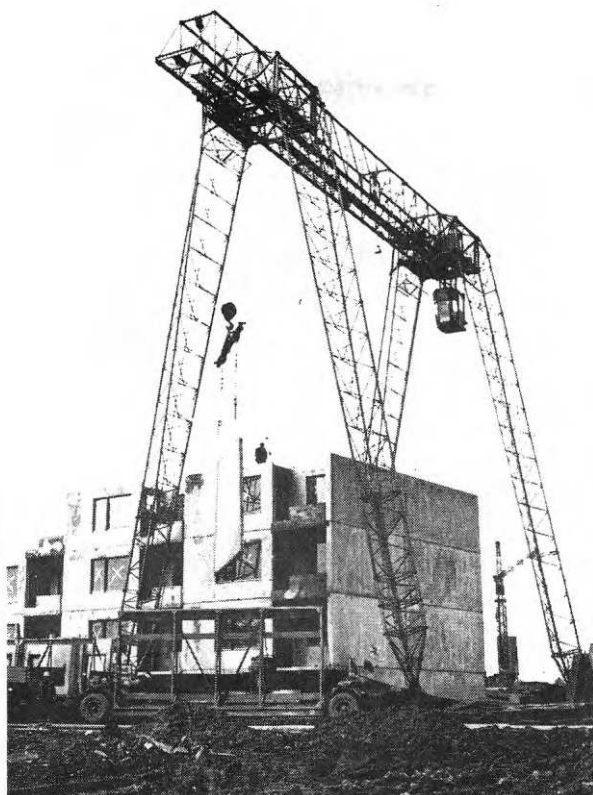


FIG. 13 Västtyskland. Bockkran med utliggning använd som byggnadskran.

(Foto: Triebel, Achterberg, Hampe Janik, 1968)

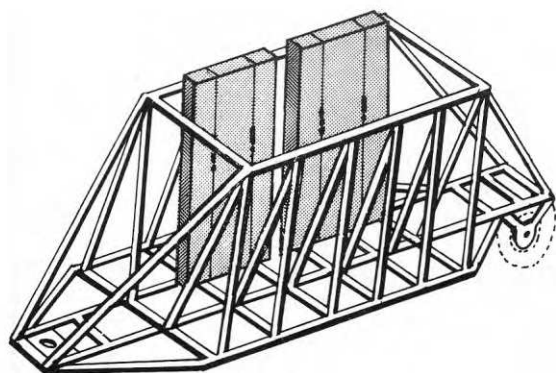


FIG. 14 Frankrike. Principskiss av påhängsvagn med nedsänkt lastyta och invändig elementplacering för transport av innerväggs- eller fasadelement.

(Foto: Waerum, 1966)

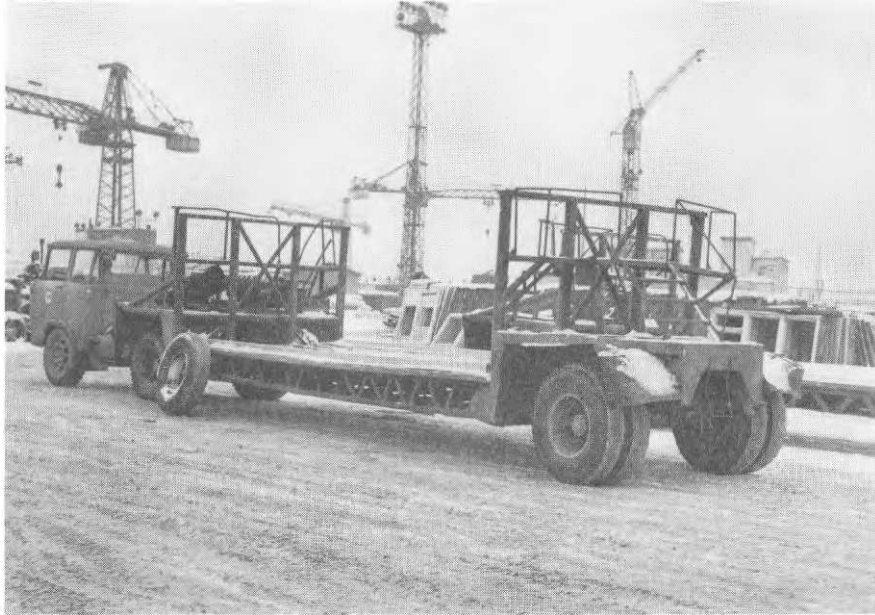


FIG. 15 Sovjetunionen. Fordon med nedsänkt lastyta för transport av bjälklagselement eller volymelement samt med ställ för transport av innterväggs- eller fasadelement. Tillåten lastbredd är 3,5 meter. (Foto: Fröroth, Jonsson, Klingberg, 1969)

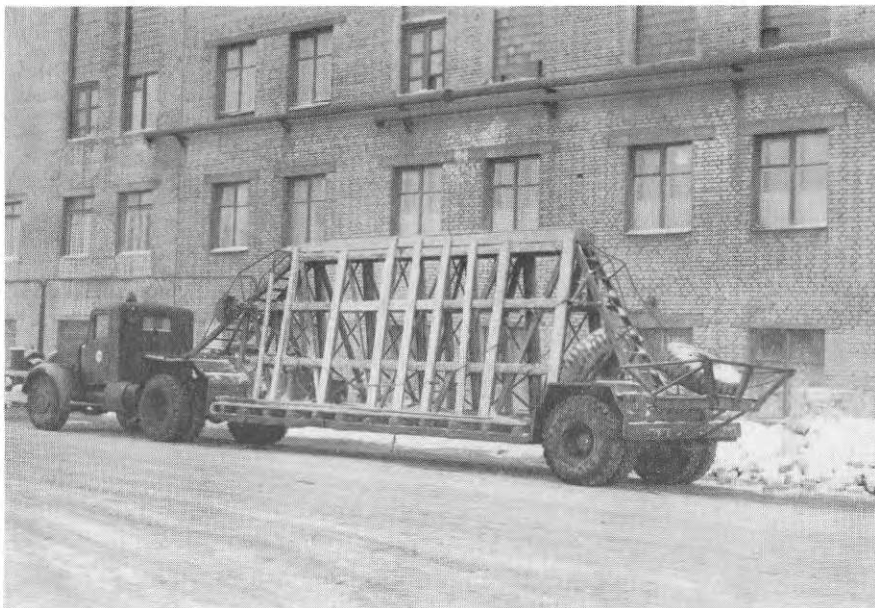


FIG. 16 Sovjetunionen. Fordon med nedsänkt lastyta för transport av innerväggselement. (Foto: Fröroth, Jonsson, Klingberg, 1969)

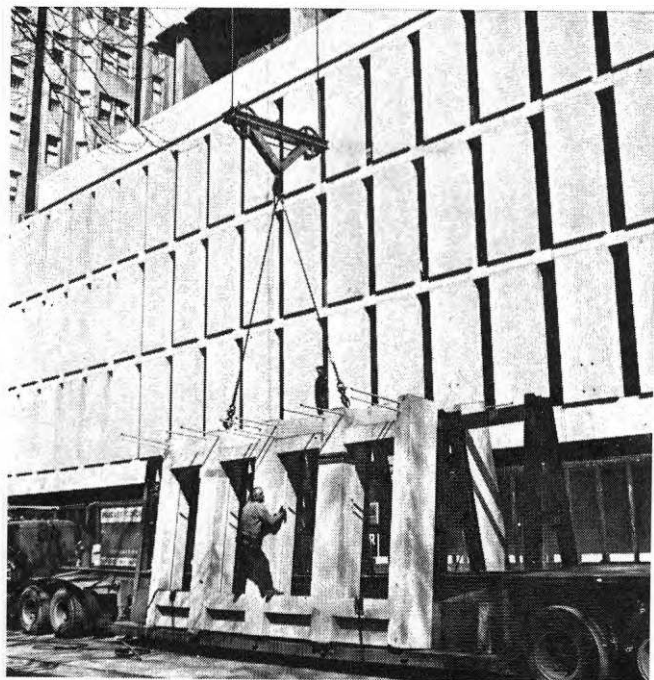


FIG. 17 USA. Fordon med nedsänkt lastyta för transport av fasadelement.

(Foto: Engineering News-Record oct. 16, 1969)

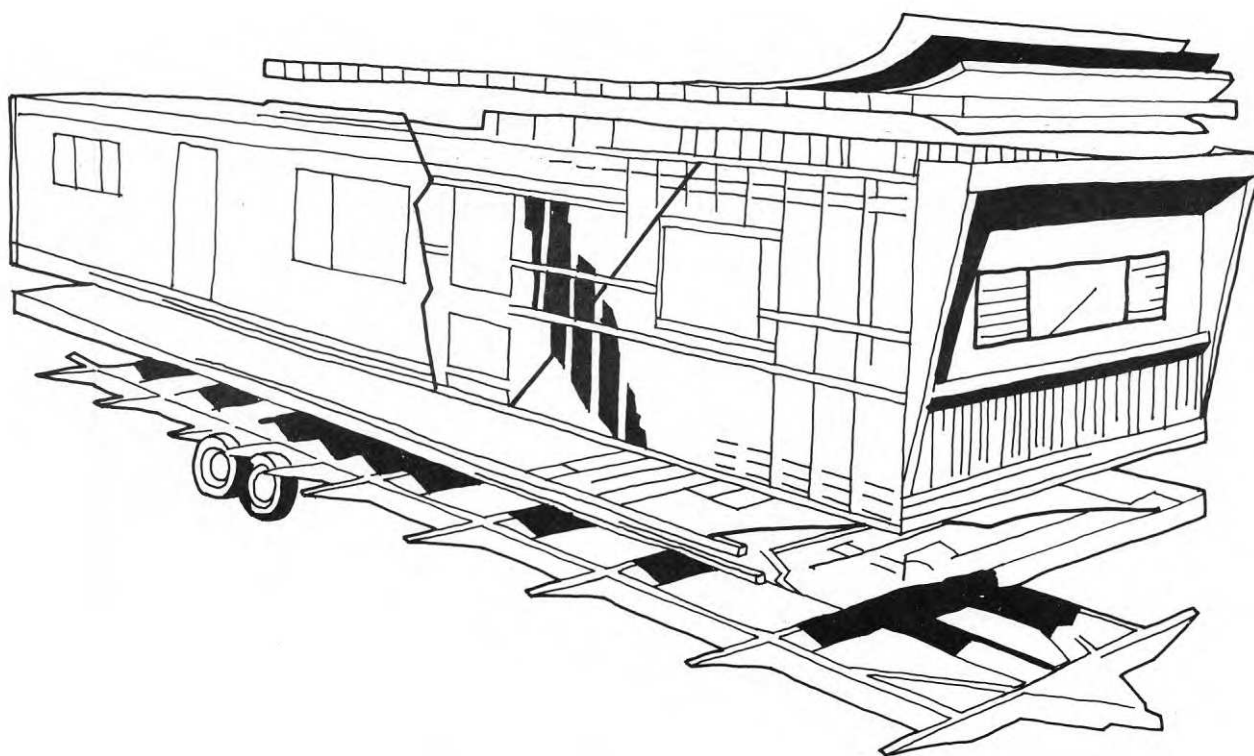


FIG. 18 USA. Lätt, lågbyggd trailer för transport av volym-element s k mobile homes. (Foto: Alpsten, 1970)

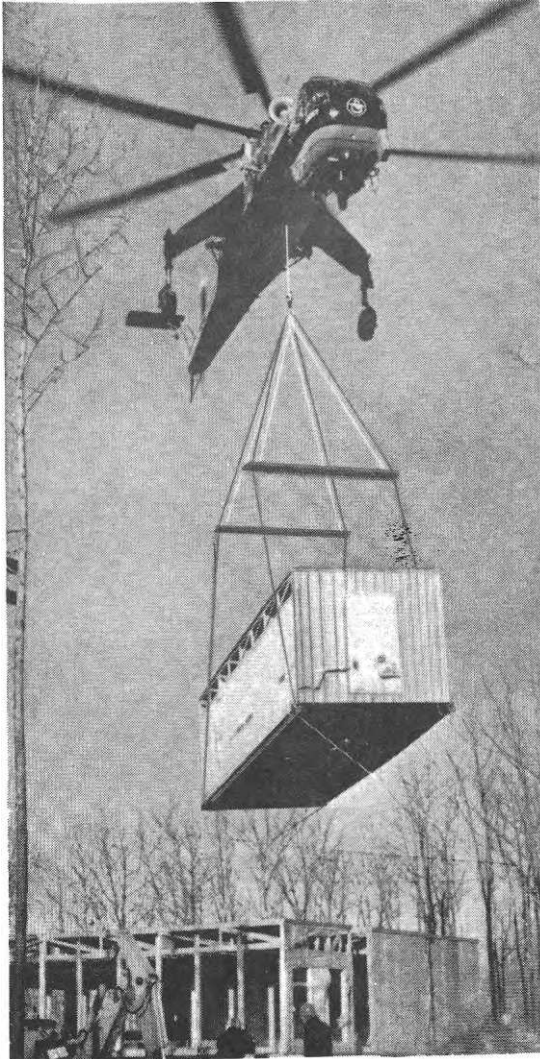


FIG. 19 USA. Helikopter för transport av volymelement.
Metoden ställer stora krav på lätt byggnadsmaterial
såsom t ex plast eller aluminium.
(Foto: Månsson, 1969)



FIG. 20 Bulgarien. Fordon med nedsänkt lastyta för transport
av innerväggs- eller fasadelement.
(Foto: A Z Sellbergs AB)

4 TRANSPORTSYSTEMBESKRIVNING

4.1 Allmänt

Fem elementbyggnadssystem har studerats. Studien avser fabriker och byggnadsplatser i Stor-Stockholmsregionen. Beskrivningen har delats in i följande avsnitt.

4.1.1 Elementdata

Uppgifter om elementdata har till viss del hämtats från tidigare utredningar (Andersson 1967, Jonsson 1969). Vad beträffar mera ingående byggnadstekniska beskrivningar samt detaljerade mått- och viktuppgifter hänvisas till dessa utredningar. Det bör noteras att angivna elementdata inte är entydiga, då variationer inom elementsystemet förekommer mellan byggnadsobjekten.

Samtliga studerade element är av skivtyp och enbart de till transportfrekvensen mest förekommande har studerats, d v s bjälklag, innerväggar och fasader.

4.1.2 Lastning på fabrik

Behandlar beskrivning av interna transporter från sista produktionssteget samt hanteringsmedel. Här redovisas resultat från tidsstudier avseende lastningscykel enligt FIG. 21.

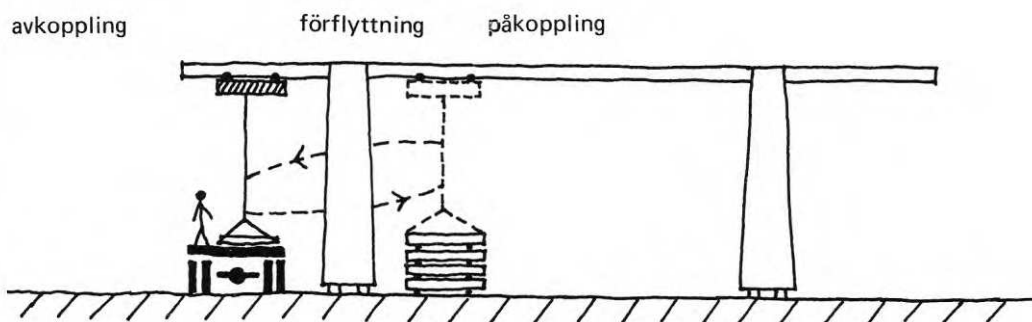


FIG. 21 Lastningscykel på fabrik: påkoppling - förflyttning - avkoppling - förflyttning.

4.1.3 Externtransporter

Behandlar beskrivning av transportsystemet. För de studerade transportsystemen användes väsentligen två principer. Dels dragbil och utbytbar påhängsvagn, som innebär att vid såväl fabrik som byggplats står uppställda lämpligt antal påhängsvagnar, varvid dragbilen kör med en eller två påhängsvagnar, som den vid fabrik byter mot färdiglastade påhängsvagnar och vid byggplats mot färdiglossade. Dels dragbil och tillkopplad påhängsvagn, som innebär att dragbil och påhängsvagn hela tiden är hopkopplade, varvid hela fordonsekipaget väntar medan lastning eller lossning pågår.

Vidare redogöres för använda transportmedel, (Vad gäller detaljerade uppgifter om mått, vikt och motoreffekter hänvisas till tidigare utredning /Jonsson 1969/) transportavstånd samt vikt och antal element per transporterat lass.

I avsnittet redovisas också resultatet av studier av terminaltider på fabrik och byggplats. Dessa terminaltider avser dels den totala effektiva tiden - matraster är borträknade -, som fordonen/dragbilarna befinner sig på fabriks- eller byggnadsområdet, dels fördelningen av denna tid på olika aktiviteter. En schematisk bild (FIG. 22) visar den använda indelningen av terminaltiden.

Lastning/lossning/koppling avser effektiv tid för lastning eller lossning av element, eller på- eller avkoppling av påhängsvagnar. Då det gäller transport enligt principen dragbil och tillkopplad släpvagn ingår således vid byggplatsen monterings tiden för transporterade element. Om inget speciellt anmärkes är tid för fastsurrning av lasten inräknad.

Väntan avser en kösituation och omfattar tid för väntan på "betjäning". Då det gäller transport enligt principen drag-

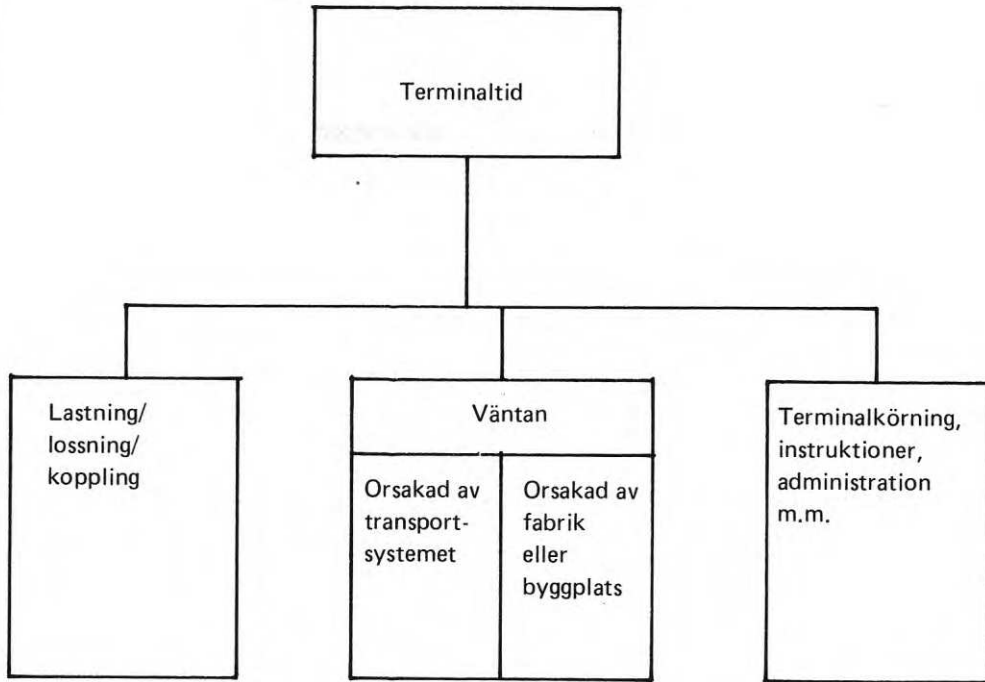


FIG. 22 Indelning av terminaltid.

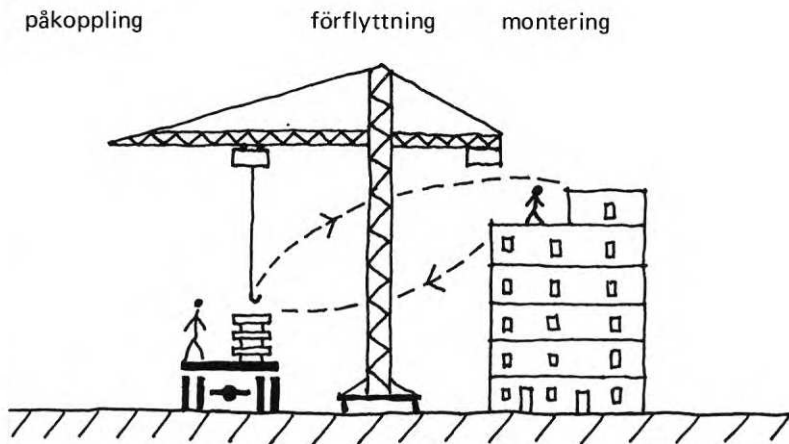


FIG. 23 Lossningscykel på byggplats: påkoppling - förflyttning - montering - förflyttning.

bil och utbytbar påhängsvagn har det med använd undersökningsmetodik varit omöjligt att avgöra, om väntan orsakats av brister i transportsystemet eller av brister på fabrik eller byggnadsplats. I övriga fall har väntetiden delats upp i väntan orsakad av transportsystemet, d v s väntan på grund av väghinder eller väntan på plats att lasta/lossa/koppla, och i väntan orsakad av fabrik/byggnadsplats, d v s väntan på att bli "betjänad" med lastning eller lossning eller väntan på personal.

Terminalkörning, mottagning av instruktioner, administration m m avser tid för körning mellan gräns till fabriksområde/byggplats och plats för lastning/lossning/koppling, körning mellan kopplingar, tid för mottagning av instruktioner och order samt tid för hämtning/lämning/påskrift av leveranssedlar.

I terminaltiden ingår fördelningstid (spilltid).

4.1.4 Lossning på byggplats

Behandlar beskrivning av byggplats samt hanteringsmedel. Här redovisas resultatet från tidsstudier avseende lossningscykel enligt FIG. 23.

4.2 Elementbyggnadssystem I

4.2.1 Elementdata

Bjälklagselementen är av typ hålbjälklag med bredden 1,20 m och 20 cm tjocka. På bjälklagselementen läggs efter montering överbetong.

Innerväggselementen förses på fabrik delvis med installationer för el. och VVS.

Fasadelementen är av sandwichtyp och på fabrik försedda med målade snickerier och glasade fönsterbågar.

I systemet ingår dessutom trappelement, vilplan och balkongelement. Elementdata i TAB. 1.

Totalt erhålles för systemet 0,23 ton element/m³ byggnadsvolym och 0,11 antal element/m³ byggnadsvolym.

4.2.2 Lastning på fabrik

På den studerade fabriken tillverkades bjälklag, innerväggar och balkongplattor. Fasadelementen tillverkades på en annan av elementsystemets fabriker. Av situationsplanen (FIG.24) framgår fabriksområdets disponering, körvägar, hanteringsutrustning m m.

Det interna materialflödet går från formbrytningen till

upplastning på spårgående trallor,
utkörning av trallor på lagerområdet,
avlastning av element till plats i lager,
lagring,
upplastning på påhängsvagn.

Det sista momentet har tidsstuderats och omfattar lastningscykel (FIG. 21) inklusive av- och påkoppling (TAB. 2).

Hanteringshjälpmedel framgår av FIG. 25 a och b.

En separat studie av tid för fastsurrning av elementen utfördes i detta system (TAB. 3).

Tiderna i TAB. 2 och 3 är effektiva hanteringstider.

Totala antalet observationer var 282 st.

4.2.3 Externtransporter

Mellan fabrik och byggplats sker transporter till 100 % med lastbil. För elementsystemet användes genomgående principen med dragbil och utbytbar påhängsvagn. Själva förflyttningen sker antingen med 1 eller 2 påhängsvagnar, varvid i det senare fallet den bakre påhängsvagnen kopplas till en sk dolly, som kan sägas bestå av en framaxel

TAB. 1 Elementdata för elementbyggnadssystem I, gällande bjälklag, innerväggar och fasader.

	Bjk	Iv	Fas
Största längd, m	6,4	3,8	4,4
Största bredd (höjd), m	2,4	2,6	2,8
Största vikt, ton	4,5	3,6	4,3
Medelvikt, ton ¹	1,5	2,5	3,2
Antal element/m ³ byggnads- volym ²	0,061	0,036	0,016
Ton element/m ³ byggnads- volym	0,092	0,090	0,050

(1) Anger värden erhållna ur studiematerialet (3157 element till olika byggnadsobjekt).

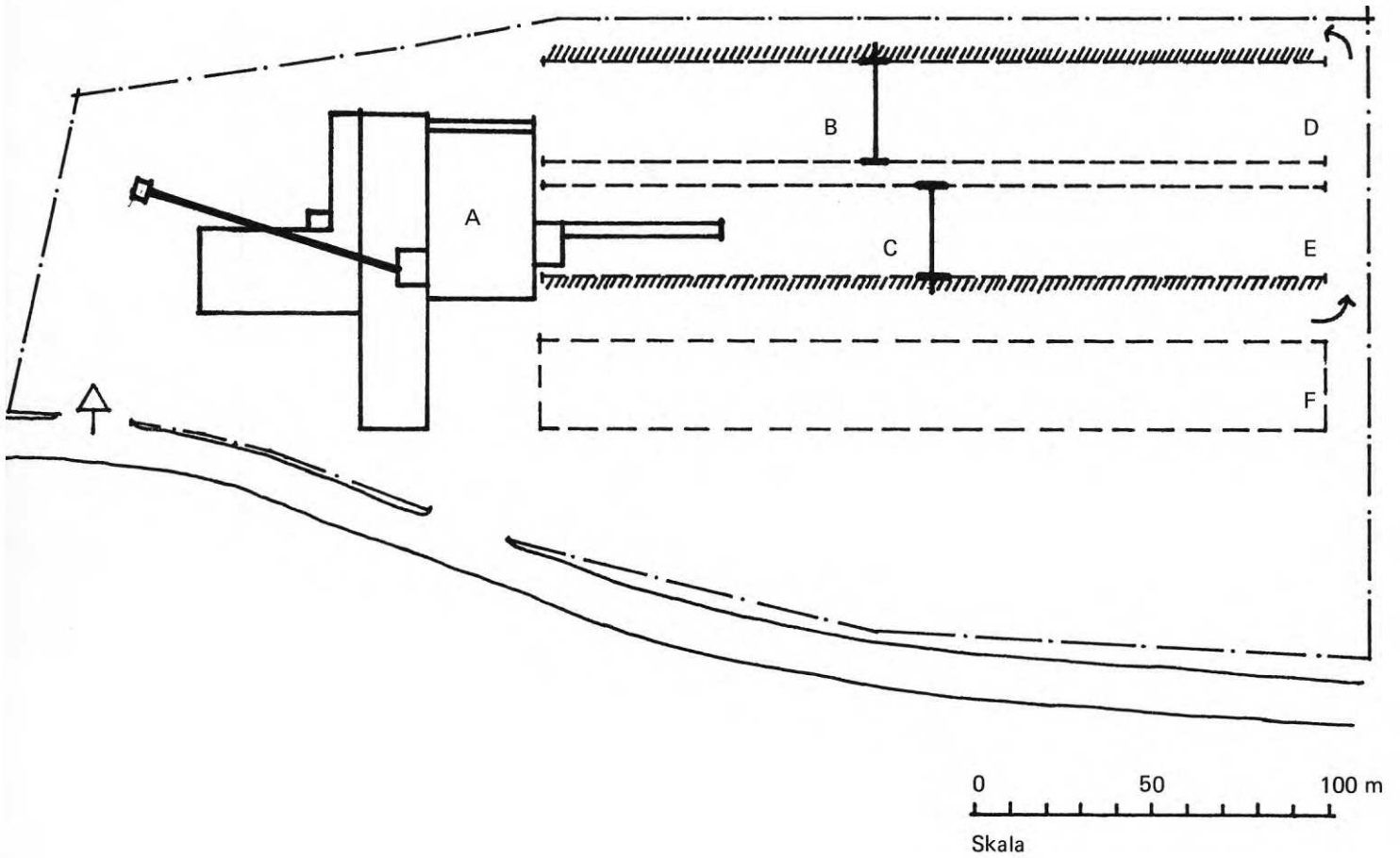
(2) Värden enligt Andersson 1967.

TAB. 2 Tid för lastningscykel: påkoppling - förflyttning - avkoppling - förflyttning.

	Medelvärde		Standardavvikelse	
	Bjk	Iv	Bjk	Iv
Lastningstid min./element	2,7	4,1	1,9	1,9
Lastningstid min./ton	1,8	1,7	-	-

TAB. 3 Tid för surring av lasten.

	Medelvärde		Standardavvikelse	
	Bjk	Iv	Bjk	Iv
Surringstid i min/lass	9,7	6,6	6,3	2,6
Surringstid i min/element	0,82	1,0	-	-
Surringstid i min/ton	0,55	0,42	-	-



- A = Fabriksbyggnad
- B = Bockkran, 10 ton
- C = Bockkran, 5 ton
- D = Lager, bjälklag
- E = Lager, innerväggar
- F = Planerat lager med bockkran

////// = Uppställningsyta för påhängsvagnar

FIG. 24 Situationsplan över fabrik, elementbyggnadssystem I.

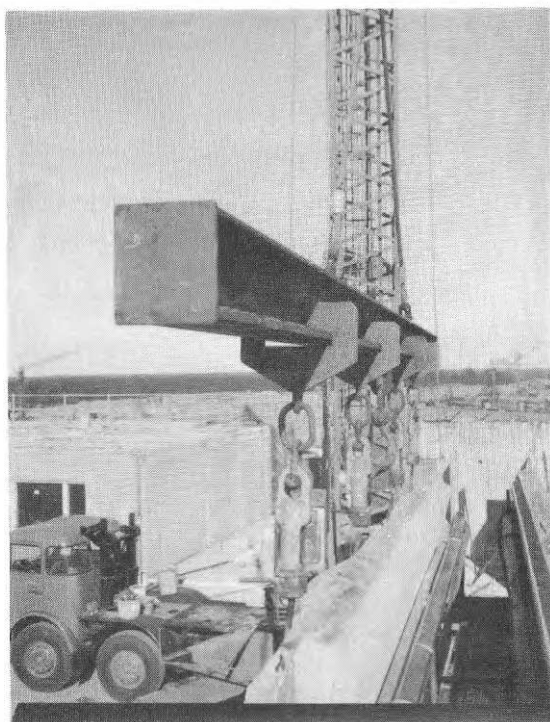
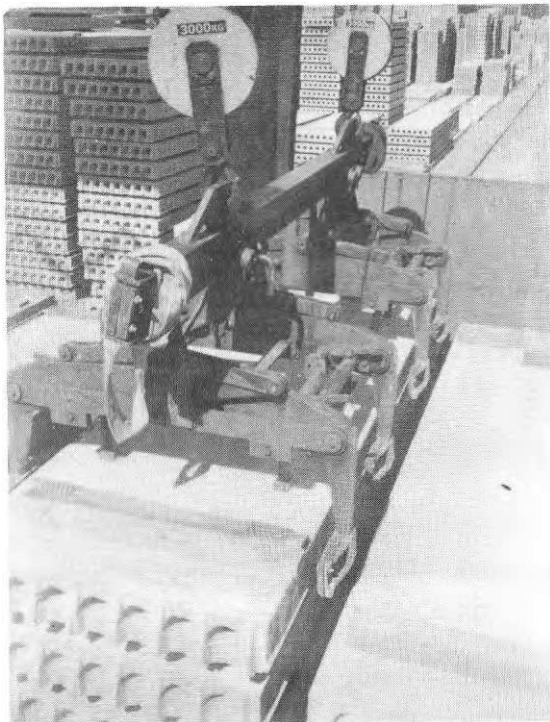


FIG. 25 Hanteringshjälpmedel på fabrik för
a) bjälklag, b) fasader och innerväggar.

med dragstång.

Hela transporttjänsten är upphandlad hos en transportör.

Såväl lastplanering som fordonsplanering sköts av fabriken anställda transportledare. Denne dirigerar fordonen via kommunikationsradio.

Rutinen vid planering dag för dag är, att byggplatsens montageledare avropar nästkommande dagsbehov till fabriken transportledare, som beställer dragfordon hos transportören. Antalet påhängsvagnar överenskommes mellan fabrik och transportör för längre perioder.

Transportmedel

Här redovisas enbart de i systemet förekommande typerna av transportmedel och placering av elementen på dessa (FIG. 26).

Antal påhängsvagnar per dragfordon

För transporterarnas genomförande enligt principen dragbil och utbytbar påhängsvagn fordras ett relationstal påhängsvagn per dragbil, som är större än 1. Relationstalet är beroende av körtid, lastnings- och lossningstider. En stickprovsstudie på ett års transporter gjordes. (TAB. 4)

Totala antalet påhängsvagnar i transportsystemet varierar mycket litet, medan antalet dragfordon varierar med dagsbehovet. Därav de relativt kraftiga variationerna.

Transportavstånd och transporterad vikt

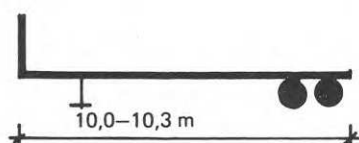
För systemet har under en tremånadersperiod (sept., okt., nov. 1969) studerats transporterad mängd element i ton till de olika byggplatserna. (TAB. 5)

Dragfordon

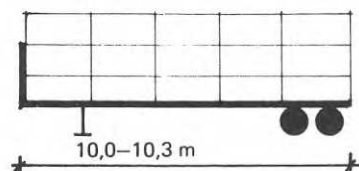


Påhängsvagnar

För bjälklag



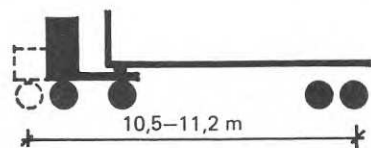
För innerväggar och fasader



Dollyvagn

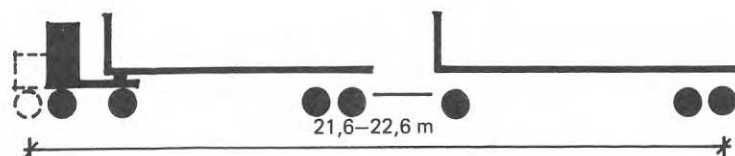


Fordonskombinationer



Maximal nyttig last i ton
(m.h.t. VTF § 54 1,7-regeln)

Med ställn. 17,6–18,0
Utan ställn. 19,7–20,1



Med 1 ställn. 30,5–32,5
Med 2 ställn. 28,4–30,5
Utan ställn. 32,6–34,6

FIG. 26 Transportmedel i elementbyggnadssystem I.

TAB. 4 Relationstal påhängsvagn per dragbil

Dag	Antal påhängsvagnar per dragbil
1	6,6
2	7,7
3	6,6
4	7,7
5	7,7
6	6,6
7	6,6
8	9,2
9	9,2
10	15,3
11	10,8
12	10,8
13	13,2
14	8,5
15	8,5
16	8,5
17	7,3
18	7,6
19	7,3
Medelvärde	8,2

TAB. 5 Transporterad mängd element vid olika transportavstånd.

Bygg- plats	Antal ton			Avstånd km	Transport- arbete tonkm
	Bjk	Iv	Fas		
1	4937	4614		35	334 285
			1795	100	179 500
2	2652	2008		36	167 760
			1215	104	126 360
3	3471	3517		65	454 220
			1662	100	166 200
4	2973	2688		9	50 949
			544	125	68 000
Summa		32 076			1 547 274

Transportavståndet i medeltal för hela systemet med hänsyn tagen till transporterad mängd blir 48 km.

Vikt och antal element per lass

Se TAB. 6

Terminaltid på fabrik

Redovisat resultat avser terminaltid för utbyte av både 1 och 2 påhängsvagnar. (TAB. 7)

För varje terminalbesök åtgick

3,1 \pm 1,8 antal kopplingar och
3,7 \pm 1,7 minuter per koppling.

Totala antalet observationer (TAB. 7) är 261 st.

För jämförelsens skull redovisas terminaltider separat för utbyte av en påhängsvagn, d v s exakt 2 kopplingar, och för utbyte av två påhängsvagnar eller 4-9 kopplingar - antalet varierar beroende på chaufförens skicklighet och tillvägagångssätt. (TAB. 8)

Terminaltid på byggplats

På samma sätt som ovan redovisas terminaltiden som ett medelvärde över dels hela observationsmaterialet (TAB. 9), dels separat för utbyte av en respektive två påhängsvagnar (TAB. 10).

För varje terminalbesök åtgick

5,7 \pm 4,2 antal kopplingar och
3,3 \pm 1,1 minuter per koppling.

Totala antalet observationer (TAB. 9) är 132 st.

TAB. 6 Lastad vikt och antal element avseende 311 lass, medelvärde och standardavvikelse.

	Medelvärde			Standardavvikelse		
	Bjk	Iv	Fas	Bjk	Iv	Fas
Vikt i ton per lass ⁽¹⁾	17,4	16,0	14,4	2,3	1,5	1,5
Antal element per lass	11,9	6,4	4,5	2,8	1,0	0,9

(1) Jämför maximal nyttig last fig. 26 sid. 38

TAB. 7 Medelvärde och standardavvikelse av terminaltid vid fabrik. Utbyte av påhängsvagn(ar) för bjälklag och innervägg.

	Medelvärde i min.	Standardavvikelse i min.
Koppling	11,0	7,8
Väntan	7,2	11,2
Terminalkörning, order, adm.	11,5	6,9
Summa terminaltid	32,6	16,3

TAB. 8 Medelvärde och standardavvikelse av terminaltid vid fabrik. Utbyte av en resp. två påhängsvagnar

	Byte 1 påhängsvagn		Byte 2 påhängsvagnar	
	Medelvärde i min.	Standardavvikelse i min.	Medelvärde i min.	Standardavvikelse i min.
Koppling	6,4	2,3	24,6	8,9
Väntan	7,0	9,9	6,8	13,7
Terminalkörning, order, adm.	7,1	3,4	14,6	5,7
Summa terminaltid	20,5	10,1	45,9	22,3

TAB. 9 Medelvärde och standardavvikelse av terminaltid vid byggplats. Utbyte av påhängsvagn(ar) för bjälklag, innervägg och fasad.

	Medelvärde i min.	Standardavvikelse i min.
Koppling	19,4	15,9
Väntan	7,6	14,5
Terminalkörning, order, adm.	18,1	16,1
Summa terminaltid	45,2	35,9

TAB. 10 Medelvärde och standardavvikelse av terminaltid vid byggplats. Utbyte av en resp. två påhängsvagnar.

	Byte 1 påhängsvagn		Byte 2 påhängsvagnar	
	Medel- värde i min.	Standard- avvikelse i min.	Medel- värde i min.	Standard- avvikelse i min.
Koppling	5,8	2,1	30,0	6,5
Väntan	3,6	10,3	4,9	9,6
Terminalkörning order, adm.	6,9	4,0	20,1	11,8
Summa terminaltid	16,3	10,1	55,4	16,1

4.2.4 Lossning på byggplats

För systemet har två byggplatser (A och B) studerats. För dessa gäller skilda förutsättningar vad avser hushöjder, kran typer och tillgänglighet för transportfordon. För överskådlig-
hetens skull redovisas under detta avsnitt resultatet av tids-
studierna såsom ett medelvärde av de bägge byggplatserna.
Separering av variablerna sker i avsnittet "Utvärdering och
jämförelser".

Situationsplan för byggnadsområdet med hushöjder, kran typ,
körvägar, uppställningsplats för påhängsvagnar m m framgår
av FIG. 27 för byggplats A och FIG. 28 för byggplats B.

På båda byggnadsplatserna var tillvägagångssättet detsamma,
d v s byggnadskranar lyfte elementen direkt från lastbilsfla-
ket till montering på plats i huskroppen. Lossningscykel en-
ligt FIG. 23 har tidsstuderats (TAB. 11 och 12). I studien
ingår tid för koppling och montering.

Hanteringshjälpmedel för väggelement och fasadelement är
desamma som i FIG. 25b. För hantering av bjälklagselement
användes beroende på elementutformning hanteringshjälpme-
del enligt FIG. 29 a) och b). En variant av a) med dubbla
gafflar förekommer också.

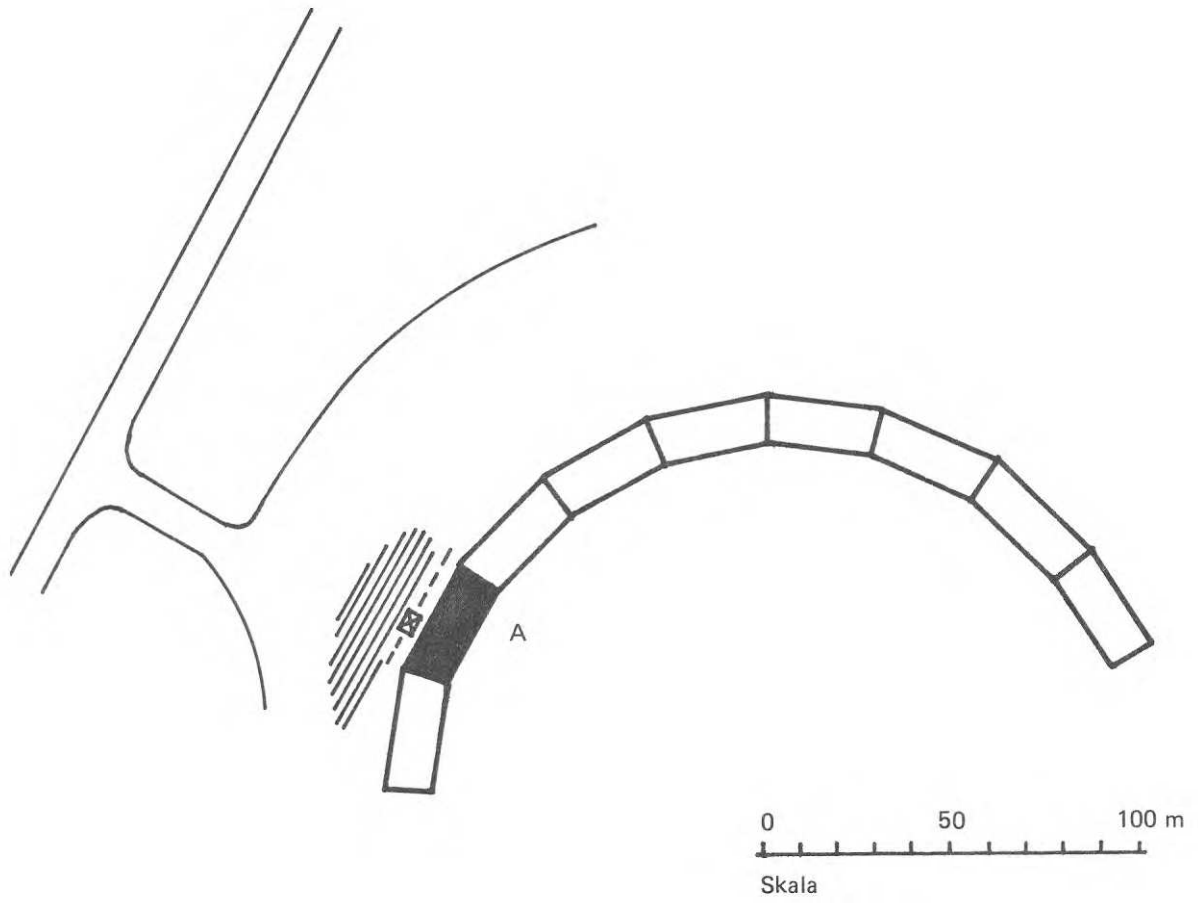
Tiden avser effektiv hanteringstid. Antalet observationer
var 872 st.

4.3 Elementbyggnadssystem II

4.3.1 Elementdata

Bjälklagselementen är av homogen betong och 20 cm tjocka.
Golvbeläggning läggs direkt på bjälklagen.

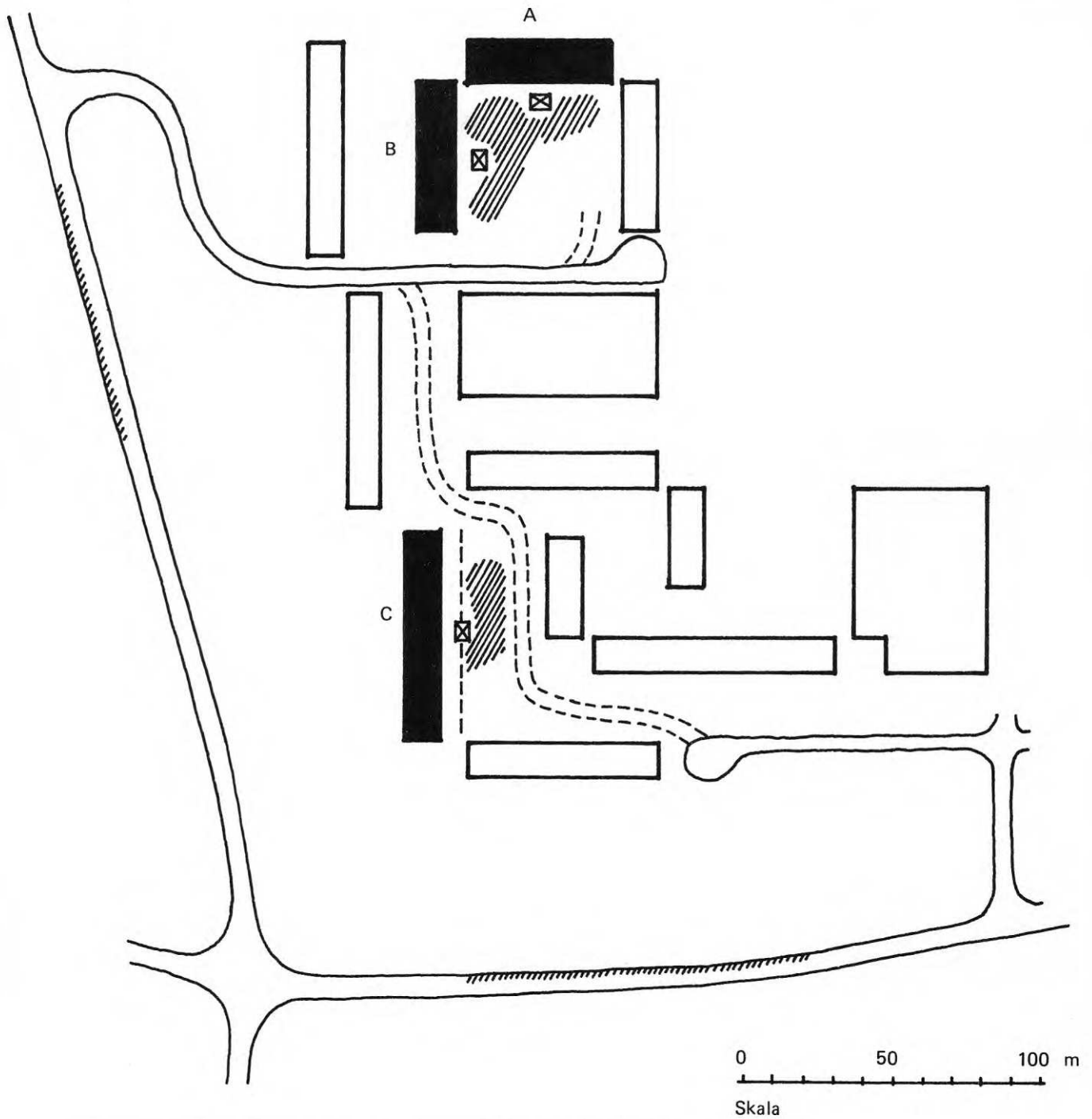
Innerväggarna förses på fabrik delvis med installationer
för el. och VVS.



A = Hushöjd 17 vån., spårgående tornsvängkran typ A (se BIL. 3)

//// = Uppställningsyta för påhängsvagnar

FIG. 27 Situationsplan över byggplats A, elementbyggnadssystem I.



A = Hushöjd 3 vån., truckmonterad mobilkran typ E (se BIL. 3)

B = Hushöjd 3 vån., truckmonterad mobilkran typ F (se BIL. 3)

C = Hushöjd 8 vån., spårgående tornsvängkran typ B (se BIL. 3)

//// = Uppställningsyta för påhängsvagnar

FIG. 28 Situationsplan över byggsplats B, elementbyggnads-system I.

TAB. 11 Tid för lossningscykel: påkoppling - förflyttning - montering - förflyttning .

Ele- ment- typ	Minuter per element					
	Medelvärde			Standardavvikelse		
	Från på- koppling t.o.m. montering	Från montering t.o.m. påkoppling	Cykel- tid	Från på- koppling t.o.m. montering	Från montering t.o.m. påkoppling	Cykel- tid
Bjk	1,6	1,4	3,1	1,4	1,2	2,2
Iv	4,3	1,7	6,1	2,4	1,2	2,9
Fas	6,6	2,0	8,8	2,7	1,0	3,1

TAB. 12 Tid för transport (d v s koppling och förflyttning) och montering.

	Transporttid			Monteringstid		
	Bjk	Iv	Fas	Bjk	Iv	Fas
Min./element	2,9	3,5	4,2	0,20	2,6	4,6
Min./ton	1,9	1,4	1,3	0,13	0,11	0,14



FIG. 29 a och b

Hanteringshjälpmedel för lossning av bjälklag på byggsplats.

Fasadelementen är av sandwichtyp och på fabrik försedda med målade snickerier och glasade fönsterbågar.

I systemet ingår dessutom trappelement, vilplan, pelare och balkongelement. Elementdata i TAB. 13.

Totalt erhålles för systemet 0,26 ton element/m³ byggnadsvolymer och 0,043 antal element/m³ byggnadsvolymer.

4.3.2 Lastning på fabrik

På den studerade fabriken tillverkades bjälklag, innerväggar, fasader, balkongelement, pelare, takfotslement samt en del andra betongvaror. Av situationsplanen (FIG. 30) framgår fabriksområdets disponering, körvägar, hanteringsutrustning m m.

Det interna materialflödet går från formbrytning till

dels upplastning på spårgående tralla,
utkörning av tralla till lagerområdet,
avlastning av element till plats i lager,
lagring,
upplastning på lastbil

dels utlastning med travers direkt till lagerplats,
lagring,
upplastning på lastbil.

Det sista momentet har tidsstuderats och omfattar lastningscykeln (FIG. 21) inklusive av- och påkoppling (TAB. 14).

Hanteringshjälpmedel framgår av FIG. 31 a, b och c.

Tiderna avser effektiva hanteringstider. Totala antalet observationer var 163 st.

TAB. 13 Elementdata för elementbyggnadssystem II, gällande bjälklag, innerväggar och fasader.

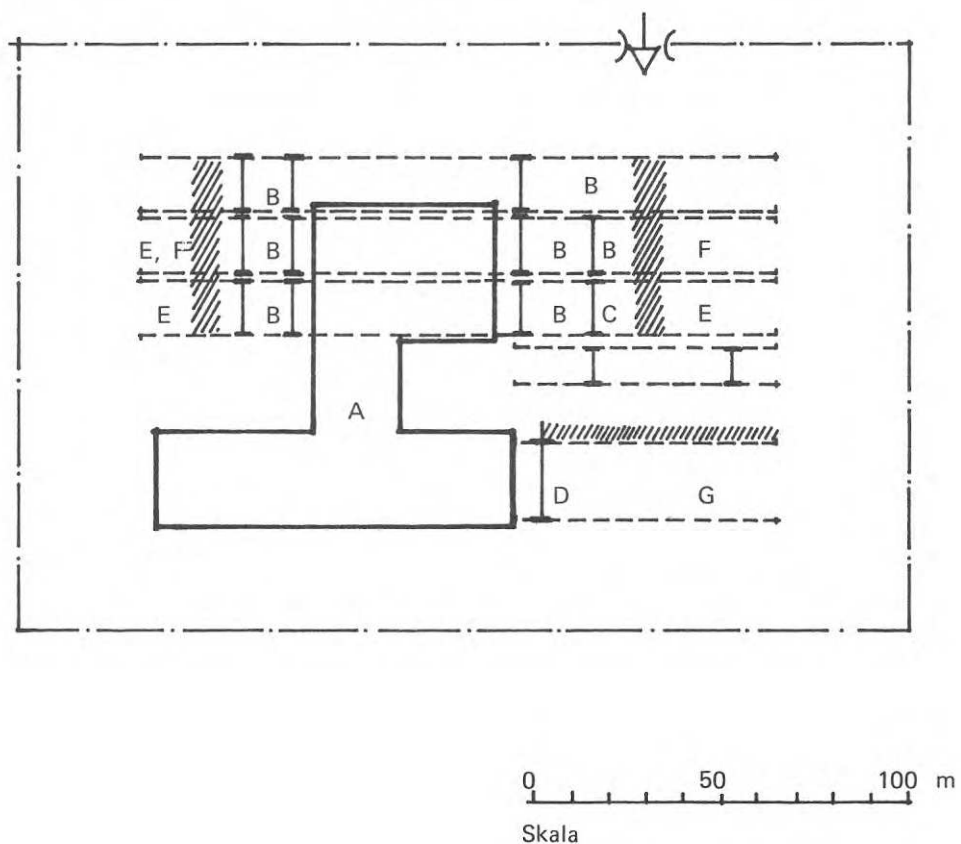
	Bjk	Iv	Fas
Största längd, m	6,6	5,9	6,7
Största bredd (höjd), m	3,7	2,5	2,7
Största vikt, ton	9,2	5,6	9,1
Medelvikt, ton ¹	8,3	4,1	4,9
Antal element/m ³ byggnads- volym ²	0,017	0,015	0,011
Ton element/m ³ byggnads- volym	0,14	0,061	0,055

(1) Anger värden erhållna ur studiematerialet (309 element till ett byggnadsobjekt).

(2) Avser enbart det studerade byggnadsobjektet.

TAB. 14 Tid för lastningscykel: påkoppling - förflyttning - avkoppling - förflyttning.

	Medelvärde			Standardavvikelse		
	Bjk	Iv	Fas	Bjk	Iv	Fas
Lastningstid min./element	5,8	4,9	5,4	2,2	1,9	1,2
Lastningstid min./ton	0,70	1,2	1,1	-	-	-



- A = Fabriksbyggnad
- B = Travers 10 ton
- C = Travers 5 ton
- D = Bockkran 10 ton
- E = Lager, innerväggar
- F = Lager, bjälklag
- G = Lager, fasader

////= Uppställningsyta för fordon vid lastning

FIG. 30 Situationsplan över fabrik, elementbyggnadssystem II.



FIG. 31 Hantering och hanteringshjälpmedel på fabrik för
a) bjälklag, b) innerväggar och c) fasader.

4.3.3 Externttransporter

Transporterna sker till 100 % med lastbil mellan fabrik och byggplats. För transporternas genomförande används vid fabrik genomgående principen dragbil och tillkopplad påhängsvagn, medan vid byggplatsen används principen dragbil och utbytbar påhängsvagn för fasader och innerväggar och dragbil och tillkopplad påhängsvagn för bjälklagen. Själva förflyttningen sker alltid med 1 påhängsvagn.

Transporttjänsten är till största delen upphandlad hos en transportör. Påhängsvagnar och ett fåtal dragbilar är elementfabrikens egna.

Planeringen är densamma som i elementsystem I.

Transportmedel

Enbart de i systemet förekommande typerna av transportmedel samt elementplacering redovisas (FIG. 32).

Antal påhängsvagnar per dragfordon

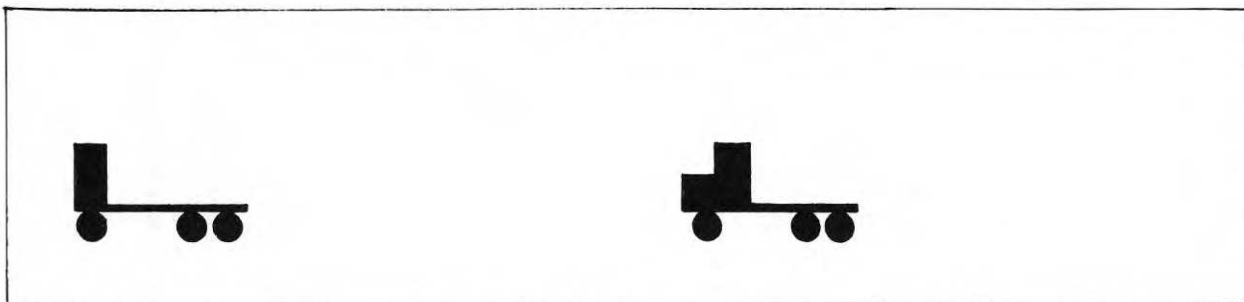
Eftersom dragfordon och påhängsvagnar används till flera fabriker och olika transportuppdrag inom elementsystemet har det varit omöjligt att fastställa den önskade relationen mellan dragfordon och påhängsvagnar. I planeringen används 1 dragbil på 3 påhängsvagnar för transport av innerväggar och fasader.

Transportavstånd och transporterad vikt

För systemet har under en tremånadersperiod (sept., okt., nov. 1969) studerats transporterad mängd element i ton till de olika byggplatserna (TAB. 15).

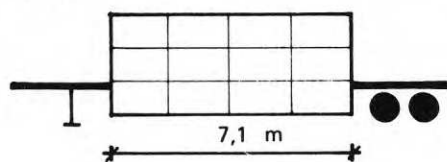
Transportavståndet i medeltal för hela systemet med hänsyn tagen till transporterad mängd blir 33 km.

Dragfordon

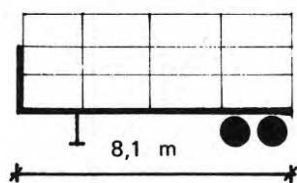


Påhängsvagnar

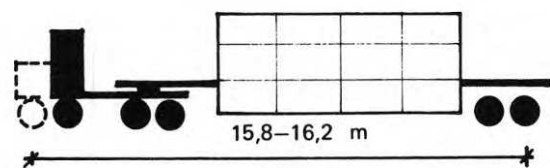
För bjälklag



För innerväggar och fasader

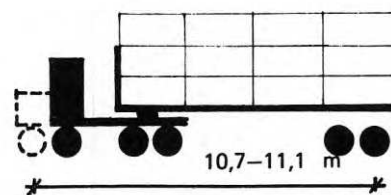


Fordonskombinationer



Maximal nyttig last i ton
(m.h.t. VTF § 54 1,7-regeln)

19,2–20,0



Med ställn.

16,0–17,3

FIG. 32 Transportmedel i elementbyggnadssystem II.

TAB. 15 Transporterad mängd element vid olika transportavstånd

Bygg- plats	Antal ton		Avstånd km	Transport- arbete tonkm
	Bjk	Iv+Fas		
1	0	86	32	2 752
2	3812	3652	34	253 776
3	3457	3709	32	229 312
4	0	203	27	5 481
5	3405	3666	32	226 272
6	0	222	32	7 104
7	106	200	34	10 404
Summa		22 518		735 101

TAB. 16 Lastad vikt och antal element avseende 98 lass, medelvärde och standardavvikelse

	Medelvärde			Standardavvikelse		
	Bjk	Iv	Fas	Bjk	Iv	Fas
Vikt i ton per lass ⁽¹⁾	17,5	18,4	17,5	2,0	2,7	2,9
Antal element per lass	2,1	4,5	3,6	0,4	1,1	0,8

(1) Jämför maximal nyttig last fig. 32 sid. 53

Vikt och antal element per lass

Se TAB. 16

Terminaltid på fabrik

Redovisat resultat avser terminaltid för lastning av fordons-
ekipage med 1 påhängsvagn (TAB. 17).

Totala antalet observationer var 268 st.

Terminaltid på byggplats

På grund av den skilda metodiken redovisas terminaltid för
lossning av bjälklag (TAB. 18) respektive för lossning av
innerväggar och fasader (TAB. 19) var för sig.

För varje terminalbesök åtgick

1,7 \pm 0,5 antal kopplingar och
5,0 \pm 1,3 minuter per koppling.

Totala antalet observationer (TAB. 18 och 19) var 93 st.

4.3.4 Lossning på byggplats

För systemet har en byggnadsplats studerats. Situations-
plan för byggnadsområdet med hushöjder, krantyp, kör-
vägar m m framgår av FIG. 33.

På byggnadsplatsen lyfte byggnadskranen elementen direkt
från lastbilen till montering på plats i huskroppen. Loss-
ningscykel enligt FIG. 23 har tidsstuderats (TAB. 20 och
21). I studien ingår tid för koppling och montering.

Hanteringshjälpmedel för lossning framgår av FIG. 34.

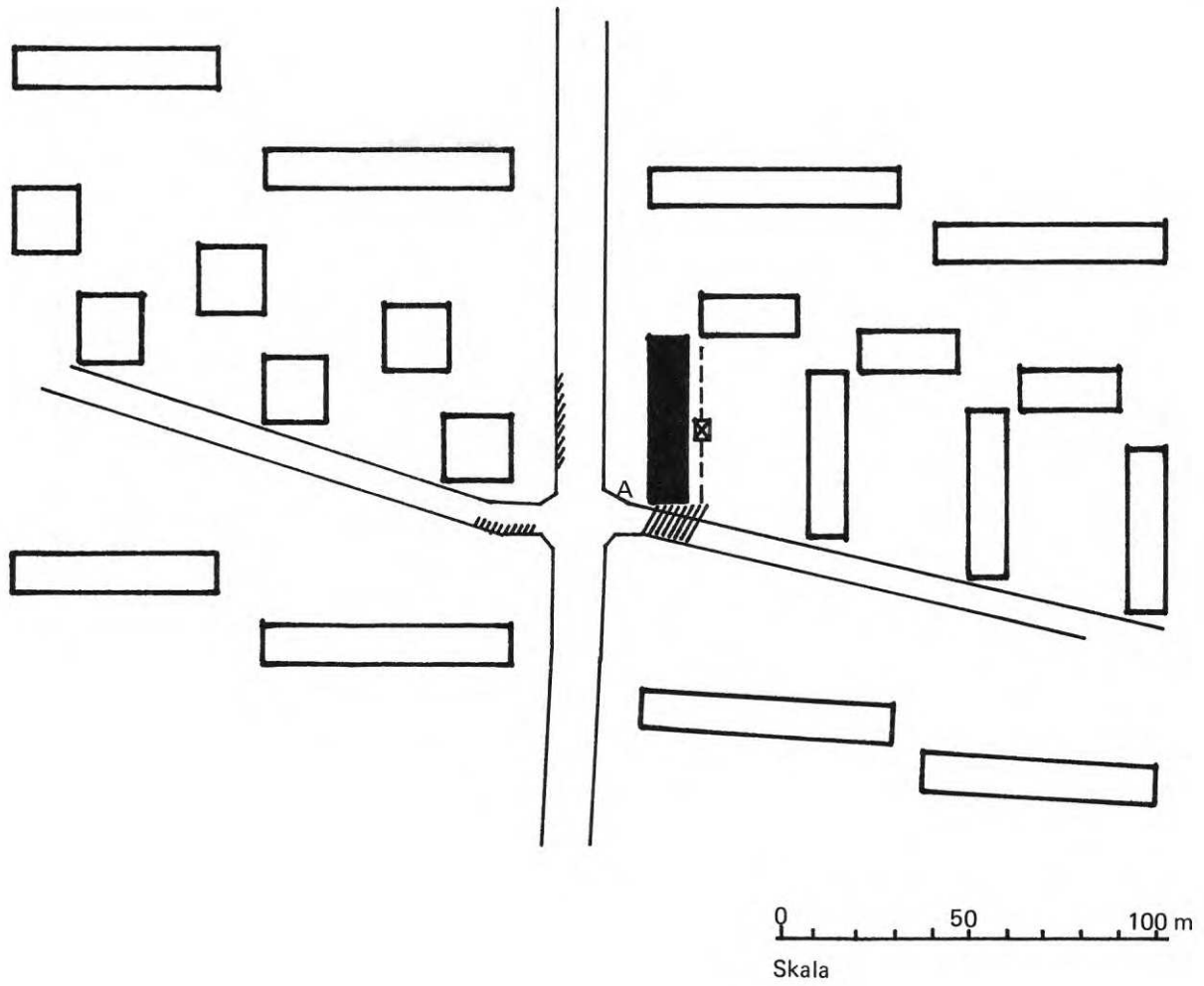
Tiden avser effektiv hanteringstid. Antalet observationer
var 213 st.

TAB. 17 Medelvärde och standardavvikelse av terminaltid vid fabrik.
Lastning av bjälklag, innerväggar resp. fasader

	Medelvärde i min.			Standardavvikelse i min.		
	Bjk	Iv	Fas	Bjk	Iv	Fas
Lastning	15,5	24,3	21,8	5,1	5,1	6,1
Väntan	6,7	8,2	7,3	11,0	8,3	9,1
- på plats	5,4	3,5	6,3	10,5	6,8	9,3
- på lastning	1,3	4,7	1,0	2,5	7,3	1,3
Terminalkörning, order, adm.	5,1	8,2	6,0	2,4	3,7	3,2
Summa terminaltid	27,2	40,8	35,1	12,2	9,4	11,7

TAB. 18 Medelvärde och standardavvikelse av terminaltid vid byggplats.
Lossning av bjälklag.

	Medelvärde i min.	Standardavvikelse i min.
Lossning	15,0	4,0
Väntan	16,0	16,7
- på plats	7,0	11,4
- på lossning	8,9	14,4
Terminalkörning, order, adm.	4,0	1,0
Summa terminaltid	34,9	16,3



A = Hushöjd 6 vån., spårgående tornsvängkran typ C (se BIL. 3)
 //// = Uppställningsyta för fordon alt. påhängsvagnar

FIG. 33 Situationsplan över byggplats, elementbyggnadssystem II.

TAB. 19 Medelvärde och standardavvikelse av terminaltid vid byggplats.
Utbyte av 1 påhängsvagn

	Medelvärde i min.	Standardavvikelse i min.
Koppling	8,1	2,6
Väntan	8,2	13,2
Terminalkörning, order, adm.	6,6	9,0
Summa terminaltid	23,0	14,7

TAB. 20 Tid för lossningscykel: påkoppling - förflyttning - montering - förflyttning .

Element- typ	Minuter per element					
	Medelvärde			Standardavvikelse		
	Från på- koppling t.o.m. montering	Från montering t.o.m. påkoppling	Cykel- tid	Från på- koppling t.o.m. montering	Från montering t.o.m. påkoppling	Cykel- tid
Bjk	7,0	2,5	9,5	8,1	1,1	7,9
Iv	7,6	1,9	9,3	2,8	0,9	2,7
Fas	16,4	3,3	20,7	11,3	3,6	12,2

TAB. 21 Tid för transport (d v s koppling och förflyttning) och montering.

	Transporttid			Monteringstid		
	Bjk	Iv	Fas	Bjk	Iv	Fas
Min./element	6,0	3,6	7,6	3,5	5,7	13,1
Min./ton	0,72	0,88	1,6	0,42	1,4	2,7



FIG. 34 Hanteringshjälpmedel för lossning på byggsplats av
a) innerväggar och fasader, b) bjälklag.

4.4 Elementbyggnadssystem III

4.4.1 Elementdata

Bjälklagselementen är av homogen betong och 20 cm tjocka. Golvbeläggning läggs direkt på bjälklagen.

Innerväggar förses på fabrik delvis med installationer för el och VVS.

Fasadelementen är av sandwichtyp och på fabrik försedda med målade snickerier och glasade fönsterbågar.

I systemet ingår dessutom trappelement, vilplan, pelare och balkongelement.

Elementdata i TAB. 22

Totalt erhålles för systemet 0,29 ton element/m³ byggnadsvolym och 0,059 antal element/m³ byggnadsvolym.

4.4.2 Lastning på fabrik

På den studerade fabriken tillverkades bjälklag, innerväggar, fasader, balkongelement, pelare och takfotselement. Av situationsplanen (FIG. 35) framgår fabriksområdets disponering, körvägar, hanteringsutrustning m m.

Det interna materialflödet går från formbrytning till

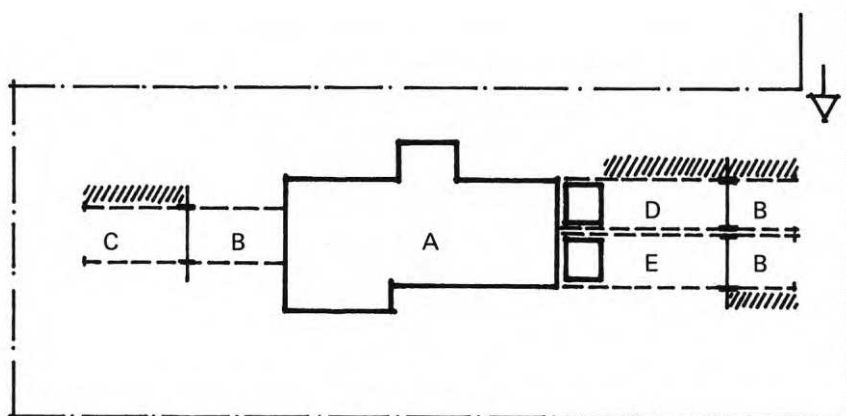
upplastning på spårgående tralla,
utkörning av tralla till lagerområde resp. härdkammare,
avlastning av element till plats i lager,
lagring,
upplastning på lastbil.

Det sista momentet har tidsstuderats och omfattar last-

TAB. 22 Elementdata för elementbyggnadssystem III, gällande bjälklag, innerväggar och fasader.

	Bjk	Iv	Fas
Största längd, m	5,8	7,9	4,0
Största bredd (höjd), m	2,7	2,5	2,7
Största vikt, ton	7,5	7,2	3,2
Medelvikt, ton ¹	6,3	5,7	2,6
Antal element/m ³ byggnads- volym ²	0,030	0,011	0,019
Ton element/m ³ byggnads- volym	0,18	0,064	0,047

- (1) Anger värden erhållna ur studiematerialet (308 element till ett byggnadsobjekt).
- (2) Avser enbart det studerade byggnadsobjektet.



A = Fabriksbyggnad

B = Bockkran 10 ton

C = Lager, fasader

D = Lager, innerväggar

E = Lager, bjälklag

////= Uppställningsyta för fordon vid lastning

0 50 100 m
Skala

FIG. 35 Situationsplan över fabrik, elementbyggnadssystem III.

ningscykeln (FIG. 21) inklusive av- och påkoppling (TAB. 23).

Hanteringshjälpmedel på fabriken är desamma som framgår av FIG. 31 a, b, c.

4.4.3 Externtransporter

Transporterna sker till 100 % med lastbil mellan fabrik och byggplats. För transporternas genomförande används vid fabrik genomgående principen dragbil och tillkopplad påhängsvagn, medan vid byggplatsen används principen dragbil och utbytbar påhängsvagn för fasader och innerväggar och dragbil och tillkopplad påhängsvagn för bjälklagen. Själva förflyttningen sker alltid med 1 påhängsvagn.

Transporttjänsten är till största delen upphandlad hos en transportör. Påhängsvagnar och ett fåtal dragbilar är elementfabrikens egna.

Planeringen är densamma som i elementsystem I. Kommunikationsradio saknas.

Transportmedel

Enbart de i systemet förekommande typerna av transportmedel samt elementplacering redovisas (FIG. 36).

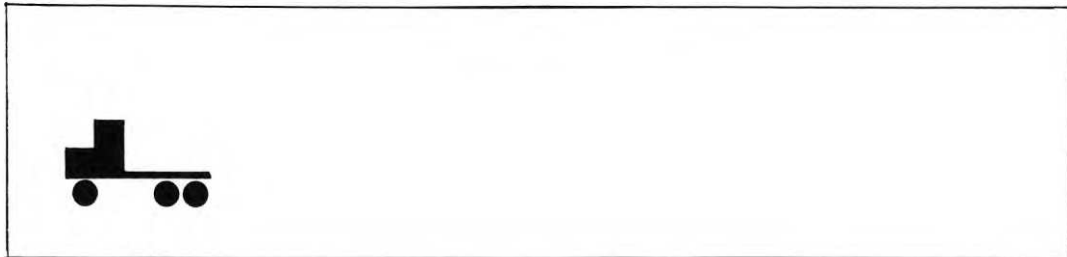
Antal påhängsvagnar per dragfordon

Den korta transportsträckan möjliggjorde 1 dragfordon på 2 påhängsvagnar, varvid utbyte skedde på byggplatsen vid transport av innerväggar och fasader, medan den kopplade fordonskombinationen användes i övriga fall. Dessutom användes samma påhängsvagn för transport av bjälklag som för transport av innerväggar och fasader. Abocken lyftes vid behov av och på vid fabriken.

TAB. 23 Tid för lastningscykel: påkoppling - förflyttning-avkoppling - förflyttning.

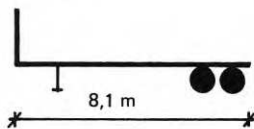
	Medelvärde			Standardavvikelse		
	Bjk	Iv	Fas	Bjk	Iv	Fas
Lastningstid min./element	7,4	5,6	3,1	3,3	2,1	1,4
Lastningstid min./ton	1,2	1,0	0,98	-	-	-

Dragfordon

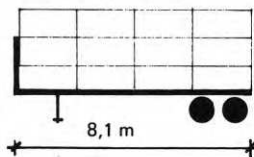


Påhängsvagnar

För bjälklag



För innerväggar och fasader



Fordonskombinationer

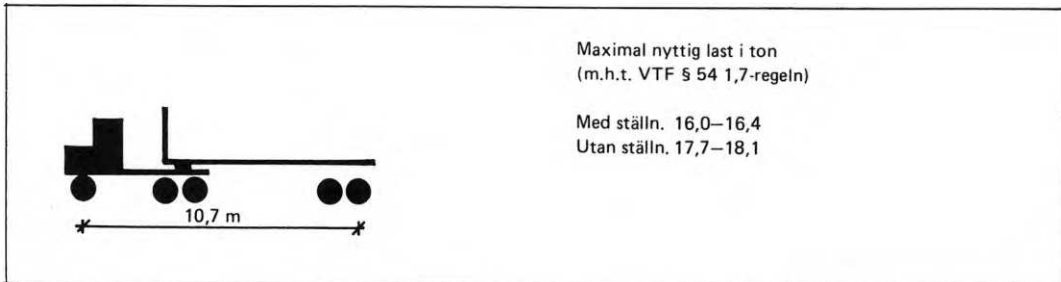


FIG. 36 Transportmedel i elementbyggnadssystem III.

Transportavstånd och transporterad vikt

För systemet har under en tremånadersperiod (sept., okt., nov. 1969) studerats transporterad mängd element till den byggplats fabriken levererar element (TAB. 24).

Medeltransportavståndet blir 3 km.

Vikt och antal element per lass

Se TAB. 25

Terminaltid på fabrik

Redovisat resultat avser terminaltid för lastning av fordonsekipage med 1 påhängsvagn (TAB. 26).

Totala antalet observationer var 136 st.

Terminaltid på byggplats

På grund av den skilda metodiken redovisas terminaltid för lossning av bjälklag (TAB. 27) respektive för lossning av innerväggar och fasader (TAB. 28) var för sig.

För varje terminalbesök åtgick

1,9 \pm 0,2 antal kopplingar och
3,5 \pm 1,2 minuter per koppling.

Totala antalet observationer (TAB. 27 och 28) var 123 st.

4.4.4 Lossning på byggplats

För systemet har en byggnadsplats studerats. Situationsplan för byggnadsområdet med hushöjder, krantyp, körvägar m m framgår av FIG. 37.

TAB. 24 Transporterad mängd element.

Bygg- plats	Antal ton	Avstånd km	Transport- arbete tonkm
	Bjk + Iv + Fas		
1	19 043	3	57 129

TAB. 25 Lastad vikt och antal element avseende 92 lass,
medelvärde och standardavvikelse.

	Medelvärde			Standardavvikelse		
	Bjk	Iv	Fas	Bjk	Iv	Fas
Vikt i ton per lass ⁽¹⁾	20,0	17,2	12,3	3,6	4,4	0,9
Antal element per lass	3,2	3,1	4,7	0,7	1,1	1,0

(1) Jämför maximal nyttig last fig. 36 sid. 63

TAB. 26 Medelvärde och standardavvikelse av terminaltid vid fabrik.
Lastning av bjälklag, innerväggar resp. fasader.

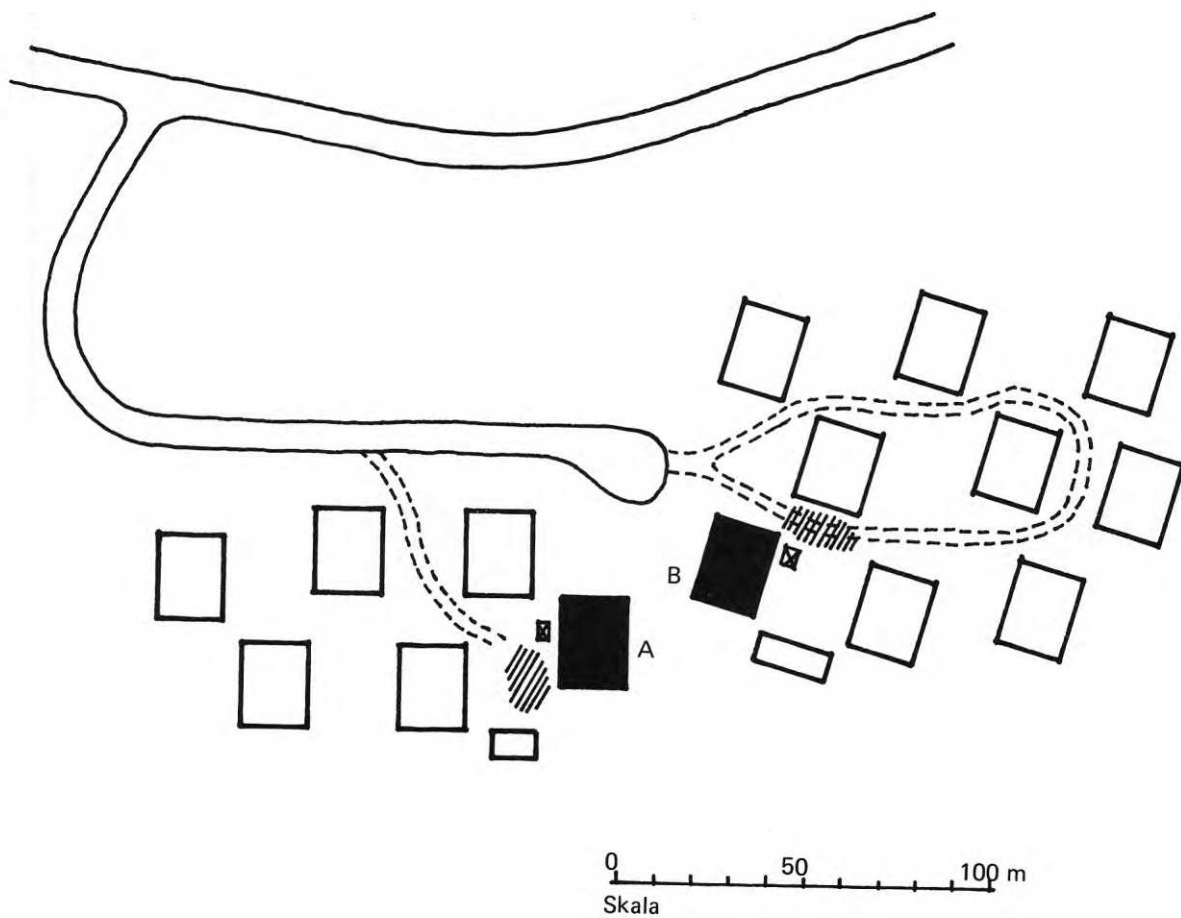
	Medelvärde i min.			Standardavvikelse i min.		
	Bjk	Iv	Fas	Bjk	Iv	Fas
Lastning	25,7	18,6	17,7	6,7	6,8	9,4
Väntan	6,6	3,8	11,8	7,0	5,6	7,3
- på plats	3,9	1,4	2,3	7,9	4,8	5,6
- på lastning	2,7	2,4	9,5	3,3	4,0	7,0
Terminalkörning, order, adm.	2,8	1,5	4,6	1,6	0,7	2,3
Summa terminaltid	35,2	24,0	34,1	9,3	7,0	10,1

TAB. 27 Medelvärde och standardavvikelse av terminaltid vid byggplats.
Lossning av bjälklag.

	Medelvärde i min.	Standardavvikelse i min.
Lossning	16,6	5,9
Väntan	4,8	6,8
- på plats	0	0
- på lossning	4,8	6,8
Terminalkörning, order, adm.	4,2	1,8
Summa terminaltid	25,6	9,4

TAB. 28 Medelvärde och standardavvikelse av terminaltid vid byggplats.
Utbyte av 1 påhängsvagn.

	Medelvärde i min.	Standardavvikelse i min.
Koppling	6,9	2,6
Väntan	4,7	8,4
Terminalkörning, order, adm.	4,3	3,3
Summa terminaltid	15,9	9,1



A och B = Hushöjd 4 vån., mobilkran på larvunderrede typ G (se BIL. 3)

/////// = Uppställningsyta för fordon alt. påhängsvagnar

FIG. 37 Situationsplan över byggplats, elementbyggnadssystem III.

På byggnadsplatsen lyfte byggnadskranen elementen direkt från lastbilen till montering på plats i huskroppen. Lossningscykel enligt FIG. 23 har tidsstuderats (TAB. 29 och 30). I studien ingår tid för koppling och montering.

Hanteringshjälpmedel på byggnadsplatsen är desamma som framgår av FIG. 34 a och b.

Tiden avser effektiv hanteringstid. Antalet observationer var 170 st.

4.5 Elementbyggnadssystem IV

4.5.1 Elementdata

Bjälklagselementen är av homogen betong och 16 cm tjocka. På elementen läggs efter montering överbetong.

Innerväggselementen förses på fabrik delvis med installationer för el.

Fasadelementen, som levereras av annan fabrikant, är av homogen gasbetong och på fabrik försedda med målade snickerier och glasade fönsterbågar.

I systemet ingår dessutom trappelement och vilplan.

Elementdata i TAB. 31.

Totalt erhålles för systemet 0,18 ton element/m³ byggnadsvolym och 0,071 antal element/m³ byggnadsvolym.

4.5.2 Lastning på fabrik

På den studerade fabriken tillverkades bjälklag och innerväggar. Dessutom tillverkades andra betongvaror, främst balkar. Fasadelementen, som användes i systemet, tillverkades av annan fabrikant. Av situationsplanen (FIG. 38)

TAB. 29 Tid för lossningscykel: påkoppling - förflyttning - montering - förflyttning .

Element- typ	Minuter per element					
	Medelvärde			Standardavvikelse		
	Från på- koppling t.o.m. montering	Från montering t.o.m. påkoppling	Cykel- tid	Från på- koppling t.o.m. montering	Från montering t.o.m. påkoppling	Cykel- tid
Bjk	4,8	2,4	6,3	3,1	1,1	2,5
Iv	7,4	1,7	8,5	1,8	0,9	1,7
Fas	5,8	1,9	8,3	2,0	0,8	2,3

TAB. 30 Tid för transport (d v s koppling och förflyttning) och montering.

	Transporttid			Monteringstid		
	Bjk	Iv	Fas	Bjk	Iv	Fas
Min. /element	3,9	2,8	4,4	2,4	5,7	3,9
Min. /ton	0,62	0,49	1,7	0,38	1,0	1,5

TAB. 31 Elementdata för elementbyggnadssystem IV, gällande bjälklag, innerväggar och fasader.

	Bjk	Iv	Fas
Största längd, m	3,9	6,1	4,9
Största bredd (höjd), m	2,5	2,6	2,7
Största vikt, ton	3,8	6,0	2,8
Medelvikt, ton ¹	2,7	3,2	1,2
Antal element/m ³ byggnads- volym ²	0,034	0,020	0,017
Ton element/m ³ byggnads- volym	0,092	0,063	0,021

- (1) Anger värden erhållna ur studiematerialet (924 element till ett byggnadsobjekt).
- (2) Avser enbart det studerade byggnadsobjektet.

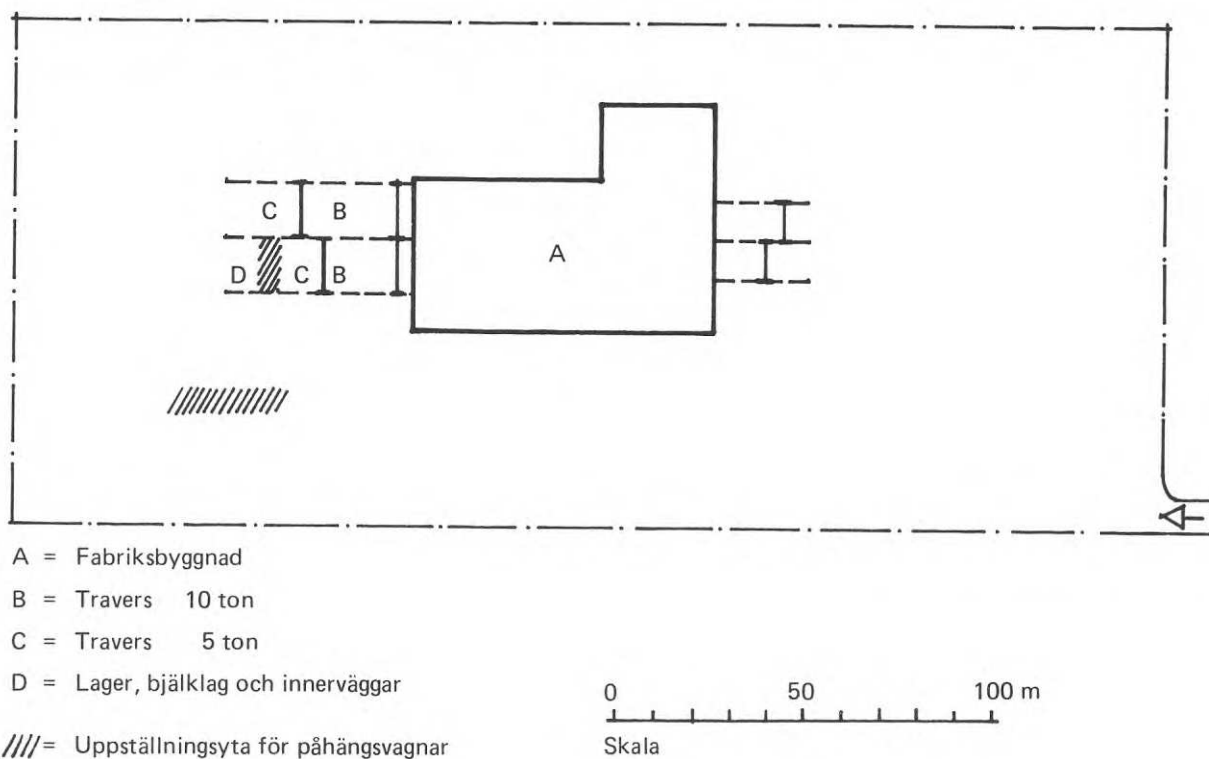


FIG. 38 Situationsplan över fabrik, elementbyggnadssystem IV.

framgår fabriksområdets disponering, körvägar, hanterings-
utrustning m m.

Det interna materialflödet går från formbrytning till

utlastning av element till plats i lager,
lagring,
upplastning på påhängsvagn.

Det sista momentet har tidsstuderats och omfattar lastnings-
cykel (FIG. 21) inklusive av- och påkoppling (TAB. 32).

Hanteringshjälpmedel vid fabriken för bjälklag och inner-
väggar framgår av FIG. 39.

En separat studie av tid för fastsurrning av elementen gjor-
des i detta system (TAB. 33).

Tiderna i TAB. 32 och 33 är effektiva hanteringstider. An-
talet observationer var 117 st.

4.5.3 Externttransporter

Mellan fabrik och byggnadsplats sker transporter till
100 % med lastbil. För elementsystemet användes genom-
gående principen med dragbil och utbytbar påhängsvagn.
Själva förflyttningen sker alltid med 1 påhängsvagn.

Transporttjänsten är i sin helhet upphandlad hos en
transportör.

Lastplaneringen sköts av fabriken personal. På grund
av den jämförelsevis ringa omfattningen av transporter
förekommer inte något egentligt transportplaneringsarbete,
utan inom en given ram skall transporter flyta efter
byggplatsens behov. Rutinen är densamma som för övriga
system, d v s byggplatsens montageledare avropar näst-
kommande dagsbehov till fabriken. Först då sysselsätt-

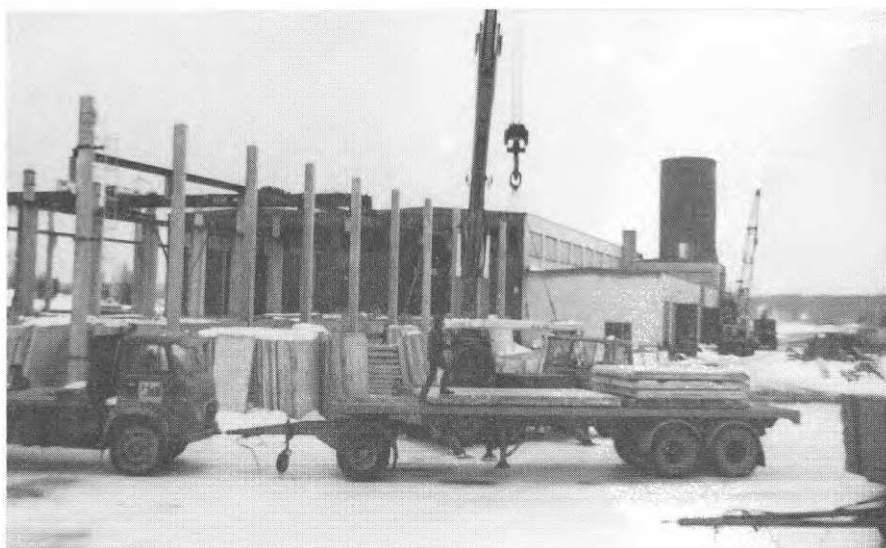


FIG. 39 Hantering av bjälklag vid fabrik. Bilden visar lastning med mobilkran utanför ordinarie lastplats. (På grund av otillräckligt lagerutrymme har elementen fått lagras utanför traversens arbetsområde.)

TAB. 32 Tid för lastningscykel: påkoppling - förflyttning - avkoppling - förflyttning.

	Medelvärde		Standardavvikelse	
	Bjk	Iv	Bjk	Iv
Lastningstid min./element	12,2	5,0	7,1	3,0
Lastningstid min./ton	4,6	1,6	-	-

TAB. 33 Tid för surrning av lasten.

	Medelvärde		Standardavvikelse	
	Bjk	Iv	Bjk	Iv
Surrningstid i min./lass	9,2	9,2	6,2	3,0
Surrningstid i min./element	1,3	1,4	-	-
Surrningstid i min./ton	0,47	0,46	-	-

ning saknas för fordonen inkopplas transportören.

Kommunikationsradio finns på bilarna men används ej i detta sammanhang.

Transportmedel

Här redovisas enbart de i systemet förekommande typerna av transportmedel och placering av elementen på dessa (FIG. 40).

Antal påhängsvagnar per dragfordon

Transportsystemet är upplagt så att transportbehovet skall tillfredsställas med 1 dragfordon på 4 påhängsvagnar. Två av påhängsvagnarna har alltid fast monterade stöd för fasad-elementen, medan A-bockarna lyfts av och på beroende på om man transporterar bjälklag eller innerväggar.

Transportavstånd och transporterad vikt

För systemet har under en tremånadersperiod (sept., okt., nov. 1969) studerats transporterad mängd element till den aktuella byggplatsen (TAB. 34).

Transportavståndet i medeltal med hänsyn tagen till transporterad mängd blir 88 km.

Vikt och antal element per lass

Se TAB. 35.

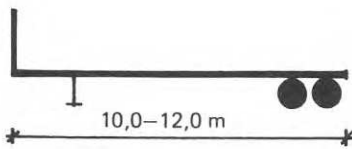
Terminaltid på fabrik

Redovisat resultat avser terminaltid för utbyte av 1 påhängsvagn (TAB. 36).

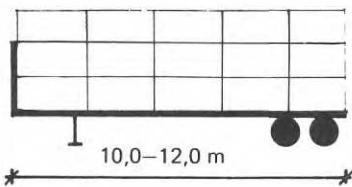
Dragfordon



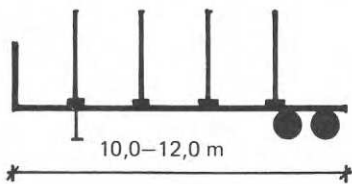
Påhängsvagnar



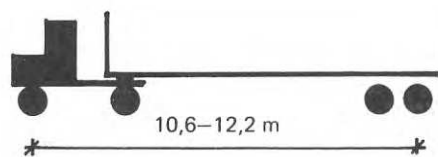
För innerväggar



För fasader



Fordonskombinationer



Maximal nyttig last i ton
(m.h.t. VTF § 54 1,7-regeln)

Med iv. ställn.	18,0–18,2
Med fas. ställn.	19,7–19,9
Utan ställn.	20,1–20,3

FIG. 40 Transportmedel i elementbyggnadssystem IV.

TAB. 34 Transporterad mängd element vid olika transportavstånd.

Bygg- plats	Antal ton		Avstånd km	Transport- arbete tonkm
	Bjk+Iv	Fas		
I	2589		70	181 230
		348	222	77 256
Summa	2937			258 486

TAB. 35 Lastad vikt och antal element avseende 128 lass, medelvärde och standardavvikelse.

	Medelvärde			Standardavvikelse		
	Bjk	Iv	Fas	Bjk	Iv	Fas
Vikt i ton per lass ⁽¹⁾	19,6	20,2	14,3	1,8	1,5	-
Antal element per lass	7,3	6,4	11,7	1,4	1,4	-

(1) Jämför maximal nyttig last fig. 40.

TAB. 36 Medelvärde och standardavvikelse av terminaltid vid fabrik. Utbyte av 1 påhängsvagn.

	Medelvärde i min.	Standardavvikelse i min.
Koppling	7,5	2,4
Väntan	34,0	34,7
Terminalkörning, order, adm.	13,3	5,5
Summa terminaltid	53,1	30,8

För varje terminalbesök åtgick

$$\begin{array}{r} 2,0 \pm 0 \text{ antal kopplingar och} \\ 3,8 \pm 1,2 \text{ minuter per koppling.} \end{array}$$

Totala antalet observationer (TAB. 36) var 57 st.

Terminaltid på byggplats

Redovisat resultat avser terminaltid för utbyte av 1 påhängsvagn (TAB. 37).

För varje terminalbesök åtgick

$$\begin{array}{r} 1,9 \pm 0,6 \text{ antal kopplingar och} \\ 3,9 \pm 1,4 \text{ minuter per koppling.} \end{array}$$

Totala antalet observationer (TAB. 37) var 60 st.

4.5.4 Lossning på byggplats

Situationsplanen för den studerade byggnadsplatsen visas i FIG. 41. Av planen framgår även hushöjd, krantyp, körvägar m m.

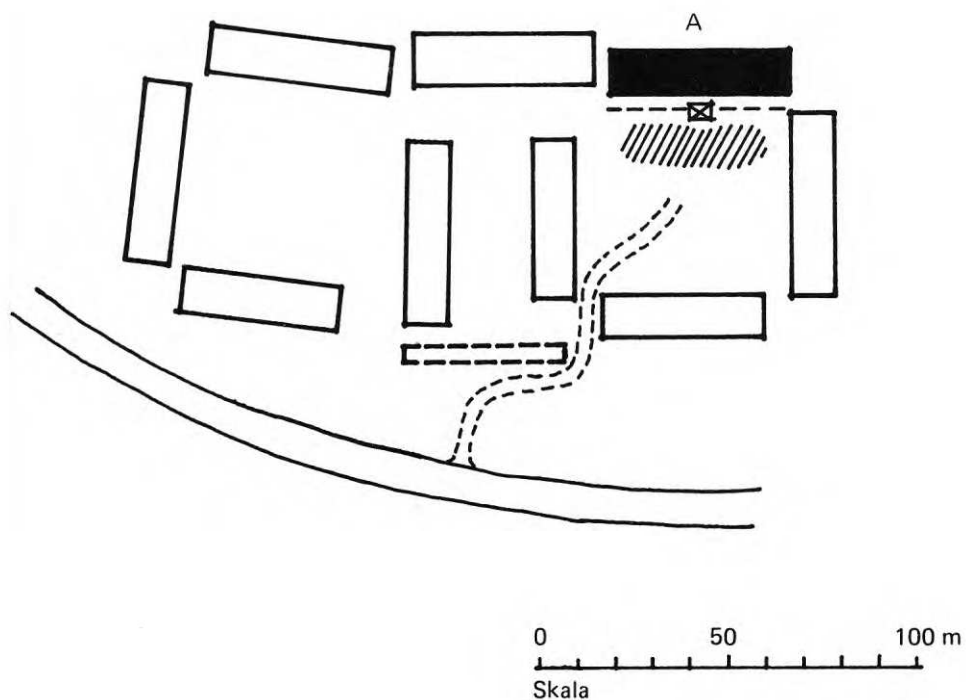
På byggnadsplatsen lyfte byggnadskranen elementen direkt från lastbilen till montering på plats i huskroppen. Lossningscykel enligt FIG. 23 har tidsstuderats (TAB. 38 och 39). I studien ingår tid för koppling och montering.

Hanteringshjälpmedel för lossning är desamma som i FIG. 34.

Tiden avser effektiv hanteringstid. Antalet observationer var 376 st.

TAB. 37 Medelvärde och standardavvikelse av terminaltid vid byggplats.
Utbyte av 1 påhängsvagn.

	Medelvärde i min.	Standardavvikelse i min.
Koppling	7,3	3,3
Väntan	5,3	8,9
Terminalkörning, order, adm.	5,9	4,6
Summa terminaltid	18,6	11,0



A = Hushöjd 3 vån., spårgående tornsvängkran typ D (se BIL. 3)

////= Uppställningsyta för påhängsvagnar

FIG. 41 Situationsplan över byggplats, elementbyggnadssystem IV.

TAB. 35 Tid för lossningscykel: påkoppling - förflyttning - montering - förflyttning .

Element- typ	Minuter per element					
	Medelvärde			Standardavvikelse		
	Från på- koppling t.o.m. montering	Från montering t.o.m. påkoppling	Cykel- tid	Från på- koppling t.o.m. montering	Från montering t.o.m. påkoppling	Cykel- tid
Bjk	2,9	2,2	5,1	1,3	1,6	2,2
Iv	6,7	1,6	10,5	2,8	0,7	3,1
Fas	3,3	2,0	10,5	2,9	0,9	3,1

TAB. 39 Tid för transport (d v s koppling och förflyttning) och montering.

	Transporttid			Monteringstid		
	Bjk	Iv	Fas	Bjk	Iv	Fas
Min. /element	4,4	3,6	4,0	0,70	6,9	6,5
Min. /ton	1,6	1,1	3,3	0,26	2,2	5,3

4.6 Elementbyggnadssystem V

4.6.1 Elementdata

Endast bjälklagselementet har inom ramen för forskningsprojektet varit möjlig att studera. Dessutom förelåg inte ett helt färdigutvecklat elementsystem för bostadsändamål som kunnat studeras. Det aktuella byggnadsprojektet är avsett för kontorsutrymme.

Bjälklagselementet är ett förspänt håldäckselement och anpassat till planmodul 3 M.

Övriga stomelement är betongpelare, betongbalk samt beklädnadselement av gasbetong.

Elementdata i TAB. 40.

4.6.2 Lastning på fabrik

På den studerade fabriken tillverkades bjälklag och dessutom betongpålar. Av situationsplanen (FIG. 42) framgår fabriksområdets disponering, körvägar, hanteringsutrustning m m.

Det interna materialflödet går från formbrytning till

eventuell sågning,
utkörning med flakvagn till lager,
avlastning till plats i lager,
lagring
upplastning på lastbil.

Det sista momentet har tidsstuderats och omfattar lastningscykel (FIG. 21) inklusive av- och påkoppling (TAB. 41).

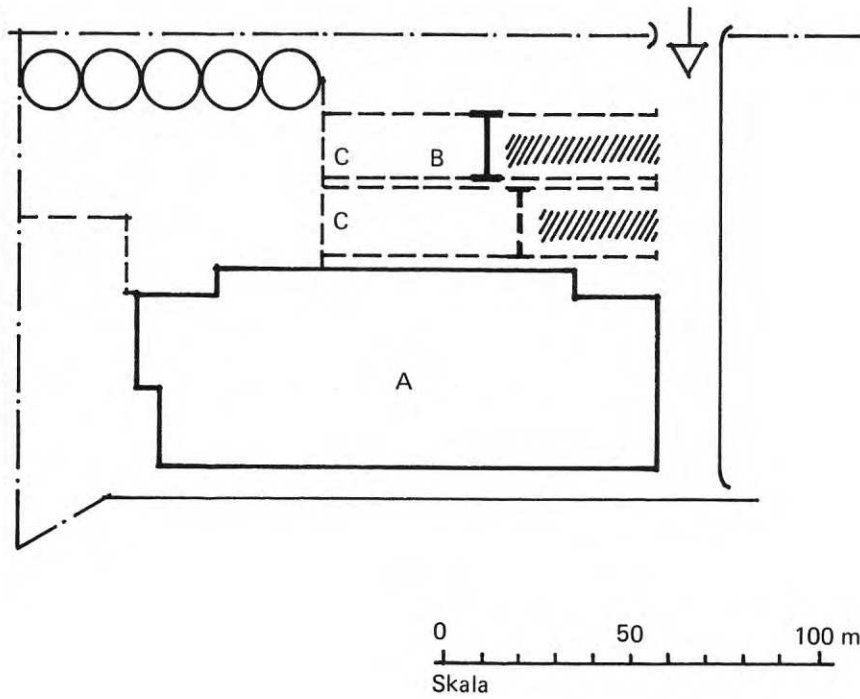
TAB. 40 Elementdata för elementbyggnadssystem V,
gällande bjälklag.

	Bjk
Största längd, m	12,4
Största bredd, m	1,2
Största vikt, ton	5,2
Medelvikt, ton ¹	4,4
Antal element/m ³ byggnads- volym ¹	0,021
Ton element/m ³ byggnads- volym ¹	0,090

(1) Avser enbart det studerade byggnadsobjektet
(312 element).

TAB. 41 Tid för lastningscykel: påkoppling - förflyttning - avkoppling -
förflyttning (enbart bjälklag).

	Medelvärde	Standardavvikelse
Lastningstid min./element	5,5	3,8
Lastningstid min./ton	1,3	-



A = Fabriksbyggnad

B = Travers 10 ton

C = Lager, bjälklag

//// = Uppställningsyta för fordon vid lastning

FIG. 42 Situationsplan över fabrik, elementbyggnadssystem V.

Hanteringshjälpmedel vid fabriken framgår av FIG. 43.

Antalet observationer var 147 st.

4.6.3 Externtransporter

Mellan fabrik och byggplats sker transporter till 100 % med lastbil. Genomgående används principen med dragbil och tillkopplad påhängsvagn. Själva förflyttningen sker alltid med 1 påhängsvagn.

Transporttjänsten tillhandahålles huvudsakligen av en transportör. På grund av oregelbundenheter i transportbehovet kan även andra komma i fråga.

Lastplanering och fordonsplanering sköts av fabriken leveransavdelning.

Rutinen är att byggplatsens montageledare avropar sina beställningar till fabriken varvid leveransavdelningen skaffar fordon för transporter. Något system i transportererna i likhet med tidigare beskrivna kan ej sägas föreligga. Detta på grund av det relativt ringa transportarbetet.

Transportmedel

I detta system användes enbart hela tiden hopkopplade dragbilar och påhängsvagnar (FIG. 44).

Antalet påhängsvagnar per dragfordon var alltid ett.

Transportavstånd och transporterad vikt

För systemet har under en tremånadersperiod (sept., okt., nov. 1969) studerats transporterad mängd element i ton till förekommande byggprojekt (TAB. 42).



FIG. 43 Hantering av bjälklag vid fabrik.

Fordonskombinationer

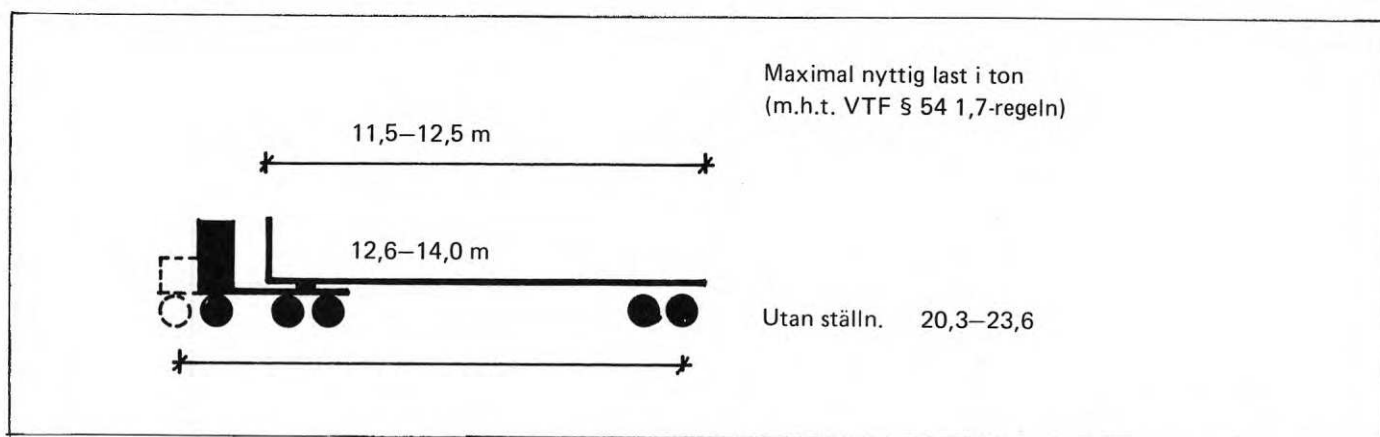


FIG. 44 Transportmedel i elementbyggnadssystem V.

TAB. 42 Transporterad mängd element vid olika transportavstånd.

Bygg- plats	Antal ton	Avstånd	Transport-
	Bjk	km	arbete tonkm
1	882	10	8 820
2	329	10	3 290
3	81	14	1 134
4	160	2	320
5	2 156	17	36 652
6	63	44	2 772
7	1 283	161	206 563
8	312	460	143 520
9	1 012	18	18 216
10	104	254	26 416
11	553	15	8 295
12	146	386	56 356
Summa	7 081		512 354

Transportavståndet i medeltal för hela systemet med hänsyn tagen till transporterad mängd blir 73 km.

Vikt och antal element per lass

Se TAB. 43.

Terminaltid på fabrik

Redovisat resultat avser terminaltid för lastning av 1 påhängsvagn (TAB. 44).

Totala antalet observationer var 108 st.

Terminaltid på byggplats

Redovisat resultat avser lossning av 1 påhängsvagn (TAB. 45).

Totala antalet observationer var 64 st.

4.6.4 Lossning på byggplats

Situationsplan över den studerade byggnadsplatsen med hushöjd, krantyp, körvägar m m framgår av FIG. 45.

På byggnadsplatsen lyfte byggnadskranen elementen direkt från lastbilen till montering på plats i huskroppen. Lossningscykel enligt FIG. 23 har tidsstuderats. I studien ingår tid för koppling och montering (TAB. 46 och 47).

Hanteringshjälpmedel för lossning framgår av FIG. 46.

Tiden avser effektiv hanteringstid. Antalet observationer var 217 st.

TAB. 43 Lastad vikt och antal element avseende 43 lass, medelvärde och standardavvikelse (enbart bjälklag).

	Medelvärde	Standardavvikelse
Vikt i ton per lass ⁽¹⁾	23,7	3,6
Antal element per lass	5,6	1,6

(1) Jämför maximal nyttig last fig. 44 sid. 83.

TAB. 44 Medelvärde och standardavvikelse av terminaltid vid fabrik. Lastning av 1 påhängsvagn.(enbart bjälklag).

	Medelvärde i min.	Standardavvikelse i min.
Lastning	40,5	20,0
Väntan	25,4	28,0
- på plats	18,0	27,4
- på lastning	7,5	12,9
Terminalkörning, order, adm.	13,7	7,4
Summa terminaltid	80,9	36,2

TAB. 45 Medelvärde och standardavvikelse av terminaltid vid byggplats. Lossning av 1 påhängsvagn (enbart bjälklag).

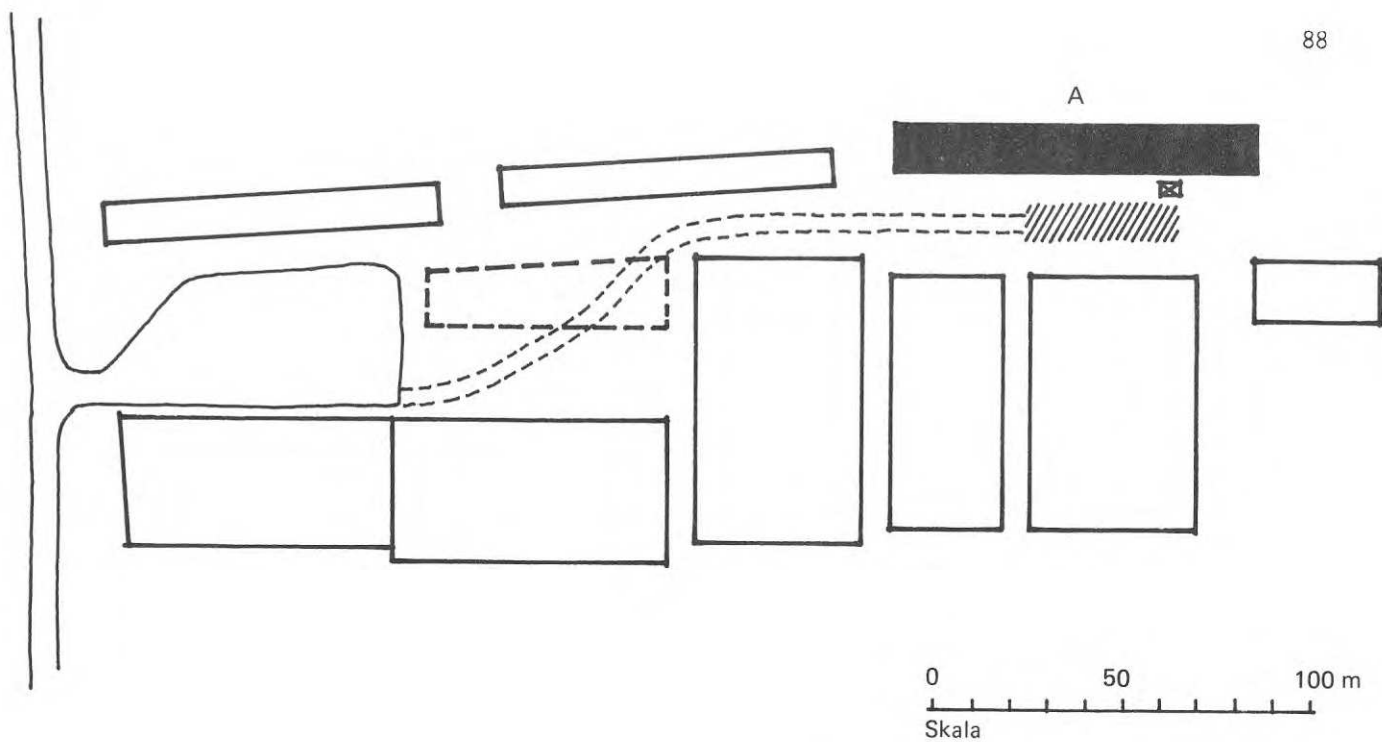
	Medelvärde i min.	Standardavvikelse i min.
Lossning	52,2	24,9
Väntan	15,5	10,1
- på plats	4,2	9,0
- på lossning	11,3	10,5
Terminalkörning, order, adm.	9,7	2,2
Summa terminaltid	77,3	27,7

TAB. 46 Tid för lossningscykel: påkoppling - förflyttning - montering - förflyttning (enbart bjälklag).

Medelvärde i minuter/element			Standardavvikelse i minuter/element		
Från på- koppling t.o.m. montering	Från mon- tering t.o.m. påkoppling	Cykel- tid	Från på- koppling t.o.m. montering	Från mon- tering t.o.m. påkoppling	Cykel- tid
7,0	4,4	11,2	4,6	4,3	5,5

TAB. 47 Tid för transport (d v s koppling och förflyttning) och montering (enbart bjälklag).

	Transporttid	Monteringstid
Min./element	8,6	2,6
Min./ton	2,0	0,59



A = Hushöjd 4 vån., truckmonterad mobilkran typ H (se BILAGA 3)

////=- Uppställningsyta för fordon

FIG. 45 Situationsplan över byggplats, elementbyggnads-system V.



FIG. 46 Lossning av bjälklag på byggplats.

Avsnittet syftar till att söka relevanta faktorer som påverkar utformningen av ett effektivt transportsystem samt skapa underlag till en bedömning av transportkostnadsandelen i byggkostnaden för elementbyggda hus.

5.1 Elementdata

FIG. 47-49 visar en sammanställning av systemens elementdata.

FIG. 47 visar skillnader i medel- och max. vikter. Man konstaterar en relativt stor skillnad inom systemen, vilket blir en nackdel vid dimensionering av byggnadskran. I övrigt åkttas att system I är ett "lättare" system än främst II och III, vilket visar sig i ett stort antal element/m³ bV för I och ett mindre antal ton/m³ bV. Fasadelementet i system IV uppvisar den lägsta vikten i ton/m³ bV - en fördel från externt transportsynpunkt - men ingen avvikande skillnad i antal element/m³ bV.

I TAB. 48 är sammanställt den procentuella fördelningen av element inom systemen med avseende på dels ton/m³ bV, dels antal element/m³ bV. Med hänsyn till systemens storlek (produktion) har siffrorna sammanvägts.

5.2 Lastning på fabrik

5.2.1 Sammanställning

TAB. 49 visar en sammanställning av effektiv tid för lastning och surring av lasten för studerade system och elementtyper.

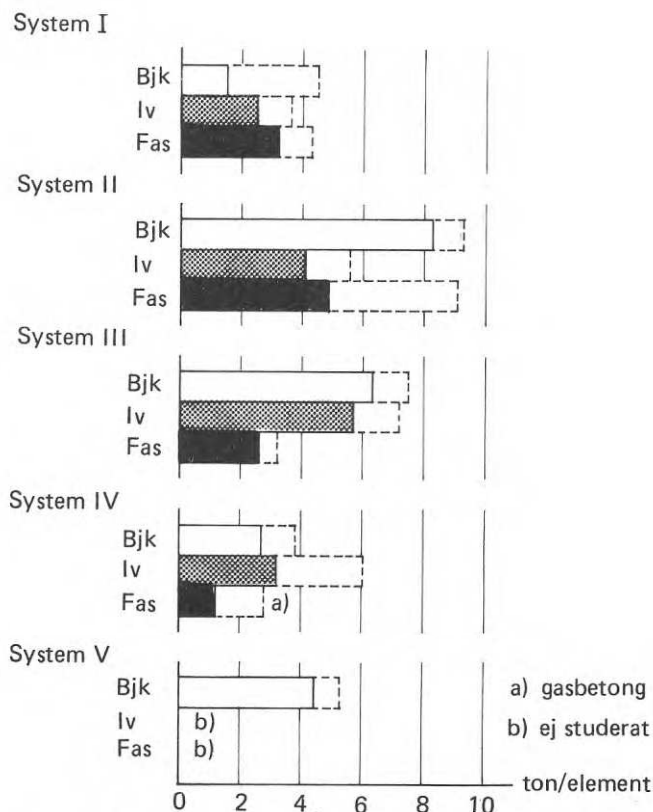


FIG. 47 Medel- (heldragna linjer) och max.vikter (streckade linjer) för bjälklag, innerväggar och fasader.

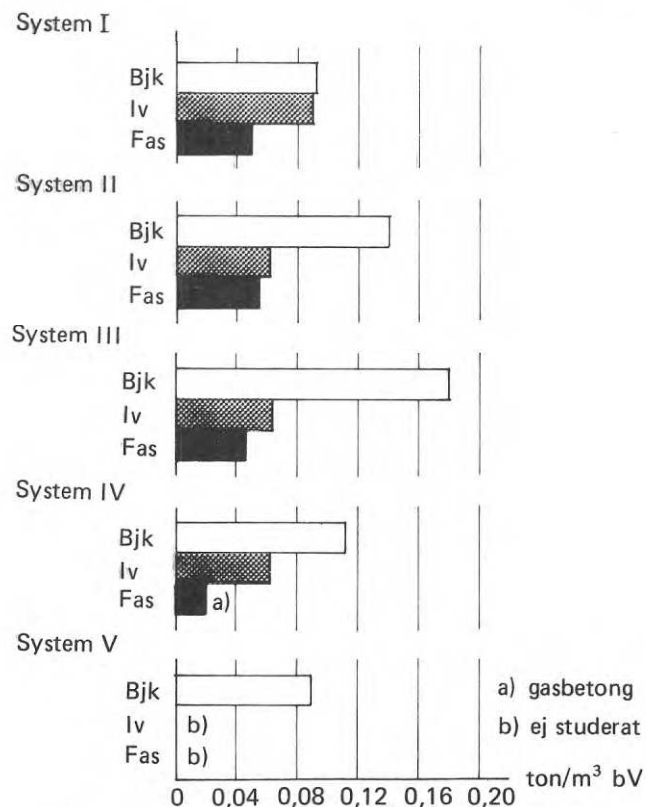


FIG. 48 Bjälklags-, innerväggs- och fasadelementvikt uttryckt i ton/m³ byggnadsvolym.

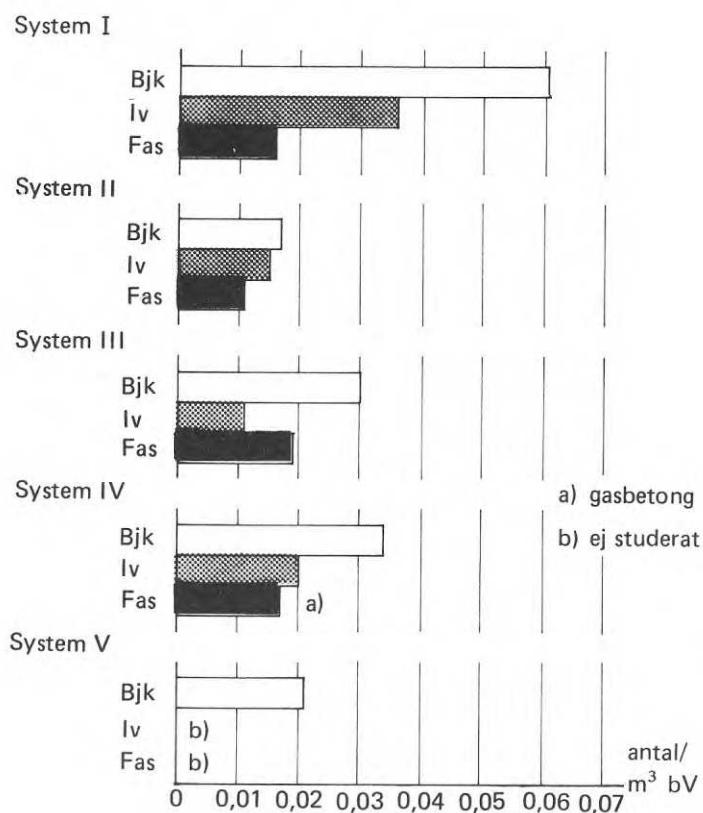


FIG. 49 Bjälklags-, innerväggs- och fasadelementstorlek uttryckt i antal element/m³ byggnadsvolym.

TAB. 48 Procentuell fördelning av elementtyper inom systemen.

System	Procentuell fördelning med avseende på					
	ton/m ³ byggnadsvolym			antal element/m ³ byggnadsvolym		
	Bjk	Iv	Fas	Bjk	Iv	Fas
I	39,6	38,8	21,6	54,3	31,9	13,8
II	55,0	23,6	21,4	39,6	34,3	26,1
III	62,3	21,6	16,1	49,8	19,0	31,2
IV	52,3	35,8	11,9	48,3	28,0	23,7
V	-	-	-	-	-	-
Medel- värde	50,3	29,9	19,8	51,0	30,0	19,0

TAB. 49 Sammanställning av medelvärden av tid för lastning (1 cykel) med travers eller bockkran på fabrik, samt tid för surrning av lasten.

System		Lastningstid			Surrningstid		
		Bjk	Iv	Fas	Bjk	Iv	Fas
I	min./element	2,7	4,1	-	0,82	1,0	-
	min./ton	1,8	1,7	-	0,55	0,42	-
II	min./element	5,8	4,9	5,4 (1)	0	0	0
	min./ton	0,70	1,2	1,1	0	0	0
III	min./element	7,4	5,6	3,1 (1)	0	0	0
	min./ton	1,2	1,0	0,98	0	0	0
IV	min./element	12,2	5,0	-	1,3	1,4	-
	min./ton	4,6	1,6	-	0,47	0,46	-
V	min./element	5,5	-	-	(1) 0	-	-
	min./ton	1,3	-	-	0	-	-

(1) Surrningen ingår i terminaltiden för lastning eftersom fordonen väntar - enligt principen dragbil och hela tiden tillkopplad påhängsvagn.

5.2.2 Samband

Det erhållna resultatet av lastningstider har avsatts i ett diagram som funktion av lagerytans avstånd till lastplatsen (FIG. 50). Då avses den horisontella förflyttning i meter, som elementet i medeltal transporteras. En regressionsanalys ger anpassning till givna värden och en kurva. Resultatet ger en determinationskoefficient på 0.07 (determinationskoefficient = (korrelationskoefficient)² d. v. s. en koefficient som anger i hur hög grad en regressionslinje överensstämmer med givna observationsdata). Man kan med andra ord ej påstå att lastningstiden för det studerade materialet är primärt beroende av transporterad sträcka.

På samma sätt avsattes lastningstiden som funktion av det förflyttade elementets vikt i ton. På grund av den starka avvikelserna för en av observationerna har denna utelämnats i regressionsanalysen. FIG. 51 visar sambandet och en determinationskoefficient på 0.85. Lastningstiden kan alltså betraktas som beroende av lastad vikt.

Studien har omfattat både koppling och förflyttning. Det dominerande tidsmässiga inslaget är kopplingsmomentet. Effekten av detta visar sig i lastningstidens beroende av elementets vikt. Ju tyngre element desto mer komplicerad kopplings- (lyft-)anordning erfordras.

5.2.3 Kostnader

Förutsättningarna för kostnadsberäkningarna utgöres av BIL. 1. Underlaget har inhämtats från leverantörer av hanteringsmedel samt olika fabriker. Kostnadsläget avser november 1970.

Det bör påpekas att beräkningarna utgör ett försök till skattning av den kostnadsandel, som är att hänföra till utlastningen på en elementfabrik. Således har hälften av maskinkostnaderna medtagits med motiveringen att fabriken lyftkapacitet har måst dubblas på grund av utlastningen. Att lyfta elementet inifrån fabriken till plats i

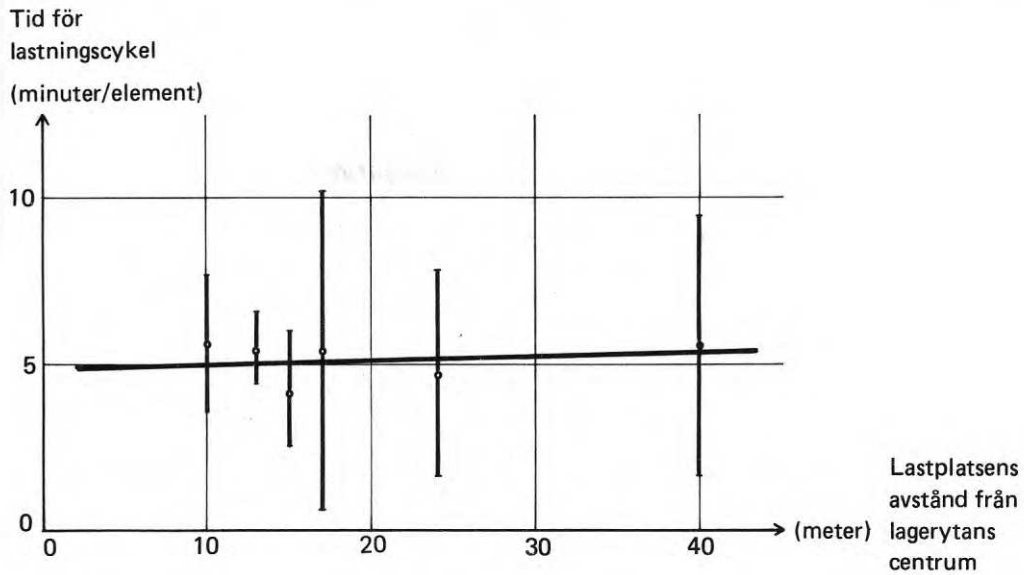


FIG. 50 Lastningstid (1 cykel) på fabrik med travers eller bockkran i minuter/element som funktion av lagerytans avstånd till lastplatsen (medelvärde och spridning).

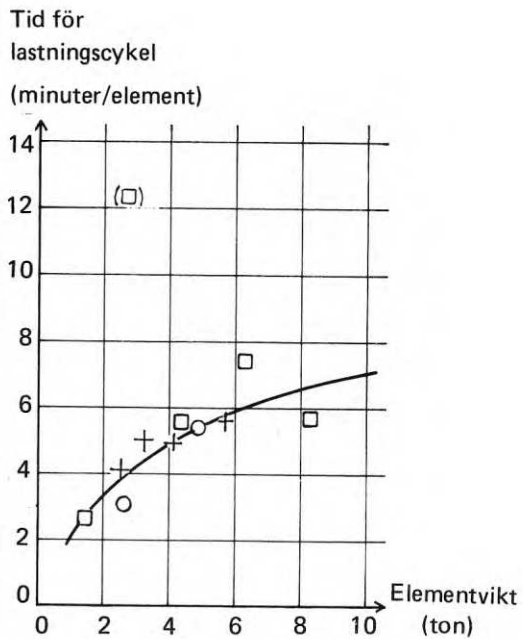


FIG. 51 Lastningstid (1 cykel) på fabrik med travers eller bockkran i minuter/element som funktion av medel-elementvikt per elementtyp och system i ton, (□) bjälklagselement, (+) innerväggselement och (○) fasadelement.

lagret bedöms ta ungefär lika lång tid som att lyfta från plats i lagret till lastbil. Någon kostnad för mark, traversbanor eller kranbanor har ej medtagits.

Eftersom tiden för lastning och surring avser effektiv tid, har ett tidspålägg med 25 % använts vid kostnadsberäkningen. Pålägget avser fördelningstid (spilltid), dvs tidigt in - sent ut vid raster o dyl, gångavstånd, återhämtning, ritningsläsning, personlig tid etc. Procentsiffran härrör från tidigare utförda tidsstudier avseende elementhantering på byggplats och bedöms vara representativa även för elementhantering på fabrik.

TAB. 50 visar en sammanställning av kostnaderna för lastning på fabrik. Vid beräkning av medelvärdet har hänsyn tagits till dels fördelningen av elementtyper, dels fördelning mellan systemen.

5.2.4 Diskussion

Lastningstiden för bjälklagen i system I är markant mindre än i de övriga. Detta kan anses bero på den i medeltal kortare förflyttningssträckan, den låga medelvikten och den rationella på- och avkopplingen med klämaggregat (FIG. 25a). Lastningsmetoden har egenskaper som alla bidrar till minskad tidsåtgång. För de övriga gäller att någon form av komplicerat hanteringsförfarande har ökat tidsåtgången. I system II och III erfordras t ex avskärning med gas av lyftöglor och i system IV, som har den i särklass längsta tiden, måste de ingjutna skruvhålen för lyftöglor alltid bilas fram. För system V tillkom också ofta bilning. I detta system finns också den längsta förflyttningssträckan.

För innerväggarna är skillnaderna mycket små. Detta beror också på att hanteringsförfarandet var snarlikt i alla systemen. Liksom för bjälklagen har system I ett effektivare kopplingsmedel (FIG. 25b) än de övriga. I system III hände ofta att lyftoket fick bytas, vilket också visar sig tids-

TAB. 50 Sammanställning av kostnader för överföring av lasten från lager-
gård på fabrik till på plats på fordonet. (Lastning inkl. surring)

System		Bjk	Iv	Fas	Medelvärde
I	kr/element	2:91	2:63	-	-
	kr/ton	1:95	1:09	-	-
	kr/m ³ byggnadsvolym	-:18	-:09	-	-
II	kr/element	7:40	3:81	3:11	5:05
	kr/ton	-:90	-:93	-:64	-:85
	kr/m ³ byggnadsvolym	-:13	-:05	-:04	-
III	kr/element	7:12	5:39	2:98	5:50
	kr/ton	1:15	-:96	-:94	1:08
	kr/m ³ byggnadsvolym	-:21	-:06	-:06	-
IV	kr/element	12:23	5:34	-	-
	kr/ton	4:60	1:71	-	-
	kr/m ³ byggnadsvolym	-:41	-:11	-	-
V	kr/element	4:88	-	-	-
	kr/ton	1:15	-	-	-
	kr/m ³ byggnadsvolym	-:11	-	-	-
Medel- värde	kr/element	4:56	3:23	3:04	3:87
	kr/ton	1:42	1:06	-:76	1:18
	kr/m ² byggnadsvolym	-:17	-:08	-:05	-

mässigt.

För fasaderna har endast två system studerats och skillnaden i tid är sannolikt att hänföra till den bättre ordningen i lagret i system III, kombinerat med att det var en äldre kran-skötare, som hittade lätt i lagret och dessutom var säkrare som förare. I övrigt har inte den intuitiva uppfattningen att det tar längre tid att lasta fasadelement på grund av glasrutorna visat sig i resultaten.

Hanteringsmedlen skiljer sig mellan systemen genom traverser och bockkranar. Skillnaderna typerna emellan visar sig till fördel för bockkranarna genom bl a att dessa har utliggning och upplastning kan ske över en mycket lång sträcka, vilket är en klar fördel, då transporterna sker enligt principen dragbil med utbytbar påhängsvagn. Härigenom ges också möjlighet att organisera lagret efter byggobjekt och alltså erhålla mycket korta förflyttningssträckor. Med principen dragbil och tillkopplad påhängsvagn måste ankommande fordonsekipage kunna lastas omedelbart och då fordras fler "serviceställen", d v s fler lyftfunktioner, och då blir sannolikt fler traverser lämpligare. Enligt vissa leverantörer är elementfabrikerna benägna att underdimensionera kranar och traverser och väljer ofta krangrupp II, enligt krankommisionens indelning, då de i stället borde välja grupp III, som är kraftigare dimensionerad. Resultatet visar sig i alltför ofta uppträdande driftsavbrott och störningar. Denna studie är icke upplagd så att den kan vederlägga detta förhållande. Iakttagelser under studien tyder dock på att driftsstörningar inte är ovanliga och effekten av dem visar sig omedelbart i störningar längs hela transportkedjan.

Organisationen i lagret visade sig ha stor betydelse för tidsåtgången. Alltför ofta upptogs stor del av lastningen med tid att leta efter önskat element.

Kostnaderna för hanteringen per element uppvisar största skillnaden på grund av skillnader i använd arbetskraft eller indirekt genom använd metod, d v s om lyftanordningarna på elementet är utformade så att en eller två man erfordras. I snitt är bjälklagen dyrast att hantera, beroende på ovan nämnda prepareringsförfarande. Kostnaden per ton blir lägst för det system, som har de högsta elementvikterna.

Sammanfattningsvis kan sägas att dominerande kostnadsberoende faktorer är:

konstruktionen på elementets lyftanordning,
organisationen i lagret,
val av hanteringsmedel
anpassning av typ till transportprincip
dimensionering.

5.3 Externtransporter

5.3.1 Sammanställning

FIG. 52-56 visar i stapeldiagram studerade terminaltider per lass för de olika systemen. För terminaltid på resp. fabrik, byggplats och totalt har också medtagits ett medelvärde utan hänsyn till använd metod.

5.3.2 Samband

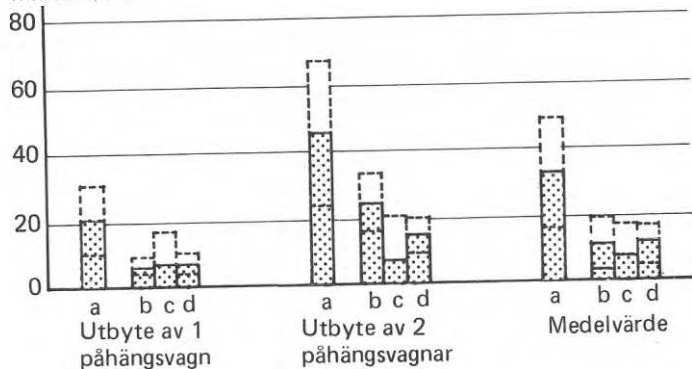
Terminaltider

I syfte att söka orsaken till variationerna i terminaltider har en regressionsanalys gjorts för dels det fall, då principen dragbil med utbytbar påhängsvagn användes och dels dragbil med hela tiden tillkopplad påhängsvagn.

Erhållet resultat har avsatts i diagram, varvid väntetiderna inte har tagits med, eftersom dessa uppträder med stor spridning och dessutom torde vara helt planeringsbe-

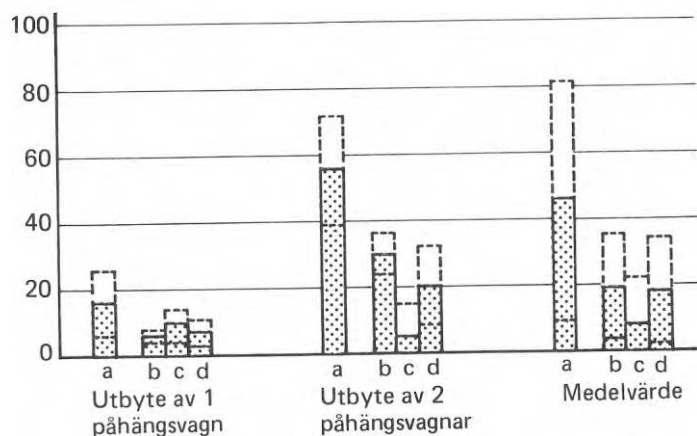
Terminaltid på fabrik

minuter/lass



Terminaltid på byggplats

minuter/lass



Summa terminaltid

minuter/lass

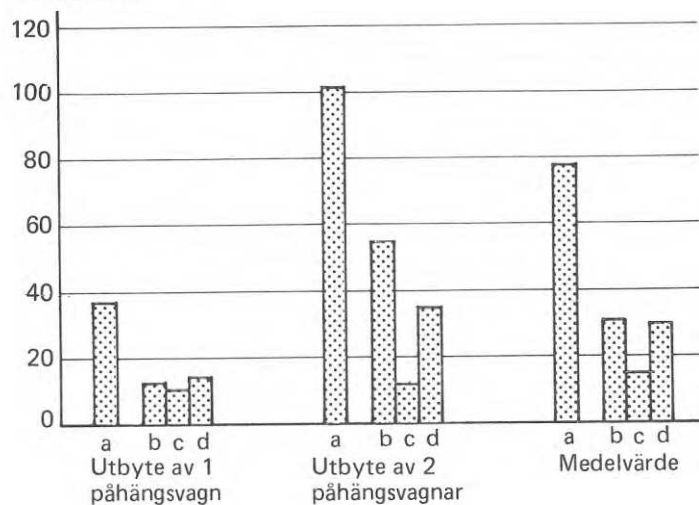
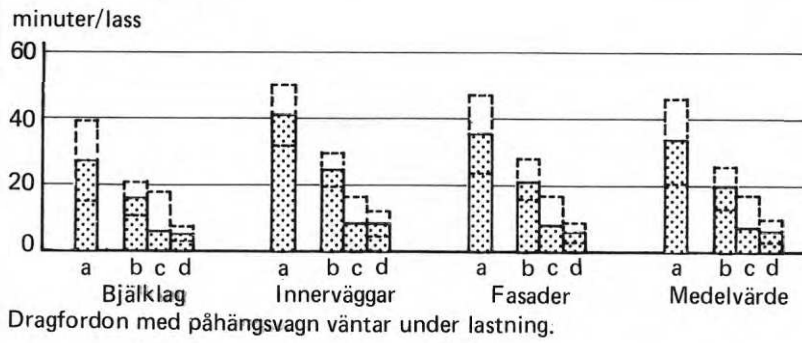


FIG. 52

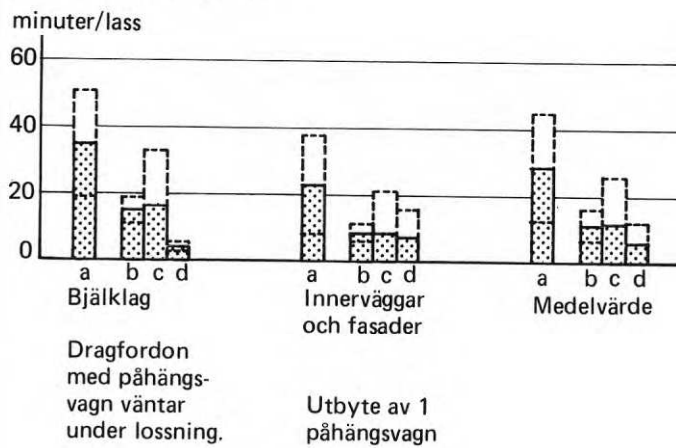
System I. Medelvärden (heldragna linjer) och standardavvikelser (streckade linjer) för terminaltider på fabrik, byggplats och summan av fabrik och byggplats.

- a) Totaltid per terminalbesök.
- b) Tid för koppling/lastning/lossning
- c) Tid för väntan.
- d) Tid för terminalkörning m m.

Terminaltid på fabrik



Terminaltid på byggplats



Summa terminaltid

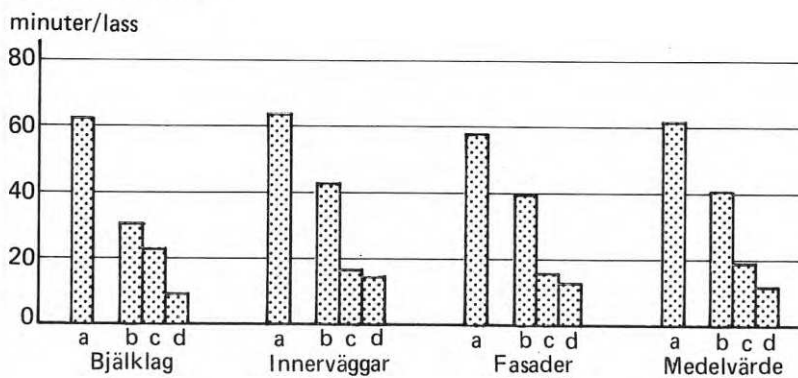
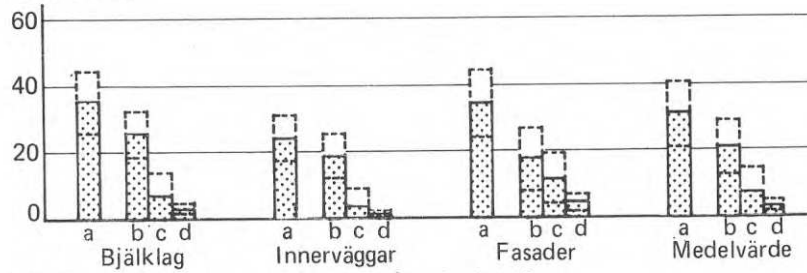


FIG. 53 System II. Medelvärden (heldragna linjer) och standardavvikelser (streckade linjer) för terminaltider på fabrik, byggplats och summan av fabrik och byggplats.

- Totaltid per terminalbesök.
- Tid för koppling/lastning/lossning.
- Tid för väntan
- Tid för terminalkörning m m.

Terminaltid på fabrik

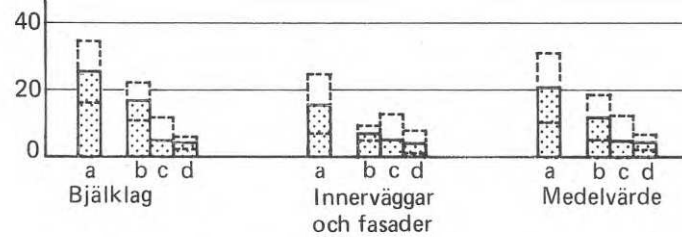
minuter/lass



Dragfordon med påhängsvagn väntar under lastning.

Terminaltid på byggplats

minuter/lass



Dragfordon
med påhängs-
vagn väntar
under lossning

Utbyte av 1
påhängsvagn

Summa terminaltid

minuter/lass

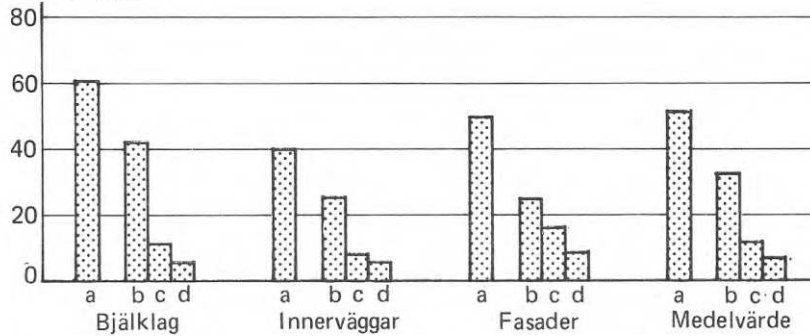


FIG. 54 System III. Medelvärden (heldragna linjer) och standardavvikelser (streckade linjer) för terminaltider på fabrik, byggplats och summan av fabrik och byggplats.

- Totaltid per terminalbesök.
- Tid för koppling/lastning/lossning.
- Tid för väntan.
- Tid för terminalkörning m m.

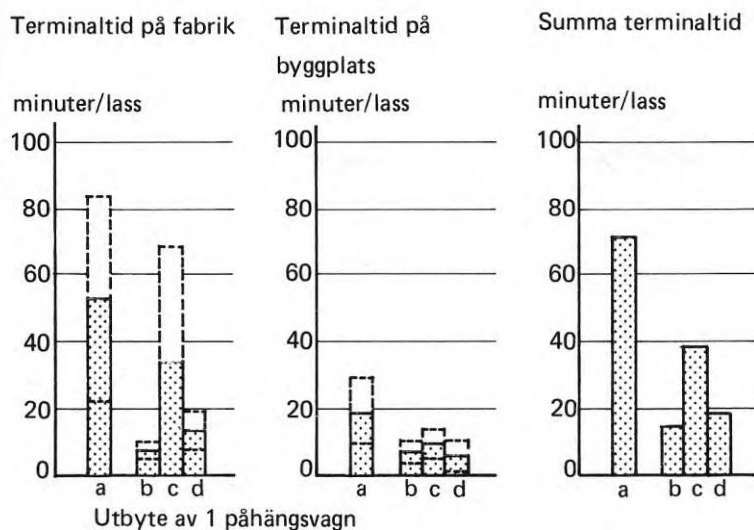


FIG. 55 System IV. Medelvärden (heldragna linjer) och standardavvikelser (streckade linjer) för terminaltider på fabrik, byggplats och summan av fabrik och byggplats.

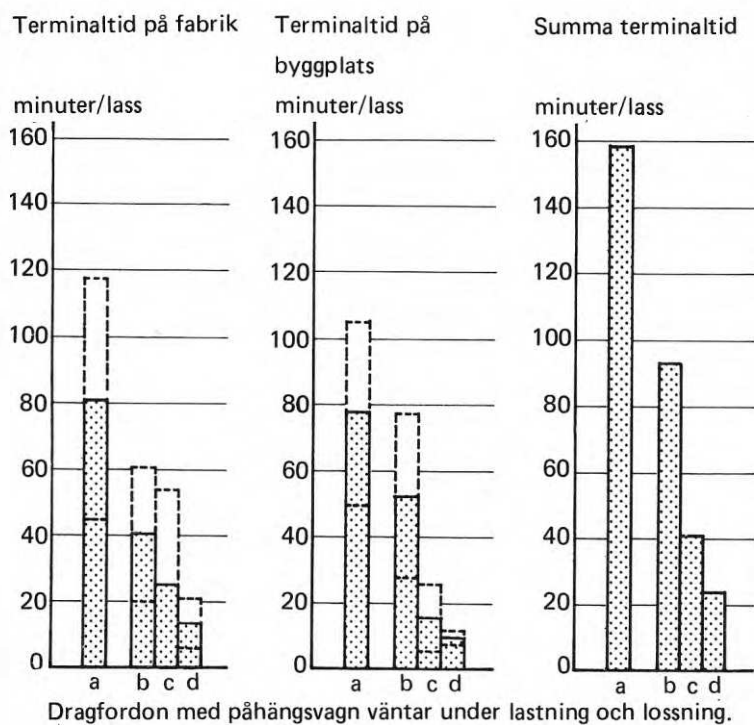


FIG. 56 System V. Medelvärden (heldragna linjer) och standardavvikelser (streckade linjer) för terminaltider på fabrik, byggplats och summan av fabrik och byggplats.

- a) Totaltid per terminalbesök.
- b) Tid för koppling/lastning/lossning.
- c) Tid för väntan.
- d) Tid för terminalkörning m m.

roende.

FIG. 57 visar terminaltiden exklusive väntetider som funktion av antalet kopplingar dragfordonet gör till påhängsvagnen - normalt bör vid utbyte av 1 påhängsvagn utföras en avkoppling och en tillkoppling, d v s totalt 2 kopplingar. Överensstämmelse med inritad rät linje och givna värden (determinationskoefficient) är 0.95. Terminaltiden kan alltså sägas vara beroende av antalet utförda kopplingar vid terminalbesöket. Varje ytterligare koppling dragfordon - påhängsvagn tar 6 minuter i anspråk.

FIG. 58 visar terminaltiden exklusive väntetider som funktion av antalet lastade/lossade element i det fall dragbil och påhängsvagn hela tiden är hopkopplade. I diagrammet har en uppdelning gjorts så att resultatet redovisas med förhållandena vid fabrik och byggplats var för sig. Överensstämmelse mellan inritade kurvor och givna värden (determinationskoefficient) är för kurvan vid fabrik 0.92 och vid byggplatsen 0.95. Kurvorna är exponentialfunktioner och terminaltiden ökar alltså mycket kraftigt med antalet element. Kraftigare vid byggplatsen än vid fabriken. Även om tendensen till en så kraftig ökning av terminaltiderna torde vara i starkaste laget (beroende på för få observationer) så står det klart, att terminaltiden naturligtvis är beroende av antalet lastade respektive lossade element i det fall dragbil och påhängsvagn hela tiden är hopkopplade.

Körtider.

Någon speciell undersökning av medelhastigheter och körtider har ej gjorts. Dock har för fullständighetens skull här medtagits resultatet ur tidigare utredning (Jonsson, 1969) samt en kortare studie på cirka 20 observationer.

FIG. 59 visar medelhastigheten i km/tim. som funktion av transportavståndet i km vid transport fabrik-bygge och bygge-fabrik, dels för fordon med maximalt tillåten hastighet av 70 km/tim. och dels för fordon med maximalt tillåten hastighet av 40 km/tim. Det senare resultatet är ut-

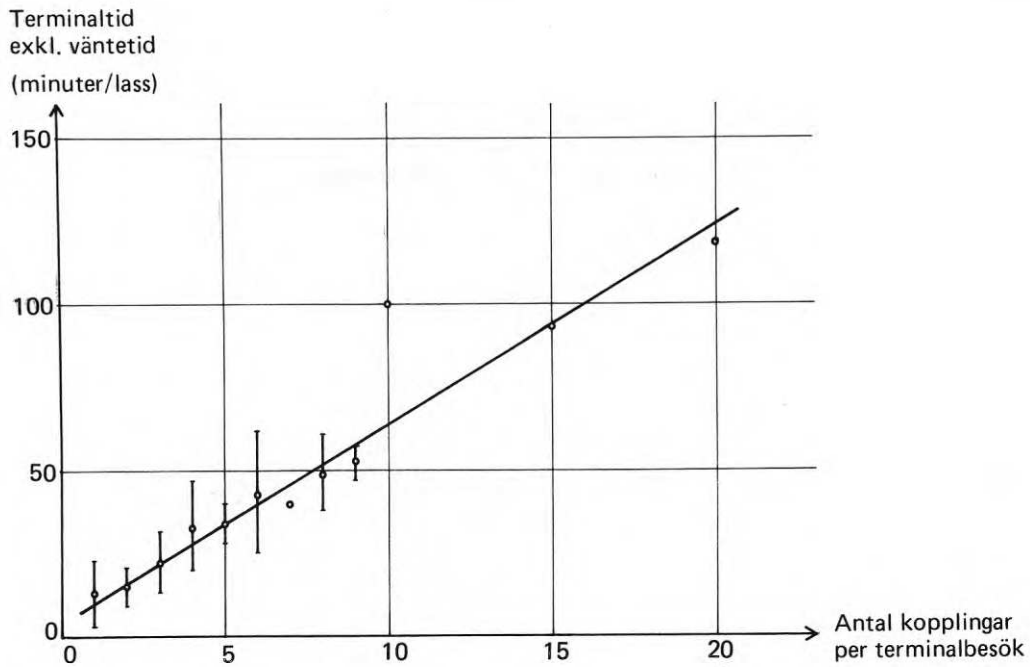


FIG. 57 Terminaltid exkl. väntetider (medelvärde och standardavvikelse) som funktion av antalet utförda kopplingar mellan dragbil och påhängsvagn per terminalbesök vid transport enligt principen dragbil med utbytbar påhängsvagn.

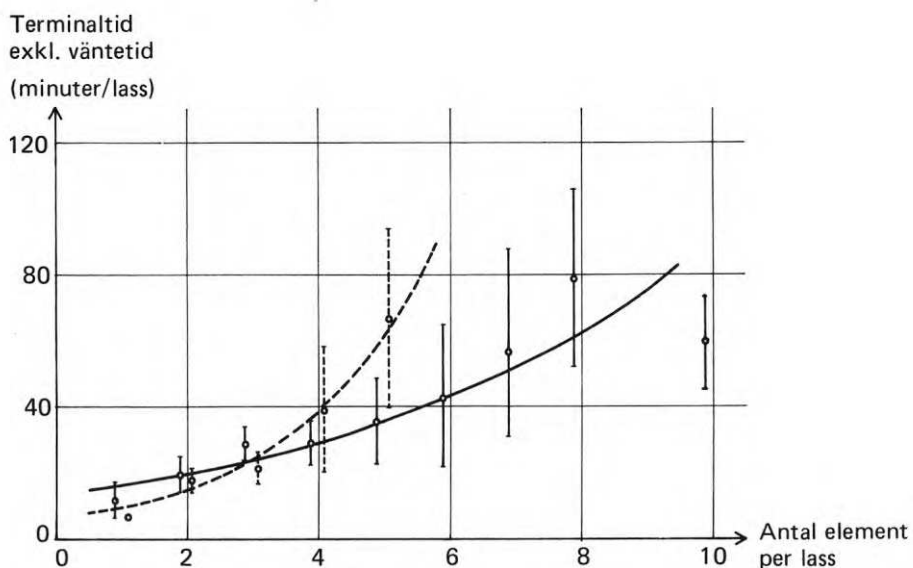


FIG. 58 Terminaltid exkl. väntetider (medelvärde och standardavvikelse) som funktion av antalet lastade eller lossade element vid fabrik (heldragna linjer) och byggplats (streckade linjer) vid transport enligt principen dragbil och hela tiden tillkopplad påhängsvagn.

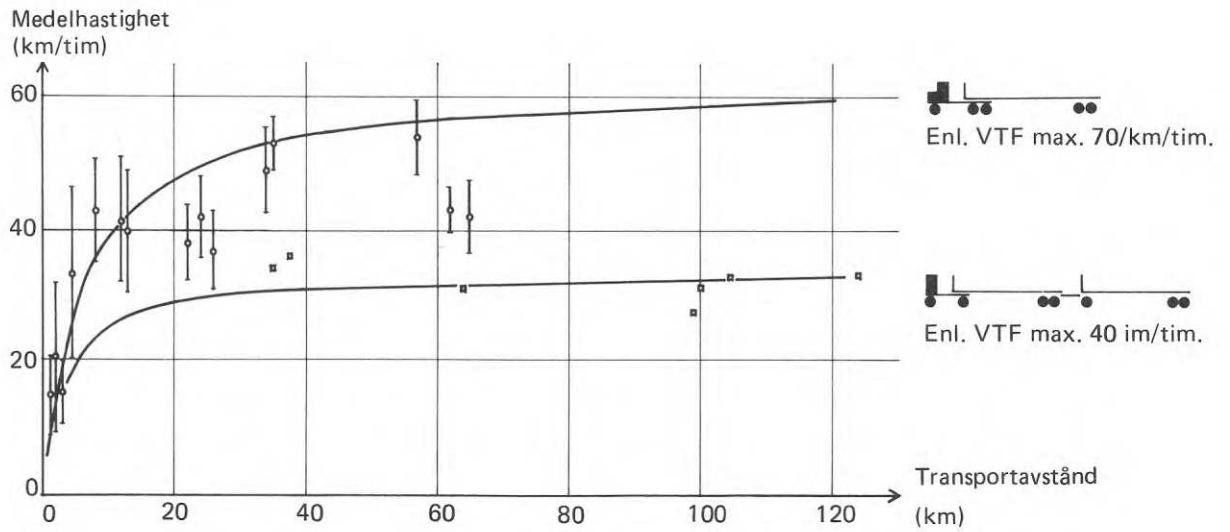


FIG. 59 Körhastigheten i km/tim. (medelvärde och standardavvikelse) som funktion av transportavståndet i km för 2 olika fordonskombinationer (\circ max. 70 km/tim. och \square max. 40 km/tim.). Medelhastighet för transport fabrik-bygge och bygge-fabrik.

fört med kontroll att 40 km/tim. ej överskridits och de inprickade värdena är medelvärden av cirka 3 observationer per sträcka utan angivande av standardavvikelse. Båda inritade kurvorna uppvisar vid en regressionsanalys en överensstämmelse med givna värden (determinationskoefficient) på 1 (avrundat värde, för kurvan gäller $x \neq 0$) och med y som medelhastighet i km/tim. och x som transportavstånd i km erhöles funktionerna

$$\text{För max. 70 km/tim.:} \quad y = \frac{x}{0.0159 \cdot x + 0.1}$$

$$\text{För max. 40 km/tim.:} \quad y = \frac{x}{0.0295 \cdot x + 0.1}$$

5.3.3 Kostnader

Underlaget för kostnadsberäkningarna utgöres av BIL. 2. Uppgifter har inhämtats från transportföretag och beräkningarna har med vissa undantag utförts enligt Svenska Åkeriförbundets beräkningsmetoder.

Kostnadsläget avser november 1970 och således har den av riksdagen beslutade skattehöjningen fr o m november 1970 på drivmedel medtagits. Den aviserade höjningen av fordonsskatten fr o m 1 januari 1971 är ej medtagen i beräkningarna, och det bör påpekas att fordonsskatten för tyngre fordon, som det här rör sig om, är föreslagen att höjas i 5 etapper fram till 1 januari 1979 (prop. nr 138, 1970).

Beräkningarna bygger på rådande förhållanden för respektive elementsystem. Således ingår eventuella överträdelser av gällande förordningar (bruttovikts- och max. hastighetsbestämmelser). Som beräkningsunderlag för utfört transportarbete har använts det material, som totalundersökts under tiden sept., okt., nov. 1969 (se redovisning för respektive system).

TAB. 51 visar en sammanställning av kostnaderna för externtransporter i kr/ton jämte kostnadernas fördelning på olika aktiviteter. I TAB. 52 har kostnaderna sammanställts uttryckt i kr/m³ byggnadsvolym. För överskådlig-

TAB. 51 Sammanställning av fördelning av kostnader för externtransporter i kr/ton.

System	Medel- transport- avstånd km	Terminalkostnader på fabrik			Summa	Kostnader för för- flyttning T O R			Terminalkostnader på byggplats			Summa extern transport kostnader
		Koppling, lastning	Väntan körning m.m.	Terminal- körning m.m.		Koppling, Lossning	Väntan körning m.m.	Terminal- körning m.m.	Summa			
I	48	1:44	-:52	1:10	3:06	12:51	1:60	-:30	1:30	3:20	18:77	
II	33	1:60	-:67	1:05	3:52	12:95	1:40	1:11	-:92	3:43	19:90	
III	3	1:51	-:37	-:53	2:41	3:27	1:16	-:32	-:77	2:27	7:95	
IV	88	2:19	2:80	1:87	6:86	28:40	1:07	-:47	-:87	2:41	37:67	
V	73	1:65	1:16	1:59	4:60	17:08	2:36	-:70	1:13	4:21	25:89	
Medel- värde	37	1:61	-:66	1:03	3:30	11:47	1:50	-:56	1:05	3:11	17:88	

TAB. 52 Sammanställning av kostnadsfördelning för externtransporter uttryckt i kr/m³ byggnadsvolym.

Sys- tem	Medel- transport avstånd km	Terminal- kostnad på fabrik	Terminal- kostnad på bygge	Summa terminal- kostnad	Kostnad för förflyttning T o R	Summa externtrpt- kostnad
I	48	-:70	-:74	1:44	2:68	4:32
II	33	-:92	-:88	1:80	3:37	5:17
III	3	-:70	-:66	1:36	-:95	2:31
IV	88	1:23	-:43	1:66	5:11	6:77
V	-	-	-	-	-	-
Medel- värde	34	-:78	-:75	1:53	2:63	4:16

hetens skull har i detta fall kostnaderna endast uppdelats i terminalkostnader och förflyttningskostnader. Fördelning av kostnaderna har gjorts efter undersökningens resultat och rörliga kostnader har ej medräknats vid stillastående aktiviteter såsom väntetider och tider för lastning och lossning enligt principen dragbil med hela tiden tillkopplad påhängsvagn. Kostnaderna för systemen i medeltal har sammanvägts med hänsyn till transporterad vikt.

5.3.4 Diskussion

Terminaltiderna har visats bero av antal utförda kopplingar och antal lastade element och i sin tur av vilken transportmetod som används. Som svar på vilken metod som har de kortaste terminaltiderna framgår klart att utbyte av 1 påhängsvagn ger den kortaste terminaltiden. Så är fallet i system I och V, delvis i system II och III samt i system IV. Kopplingstiden är relativt konstant och kort. Väntetiden ligger konstant i samma storleksordning utom för system IV, där man på fabriken hade problem att ha lassen färdiglastade i tid. Visserligen är spridningen mycket stor - över 100 % - vilket alltså visar att väntetid uppträder sporadiskt, men med höga värden, men man kan alltså inte säga att man blivit av med väntetiderna med denna transportmetod, vilket ofta används som argument för metoden. Orsakerna till väntetiderna är planerings- och kommunikationsproblem. Väntetiden utgöres alltid av väntan på tomma släp på bygget och färdiglastade släp på fabriken.

Terminalkörning m m ligger också praktiskt taget konstant i storleksordningen $1/3$ av terminaltiden. Här är däremot spridningen i allmänhet liten. Stor del av denna tid är diskussioner mellan chaufför och byggplatspersonal om påhängsvagnarnas placering eller instruktioner från transportledningen på fabriken. Administration i form av påskrift av transportsedlar kan ofta ta onödigt lång tid, då chauffören får leta efter behörig personal. Detta fördröjande moment borde kunna undvikas, men anses vara betydelsefullt efter-

som varan - elementen - övergår till annat ansvarsområde, d v s från leverantör till transportör respektive från transportör till byggplats. Någon avgörande skillnad i tider för terminalkörning på fabrik eller byggplats kan inte noteras.

Vägbeskaffenhet och framkomlighet på främst byggplatsen är inverkanse faktorer som inte visar sig så mycket i form av ökad terminaltid. I allmänhet var det väl tillgodosett med dessa förhållanden på de studerade arbetsplatserna. Bäst var det i system II och III, något sämre i system I. Dock ger förbättrad vägbeskaffenhet och bättre framkomlighet, enligt uppgift från intervjuade transportföretag, erfarenhetsmässigt minskade reparations- och underhållskostnader på både dragfordon och påhängsvagnar.

Utbyte av 2 påhängsvagnar förekommer endast i system I. Här är kopplingstiderna betydligt längre och även terminalkörningarna. Orsaken är dels naturligtvis det större antalet kopplingar - man får förutom den extra påhängsvagnen även dollyvagnen att hålla reda på -, dels det därmed ökade antalet körningar mellan kopplingarna och svårigheter med manövrering av fordonet på grund av för litet utrymme. Dessutom ökar planeringsproblemen och tiden för instruktioner till chaufförerna. Väntetiderna visar dock ingen tendens att öka i förhållande till fallet med utbyte av 1 påhängsvagn.

Vid transport enligt principen dragbil och påhängsvagn som hopkopplade väntar under lastning och lossning är terminaltiderna längre, dock olika långa beroende på i vilket sammanhang de återfinns. Sålunda har system II och III inom systemen båda ovan omnämnda transportmetoder och i dessa system är terminaltiderna enbart cirka 50 % längre än med metoden med utbytbara påhängsvagnar. Förhållandet torde bero på få element samt relativt god samordning mellan leverantör och byggare. För system V är inte själva elementsystemet så utvecklat, transportmetoden används renodlad, man lastar fler element och transporterarna har inte satts i system på samma sätt som för övriga elementtransporter. Av samma skäl är alltså lastnings- respektive lossningstiden längre i system V, väntetiderna längre och

tid för terminalkörning, order, administration m m längre - i sista fallet inverkar även den sämre planeringen av tillfartsvägarna på byggsplatsen.

Sambanden enligt FIG. 57 och 58 torde vara entydiga och vad gäller terminaltiden som funktion av antalet kopplingar är kommentarer överflödiga. Terminaltiden som funktion av antalet transporterade element bör nog tolkas med reservation för antalet utförda observationer, speciellt vad gäller den del av kurvan som representerar flera element. Någon extrapolering av den exponentiella tendensen gäller sannolikt ej. Däremot framkommer med all önskvärd tydlighet skillnader i lastningstid och lossningstid. På byggsplatsen blir lossningstiden även beroende av monteringsstiden.

Diagrammet med medelhastigheten som funktion av transportavståndet är hämtat från annan utredning (Jonsson 1969) och stämmer väl med gjorda iakttagelser - man får en lägre medelhastighet än vid fjärrtrafik beroende på den höga graden av tätortstrafik.

Kostnaderna uttryckta i kronor/ton uppvisar naturligtvis skillnader vad gäller själva förflyttningen - avståndet avgör. Terminalkostnaderna är tämligen likartade och jämnt fördelade mellan fabrik och byggsplats. Stora avvikelser på fabriksidan uppvisar system IV, beroende på ovannämnda problem med utlastningen, däremot är kostnaden låg på byggsidan. System V har också höga terminalkostnader, naturligtvis beroende på de extremt långa terminaltiderna. System III har lägsta terminalkostnaderna, inte så mycket beroende på korta tider som på att detta system på grund av den korta transportsträckan binder litet kapital i släp.

Räknat på medelkostnader per ton utgör terminalkostnaderna 36 % av den totala externtransportkostnaden. På samma sätt utgör kostnaderna för väntan 9,5 % av den totala externtransportkostnaden.

Kostnaderna uttryckt i kronor/m³ byggnadsvolym uppvisar i stort samma mönster.

Sammanfattning och ytterligare kommentarer till externtransporterna återfinns i KAP. 7.

5.4. Lossning på byggplats

5.4.1. Sammanställning

I TAB. 53 har förts samman medelvärden av tider för transport och montering med byggnadskran. Summan av de bägge tiderna ger tiden för en monteringscykel, d v s den tid som löper från det att ett element lyfts från exempelvis lastbilsflaket till dess att nästa lyfts.

5.4.2 Samband

I TAB. 54 återfinns transporttiden för olika krantyper vid transport till olika våningshöjd. Dessutom är också medelvärden, som är vägda med hänsyn till studerad frekvens, medtagna för dels krantyp, dels våningshöjd. Beträffande de olika krantyperna och deras prestanda se BIL. 3. Beräkningarna är gjorda utan hänsyn till elementtyp. Den starka tidsavvikelsen för krantyp H kan hänföras till kraftiga inkörningsproblem, problem med kopplingsutrustning samt bilning på grund av dålig måttnoggrannhet. I FIG. 60 har transporttiden avsatts som funktion av antalet våningar. En regressionsanalys har gjorts utan hänsyn tagen till krantyp H, då resultatet från denna studie ej är representativt.

Överensstämmelsen med givna värden och erhållen kurva (determinationskoefficient) är endast 0.06. Det råder med andra ord inget primärt samband mellan transporttid och monteringshöjd.

I FIG. 61 visas i stapeldiagram transporttiden för de olika krantyperna. Kranarna är uppdelade i tornsvängkranar,

TAB. 53 Sammanställning av medelvärden av tid för transport och montering med byggnadskran via byggplats.

		Transporttid			Monteringstid		
		Bjk	Iv	Fas	Bjk	Iv	Fas
I	min/element	2,9	3,5	4,2	0,20	2,6	4,6
	min/ton	1,9	1,4	1,3	0,13	0,11	0,14
II	min/element	0,0	3,6	7,0	3,5	5,7	13,1
	min/ton	0,72	0,88	1,6	0,42	1,4	2,7
III	min/element	3,9	2,3	4,4	2,4	5,7	3,9
	min/ton	0,62	0,49	1,7	0,38	1,0	1,5
IV	min/element	4,4	3,0	4,0	0,70	6,9	6,5
	min/ton	1,0	1,1	3,3	0,26	2,2	5,3
V	min/element	0,0	-	-	2,6	-	-
	min/ton	2,0	-	-	0,59	-	-

TAB. 54 Transporttid i minuter/element vid olika krantyper och olika antal våningar.

System	Krantyp	Transporttid i minuter/element								Medelvärde
		Monteringshöjd, antal våningar								
		BV	1	2	3	4	5	6	16	
I	A	-	-	-	-	-	-	-	5,6	5,6
	B	-	-	-	-	2,4	3,2	3,0	-	2,6
	E	-	1,8	3,0	-	-	-	-	-	2,4
	F	-	3,2	3,0	-	-	-	-	-	3,0
II	C	-	-	5,0	5,0	4,6	-	-	-	5,0
III	G	-	-	4,2	4,6	3,6	-	-	-	4,2
IV	D	-	-	4,0	4,2	-	-	-	-	4,0
V	H	17,8	5,6	7,4	9,2	-	-	-	-	8,8
Medelvärde		17,8	3,4	4,2	5,0	3,0	3,2	3,0	5,6	4,4

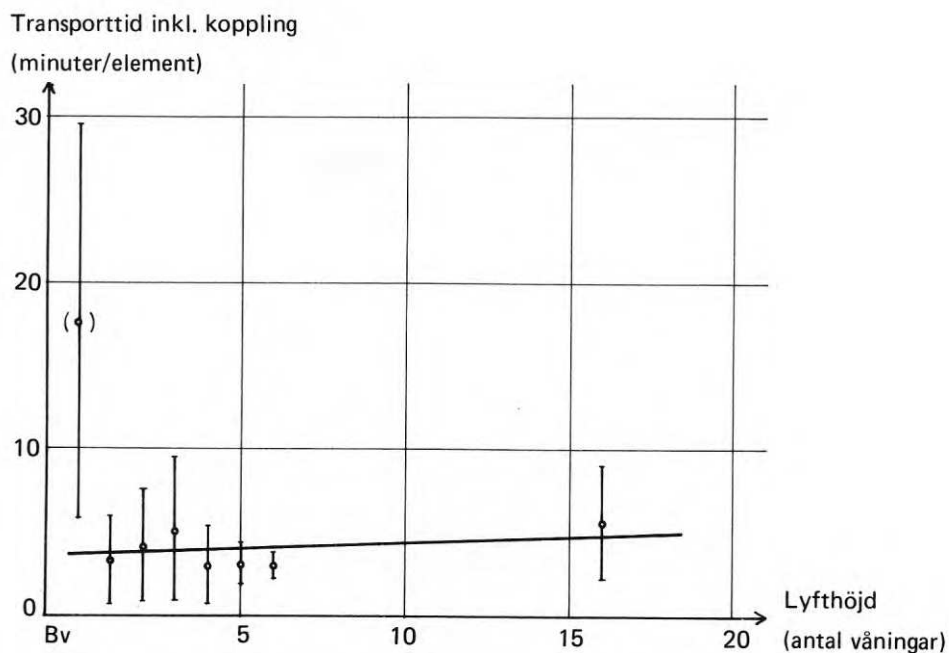


FIG. 60 Transporttid för byggnadskran (medelvärde och standardavvikelse) som funktion av lyfthöjd uttryckt i antal våningar.

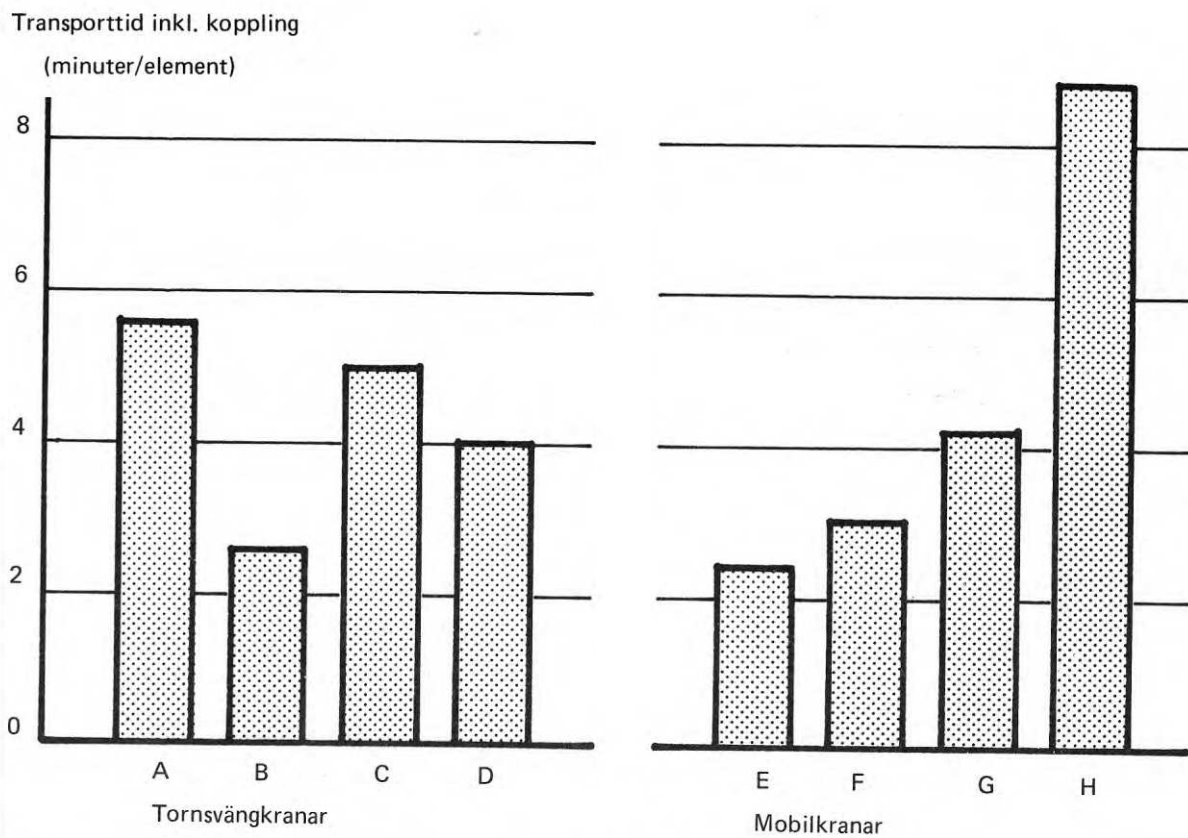


FIG. 61 Medelvärde av transporttid i minuter per element för olika krantyper (se BIL. 3).

och mobilkranar. Materialet är sannolikt för litet för att kunna påstå, med undantag av krantyp H (se ovan), att mobilkranar har något mindre hanteringstid än tornsvängkranar.

FIG. 62 visar transporttiden som funktion av elementvikten i ton. En regressionsanalys visar en överensstämmelse mellan givna värden och inritad kurva (determinationskoefficient) på endast 0.16. Således ingen tendens att transporttiden är beroende av elementets vikt.

Även monterings tiden har satts som funktion av elementvikten i ton, FIG. 63. En regressionsanalys visar inget som helst samband över hela sortimentet - den inritade kurvans determinationskoefficient är 0.22 - medan man dock ser ett samband för t. ex. bjälklagselementen.

5.4.3 Kostnader

BIL. 3 utgör underlag för kostnadsberäkningarna. Underlaget har inhämtats från byggnadsfirmor, byggnadsplatser, leverantörer och uthyrare. Maskinkostnaden utgör ett medelvärde av erhållna uppgifter och avser vid t ex uthyrning kontinuerlig drift under cirka ett halvår. I kostnadsuppgifterna ingår samtliga kostnader, d v s förutom räntor och avskrivningar även drifts- och underhållskostnader, ställkostnader, transportkostnader, administration m m. I samtliga fall användes 2 kranförare, varvid den som inte kör bl a kopplar elementen. Kostnadsläget avser november 1970.

Även i detta fall rör det sig om ett försök till skattning av den kostnadsandel som är att hänföra till transport vid stomelementmontering. Enbart den tid kranen sysselsätts med att förflytta elementet, inklusive koppling för ändamålet, är alltså medtagen. Den tid som åtgår att hålla elementet vid montering hänföres alltså till byggkostnader.

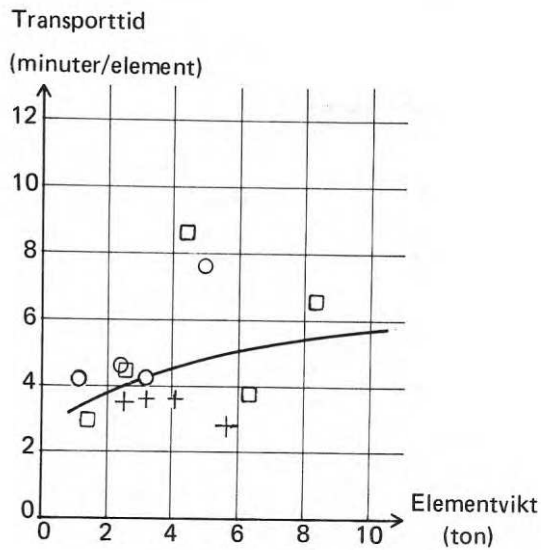


FIG. 62 Transporttid för byggnadskran i minuter/element som funktion av medelelementvikt per elementtyp och system i ton, (□) bjälklagselement, (+) innerväggs-element och (●) fasadelement.

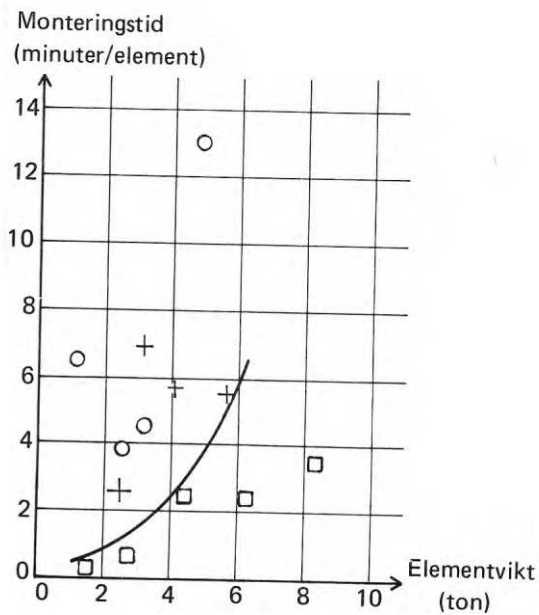


FIG. 63 Monteringstid i minuter/element som funktion av medelelementvikt per elementtyp och system i ton, (□) bjälklagselement, (+) innerväggs-element och (●) fasadelement.

Vid kostnadsberäkningarna har ett tidspålägg med 25 % använts avseende fördelningstid enligt tidigare utförda studier - se ovan sid.

TAB. 55 visar sammanställning av kostnaderna för de olika systemen. Vid kostnaderna för system I har ett rent medelvärde av använda krantypers kostnader använts.

5.4.4 Diskussion

Transporttiden för bjälklagen i system I är mindre än för de övriga systemen. Orsaken torde bero på förutom den lägre elementvikten det enkla kopplingsförfarandet (FIG. 29 a och b, sid. 47). Tiden är mindre trots i medeltal längre flyttningssträckor, d v s fler våningar. För system II, III och IV måste speciella åtgärder vidtagas i form av iskrivning av lyftbultar innan lyft är möjligt. För system V är orsaken till det höga värdet de problem som omtalats på sid. 111 och värdet torde inte vara jämförbart.

För innerväggarna är skillnaderna små och det mindre värdet för system II kan inte hänföras till någon speciell orsak. Kopplingsförfarandet är likartat i alla systemen.

För fasaderna uppvisar system II avvikande högt värde, vilket kan förklaras med elementets relativt höga vikt.

Monteringstiden varierar starkt. Speciellt låga värden har bjälklagen i system I och IV, där elementet i princip bara läggs på plats utan fördröjningsmoment.

Byggnadskranarna är av två typer, dels spårgående tornsvängkranar, dels mobilkranar, tre truckmonterade och en monterad på larvunderrede. Någon starkt avvikande skillnad i transporttidsåtgången kan inte märkas. Om man bortser från krantyp H (se ovan) kan möjligen mobilkranarna anses använda litet mindre tid. En förklaring skulle

TAB. 55 Sammanställning av kostnader för transport med byggnadskran från lossningsplats till montering.

System		Bjk	Iv	Fas	Medelvärde
I	kr/element	9:72	11:73	14:07	10:96
	kr/ton	6:37	4:69	4:36	5:28
	kr/m ³ byggnadsvolym	-:59	-:42	-:23	-
II	kr/element	15:36	9:22	19:46	14:44
	kr/ton	1:84	2:25	4:10	2:42
	kr/m ³ byggnadsvolym	-:26	-:14	-:21	-
III	kr/element	12:09	8:68	13:64	11:92
	kr/ton	1:92	1:52	5:27	2:37
	kr/m ³ byggnadsvolym	-:36	-:10	-:26	-
IV	kr/element	13:20	10:80	12:--	12:24
	kr/ton	4:80	3:30	9:90	4:87
	kr/m ³ byggnadsvolym	-:45	-:22	-:20	-
V	kr/element	31:39	-	-	-
	kr/ton	7:30	-	-	-
	kr/m ³ byggnadsvolym	-:66	-	-	-
Medel- värde	kr/element	13:37	10:94	14:96	12:94
	kr/ton	4:07	3:49	4:58	4:--
	kr/m ³ byggnadsvolym	-:45	-:25	-:23	-

i så fall vara att dessa aldrig utför en åkrörelse i horisontalled och därmed i snitt alltid får en kortare förflyttningssträcka för elementet.

Byggplatserna tycks ha valt lämpliga krantyper med hänsyn till lyftbehoven. Man bör lägga märke till de avsevärt mycket större lyftprestanda som krantyp C och G uppvisar och detta utan kostnadshöjningar (se nedan).

Metoden med lyft direkt från bil till montering fungerar i alla systemen. Endast i undantagsfall har på grund av störningar i monteringsarbetet elementen tillfälligtvis lagts av. I de fall det förekommit har det varit medvetenheten om att väntetid för lastbilar kostar pengar och sysselsättningen hos kranen har ej hindrat tillfällig avlastning. Metoden som sådan kan alltså knappast förfinas. Man har redan ett minimalt antal hanteringsmoment vid monteringen.

Kostnaderna för transport till monteringen uppvisar skillnader inte så mycket på grund av skilda krankostnader som på grund av tidsdifferenserna. Krankostnaden är högst i system V, som enbart använder mobilkran och lägst i system II, som använder enbart tornkran och dessutom en typ som ligger kostnadsmässigt lågt.

Som sammanfattning kan sägas att effektiviteten av hanteringen av element vid byggplatsen beror av bl a

elementvikt,
kopplingsanordning,
förflyttad sträcka - hushöjd,
krantyp.

Man har alltså ett antal faktorer, som ibland samverkar och ibland verkar i motsatt riktning. Detta gör det mycket svårt att entydigt bestämma vilken faktor som är dominerande.

FIG. 64 a och b visar med stapeldiagram en sammanställning av kostnaderna för intern och extern transport av element till bygget, uttryckt i kronor/ton och kronor/m³ byggnadsvolym. volym.

Kapitalbindningskostnader

En uppföljning av de studerade byggnadsprojektens tidplaner jämte intervjuer med tillverkare gav fördelningen av antalet dagar från det att elementet - färdighärdat - ligger i lager till dess att huset är färdiginflyttat, TAB. 56.

Den tid som direkt berör transporten av elementen är lagringstid, transporttid jämte hälften av tiden från första leverans till den sista. I medeltal blir den 36 dagar och med en alternativränta på 15 % erhålles en kapitalbindningskostnad på 2:25 kr/ton.

Man bör observera omsättningshastigheten på elementfabrikernas lager - i medeltal 24 gånger per år. Den är med tanke på planerings- och styrproblem mycket hög.

Elementens genomsnittliga försäljningspris fritt fabrik har erhållits medelst intervjuer. Detta pris omräknat till pris "fritt placerat i lager", d. v. s. minskning med internttransportkostnader och kapitalbindningskostnader, har givit ett materialpris på i medeltal 150 kronor/ton. Avvikelserna mellan systemen är inte särskilt stora, medan avvikelserna inom systemen är desto större. Billigast är bjälklagen och dyrast fasaderna, speciellt då de av gasbetong.

En beräkning och uppställning av de procentuella andelarna ger med ett materialpris på 150 kr/ton:

(se nästa sida)

På fabrik

Internttransportkostnad	0,8	%
Terminalkostnad	2,2	%
- lastning/koppling	1,1	%
- väntan	0,4	%
- terminalkörning m m	0,7	%

Förflyttning

Medeltransportavstånd 37 km	7,6	%
-----------------------------	-----	---

På byggplats

Terminalkostnad	2,1	%
- lossning/koppling	1,0	%
- väntan	0,4	%
- terminalkörning m m	0,7	%
Internttransportkostnad	2,7	%

Kapitalbindningskostnad

För material på väg från fabrik t o m färdig stomme	1,5	%
--	-----	---

<u>Summa kostnad</u>	16,9	%
----------------------	------	---

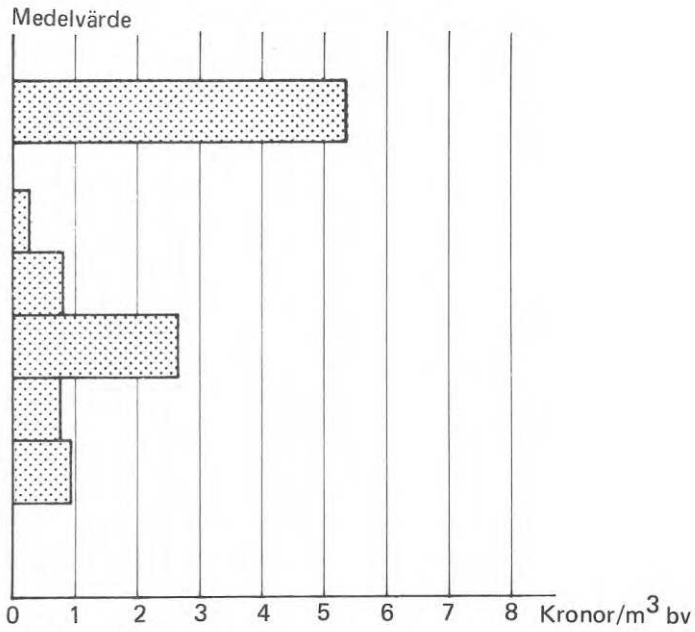
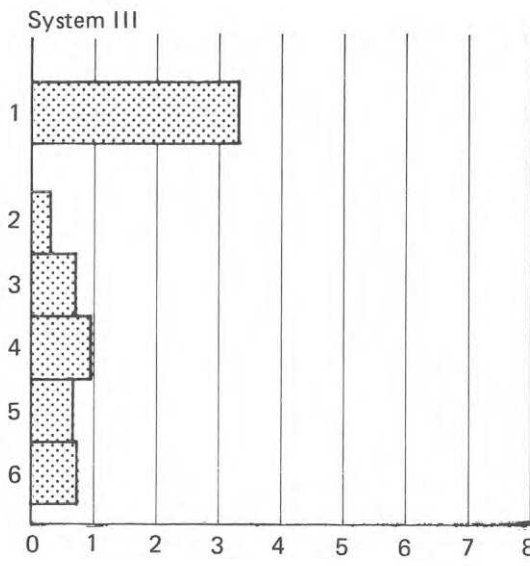
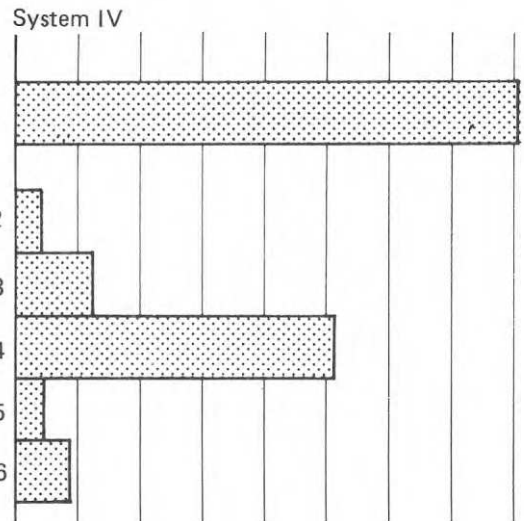
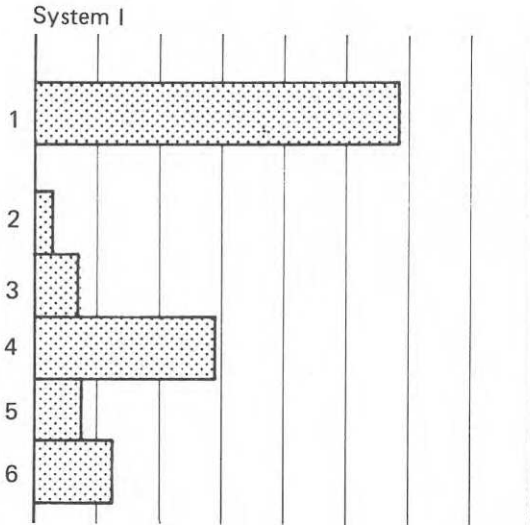
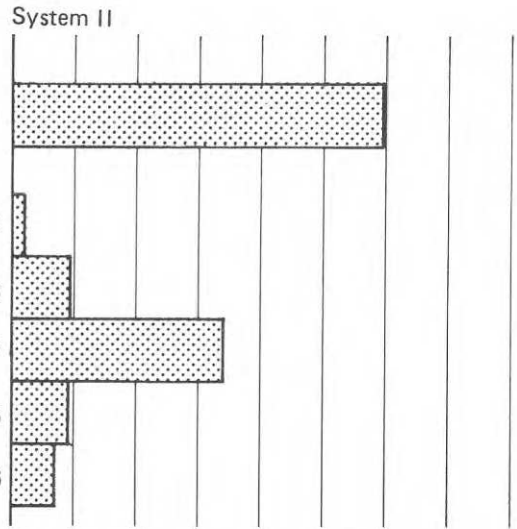
TAB. 56

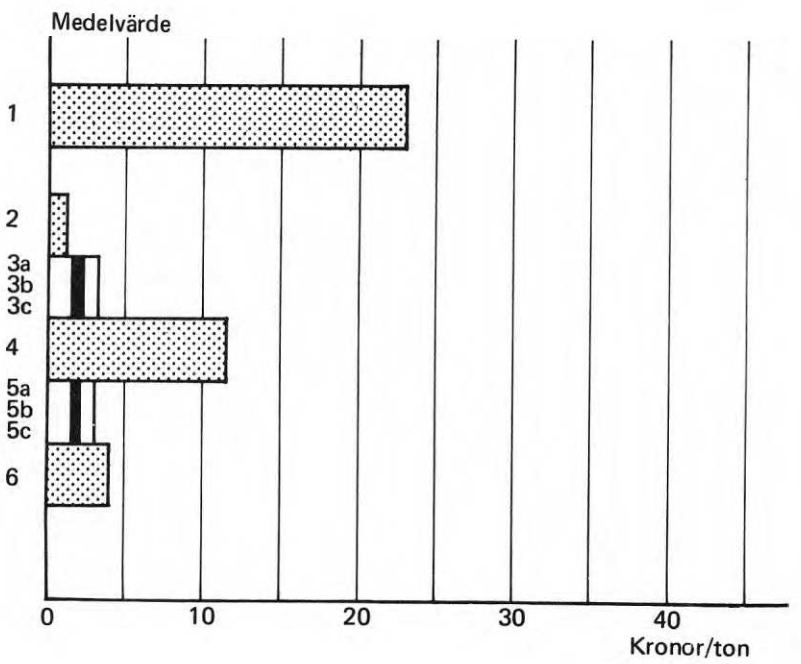
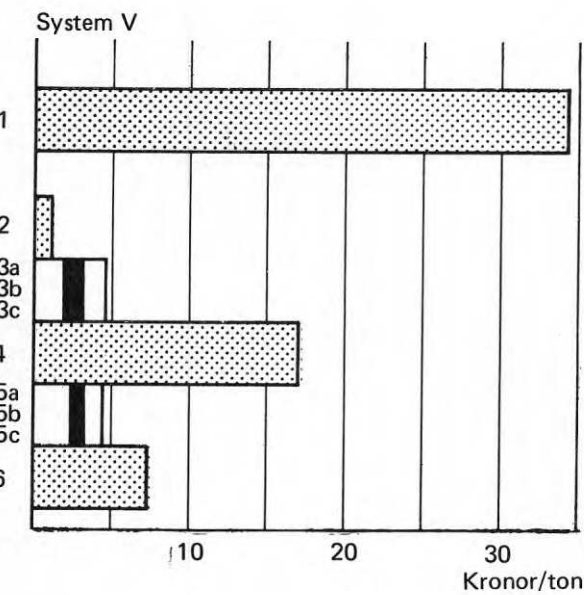
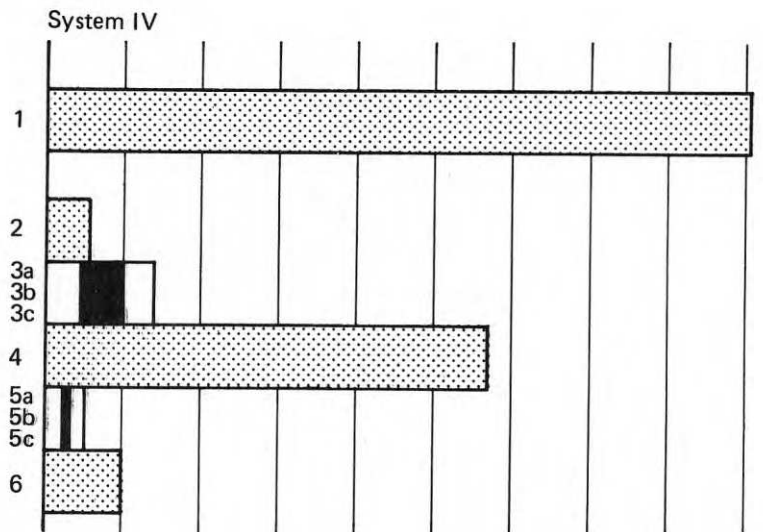
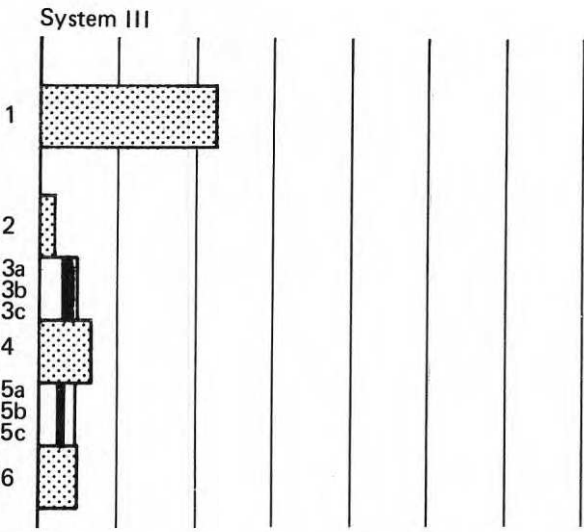
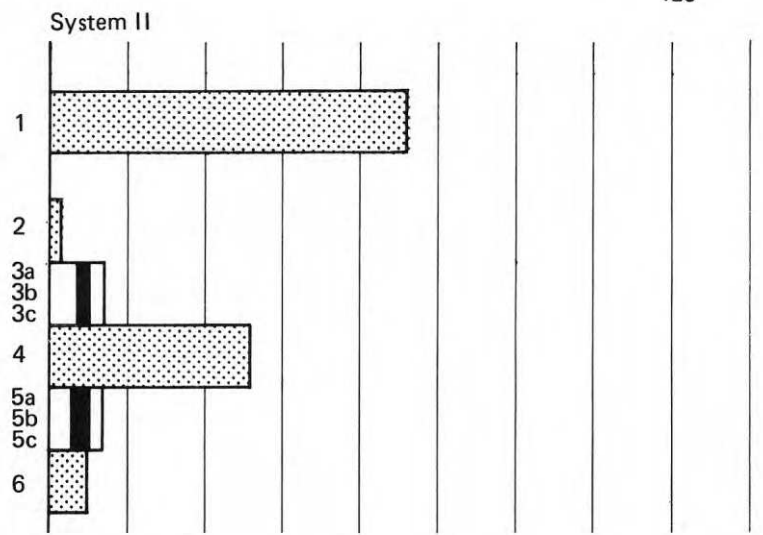
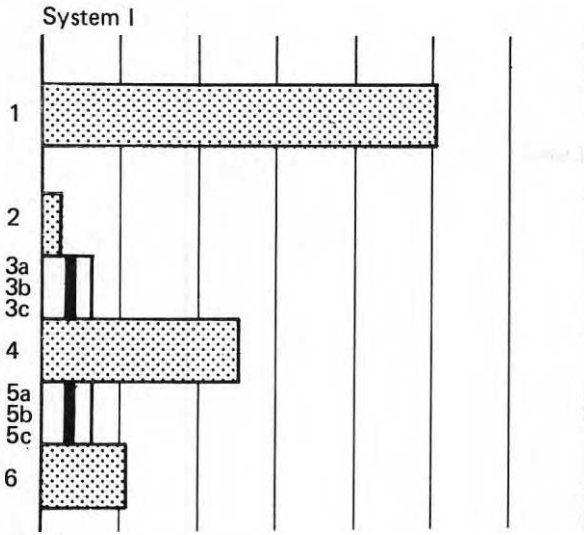
Antal dagar för olika aktiviteter i materialflödeskedjan

System	Färdigbränt element till utlastning ur lager (dagar)	Extern- transport (dagar)	Från första element- leverans till sista (dagar)	Från sista element- leverans till inflyttning (dagar)
I	30	1	75	91
II	7	1	39	77
III	14	1	18	109
IV	7	1	29	99
V	17	1	38	146
Medel	15	1	40	108

FIG. 64. Kostnader för intern och extern transport av element från lagerplats till montering uttryckt i a) kronor per m³ byggnadsvolym, b) kronor per ton, för olika system.

1. Summa transportkostnad
2. Kostnad för intern transport på fabrik
3. Kostnad för terminaltid på fabrik
 - a. Kostnad för lastning eller koppling
 - b. Kostnad för väntan
 - c. Kostnad för terminalkörning, ordergivning m.m.
4. Kostnad för extern transport
5. Kostnad för terminaltid på byggsplats
 - a. Kostnad för lossning eller koppling
 - b. Kostnad för väntan
 - c. Kostnad för terminalkörning, ordergivning m.m.
6. Kostnad för intern transport på byggsplats.





7 REKOMMENDATIONER

7.1 Förklaringsmodell

Som framgått av kapitlen 5 och 6 har där diskuterats problemställningar enbart utifrån den i avsnittet behandlade materialflödesdelen. I detta kapitel tas problemen upp utifrån hela byggprocessen. Ett försök till förklaringsmodell utgör FIG. 65, som skall försöka klargöra hur pass komplicerad uppkomsten av transportkostnaden är. Modellen gör inga anspråk på att vara fulländad, och man bör beakta att ju högre förklaringsvärde modellen har desto mer förenklad och därmed avlägsnad verkligheten är den och vice versa. Med utgångspunkt från modellen förstår man lätt, att det är helt orealistiskt att på något sätt göra anspråk på att samhällsekonomiskt totaloptimera byggprocessens materialförsörjningskedja. I bästa fall kan man utifrån vissa restriktioner och begränsningar få till stånd en deloptimering. Den mest effektiva transportmetoden kräver för sin tillämpning effektivitet även på de faktorer den är beroende av. Effektiva transporter kräver möjligheter att styra, påverka och samordna de faktorer, som bestämmer transportekonomin. Transportindustrin har inte dessa möjligheter, hårt klämd som den är mellan tillverkare, byggare och lagar och förordningar.

7.2 Produktiva fordonskombinationer

Enligt förklaringsmodellen bestämmes transportekonomin bl a av möjlig last för fordonen. Vägbeskaffenheten på allmänna vägnätet begränsar härvid utformningen av fordonet. Det gäller att utifrån dessa restriktioner skapa den mest produktiva fordonskombinationen. FIG. 66 visar en sammanställning av olika fordonskombinationer och deras läge i förhållande till 10/16 tons axel/boggietryck och 1,7 regeln (se KAP. 2). De maximala nyttolasterna bygger på tjänstevikter på i marknaden förekommande enheter. Tjänstevikterna torde kunna minskas ytterligare, med ty åtföljande ökade nyttolaster, genom förbättrat konstruktionsarbete. Detta är en proble-

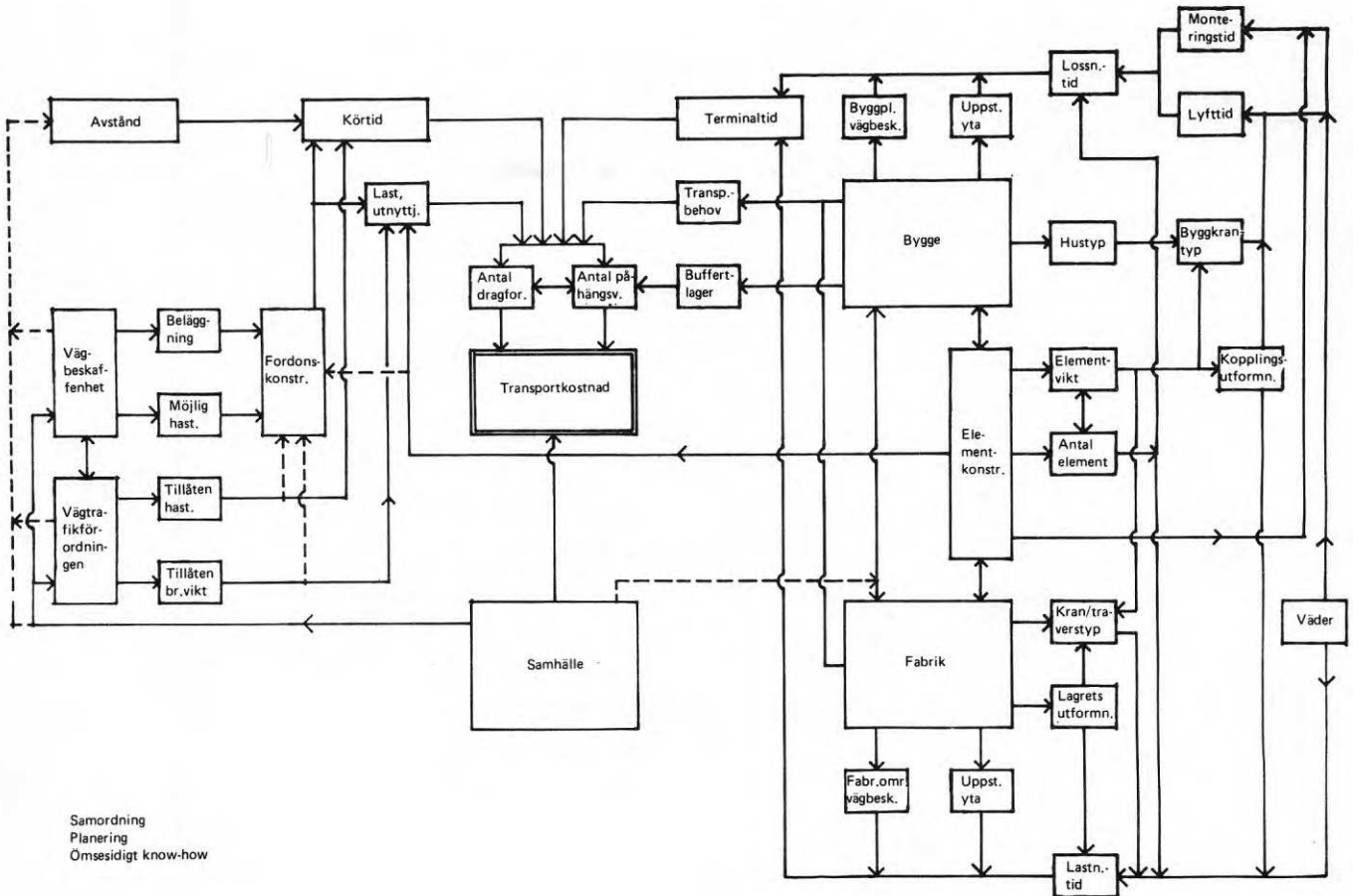


FIG. 65 Förklaringsmodell utvisande orsaker till elementtransportkostnadens uppkomst i byggprocessen.

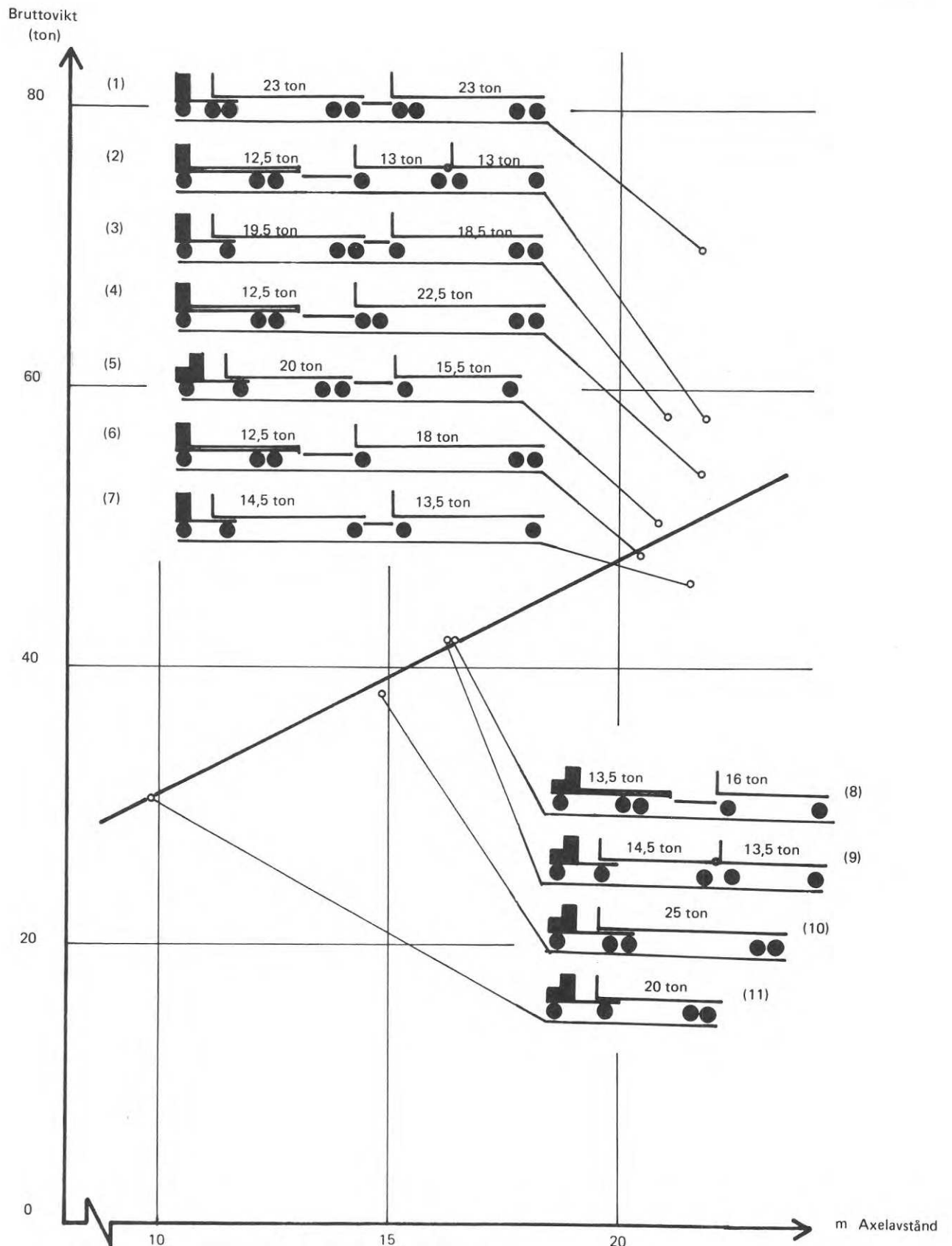


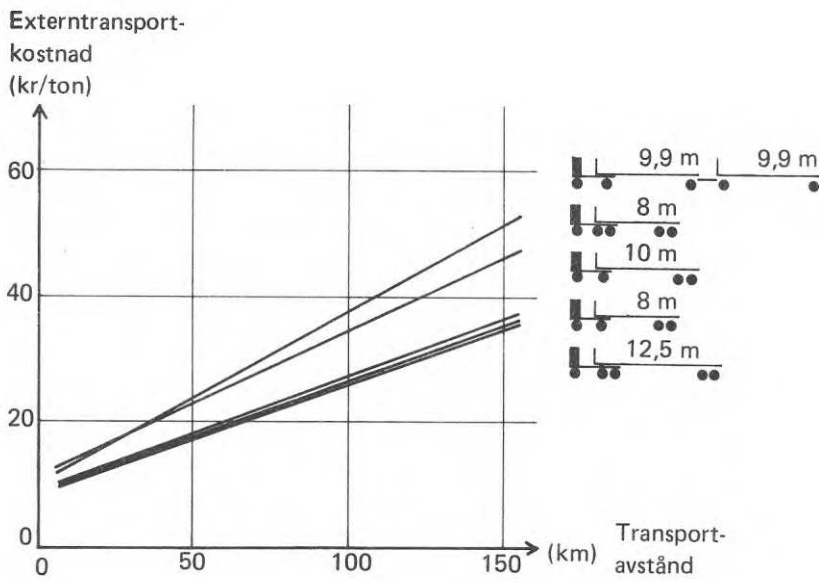
FIG. 66 Olika fordonskombinationers axelavstånd, bruttovikter samt nyttolast i förhållande till vägtrafikförordningens bestämmelser. (Källa: Grinndal, 1969)

matik, som inte funnits möjligheter att behandla i utredningen.

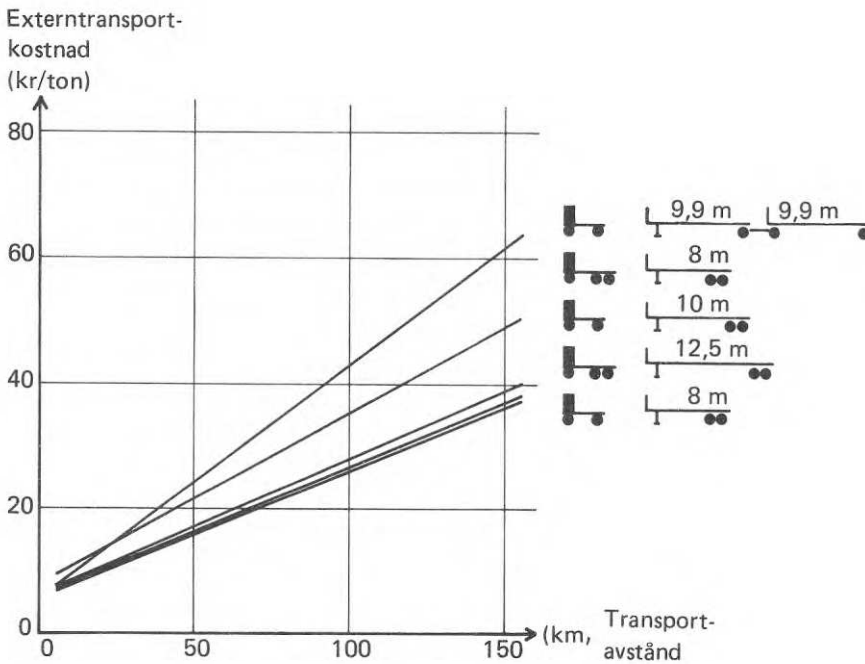
Valet av fordonstyp då det gäller elementtransporter påverkas förutom av lastkapacitet av fordonets längd, flexibilitet från användningssynpunkt, inköpspris och driftskostnader.

FIG. 66 visar kombination (10) , som har en hög lastkapacitet i förhållande till lastytans längd. Längden är cirka 12,5 meter och passar för övrigt till en 40 fots container. Detta har visat sig vara den maximala längd som är praktisk för byggelementtransporter. Längre ekipage ger framkomlighets- och stabilitetsproblem och blir svårmanövrerade på grund av stort innersvepsutrymme vid kurvtagning. På vissa trånga arbetsplatser kan kombination (11) bli nödvändig med ty åtföljande lägre produktion per enhet. Flexibilitetskravet tillfredsställes av kombination (10) och (11) genom att man är oberoende av transportmetod - utbytbar eller hela tiden tillkopplad påhängsvagn - vid sitt val, och dessutom har man alltid goda möjligheter till alternativt användningsområde genom att lastytans längd överensstämmer med containerstandard. Kombination (10) är emellertid fördelaktigare i detta avseende, då den lastar två 20 fots container eller en 40 fots container, medan kombination (11) bara lastar en 20 fots container. Av de dubbla kombinationerna är det endast kombination (7) som tillfredsställer flexibilitetskravet avseende det förhållande att ekipaget produktivt kan köra med 1 eller 2 påhängsvagnar som kan skiftas inbördes och rangeras styckvis. Den för kombinationen gällande hastighetsbegränsningen på 40 km/tim begränsar dock dess produktion.

De diskuterade fordonskombinationernas transportekonomi har utifrån vissa valda förutsättningar beräknats och upp- ritats i FIG. 67. Figuren visar klart de lägre kostnaderna för de diskuterade kombinationerna jämfört med i elementsystemen använda kombinationer. FIG. 67 a visar förhållan- det vid hela tiden hopkopplat dragfordon och påhängsvagn och en vald terminaltid på 80 minuter för enkelkombination och



1 dragfordon per 4 påhängsvagnar (enkel) resp. 8 påhängsvagnar (dubbelt)



1 dragfordon per 8 påhängsvagnar (enkelt) resp. 12 påhängsvagnar (dubbelt)

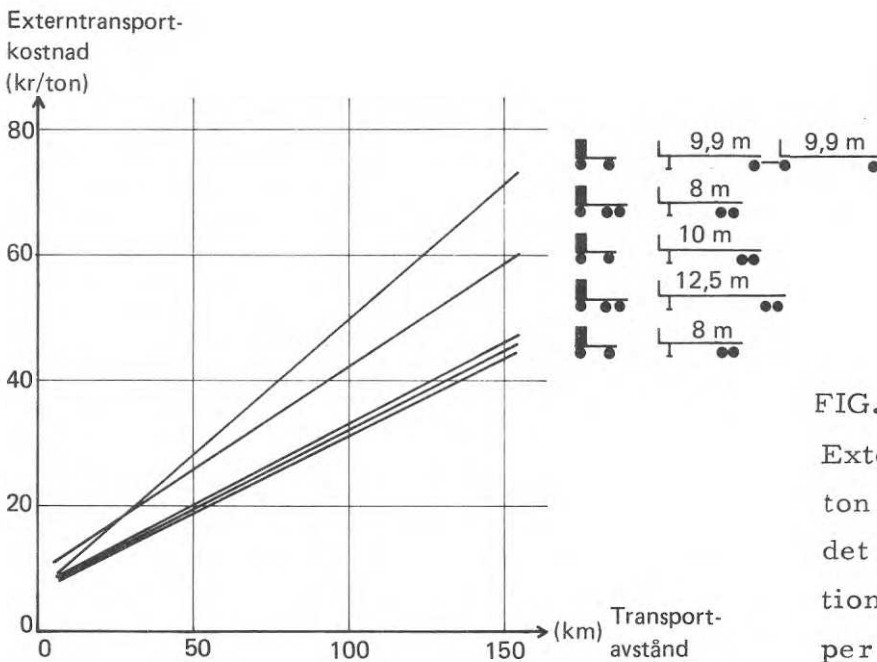


FIG. 67

Extertransportkostnaden i kronor/ton som funktion av transportavståndet i km för olika fordonskombinationer och olika relationer dragbil per påhängsvagn.

120 minuter för dubbelkombination. FIG. 67 b visar förhållandet med en dragbil per fyra utbytbara påhängsvagnar för enkelkombination och en terminaltid på 40 minuter samt med en dragbil per åtta utbytbara påhängsvagnar, som är parvis hopkopplade och därför också har en terminaltid på 40 minuter. FIG. 67 c visar på samma sätt förhållandet med en dragbil per åtta utbytbara påhängsvagnar respektive en dragbil per tolv utbytbara påhängsvagnar och en terminaltid på 40 minuter.

Resultatet är att ekipagen (10) och (11) är billigast. Vilket som bör väljas beror alltså på omständigheterna och får avgöras från fall till fall. Förklaringsmodellen visar att en stor mängd faktorer inverkar, men utredningen avstår från att bolla med ett stort antal variabler och parametrar för att söka finna generella regler. Det är naturligtvis av stort akademiskt intresse, men med hänsyn till dynamiken och de snabba förändringarna i byggprocessen torde den praktiska nyttan av det arbetet vara diskutabelt.

FIG. 68 visar betydelsen av att för en given transportuppgift binda så litet kapital i transportfordon som möjligt. Vid transport enligt metoden med utbytbara släp söker man gärna förenkla planeringsproblemen genom att investera i ett större antal påhängsvagnar.

7.3 Insatser som kan sänka transportkostnaden för existerande elementsystem

Vilka åtgärder bör, förutom användandet av produktivare fordon, vidtagas för att söka sänka transportkostnaden för diskuterade elementbyggnadssystem? TAB. 57 visar, utifrån framräknade kostnader i kronor/ton för enbart extertransportdelen, effekten av olika åtgärder.

Först kan konstateras att efterlevnaden av gällande förordningar är dålig. Vid fullständig efterlevnad av vägtrafikförordningens bestämmelser skulle extertransportkostnaden öka med i genomsnitt 18 %. Utifrån TAB. 57 siffror för

Externtransport-
kostnad
(kr/ton)

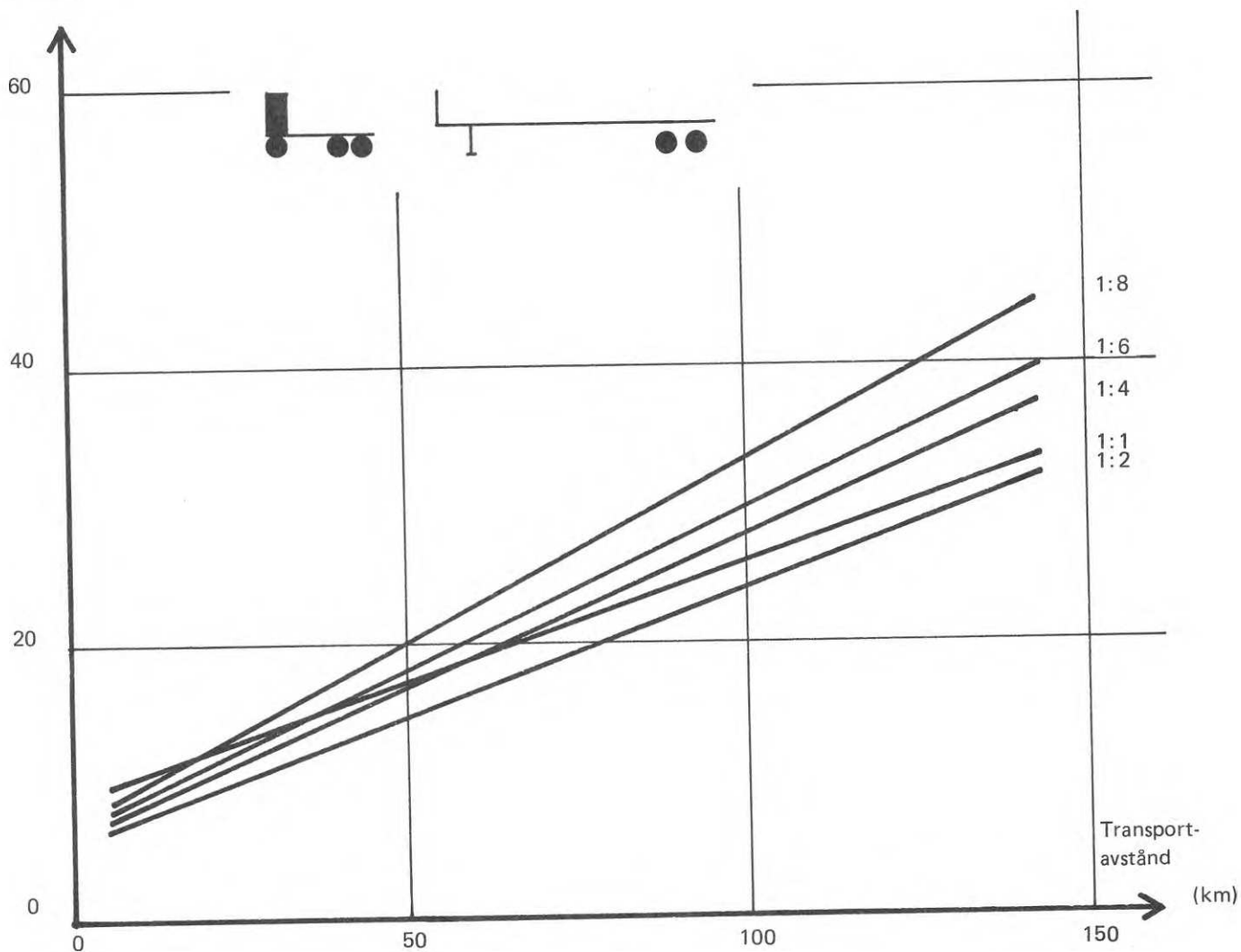


FIG. 68 Externtransportkostnaden i kronor/ton som funktion av transportavståndet i km för fordonskombinationen 3-axlig dragbil och olika antal 2-axliga påhängsvagnar med 12,5 meters lastlängd. Terminaltid för 1:1 80 minuter och för 1:2 till 1:8 40 minuter.

Tab. 57 Externtransportkostnader i kr/ton och kostnadsförändringar efter vidtagna olika åtgärder.

Element- system i km	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	Summa [5] - [10]	Summa [5] - [10]
I	48	18:77	21:74 (+16)	18:35 (-16)	20:99 (-3)	19:31 (-11)	21:74 (±0)	15:88 (-27)	20:98 (-3)	15:26 (-30)	
II	33	19:90	23:17 (+16)	19:44 (-16)	20:17 (-13)	19:66 (-15)	23:17 (±0)	12:77 (-45)	20:80 (-10)	12:33 (-47)	
III	3	7:95	10:56 (+33)	7:01 (-34)	6:24 (-22)	8:20 (-22)	10:56 (±0)	5:36 (-50)	10:46 (-1)	5:24 (-51)	
IV	68	37:67	39:29 (+4)	36:28 (-8)	37:97 (-3)	36:49 (-7)	39:29 (±0)	34:12 (-13)	38:45 (-2)	33:66 (-14)	
V	73	25:69	31:64 (+22)	29:89 (-6)	28:43 (-10)	27:35 (-14)	31:64 (±0)	23:07 (-27)	30:21 (-5)	21:90 (-31)	
Medel- värde	37	17:88	21:04 (+18)	17:67 (-16)	19:09 (-9)	18:16 (-14)	21:04 (±0)	13:89 (-34)	19:93 (-5)	13:40 (-36)	

Siffrorna inom parentes avser

I kolumn [4]: Förändring i procent av kolumn [3]

I kolumn [5] - [11]: Förändring i procent av kolumn [4]

"laglig" körning har gjorts en regressionsanalys av externtransportkostnaderna. FIG. 69 a och b visar uttryckt i kronor per ton och kronor per m^3 byggnadsvolym kostnaderna för studerade system i relation till framräknad kostnadskurva.

Externtransportkostnaderna blir:

$$y_1 = 9,8 + 0,32 a$$

$$y_2 = 3,5 + 0,04 a$$

där y_1 = kostnaden i kronor/ton

y_2 = kostnaden i kronor/ m^3 byggnadsvolym

a = transportavståndet i km.

Utifrån dessa kostnader för "laglig" körning har beräknats vilka besparingar som kan göras.

Kostnadsökningen på grund av bättre efterlevnad av gällande förordningar kan, uttryckt i kronor/ton, återhämtas genom att använda för ändamålet lämpligare fordon. Procentbesparingen blir 16 %. En sänkning av terminaltiden med 20 % ger 9 % lägre kostnader. En konstruktionsmässigt lämpligare anpassning av elementens storlek och vikt till använda fordon ger 14 % lägre kostnader. Genom att använda 10 % lättare byggnadsmaterial erhålles inte lägre kostnader per ton men väl 10 % lägre kostnader uttryckt i kronor per m^3 byggnadsvolym under den teoretiska förutsättningen att fordonet kan fullt utnyttja den 10%-iga viktminskningen med merlast, vilket alltså beror på elementutformningen (TAB. 58). Den samlade insatsen av bättre fordon, kortare terminaltid och bättre elementanpassning sänker kostnaderna med i genomsnitt 34 %. Med 10 % kortare transportsträcka erhålles en kostnadssänkning på 5 % och detta i kombination (TAB. 58). Den samlade insatsen av bättre fordon, kortare terminaltid och bättre elementanpassning sänker kostnaderna med i genomsnitt 34 %. Med 10 % kortare transportsträcka erhålles en kostnadssänkning på 5 % och detta i kombination med övriga insatser ger totalt 36 % lägre externtransportkostnader, allt uttryckt i kronor/ton. På samma sätt erhålles totalt 44 % lägre kostnader uttryckt i kronor per m^3 byggnadsvolym.

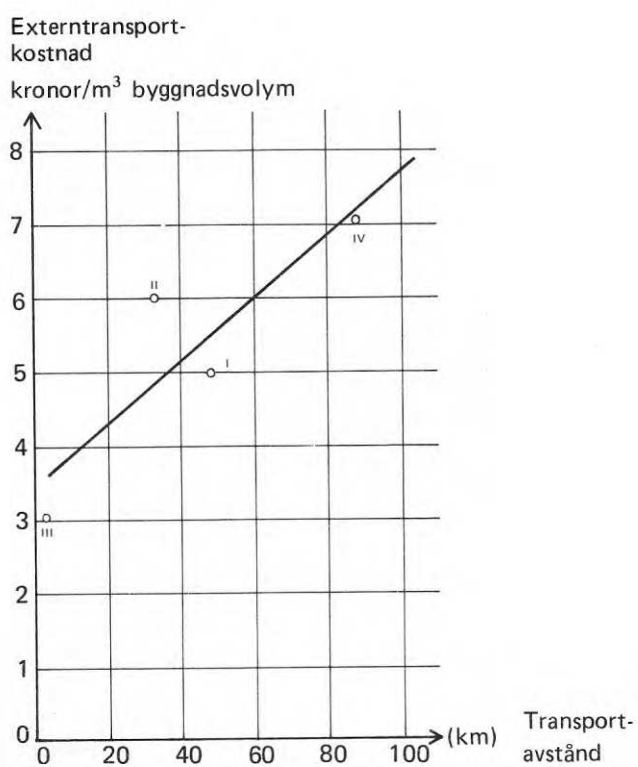
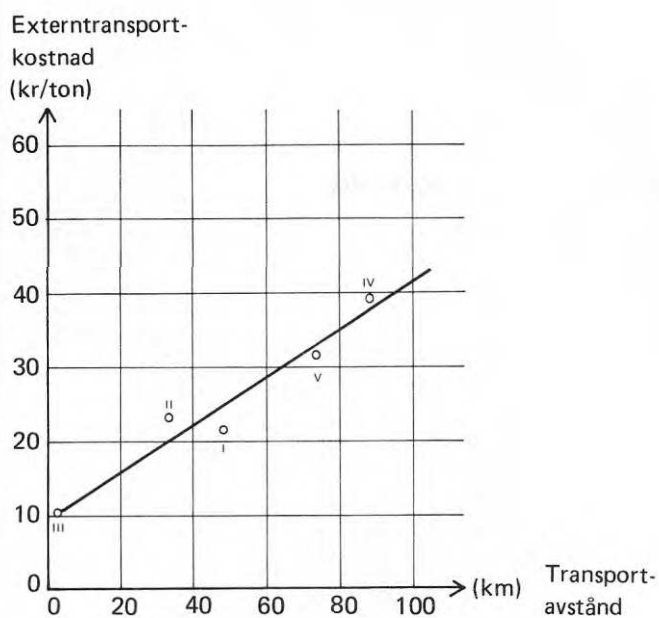


FIG. 69 Extertransportkostnaden uttryckt i a) kronor per ton och b) kronor per m³ byggnadsvolym som funktion av transportavståndet i km. Regressionslinje och kostnad för olika studerade element byggnadssystem.

TAB. 56 Externtransportkostnader i kr/m³ byggnadsvolym och kostnadsförändringar efter vidtagna olika åtgärder.

Element- system i km	[2]	[3]	[4]	[5]	Kostnad i kr per m ³ byggnadsvolym (förändring i %)					Summa [5] - [10]
					Änvarande enligt VTF	Vid transport fordon	Med bättre fordon	Med 20 % kortare terminaltid	Med element anpassade till använt fordon	
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[1]	[10]	[11]
I	48	4:32	5:-- (+16)	4:22 (-16)	4:83 (- 3)	4:44 (-11)	4:50 (-10)	3:29 (-34)	4:83 (- 3)	3:16 (-37)
II	33	5:17	6:02 (+16)	5:05 (-16)	5:24 (-13)	5:11 (-15)	5:42 (-10)	2:99 (-50)	5:41 (-10)	2:89 (-52)
III	3	2:31	3:07 (+33)	2:03 (-34)	2:39 (-22)	2:38 (-22)	2:76 (-10)	1:40 (-54)	3:03 (- 1)	1:37 (-55)
IV	88	6:77	7:07 (+ 4)	6:53 (- 8)	6:83 (- 3)	6:57 (- 7)	6:36 (-10)	5:53 (-22)	6:92 (- 2)	5:45 (-23)
V	73	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Medel- värde	34	4:16	4:90 (+18)	4:01 (-18)	4:42 (-10)	4:20 (-14)	4:41 (-10)	2:82 (-42)	4:63 (- 5)	2:72 (-44)

Siffrorna inom parentes avser

I kolumn [4]: Förändring i procent av kolumn [3]

I kolumn [5] - [11]: Förändring i procent av kolumn [4]

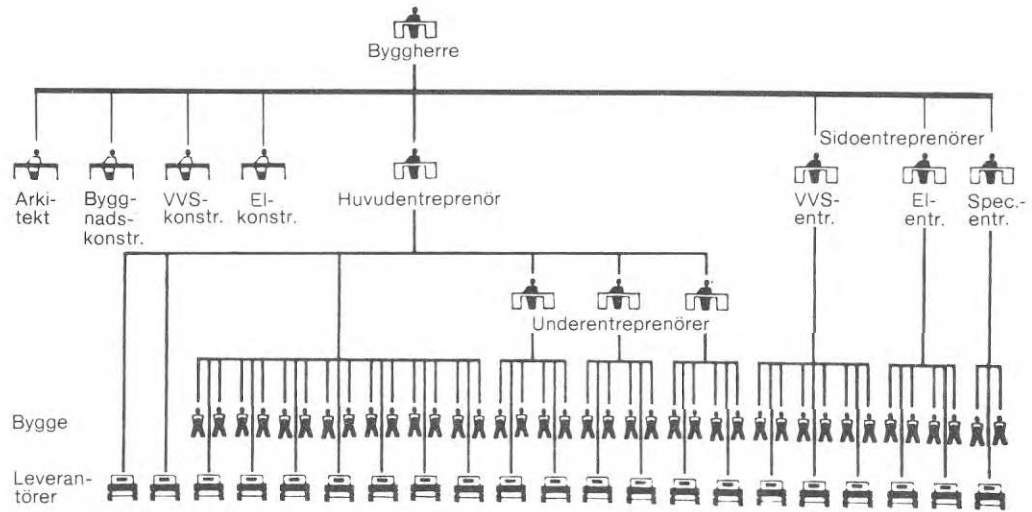
Insatser vars effekt är svåra att beräkna är ytterligare kostnadssänkningar, som kan erhållas med förbättrade terminalförhållanden. Bättre vägar och rymligare uppställningsplatser på byggplatserna ger t ex inte bara kortare terminaltider utan också väsentligt mindre slitage på dragfordon och påhängsvagnar och därmed lägre reparations- och underhållskostnader.

Åtgärder vid lastning och lossning på fabrik resp. byggplats som verkar kostnadssänkande är som tidigare omtalats färre lyft, d v s större element och med bättre kopplingsanordningar. Kostnadssänkningen för de insatserna torde vara i storleksordningen 8 % av extern- och internttransportkostnaderna med ledning av uppgifterna från avsnitten lastning på fabrik och lossning på byggplats i kapitel 5. Siffran grundar sig på kostnadsdifferensen mellan medelvärde och elementsystemet med största element.

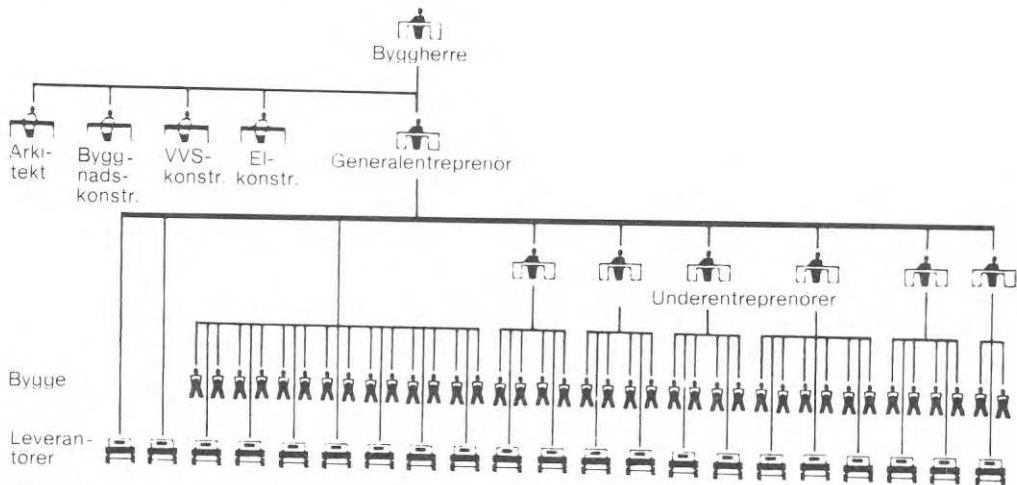
Vad gäller insatser som kan sänka kostnaderna för kapitalbindningen torde det vara svårt att utan vidare åstadkomma en minskning av antalet dagar från sista produktionssteget till montering på byggplats. Som nämnts är tiden relativt kort redan nu och en viss garanti mot att kunna möta variationer i produktion och byggnation måste alltid finnas. Anser man att 20 % kortare tid är realistisk skulle kostnaderna sjunka med 2 %. Däremot är förutsättningarna stora att medelst ett annorlunda byggförfarande sänka tiden från färdig stomme till inflyttning. Räknar man med denna tid för stomkomplettering och inredning erhålles i snitt en materialförflyttningskostnad på 33:31 kronor per ton (räknat med utredningens siffror för verklig transportkostnad). En halvering av tiden från färdig stomme till inflyttning skulle ge en kostnadssänkning på 12 %.

Samarbete

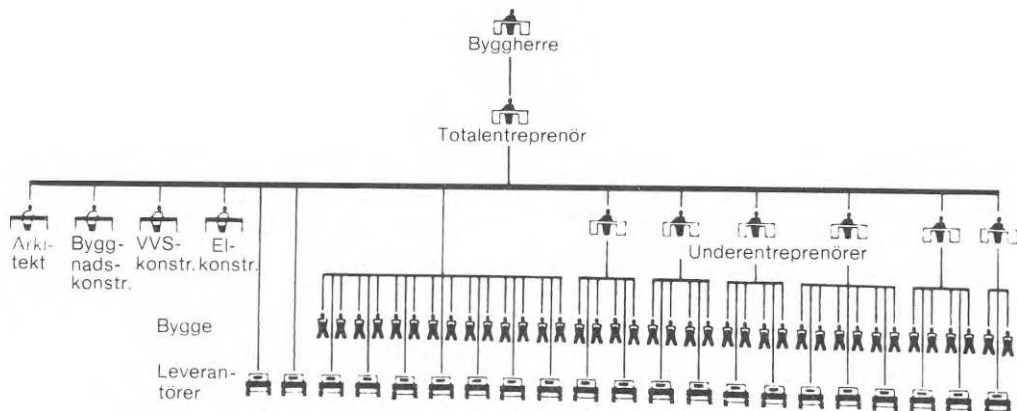
Förklaringsmodellen anger samarbete som en betydelsefull faktor. FIG. 70 visar vanligt förekommande organisationsformer för byggverksamheten. Någon form av samordning av leveranser till byggplatserna förekommer



a) Delad entreprenad



b) Generalentreprenad



c) Totalentreprenad

FIG. 70 Schematisk framställning av a) delad entreprenad, b) generalentreprenad och c) totalentreprenad. (Källa: 1967 års SPK-utredning "Samordning och splittring inom byggområdet")

som synes sparsamt.

Om man först tittar på planeringssidan så borde det vara ett oeftergivligt krav att transportören fick tillfälle att framföra sina synpunkter både vad gäller elementens konstruktion och arbetsplatsens planering. På driftssidan brister det i kommunikation mellan fabrik och byggplats. Att just kommunikationen mellan parterna är viktig beror på den störningskänsliga process som byggverksamheten utgör. En uppkommen störning måste omedelbart rapporteras så att andra parter kan vidtaga åtgärder för att minska de ekonomiska konsekvenserna. Transporterna dirigeras till största delar med kommunikationsradio, även om utnyttjningen av radion inte alltid är den maximala. Den på fabriken placerade transportledaren har kontakt med bilarna, men byggplatserna har inte i något fall radiokontakt, varken med bilar eller fabrik. Telefon finns visserligen, men erfarenheten visar att kontakt tages alltid för sent. Ett steg i rätt riktning vore om t ex kranskötaren (FIG. 71) vore utrustad med radio och omedelbart kunde meddela fabrik och bilar uppträdande störningar på byggplatsen. Det är just krankapaciteten som utgör det som dimensionerar transportbehovet.

En annan lösning vore att hela materialförsörjningen av element från fabrikslager t o m montering handhades av en underentreprenör. Förutsättningarna för bättre samarbete skulle därvid öka, dessutom vidgades ansvarsområdet och

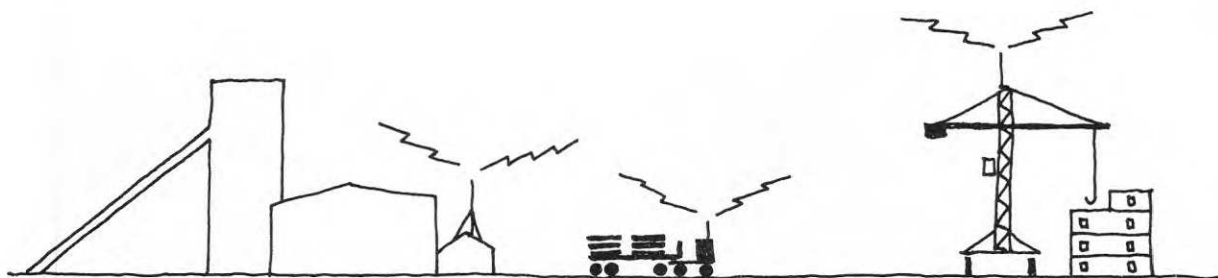


FIG. 71 Kommunikationsradio även på byggplatsen kan minska konsekvenserna av störningar i byggprocessen.

ansvarsgränserna läggs så att direkta störningar i produktionen på grund av ansvarsfrågor undviks.

Det förefaller också angeläget med ökad utbildning för den i materialförsörjningsprocessen ingående personalen, så att samarbetet förbättras genom bättre förståelse för varandras problem.

7.4 Elementsystem med lägsta transportkostnader

Hur bör ett elementsystem se ut som ger de lägsta transportkostnaderna? Sannolikt är det ett volymelementsystem med hög prefabriceringsgrad. Elementfabriken kommer att fungera som en byggmaterialterminal med högst rationella metoder för mottagning av gods. Själva byggproduktionen blir helt industrialiserad med löpande band-tillverkning (FIG. 72). Elementen kan utformas enligt containerstandard (FIG. 73) med infästnings- och lyftanordningar som medger korta kopplingstider vid kranhantering på fabriken's lager och på byggplatsen. Volymelementen kan konstrueras så att hög lastutnyttning på fordonen erhålles vad gäller vikt och volym. Med enkel och billig lossningsutrustning på byggplatsen kan fordonskombinationer med hela tiden hopkopplade enheter användas med kort terminaltid, och investeringar i transportekipage kan hållas nere. FIG. 74 visar en bygelvagn för hantering av containers (pris cirka 70.000 kronor). Observera att bygelvagnens drivkälla är en typ av gaffeltruck som har ett mycket stort användningsområde på byggplatserna. Monterings- och stomkompletteringstiden blir mycket kort och kostnaden för kapitalbindning minskar. Med användandet av containerstandard kan järnvägstransport användas rationellt och ekonomiskt (FIG. 75) och större transportavstånd blir aktuella, kanske också export. Avsättningsområdet för volymelementfabriken's produkter ökas och förutsättningarna för industriell tillverkning blir större. Volymelementsystemet skapar möjligheter till bättre samarbete och enklare materialflödesstyrning. Helhetsresultatet kan förväntas bli inte bara lägre transportkostnader utan också lägre byggkostnader.

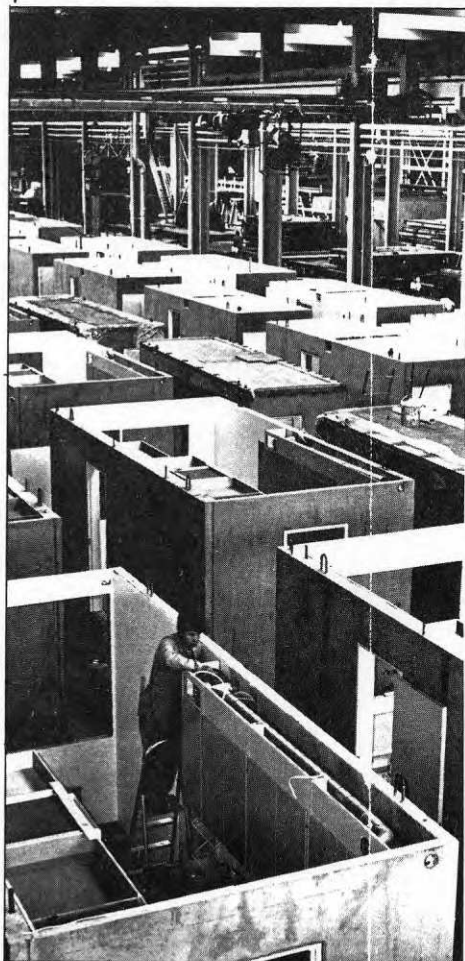


FIG. 72 Industrialiserad byggproduktion med löpande bandtillverkning.

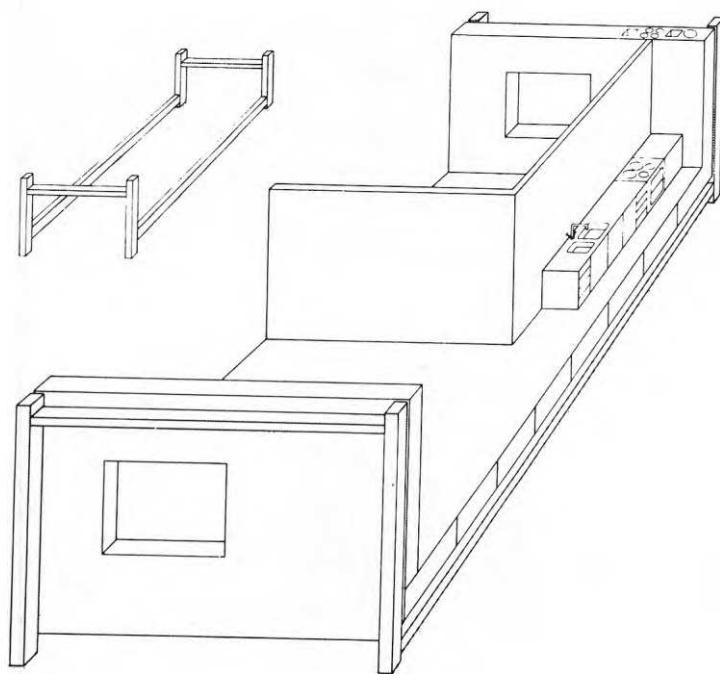


FIG. 73 Invändigt öppet volymelement för flexibla bostadsplaner. Byggnadens stålstomme utformas enligt containerstandard och bildar ett volymelement.



FIG. 74 Enkel och billig bygelvagn för snabb lossning av volymelement (Foto: AB Volvo).



FIG. 75 Volymelement med containerstandard kan öka avsättningsområdet på grund av möjligheter till rationella järnvägstransporter.

7.5 Resultat

Utredningen har givit som resultat att materialförsörjningskostnaden vid systemtransporter av betongelement från elementfabrik till byggplats är i Stor-Stockholms-regionen med kostnadsläget november 1970 i medeltal 25:31 kronor per ton eller 16,9 % av materialpriset. Detta gäller systemtransporter och det är sannolikt att övriga transporter till byggplatsen ställer sig dyrare per ton.

Med strikt efterlevnad av gällande lagar och förordningar stiger transportkostnaden till 28:47 kronor per ton eller till 19 % av materialpriset. Utifrån denna kostnad har besparingar beräknats kunna göras genom bättre fordon, 20 % kortare terminaltider, bättre elementanpassning, större element och 20 % kortare tid från lager till monteringsplats. Kostnaden blir då 18:71 kronor per ton eller en kostnadssänkning med 34,3 %.

Utan specificerade kvantitativa åtgärder kan man minska transportkostnaderna genom att

använda fordon och fordonskombinationer, anpassade till uppgiften att transportera element.

konstruera element med vikt och volym, anpassade till använda fordon, och öka storleken på elementen så att antalet lyft minskar samt förbättra kopplings- och lyftanordningar.

åstadkomma bättre vägar och större uppställningsplatser på fabrik och byggplats.

förbättra kommunikationsmöjligheterna vid störningar i byggprocessen samt förbättra styrning och dirigering av fordonen.

försöka få fram lättare byggnadsmaterial.

minska tiden från uttag i lager på fabrik till färdig stomme.

8. LITTERATURFÖRTECKNING

Utländsk

- Breshnahan, W, A, 1968, The needs now borders on desperation - Testimony concerning vehicle sizes and weights. American trucking association, 24 p., Washington D. C.
- Budanov, B, F, 1963, Ekonomika perevozok izdelij zbornovo zjelezobetona dlja promislennova stroitelstro. (Economics involved in the transportation of precast reinforced concrete components for industrial constructions.) Beton i Zhelezobeton nr 9, årg. 8, p. 357-360. Moskva.
- Foertig, L, 1966, Maurergerechte Einheitspakete für arbeitszeitsparenden Ziegeltransport. Die Ziegelindustrie nr 16, årg. 19, p. 629-639.
- Friberg, G, & Kuch, K, 1968, Lastaufnahmemittel. Arbeitskatalog für typisierte Lastaufnahmemittel und ihre Anwendung im Bauwesen. Deutsche Bauakademie, 98 p., Berlin.
- Fördermittel beim Fertigbau, 1963, Fördern und Heben Heft 3, årg. 13, p. 117-124.
- Giese, E, B, 1967, Transport von Bauelementen. Maschinenmarkt nr. 40, årg. 73, p. 848-850.
- Haller, R, 1963, Transport von Fertigbauteilen, Neue Fahrzeuge in der Entwicklung. Betonstein-Zeitung nr. 5, årg. 29, p. 269-270.
- Helicopters used to cut costs, 1969, Engineering News-Record nov. 20, vol. 183, p. 36. New York.
- Kurz, H, 1964, Der Transport von Fertigteil-Bauelementen. Ein Beispiel für die Zusammenarbeit von Wissenschaft und Praxis. Bauzeitung nr. 9, årg. 18, p. 465-467.
- Ledderboge, O, Scheidig, K, Schloche, W, & Schallehn, W, 1965, Bautechnologische Aufgabensammlung. VEB Verlag für Bauwesen, 244 p., Berlin.
- Prasser, H, D, 1967, Transport und Montage von Betonfertigteilen. Baumaschine und Bautechnik nr. 12, årg. 14, p. 457-464.
- Precast bearing walls rise 20 stories, 1969, Engineering News-Record oct. 16, vol. 183, p. 42-43, New York.
- Schleischer, E, 1966, Transportprobleme im Bauwesen. Die Ziegelindustrie nr. 15, årg. 19, p. 593-598.

Schmidt, T, 1966, Rationalisierung des Materialtransportes. Betonstein-Zeitung nr. 4, p. 187-203, nr. 6, p. 383-390, nr. 8, p. 486-497, årg. 32

Schuman, M, 1963, Kennzahlen für wirtschaftliche Betonfertigteiltransporte. Deutsche Architektur nr. 34, årg. 12, p. 351-353.

Triebel, W, Achterberg, G, & Brocher, E, 1968, Grossformatige Betonfertigteile in Tafelbauart.

Teil I. Wirtschaftliche Anwendungsbereiche der verschiedenen Produktionsverfahren für grossformatige Fertigteile.
Teil II. Wirtschaftlichkeit des Transportes von Fertigteilen vom Werk zur Baustelle.
Teil III. Einrichtung von Baustellen für Fertigteile.
Berichte aus der Bauforschung Heft 55, 90 p., Berlin.

Triebel, W, Achterberg, G, Hampe, K, H & Janik, E, 1968, Rationelles Bauen mit Fertigteilen, Wirtschaftlich Bauen Sonderheft 9, 114 p., Berlin.

Waerum, J, 1966, Transport von grossformatige Baustoffen, Die Ziegelindustrie nr. 22, årg. 19, p. 840-851.

Svensk

Alpsten, G, 1970, Hur mobile homes utvecklades till volymelement. Byggnadsindustrin nr 2, årg. 40, p. 47-51. Stockholm.

Andersson, G, 1967, Inventering av stomsystem för elementbyggda flerfamiljshus. (Statens råd för byggnadsforskning.) Rapport 42/67, 113 s., Stockholm.

Andersson, G, 1970, Produktionsuppföljning - Kontorsbyggnad med betongelementstomme. (Statens råd för byggnadsforskning.) Rapport R 13:1970, 139 s. Stockholm.

Andersson, J, Ljungfeldt, S & Wandel, S, 1970, Produktionsstyrning. Lund.

Bil i byggtransport, 1964, AB Scania-Vabis, 74 s. Södertälje.

Bodvik, K, Hellsten, G, Olsson, B, 1969, Byggnadsindustrins utveckling i Sverige. Byggmästaren nr 7, årg. 48, p. 4-36, Stockholm.

Byggmaterial - elva uppsatser, 1966. (Statens institut för byggnadsforskning.) Rapport 3/66. 55 s. Stockholm.

Dangrell, E, 1969, Transportforskningen och materialadministrationen. Affärsekonomi nr 1, årg. 42, p. 23-24. Stockholm.

Datagruppen i Göteborg, 1969, Rationellare byggnadsproduktion.

1. System för produktionsdata. (Statens institut för byggnadsforskning.) Rapport 8/69, 100 s. Stockholm.

Datagruppen i Göteborg, 1969, Rationella byggproduktionsmetoder.

2. Arbetsplatskoefficienter, påverkande faktorer och samband (störningar vid byggoperationer). (Statens institut för byggnadsforskning.) Rapport 9/69, 118 s. Stockholm.

Dokumentation på transportområdet, 1966, (IVA, Transportforskningskommissionen.) Utredningsrapport nr. 21, 22 s. Stockholm.

Elementbyggnad - problem och forskningsbehov, 1969. (Statens råd för byggnadsforskning.) Programskrift nr 10, 123 s. Eskilstuna.

Fastighetsnomenklatur och begreppsbestämningar för städer och stadsliknande samhällen, 1967. (Institutet för värdering av fastigheter i Stockholm.) Publikation nr. 5, 129 s. Stockholm.

Fröroth, Å, 1967, Betongelement för husbyggnad - särtryck av sex artiklar ur tidskriften Byggnadsindustrin. (Statens institut för byggnadsforskning.) Rapport 29/67, 47 s. Stockholm.

Fröroth, Å, Jonsson, J, Å, & Klingberg, L, 1969, Studieresa till Leningrad 1969. (Statens institut för byggnadsforskning.) Arbetshandling P 2:1969, 37 s. Stockholm.

Grinndal, L, 1969, Produktiva fordonskombinationer för landsvägstransporter. Affärsekonomi nr. 7, årg. 42, p. 327-336. Stockholm.

Jonsson, J, Å, 1969, Externa transporter av betongelement. (Statens institut för byggnadsforskning.) Rapport 30/69, 193 s. Stockholm.

Klingberg, T, & Niring, K, 1966, Kartläggning av transportflödet vid småhusbyggande. (Institutionen för byggnadsekonomi och byggnadsorganisation, KTH.) Stockholm.

Lindhagen, G, 1970, Transport av byggmaterial. Byggnadsingenjören -TEAM nr. 10, årg. 28, p. 64-72. Stockholm.

Magnusson, I, 1968, Transporter och materialhantering vid betongvarutillverkning. Svenska Cementföreningen, 61 s. Halmstad.

Månsson, K, 1969, Bo mer, (Beckmans) 75 s. Stockholm.

Ny byggmarknad, 1968. (Byggförlaget) 278 s. Stockholm.

Ringsberg, K, Arwidsson, L & Johnsson, L, 1969, Transportkostnadsandelen i totala byggkostnaden. Scania-Vabis MIL-stipendium 1968, 86 s. Göteborg.

Rönqvist, R, & Hegert, K, 1968, Interna transporter på byggarbetsplatsen. (Institutionen för byggnadsekonomi och byggnadsorganisation, KTH.) Stockholm.

Snibb, E, 1970, Byggandet som tävling.
Byggnadsindustrin nr 3, årg. 40, p. 32-35.
Stockholm.

Stalin, L, 1969, Bostadskostnad. 192 s.
Jönköping.

Transport av byggmaterial-problem och
forskningsbehov, 1967. (Statens råd
för byggnadsforskning.) Programskrift
5, 59 s. Stockholm.

Kostnadsunderlag kranar och traverser

SYSTEM: I

Bilaga 1:1

SPECIFIKATION: Typ Bockkran Lyftkraft i ton 10 Spännvidd i m 28,5

ANVÄNDNING: Bjälklag

PRIS: 220.000:--

REPARATIONS- & UNDERHÅLLSKOSTNAD PER ÅR: 2.000:--

AVSKRIVNING (n): 10 år Ränta (p): 10 %

ANVÄNDNINGSTID: 3.860 tim

SPECIFIKATION: Typ Lyftkraft i ton Spännvidd i m

ANVÄNDNING:

PRIS:

REPARATIONS- & UNDERHÅLLSKOSTNAD PER ÅR:

AVSKRIVNING (n): 10 år Ränta (p): 10 %

ANVÄNDNINGSTID:

Investering (I):	220.000	
Avskrivning		22.000:--
Ränta	$\frac{I}{2} \cdot \frac{n+1}{n} \cdot \frac{p}{100}$	12.100:--
Reparation och underhåll		2.000:--
Summa		36.100:--
Att fördela på 1930 timmar		18.050:--
Kr/tim		9:35
Kr/min		-:16
Traversförare	2 st. 14:50 kr/tim + 26 % soc. kostn.	36:54
"	kr/min	-:61
Summa	kr/min	-:77
Tillkommer för surrning	1 man kr/min	-:30

SYSTEM: I

Bilaga 1:2

SPECIFIKATION: Typ Bockkran Lyftkraft i ton 5 Spännvidd i m 24

ANVÄNDNING: Innerväggar

PRIS: 200.000:--

REPARATIONS- & UNDERHÅLLSKOSTNAD PER ÅR: 2.000:--

AVSKRIVNING (n): 10 år Ränta (p): 10 %

ANVÄNDNINGSTID: 3.860 tim

SPECIFIKATION: Typ Lyftkraft i ton Spännvidd i m

ANVÄNDNING:

PRIS:

REPARATIONS- & UNDERHÅLLSKOSTNAD PER ÅR:

AVSKRIVNING (n): 10 år Ränta (p): 10 %

ANVÄNDNINGSTID:

Investering (I):	200.000	
Avskrivning		20.000:--
Ränta	$\frac{I}{2} \cdot \frac{n+1}{n} \cdot \frac{p}{100}$	11.000:--
Reparation och underhåll		2.000:--
Summa		33.000:--
Att fördela på 1930 timmar		16.500:--
Kr/tim		8:55
Kr/min		-:14
Traversförare 1 st	14:50 kr/tim + 26 % soc. kostn.	18:27
"	kr/min	-:30
Summa	kr/min	-:44
Tillkommer för surrning	1 man kr/min	-:30

Kostnadsunderlag kranar och traverser

SYSTEM: II

Bilaga 1:3

SPECIFIKATION: Typ Travers Lyftkraft i ton 10 Spännvidd i m 15

ANVÄNDNING: Innerväggar

PRIS: 35.000:--

REPARATIONS- & UNDERHÅLLSKOSTNAD PER ÅR: 4.000:--

AVSKRIVNING (n): 10 år Ränta (p): 10 %

ANVÄNDNINGSTID: 1.930 tim

SPECIFIKATION: Typ Travers Lyftkraft i ton 10 Spännvidd i m 15

ANVÄNDNING: Innerväggar

PRIS: 30.000:--

REPARATIONS- & UNDERHÅLLSKOSTNAD PER ÅR: 4.000:--

AVSKRIVNING (n): 10 år Ränta (p): 10 %

ANVÄNDNINGSTID: 1.930 tim

Investering (I):	3 x 35.000 + 1 x 30.000:-- = 135.000:--	
Avskrivning		13.500:--
Ränta	$\frac{I}{2} \cdot \frac{n+1}{n} \cdot \frac{p}{100}$	7.425:--
Reparation och underhåll		16.000:--
Summa		36.925:--
Att fördela på 965 timmar		18.463:--
Kr/tim		19:13
Kr/min		-:32
Traversförare	1 st. 14:50 kr/tim + 26 % soc. kostn.	18:27
"	kr/min	-:30
Summa	kr/min	-:62
Tillkommer för surring	man kr/min	-

SYSTEM: II

Bilaga 1:4

SPECIFIKATION: Typ Travers Lyftkraft i ton 10 Spännvidd i m 15

ANVÄNDNING: Bjälklag

PRIS: 35.000:--

REPARATIONS- & UNDERHÅLLSKOSTNAD PER ÅR: 4.000:--

AVSKRIVNING (n): 10 år Ränta (p): 10 %

ANVÄNDNINGSTID: 1.930 tim

SPECIFIKATION: Typ Lyftkraft i ton Spännvidd i m

ANVÄNDNING:

PRIS:

REPARATIONS- & UNDERHÅLLSKOSTNAD PER ÅR:

AVSKRIVNING (n): 10 år Ränta (p): 10 %

ANVÄNDNINGSTID:

Investering (I):	5 x 35.000:-- = 175.000:--	
Avskrivning		17.500:--
Ränta	$\frac{I}{2} \cdot \frac{n+1}{n} \cdot \frac{p}{100}$	9.625
Reparation och underhåll		20.000:--
Summa		47.125:--
Att fördela på 965 timmar		23.563:--
Kr/tim		24:42
Kr/min		-:41
Traversförare 2 st. 14:50 kr/tim + 26 % soc.kostn.		36:54
" kr/min		-:61
Summa kr/min		1:02
Tillkommer för surrning man kr/min		-

SYSTEM: II

Bilaga 1:5

SPECIFIKATION: Typ Bockkran Lyftkraft i ton 10 Spännvidd i m 15

ANVÄNDNING: Fasader

PRIS: 100.000:--

REPARATIONS- & UNDERHÅLLSKOSTNAD PER ÅR: 3.000:--

AVSKRIVNING (n): 10 år Ränta (p): 10 %

ANVÄNDNINGSTID: 1.930 tim

SPECIFIKATION: Typ Lyftkraft i ton Spännvidd i m

ANVÄNDNING:

PRIS:

REPARATIONS- & UNDERHÅLLSKOSTNAD PER ÅR:

AVSKRIVNING (n): 10 år Ränta (p): 10 %

ANVÄNDNINGSTID:

Investering (I):	100.000	
Avskrivning		10.000:--
Ränta	$\frac{I}{2} \cdot \frac{n+1}{n} \cdot \frac{p}{100}$	5.500:--
Reparation och underhåll		3.000:--
Summa		18.500:--
Att fördela på 965 timmar		9.250:--
Kr/tim		9:58
Kr/min		-:16
Traversförare 1 st.	14:50 kr/tim + 26 % soc.kostn.	18:27
"	kr/min	-:30
Summa	kr/min	-:46
Tillkommer för surrning	man kr/min	-

SYSTEM: III

Bilaga 1:6

SPECIFIKATION: Typ Bockkran Lyftkraft i ton 10 Spännvidd i m 15

ANVÄNDNING: Alt. Bjälklag, innerväggar, fasader

PRIS: 100.000:--

REPARATIONS- & UNDERHÅLLSKOSTNAD PER ÅR: 3.000:--

AVSKRIVNING (n): 10 år Ränta (p): 10 %

ANVÄNDNINGSTID: 1930 tim

SPECIFIKATION: Typ Lyftkraft i ton Spännvidd i m

ANVÄNDNING:

PRIS:

REPARATIONS- & UNDERHÅLLSKOSTNAD PER ÅR:

AVSKRIVNING (n): 10 år Ränta (p): 10 %

ANVÄNDNINGSTID:

Investering (I):	100.000	
Avskrivning		10.000:--
Ränta	$\frac{I}{2} \cdot \frac{n+1}{n} \cdot \frac{p}{100}$	5.500:--
Reparation och underhåll		3.000:--
Summa		18.500:--
Att fördela på 965 timmar		9.250:--
Kr/tim		9:58
Kr/min		:16
Traversförare 2 st. 14:50 kr/tim + 26 % soc. kostn.		36:54
" kr/min		:61
Summa kr/min		:77
Tillkommer för surring man kr/min		-

SYSTEM: IV

Bilaga 1:7

SPECIFIKATION: Typ Travers Lyftkraft i ton 10 Spännvidd i m 15

ANVÄNDNING: Bjälklag och innerväggar

PRIS: 35.000:--

REPARATIONS- & UNDERHÅLLSKOSTNAD PER ÅR: 4.000:--

AVSKRIVNING (n): 10 år Ränta (p): 10 %

ANVÄNDNINGSTID: 1.930 tim

SPECIFIKATION: Typ Travers Lyftkraft i ton 5 Spännvidd i m 15

ANVÄNDNING: Bjälklag och innerväggar

PRIS: 30.000:--

REPARATIONS- & UNDERHÅLLSKOSTNAD PER ÅR: 4.000:--

AVSKRIVNING (n): 10 år Ränta (p): 10 %

ANVÄNDNINGSTID: 1.930 tim

Investering (I):	65.000	
Avskrivning		6.500:--
Ränta	$\frac{I}{2} \cdot \frac{n+1}{n} \cdot \frac{p}{100}$	3.575:--
Reparation och underhåll		8.000:--
Summa		18.075:--
Att fördela på 965 timmar		9.037:--
Kr/tim		9:36
Kr/min		:16
Traversförare	2 st. 14:50 kr/tim + 26 % soc. kostn.	18:27
"	kr/min	:61
Summa	kr/min	:77
Tillkommer för surrning	man kr/min	:30

SYSTEM: V

Bilaga 1:8

SPECIFIKATION: Typ Travers Lyftkraft i ton 10 Spännvidd i m 19

ANVÄNDNING: Bjälklag

PRIS: 50.000:--

REPARATIONS- & UNDERHÅLLSKOSTNAD PER ÅR: 4.000:--

AVSKRIVNING (n): 10 år Ränta (p): 10 %

ANVÄNDNINGSTID: 1.930 tim

SPECIFIKATION: Typ Lyftkraft i ton Spännvidd i m

ANVÄNDNING:

PRIS:

REPARATIONS- & UNDERHÅLLSKOSTNAD PER ÅR:

AVSKRIVNING (n): 10 år Ränta (p): 10 %

ANVÄNDNINGSTID:

Investering (I):	50.000	
Avskrivning		5.000:--
Ränta	$\frac{I}{2} \cdot \frac{n+1}{n} \cdot \frac{p}{100}$	2.750:--
Reparation och underhåll		4.000:--
Summa		11.750:--
Att fördela på 965 timmar		5.875:--
Kr/tim		6:09
Kr/min		-:10
Traversförare 2 st. 14:50 kr/tim + 26 % soc.kostn.		18:27
" kr/min		-:61
Summa kr/min		-:71
Tillkommer för surrning man kr/min		-

Kostnadsunderlag dragbilar och påhängsvagnar

Bilaga 2:1

2-axlig dragbil		
Investering		91.000
./. Restvärde	10 %	9.100
./. Däcksutrustning	6 st. à 600 kr	3.600
Avskrivningsbelopp		78.300
Avskrivning	5 år	15.660
Räntekostnader: räntefaktor	10 %	5.460
Kommunikationsradio inkl. sändare		1.200
Trafikförsäkring		2.498
Kaskoförsäkring inkl. bonus och kostnader för självrisker		2.817
Godstransportförsäkring inkl. kostnader för självrisker		1.250
Fordonsskatt		4.968
Delsumma		33.853
Oförutsedda kostnader och diverse	3 %	1.016
Delsumma		34.869
Chaufförlön inkl. övertid och sociala kostnader		38.000
Delsumma		72.869
Administration	10 %	7.287
Delsumma		80.156
Marginaltillägg	7 %	5.611
Totalsumma fasta kostnader		85.767
		Kr/mil
Drivmedel	4,5 ltr/mil x 0,68 kr/ltr	3:06
Service	10 % av drivmedel	-:31
Service		-
Däck	3600:4500	-:80
Reparation och underhåll		2:20
Delsumma		6:37
Oförutsedda kostnader och diverse	5 %	-:32
Delsumma		6:69
Administration	10 %	-:67
Delsumma		7:36
Marginaltillägg	7 %	-:52
Totalsumma rörliga kostnader		7:88

3-axlig dragbil			
Investering			120.000
./. Restvärde	10 %		12.000
./. Däcksutrustning	10 st. à 600 kr		6.000
Avskrivningsbelopp			102.000
Avskrivning	5 år		20.400
Räntekostnader: räntefaktor	10 %		7.200
Kommunikationsradio inkl. sändare			1.200
Trafikförsäkring			3.129
Kaskoförsäkring inkl. bonus och kostnader för självrisker			3.110
Godstransportförsäkring inkl. kostnader för självrisker			1.250
Fordonsskatt			7.860
Delsumma			44.149
Oförutsedda kostnader och diverse	3 %		1.324
Delsumma			45.473
Chaufförlön inkl. övertid och sociala kostnader			38.000
Delsumma			83.473
Administration	10 %		8.347
Delsumma			91.820
Marginaltillägg	7 %		6.427
Totalsumma fasta kostnader			98.247
			Kr/mil
Drivmedel	5,5 ltr/mil x 0,68 kr/ltr		3:74
Service	10 % av drivmedel		-:37
Service			
Däck	6000:4500		1:33
Reparation och underhåll			2:50
Delsumma			7:94
Oförutsedda kostnader och diverse	5 %		-:40
Delsumma			8:34
Administration	10 %		-:83
Delsumma			9:17
Marginaltillägg	7 %		-:64
Totalsumma rörliga kostnader			9:81

Kostnadsunderlag dragbilar och påhängsvagnar

Påhängsvagn, 2-axlig cirka 8 m lastlängd

Investering			37.000
./ Restvärde	10 %		3.700
./ Däcksutrustning	8 st. à 600 kr		4.800
Avskrivningsbelopp			28.500
Avskrivning	7 år		4.071
Räntekostnader: räntefaktor	10 %		2.115
Kommunikationsradio inkl. sändare			-
Trafikförsäkring			-
Kaskoförsäkring inkl. bonus och kostnader för självrisker			909
Godstransportförsäkring inkl. kostnader för självrisker			-
Fordonsskatt			5.400
Delsumma			12.495
Oförutsedda kostnader och diverse	5 %		625
Delsumma			13.120
Chaufförlön inkl. övertid och sociala kostnader			-
Delsumma			13.120
Administration	20 %		2.624
Delsumma			15.744
Marginaltillägg	7 %		1.102
Totalsumma fasta kostnader			16.846
" " " med skatterestitution < 3.000 mil/år			14.419
" " " " " " < 1.500 "			13.206
			Kr/mil
Drivmedel	ltr/mil x	kr/ltr	-
Service	% av drivmedel		-
Service			-:20
Däck	4800:5000		-:96
Reparation och underhåll			-:80
Delsumma			1:96
Oförutsedda kostnader och diverse	5 %		-:10
Delsumma			2:06
Administration	20 %		-:41
Delsumma			2:47
Marginaltillägg	7 %		-:17
Totalsumma rörliga kostnader			2:64

Kostnadsunderlag dragbilar och påhängsvagnar

Bilaga 2:4

Påhängsvagn, 2-axlig cirka 8 m lastlängd nyare konstruktion				
Investering				25.000
./.. Restvärde	10 %			2.500
./.. Däcksutrustning	8 st. à 600 kr			4.800
Avskrivningsbelopp				17.700
Avskrivning	7 år			2.529
Räntekostnader: räntefaktor	10 %			1.429
Kommunikationsradio inkl. sändare				-
Trafikförsäkring				-
Kaskoförsäkring inkl. bonus och kostnader för självrisker				909
Godstransportförsäkring inkl. kostnader för självrisker				-
Fordonsskatt				3.960
Delsumma				8.827
Oförutsedda kostnader och diverse	5 %			441
Delsumma				9.268
Chaufförlön inkl. övertid och sociala kostnader				-
Delsumma				9.268
Administration	20 %			1.854
Delsumma				11.122
Marginaltillägg	7 %			779
Totalsumma fasta kostnader				11.901
" " " " " "	med skatterestitution <3.000 mil/år			10.445
" " " " " "	<1.500 "			9.717
				Kr/mil
Drivmedel	ltr/mil x	kr/ltr		
Service	% av drivmedel			
Service				-:20
Däck	4800:5000			-:96
Reparation och underhåll				-:80
Delsumma				1:96
Oförutsedda kostnader och diverse	5 %			-:10
Delsumma				2:06
Administration	20 %			-:41
Delsumma				2:47
Marginaltillägg	7 %			-:17
Totalsumma rörliga kostnader				2:64

Kostnadsunderlag dragbilar och påhängsvagnar

Bilaga 2:5

Påhängsvagn, 2-axlig, cirka 10 m lastlängd				
Investering				29.000
./ Restvärde	10 %			2.900
./ Däcksutrustning	8 st. à 600 kr			4.800
Avskrivningsbelopp				21.300
Avskrivning	7 år			3.043
Räntekostnader: räntefaktor	10 %			1.657
Kommunikationsradio inkl. sändare				-
Trafikförsäkring				-
Kaskoförsäkring inkl. bonus och kostnader för självrisker				909
Godstransportförsäkring inkl. kostnader för självrisker				-
Fordonsskatt				5.400
Delsumma				11.009
Oförutsedda kostnader och diverse	5 %			550
Delsumma				11.559
Chaufförlön inkl. övertid och sociala kostnader				-
Delsumma				11.559
Administration	20 %			2.312
Delsumma				13.871
Marginaltillägg	7 %			971
Totalsumma fasta kostnader				14.842
" " " med skatterestitution <3.000 mil/år				12.415
" " " " " <1.500 "				11.202
				Kr/mil
Drivmedel	ltr/mil x	kr/ltr		-
Service	% av drivmedel			-
Service				-:20
Däck	4800:5000			-:96
Reparation och underhåll				-:80
Delsumma				1:96
Oförutsedda kostnader och diverse	5 %			-:10
Delsumma				2:06
Administration	20 %			-:41
Delsumma				2:47
Marginaltillägg	7 %			-:17
Totalsumma rörliga kostnader				2:64

Kostnadsunderlag dragbilar och påhängsvagnar

Bilaga 2:6

Påhängsvagn, 2-axlig, cirka 12,5 m lastlängd		
Investering		31.000
./. Restvärde	10 %	3.100
./. Däcksutrustning	8 st. à 600 kr	4.800
Avskrivningsbelopp		23.100
Avskrivning	7 år	3.300
Räntekostnader: räntefaktor	%	1.772
Kommunikationsradio inkl. sändare		-
Trafikförsäkring		-
Kaskoförsäkring inkl. bonus och kostnader för självrisker		909
Godstransportförsäkring inkl. kostnader för självrisker		-
Fordonsskatt		6.840
Delsumma		12.821
Oförutsedda kostnader och diverse	5 %	641
Delsumma		13.462
Chaufförlön inkl. övertid och sociala kostnader		-
Delsumma		13.462
Administration	20 %	2.692
Delsumma		16.154
Marginaltillägg	7 %	1.131
Totalsumma fasta kostnader		17.285
" " " med skatterestitution <3.000 mil/år		14.562
" " " " " <1.500 "		13.200
		Kr/mil
Drivmedel	ltr/mil x kr/ltr	-
Service	% av drivmedel	-
Service		-:20
Däck	4800:4500	1:07
Reparation och underhåll		-:80
Delsumma		2:07
Oförutsedda kostnader och diverse	5 %	-:10
Delsumma		2:17
Administration	20 %	-:43
Delsumma		2:60
Marginaltillägg	7 %	-:18
Totalsumma rörliga kostnader		2:78

Kostnadsunderlag dragbilar och påhängsvagnar

Bilaga 2:7

Dollyvagn		
Investering		12.000
./.. Restvärde	0 %	
./.. Däcksutrustning	4 st. à 600 kr	2.400
Avskrivningsbelopp		9.600
Avskrivning	7 år	1.371
Räntekostnader: räntefaktor	10 %	549
Kommunikationsradio inkl. sändare		-
Trafikförsäkring		
Kaskoförsäkring inkl. bonus och kostnader för självrisker		
Godstransportförsäkring inkl. kostnader för självrisker		
Fordonsskatt		
Delsumma		1.920
Oförutsedda kostnader och diverse	5 %	96
Delsumma		2.016
Chaufförlön inkl. övertid och sociala kostnader		-
Delsumma		2.016
Administration	20 %	403
Delsumma		2.419
Marginaltillägg	7 %	169
Totalsumma fasta kostnader		2.588
		Kr/mil
Drivmedel	ltr/mil x	kr/ltr
Service	% av drivmedel	
Service		
Däck	2400:4500	-:53
Reparation och underhåll		-:45
Delsumma		-:98
Oförutsedda kostnader och diverse	5 %	-:05
Delsumma		1:03
Administration	20 %	-:21
Delsumma		1:24
Marginaltillägg	7 %	-:09
Totalsumma rörliga kostnader		1:33

Kostnadsunderlag dragbilar och påhängsvagnar

Påhängsvagn, 1-axlig, cirka 10 m lastlängd		
Investering		25.000
./. Restvärde	10 %	2.500
./. Däcksutrustning	4 st. à 600 kr	2.400
Avskrivningsbelopp		20.100
Avskrivning	7 år	2.871
Räntekostnader: räntefaktor	10 %	1.429
Kommunikationsradio inkl. sändare		-
Trafikförsäkring		-
Kaskoförsäkring inkl. bonus och kostnader för självrisker		909
Godstransportförsäkring inkl. kostnader för självrisker		-
Fordonsskatt		3.960
Delsumma		9.169
Oförutsedda kostnader och diverse	5 %	458
Delsumma		9.627
Chaufförlön inkl. övertid och sociala kostnader		-
Delsumma		9.627
Administration	20 %	1.925
Delsumma		11.552
Marginaltillägg	7 %	809
Totalsumma fasta kostnader		12.361
" " " med skatterestitution < 3.000 mil/år		10.905
" " " " " " < 1.500 "		10.177
		Kr/mil
Drivmedel	ltr/mil x kr/ltr	
Service	% av drivmedel	
Service		-:20
Däck	2400:5000	-:48
Reparation och underhåll		-:80
Delsumma		1:48
Oförutsedda kostnader och diverse	5 %	-:07
Delsumma		1:55
Administration	20 %	-:31
Delsumma		1:86
Marginaltillägg	7 %	-:13
Totalsumma rörliga kostnader		1:99

Påhängsvagn, 2-axlig med hydrauliskt "vippbord"				
Investering				75.000
./. Restvärde	10 %			7.500
./. Däcksutrustning	8 st. à 600 kr			4.800
Avskrivningsbelopp				62.700
Avskrivning	7 år			8.957
Räntekostnader: räntefaktor	%			4.286
Kommunikationsradio inkl. sändare				-
Trafikförsäkring				-
Kaskoförsäkring inkl. bonus och kostnader för självrisker				909
Godstransportförsäkring inkl. kostnader för självrisker				6.840
Fordonsskatt				
Delsumma				20.992
Oförutsedda kostnader och diverse	5 %			1.050
Delsumma				22.042
Chaufförlön inkl. övertid och sociala kostnader				-
Delsumma				22.042
Administration	20 %			4.408
Delsumma				26.450
Marginaltillägg	7 %			1.852
Totalsumma fasta kostnader				28.302
" " " " " " " "			med skatterestitution < 3.000 mil/år	25.579
" " " " " " " "			< 1.500 "	24.217
				Kr/mil
Drivmedel	ltr/mil x		kr/ltr	-
Service	% av drivmedel			-
Service				-:20
Däck	4800:4500			1:07
Reparation och underhåll				-:80
Delsumma				2:07
Oförutsedda kostnader och diverse	5 %			-:10
Delsumma				2:17
Administration	20 %			-:43
Delsumma				2:60
Marginaltillägg	7 %			-:18
Totalsumma rörliga kostnader				2:78

Kostnadsunderlag dragbilar och påhängsvagnar

Bockställning för fasader och innerväggar

	<u>Ställn.</u>	<u>8 m</u>	<u>10 m</u>	<u>12,5 m</u>
Investering och avskrivningsbelopp	2.000:--	5.000:--	7.000:--	8.000:--
Avskrivning 7 år	286:--	714:--	1.000:--	1.143:--
Ränta 10 %	114:--	286:--	400:--	457:--
Underhåll	<u>200:--</u>	<u>600:--</u>	<u>600:--</u>	<u>600:--</u>
Delsumma	600:--	1.600:--	2.000:--	2.200:--
Administration 10 %	<u>60:--</u>	<u>160:--</u>	<u>200:--</u>	<u>220:--</u>
Delsumma	660:--	1.760:--	2.200:--	2.420:--
Marginaltillägg 7 %	<u>46:--</u>	<u>123:--</u>	<u>154:--</u>	<u>169:--</u>
Summa årskostnad	706:--	1.183:--	2.354:--	2.589:--

Kostnadsunderlag
 byggkranar

Kran- typ	Beteckning	Max. krokhöjd i m	Max. lyftförmåga i ton-vid radie i m	Maxradie i m - Lyftförmåga i ton	Maskinkostnad		Tillkommer 2 förare 28 kr/tim	Kr/tim	Kr/min.
					Kr/dag	Kr/tim			
A	Lindén L 40-130	60	5,0 - 28	40 - 3,2	750:--	100:--	56:--	156:--	2:60
B	Lindén L 40-130	30	5,0 - 28	40 - 3,2	615:--	82:--	56:--	138:--	2:30
C	Pin Gon P200	30	12,0 - 16	30 - 6,7	500:--	67:--	56:--	123:--	2:05
D	Kröll K 135	30	4,0 - 33	40 - 3,2	660:--	88:--	56:--	144:--	2:40
E	P o H 435TC	61	36,0 - 3	34 - 1,2	890:--	119:--	56:--	175:--	2:92
F	Linkbelt HC108D	60	41,0 - 3	36 - 1,3	890:--	119:--	56:--	175:--	2:92
G	Lima 802	46	10,0 - 15	22 - 6,0	695:--	93:--	56:--	149:--	2:48
H	Demag TC 120	60	40,0 - 4	26 - 1,8	890:--	119:--	56:--	175:--	2:92

CAPTIONS

- FIG. 1 The chain of materials supply in the building process for continuous production of concrete units for residential houses.
- FIG. 2 Permitted gross weight for different distances between the first and last axle at different axle/bogie weight. (Road Traffic Ordinance § 54)
- FIG. 3 Sweden. Vehicle with a hydraulic tipper body for transport of wide or high units. (Photo: Jonsson 1969)
- FIG. 4 Sweden. Vehicle with interchangeable load supports for transport of partition and façade elements. (Photo: Jonsson 1969)
- FIG. 5 Sweden. Vehicle with a lowered platform for transport of partition and façade units. (Photo: Jonsson 1969)
- FIG. 6 Sweden. Vehicle with lowered platform for transport of floor slab units. (Photo: Jonsson 1969)
- FIG. 7 Sweden. Vehicle with standard semi-trailers. Attached supporting frames for transport of partition or façade units, without supporting frames for transport of floor slab units. The vehicle has been granted exemption from the Road Traffic Ordinance because of a length exceeding the permitted maximum of 24 m. (Photo: A Z Sellbergs AB)
- FIG. 8 West-Germany. Vehicle with a low platform and addition for clamping. The vehicle is used for transport of partition, floor and façade elements. (Photo: Fördern und Heben Heft 3, 1969)
- FIG. 9 West-Germany. Removable loading pallet with two-axle bogies coupled at each end, a) during transport, b) at coupling. The vehicle is intended for transport of medium weight construction units. (Photo: Triebel, Achterberg, Hampe, Janik, 1968)
- FIG. 10 West-Germany. Vehicle with lowered platform for transport of partition and façade units. (Photo: Triebel, Achterberg, Hampe, Janik, 1968)
- FIG. 11 West-Germany. Vehicle with lowered platform for transport of units made of porous concrete. (Photo: Triebel, Achterberg, Brocher, 1968)
- FIG. 12 West-Germany. Vehicle with lowered platform.
 a) With attached supporting frame for transport of partition or façade elements.
 b) Without frame for transport of floor slab units. (Photo: Triebel, Achterberg, Brocher, 1968)

- FIG. 13 West-Germany. Gantry crane with overhang used as building crane. (Photo: Triebel, Achterberg, Hampe, Janik, 1968)
- FIG. 14 France. Principle outline of semi-trailer with lowered platform and internal placing of units at transport of partition and façade units. (Photo: Waerum, 1966)
- FIG. 15 The Soviet Union. Vehicle with lowered platform for transport of floor slab units or box units and with supporting frame for transport of partition or façade units. Permitted width of load is 3.5 m. (Photo: Fröroth, Jonsson, Klingberg, 1969)
- FIG. 16 The Soviet Union. Vehicle with lowered platform for transport of partition units. (Photo: Fröroth, Jonsson, Klingberg, 1969)
- FIG. 17 USA. Vehicle with lowered platform for transport of façade units. (Photo: Engineering News-Record Oct. 16, 1969)
- FIG. 18 USA. Light, low built trailer for transport of box units, so called mobile homes. (Photo: Alpsten, 1970)
- FIG. 19 USA. Helicopter for transport of box units. The method requires light building materials as e. g. plastic or aluminium. (Photo: Månsson, 1969)
- FIG. 20 Bulgaria. Vehicle with lowered platform for transport of partition and façade units. (Photo: A Z Sellbergs AB)
- FIG. 21 Loading cycle at factory: coupling - moving - detaching - moving.
- FIG. 22 Breakdown of terminal time.
- FIG. 23 Unloading cycle at building site: coupling - moving - erection - moving.
- FIG. 24 Lay-out of factory, element building system I.
- FIG. 25 Handling equipment at factory for a) floor slabs, b) façades and partitions.
- FIG. 26 Means of transportation for element building system I.
- FIG. 27 Lay-out of building site A, element building system I.
- FIG. 28 Lay-out of building site B, element building system I.
- FIG. 29 a and b
Handling equipment for unloading of floor slabs at building site.

- FIG. 30 Lay-out of factory, element building system II.
- FIG. 31 Handling and handling equipment at factory for
a) floor slabs, b) partitions and c) façade panels.
- FIG. 32 Means of transportation for element building system II.
- FIG. 33 Lay-out of building site, element building system II.
- FIG. 34 Handling equipment for unloading at building site of
a) partition and facade units, b) floor slabs.
- FIG. 35 Lay-out of factory, element building system III.
- FIG. 36 Means of transportation for element building system III.
- FIG. 37 Lay-out of building site, element building system III.
- FIG. 38 Lay-out of factory, element building system IV.
- FIG. 39 Handling of floor slab unit at factory. The picture shows loading with the aid of a mobile crane outside the ordinary loading area. (Because of insufficient storage area the units have had to be stored out of the working area of the traverse.)
- FIG. 40 Means of transportation for element building system IV.
- FIG. 41 Lay-out of building site, element building system IV.
- FIG. 42 Lay-out of factory, element building system IV.
- FIG. 43 Handling of floor slabs at factory.
- FIG. 44 Means of transportation for element building system V.
- FIG. 45 Lay-out of building site, element building system V.
- FIG. 46 Unloading of floor slabs at building site.
- FIG. 47 Mean (continuous line) and maximum (dashed line) weights for floor slabs, partitions and façades.
- FIG. 48 Weight of floor, partition and façade units expressed as tonne/m³ building volume.
- FIG. 49 Size of floor, partition and façade units expressed as number of elements/m³ building volume.
- FIG. 50 Loading time (1 cycle) at factory with traverse or gantry crane in minutes/element as a function of the distance of the storage yard from the loading area (mean value and standard deviation).

- FIG. 51 Loading time (1 cycle) at factory with traverse or gantry crane in minutes/element as a function of the mean element weight per type of element and system in tonne, (\square) floor slab unit, (+) partition unit and (o) façade unit.
- FIG. 52 System I. Mean values (continuous lines) and standard deviations (dashed lines) for terminal times at factory, building site and the sum of factory and building site.
 a) Total time per terminal visit.
 b) Time for coupling/loading/unloading.
 c) Waiting time.
 d) Time for terminal driving, etc.
- FIG. 53 System II. Mean values (continuous lines) and standard deviations (dashed lines) for terminal times at factory, building site and the sum of factory and building site.
 a) Total time per terminal visit.
 b) Time for coupling/loading/unloading.
 c) Waiting time.
 d) Time for terminal driving, etc.
- FIG. 54 System III. Mean values (continuous lines) and standard deviations (dashed lines) for terminal times at factory, building site and the sum of factory and building site.
 a) Total time per terminal visit.
 b) Time for coupling/loading/unloading.
 c) Waiting time.
 d) Time for terminal driving, etc.
- FIG. 55 System IV. Mean values (continuous lines) and standard deviations (dashed lines) for terminal times at factory, building site and the sum of factory and building site.
 a) Total time per terminal visit.
 b) Time for coupling/loading/unloading.
 c) Waiting time.
 d) Time for terminal driving, etc.
- FIG. 56 System V. Mean values (continuous lines) and standard deviations (dashed lines) for terminal times at factory, building site and the sum of factory and building site.
 a) Total time per terminal visit.
 b) Time for coupling/loading/unloading.
 c) Waiting time.
 d) Time for terminal driving, etc.
- FIG. 57 Terminal time excl. waiting time (mean value and standard deviation) as a function of the number of performed couplings between the tractor truck and semi-trailer per terminal visit for transportation according to the principle of tractor truck with interchangeable semi-trailer.

- FIG. 58 Terminal time excl. waiting time (mean value and standard deviation) as a function of the number of loaded or unloaded elements at factory (continuous lines) and building site (dashed lines) for transportation according to the principle truck with permanently coupled semi-trailer.
- FIG. 59 Speed in km/h (mean value and standard deviation) as a function of the transport distance in km for two different combinations of vehicle (max. 70 km/h and max. 40 km/h). Mean speed for transport factory-building site and building site-factory.
- FIG. 60 Transport time for building crane (mean value and standard deviation) as a function of the height of lift expressed in number of storeys.
- FIG. 61 Mean value of transport time in minutes per element for different types of crane (see encl. 3).
- FIG. 62 Transport time for building crane in minutes/element as a function of the mean element weight per type of element and system in tonne, (\square) floor slab unit, (\oplus) partition unit and (O) façade unit.
- FIG. 63 Erecting time in minutes/element as a function of the mean element weight and system in tonne, (\square) floor slab unit, (\oplus) partition unit and (O) façade unit.
- FIG. 64 Cost for internal and external transport of units from stacking yard to erection expressed in a) Sw. Kr. per tonne, b) Sw. Kr. per m^3 building volume, for different systems.
1. Total transport cost.
 2. Cost for internal transport at factory.
 3. Cost for terminal time at factory.
 - a) Cost for loading or coupling.
 - b) Waiting cost.
 - c) Cost for terminal driving, instruction, etc.
 4. Cost for external transport.
 5. Cost for terminal time at building site.
 - a) Cost for unloading or coupling.
 - b) Waiting cost.
 - c) Cost for terminal driving, instruction, etc.
 6. Cost for internal transport at building site.
- FIG. 65 Explanatory model showing the origin of the cost for transport of elements in the building process.
- FIG. 66 Distance between shafts, gross weight and payload as compared to the regulations of the Road Traffic Ordinance, for different combinations of vehicle. (Source: Grinndal, 1969)

- FIG. 67 Cost for external transport in Sw. Kr. /tonne as a function of the transport distance in km for different combinations of vehicle and different ratio truck per semi-trailer.
- FIG. 68 Cost for external transport in Sw. Kr. /tonne as a function of the transport distance in km for the vehicle combination of a three-axled truck and different numbers of two-axled semi-trailers with a loading length of 12.5 m. Terminal time for 1:1 80 minutes and for 1:2 to 1:8 40 minutes.
- FIG. 69 Cost for external transport expressed in a) Sw. Kr. per tonne and b) Sw. Kr. per m^3 building volume as a function of the transport distance in km. Regression line and costs of different element building systems studied.
- FIG. 70 Outline of a) divided contract, b) general contract and c) package deal. (Source: The report by the National Swedish Price and Cartel Office in 1967, Co-ordination and disintegration in the building sector.)
- FIG. 71 Communication radio sets at the building site can reduce the consequences of disturbances in the building process.
- FIG. 72 Industrialized building production with flow-line production.
- FIG. 73 Box unit with open inside for flexible housing plans. The steel skeleton of the building is designed according to container standards and forms a volume unit.
- FIG. 74 Simple and cheap conveyor for fast unloading of building boxes (Photo: AB Volvo).
- FIG. 75 Box units according to container standards can increase the market area because of the possibilities of rational railway transports.

- TABLE 1 Component data for element building system No I relating to floor units, partitions and façades.
- TABLE 2 Time required for loading cycle: attachment - moving - removal - moving.
- TABLE 3 Time required for securing the load.
- TABLE 4 Number of semi-trailers per truck.
- TABLE 5 Quantity of components transported for different transport distances.
- TABLE 6 Loaded weight and number of components for 311 loads. Mean and standard deviation.
- TABLE 7 Mean and standard deviation for terminal time at factory. Replacement of semi-trailer(s) for floor slabs and partitions.
- TABLE 8 Mean and standard deviation for terminal time at factory. Replacement of one or two semitrailers.
- TABLE 9 Mean and standard deviation for terminal time at the site. Replacement of semi-trailer(s) for floor slabs, partitions and façades.
- TABLE 10 Mean and standard deviation for terminal time at the site. Replacement of one or two semi-trailers.
- TABLE 11 Time taken for unloading cycle: attachment - moving - erection - moving.
- TABLE 12 Time taken for transport (i. e. attachment and moving) and erection.
- TABLE 13 Component data for element building system No II relating to floor units, partitions and façades.
- TABLE 14 Time taken for loading cycle: attachment - moving - removal - moving.
- TABLE 15 Quantity of components transported for different transport distances.
- TABLE 16 Loaded weight and number of components for 98 loads. Mean and standard deviation.
- TABLE 17 Mean and standard deviation for terminal time at factory. Loading of floor slabs, partitions and façades.
- TABLE 18 Mean and standard deviation for terminal time at the site. Unloading of floor unit.

- TABLE 19 Mean and standard deviation for terminal time at the site. Replacement of one semi-trailer.
- TABLE 20 Time taken for unloading cycle: attachment - moving - erection - moving.
- TABLE 21 Time taken for transport (i. e. attachment and moving) and erection.
- TABLE 22 Component data for element building system No III relating to floor slabs, partitions and façades.
- TABLE 23 Time taken for loading cycle: attachment - moving - removal - moving.
- TABLE 24 Quantity of components transported.
- TABLE 25 Loaded weight and number of components for 92 loads. Mean and standard deviation.
- TABLE 26 Mean and standard deviation for terminal time at factory. Loading of floor slabs, partitions and façades.
- TABLE 27 Mean and standard deviation for terminal time at the site. Unloading of floor slab.
- TABLE 28 Mean and standard deviation for terminal time at the site. Replacement of 1 semi-trailer.
- TABLE 29 Time taken for unloading cycle: attachment - moving - erection - moving.
- TABLE 30 Time taken for transport (i. e. attachment and moving) and erection.
- TABLE 31 Component data for element building system No IV relating to floor slabs, partitions and façades.
- TABLE 32 Time taken for loading cycle: attachment - moving - removal - moving.
- TABLE 33 Time taken to secure load.
- TABLE 34 Quantity of components transported for different transport distances.
- TABLE 35 Loaded weight and number of components for 128 loads. Mean and standard deviation.
- TABLE 36 Mean and standard deviation for terminal time at factory. Replacement of 1 semi-trailer.
- TABLE 37 Mean and standard deviation for terminal time at the site. Replacement of 1 semi-trailer.

- TABLE 38 Time taken for unloading cycle: attachment - moving - erection - moving.
- TABLE 39 Time taken for transport (i. e. attachment and moving) and erection.
- TABLE 40 Component data for element building system No V relating to floor slabs.
- TABLE 41 Time taken for loading cycle: attachment - moving - removal - moving (only floor slab).
- TABLE 42 Quantity of components transported for different transport distances.
- TABLE 43 Loaded weight and number of components for 43 loads. Mean and standard deviation (floor slabs only).
- TABLE 44 Mean and standard deviation for terminal time at factory. Loading of 1 semi-trailer (floor slabs only).
- TABLE 45 Mean and standard deviation for terminal time at the site. Unloading of 1 semi-trailer (floor slabs only).
- TABLE 46 Time taken for unloading cycle: attachment - moving - removal - moving (floor slabs only).
- TABLE 47 Time taken for transport (i. e. attachment and moving) and erection (floor slabs only).
- TABLE 48 Percentage breakdown of component types within the systems.
- TABLE 49 Summary of means for loading times (1 cycle) with gantry crane or overhead travelling crane at the casting yard and for time taken in securing load.
- TABLE 50 Summary of costs for transferring load from stock-pile at factory to the vehicle (loading incl. securing).
- TABLE 51 Summary of costs breakdowns for external transport expressed in Sw. Kr. /ton.
- TABLE 52 Summary of costs breakdowns for external transport expressed in Sw. Kr. /m³ building volume.
- TABLE 53 Summary of means of times for transport and erection with building crane at the building site.
- TABLE 54 Transport times for different crane types and different numbers of floors.

- TABLE 55 Summary of costs for transport with building crane from place of unloading to erection.
- TABLE 56 Number of days for different activities in the material flow sequence.
- TABLE 57 External transport costs in Sw. Kr/ton and changes in costs after taking various measures.
- TABLE 58 External transport costs in Sw. Kr./m³ building volume and changes in costs after taking various measures.

R36: 1971

**Denna rapport avser anslag nr E 540: 1—2 från Statens råd för
byggnadsforskning till A. Z. Sellbergs AB**

**Rapporten ingår i BFRs program för transportforskning, vilken
sammanhålls av BFRs transportnämnd**

**Distribution: Svensk Byggtjänst, Box 1403, 111 84 Stockholm
Grupp: produktion**

Pris: 24 kronor