



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R1:1974

TEKNISKA HOGSKOLAN I LUND
SEKTIONEN FOR YKIG- OCH VATTEN
BIBLIOTEKET

**Transporter från bygg-
platsen. Specialstudier
av byggavfallet.**

**Urban Ericson, Roy Larsson
& Lars Söderlind**

Byggeforskningen

Transporter från byggplatsen Specialstudier av byggavfallet

Urban Ericson, Roy Larsson
& Lars Söderlind

Den ständigt ökande avfallsvolymen bl.a. bestående av förpackningar och materialspill har blivit ett problem vid byggnadsproduktion. Den totala mängden byggavfall från nyproduktion av bostäder i Sverige 1972 uppskattas till 400.000 fasta m³. Syftet med forskningsuppgiften är att i tre etapper kartlägga transporter från olika typer av byggnadsobjekt. I denna etapp att göra speciella studier av avfallstransporterna och avfallets hantering. Rapporten beskriver försök med nya typer av maskinutrustning för avfallshantering och hur man vid planering och kalkylering beräknar avfallets kostnader.

Studieobjekt

Byggavfallens sammansättning, storlek och hantering har studerats på 7 olika byggplatser i Stockholmsområdet. Byggplatserna betecknas på följande sätt:

- Prefabricerade radhus med storelement av trä och med murade gavlar.
- Villor med prefabricerade ytterväggar av trä i bottenplanet, tegeltak och murade gavlar.
- 3-våningars flerfamiljshus med stomme av platsbyggnad betong, murade fasader och garagedäck.
- 5-7 våningars flerfamiljshus med stomme av platsbyggnad betong, murade fasader och garagedäck.
- 5-våningars flerfamiljs- och affärshus i city. Stommen är av platsbyggnad betong och fasader av prefabricerade betongelement.
- 6-våningars flerfamiljshus utfört med prefabricerade betongelement.
- Prefabricerade radhus med storelement av trä.

Studiemetoden har varit en typ av stickprovsundersökning. Dator har använts för de rutinmässiga beräkningarna.

Byggmetodens inverkan på avfallsmängden per lägenhet

Vid jämförelse av avfallsmängden mellan de olika byggplatserna framgår att de mest prefabricerade objekten erhåller de minsta mängderna. Avfallsmängden

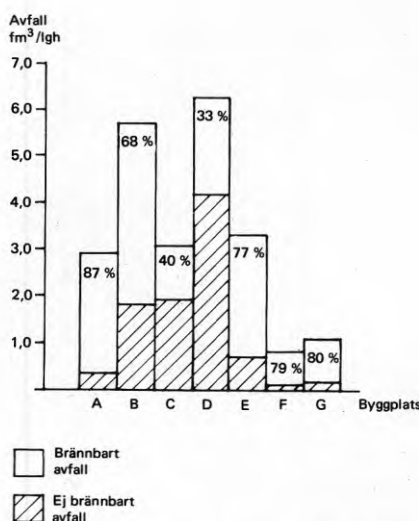


FIG. 1. Avfallsmängd per lägenhet i fasta kubikmeter vid studerade byggplatser. Siffran i staplarna anger procentandelen brännbart avfall.

på byggplatserna F och G är således ca 1 fm³/lgh (fm³ = fast m³). För de övriga byggplatserna ligger avfallsmängderna på mer än 3 fm³/lgh. (FIG. 1.) Förutom prefabriceringsgraden påverkar exempelvis planering, förpackningsmetoder och redskap.

Förpackningarnas andel av avfallsvolymen

Förpackningarnas andel av byggavfallsvolymen för byggplatserna A, B och C varierar mellan 12 % och 25 % om förhållandet vid fast volym¹ studeras. Materialfördelningen framgår av TAB. 1.

Även om förpackningarna ej representerar någon stor del av avfallsmängden uttryckt i fasta kubikmeter så blir arbetet med omhändertagandet stort.

Kostnadens variationer

Kostnaden för avfallshantering och städning varierar kraftigt liksom avfallsmängden för olika byggen.

Av FIG. 2 framgår att kostnaden per lägenhet varierar mellan 500–1 400 kr. Denna variation är starkt förknippad med avfallsmängdens storlek. Bygge F har den lägsta kostnaden och bygge D som har den största avfallsmängden har den högsta kostnaden per lägenhet. All skillnad kan ej förklaras på detta sätt. Olika hanteringssätt påverkar även kostnaden.

Byggavfallens materialvärde

Byggavfallens materialvärde kan belysas

¹ Fast volym: skenbar kompaktvolym definierad som materialmängds volym frånräknat öppna håligheter men medräknat slutna håligheter. Betecknas fm³ (fast kubikmeter). Lös volym: skrymvolym, innefattar både öppna och slutna håligheter. Betecknas lm³ (lös kubikmeter) eller m³.

Bygghforskningen Sammanfattningar

R1:1974

Nyckelord:

byggavfall, avfallshantering, hanteringskostnad, avfallstransport, byggarbetsplats

Rapport R1:1974 hänför sig till forskningsanslag E 902 från Statens råd för byggnadsforskning till AB Skånska Cementgjuteriet, Stockholm. Rapporten ingår i BFRs program för transportforskning som sammanhålls av BFRs transportnämnd.

UDK 69.055
69.002.68
69.003.12
69.002.71
SfB A
ISBN 91-5402300-9

Sammanfattning av:

Ericson, U, Larsson, R & Söderlind, L, 1974, *Transporter från byggplatsen. Specialstudier av byggavfallet*. (Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Rapport R1:1974, 123 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

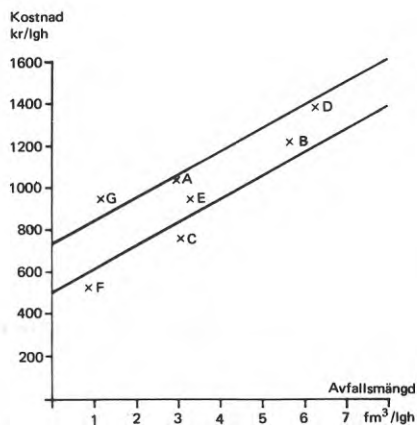


FIG. 2. Kostnad för hantering av avfall i relation till avfallsmängd per lägenhet vid studerade byggplatser.

med hjälp av de inköpspriser som respektive material har, se TAB. 2.

Några anledningar till att byggplats B uppvisar det högsta värdet är att byggvolymen per lägenhet är störst, att prefabriceringsgraden var låg samt att virke, som numera är ett dyrt material, förekom i stora mängder som avfall. Bygge F som är prefabricerat till största delen har den lägsta kostnaden.

Hanteringsmetoder

Byggavfallet omhändertas på olika sätt och hanteringsmetoderna är olika från bygge till bygge vilket framgår av FIG. 3.

På byggplats A skickades nästan hälften av avfallet till extern tipp och resten eldades i mindre öppna eldar. På byggplats B och F var andelen till extern tipp ännu större. Byggplats G skickade endast en liten del till extern tipp. Orsakerna till de stora skillnaderna kan ej förklaras på annat sätt än att olika arbetsplatser har helt olika förutsättningar att lösa sina problem med byggavfallet.

Utnyttjandegraden i containrar

Det vanligaste sättet att skicka bort byggavfall är att lägga avfallet i s.k. containrar. Den volym som containern rymmer utnyttjas mycket olika och genomgående dåligt som nedan visas.

Byggplats och utnyttjandegrad i volymprocent:

A	B	C	D	E	F
16	28	62	22	16	10

Det fraktas således mycket luft.

Utveckling

Befintlig utrustning för avfallshantering och materialhantering beskrivs i rapporten och rekommendationer på lämpliga förfaranden lämnas.

Framtida hanteringsmetoder är till en del inriktade på återvinning. Nya typer

TAB. 1. Förpackningarnas materialfördelning för byggplatserna A, C och D uttryckt i fasta kubikmeter per lägenhet (hus).

Förpackningsmaterial	Byggplats A fm ³ per lgh		Byggplats C fm ³ per lgh		Byggplats D fm ³ per lgh	
		%		%		%
Wellpapp	0,366	50	0,103	27	0,243	35
Övrigt papper	—	—	0,026	6	0,123	18
Virke	0,257	35	0,211	55	0,280	40
Övrigt trä	—	—	—	0	0,006	1
Plastfolie	0,010	1	0,022	6	0,014	2
Cellplast	0,065	9	0,023	6	0,024	3
Gips	0,039	5	—	—	0,005	1
Järn	0,001	0	—	0	0	0
Summa	0,738	100	0,385	100	0,695	100

TAB. 2. Avfallets materialvärde enligt inköpspriser.

Material	Materialvärde, kronor per lägenhet						
	Byggplats						
	A	B	C	D	E	F	G
Wellpapp	58	47	14	48	24	22	22
Övrigt papper	356	192	76	147	167	147	149
Virke	776	1749	303	803	1029	171	198
Övrigt trä	4	—	26	30	235	9	22
Plastfolie	68	68	45	45	68	23	68
Cellplast	10	2	10	—	2	1	1
Övrig plast och gummi	300	150	46	110	20	20	110
Mineralull	5	40	2	5	2	7	2
Gips	53	243	6	30	6	6	44
Tegel	—	15	72	31	—	—	—
Lättbetong	—	—	8	38	3	2	—
Betong	—	—	59	85	58	—	—
Sand, grus, bruk	1	2	9	35	1	—	—
Järn	27	—	18	90	27	54	9
Summa	1678	2508	694	1497	1642	462	625

av maskinutrustning måste utvecklas. Flera olika försök med nya metoder och ny utrustning har gjorts såsom

- utformning av behållare, störtssystem, nätkorg m.m.
- tuggning av överblivet virke till flis
- komprimering av byggavfall med ballpress
- komprimering av byggavfall med pressplattekomprimator

Rapporten ger också praktiska anvisningar hur hantering och transport av byggavfall kan beaktas vid planering och kalkylering.

Frågor som kan besvaras är exempelvis:

- hur mycket byggavfall uppstår?
- när uppstår byggavfall?
- vilken transportutrustning skall användas?
- hur mycket kostar avfallshandlingen?

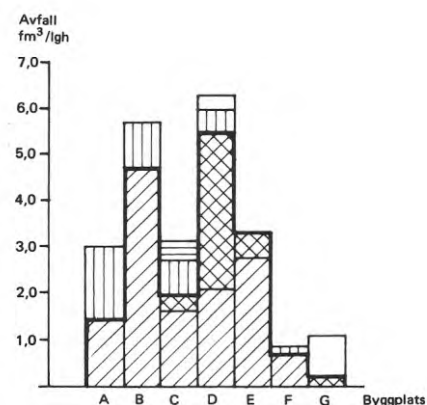


FIG. 3. Hanteringsmetoder för byggplatsavfall vid studerade byggplatser.

FIG. 3. Hanteringsmetoder för byggplatsavfall vid studerade byggplatser.

Haulage from building sites

Special studies of building waste

Urban Ericson, Roy Larsson
& Lars Söderlind

The constantly increasing volume of waste in the building sector, e.g. in the form of discarded wrappings and waste materials, has become a problem. It has been calculated that solid waste deriving from the construction of new housing in Sweden amounted to a total of 400,000 solid m³ in 1972. The purpose of this research project was to chart haulage patterns from different types of building sites in three phases. In this particular study the idea was to give special attention to the examination of removal of waste and the ways in which it was dealt with. The report describes new types of mechanical equipment designed for solid waste management and also a method whereby the problem of building waste can be taken into account in design work and estimates.

Object of study

The composition of the construction waste was studied at 7 different building sites in the Stockholm region. These sites fell into the following categories:

- Prefabricated town houses composed of large panels and with brick-faced gable elevations.
- Detached one-family houses with prefabricated external walls of timber at ground-floor level, tiled roofs and brick-faced gables.
- 3-storey blocks of flats having a framework of in-situ cast concrete, brick-clad elevations and a garage basement.
- 5-7 storey blocks of flats having a framework of in-situ cast concrete, brick-clad elevations and a garage basement.
- 5-storey blocks of flats and shops in city centre. Here the framework is of in-situ cast concrete with elevations consisting of prefabricated concrete panels.
- 6-storey blocks of flats composed of prefabricated concrete panels.
- Prefabricated town houses consisting of large timber panels.

The method of study involved a type of standard testing procedure. A computer was used for routine calculations.

The influence of the construction method on the amount of waste generated per dwelling unit

In comparing the amount of waste pro-

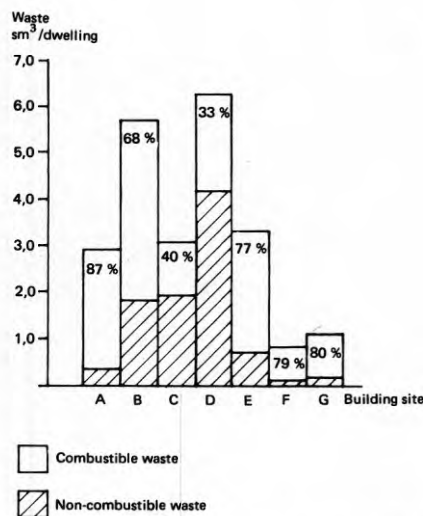


FIG. 1. Amount of solid waste per dwelling in solid cubic metres on the building sites studied. The figures in the bars indicate the percentage of combustible waste.

duced at the different building sites we find that the smallest amounts are generated by the projects involving the highest degree of prefabrication. The amounts of waste generated on sites F and G were thus 1 solid m³/dwelling. On the other sites the amounts of waste were more than 3 sm³/dwelling (FIG. 1). In addition to the degree of prefabrication, waste volumes are also affected by, for example, planning, packaging methods and tools.

The percentage of the total volume of waste taken up by discarded wrappings

The percentage of the volume of construction waste taken up by discarded wrappings on building sites A, B and C varies between 12% and 25% if we limit ourselves to the solid volume¹. The distribution of materials is shown in TAB. 1.

Even if discarded wrappings do not represent a large proportion of the total volume of waste expressed in terms of solid cubic metres, it will nevertheless require a lot of work to deal with this.

Variations in cost

Cost of solid waste disposal and cleaning up varies greatly as does the volume of waste generated on different sites.

FIG. 2 shows that the cost per dwelling varies between Sw. Kr. 500 and 1400. This variation is closely linked to the volume of waste. Site F, for instance, had the lowest cost and Site D, which has the greatest volume of waste, the highest cost per dwelling. All differences

National Swedish Building Research Summaries

R1:1974

Key words:

building waste, solid waste management, removal cost, haulage of waste, building site

Report R1:1974 refers to Research Grant E 902 from the Swedish Council for Building Research to AB Skånska Cementgjuteriet, Stockholm. 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 69.055
69.002.68
69.003.12
69.002.71
SfB A
ISBN 91-5402300-9

Summary of:

Ericson, U, Larsson, R & Söderlind, L, 1974, *Transporter från byggsplatsen. Specialstudier av byggavfallet*. Haulage from the building site. Special studies of building waste. (Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Report R1:1974, 123 p., ill. Sw. Kr. 24.

The report is in Swedish with Swedish and English summaries.

Distribution:

Svensk Byggtjänst
Box 1403, S-111 84 Stockholm
Sweden

¹Solid volume: apparent compact volume defined as the amount of material present after subtraction of gaps but including enclosed air spaces. Expressed in sm³ (solid cubic metres). Bulky volume: includes all spaces and gaps both open and closed. Expressed in bm³ (bulky cubic metres) or m³.

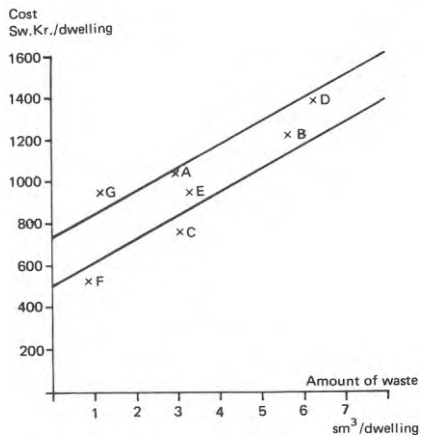


FIG. 2. Cost of disposing of solid waste in relation to the amount of waste generated per dwelling on the building sites studied. (10 Sw. Kr. \approx 2 US \$).

cannot however be explained in this way. Different methods of solid waste management have different effects on costs.

Material value of building waste

Building waste has a material value which can be illustrated with the aid of the purchase prices for the materials present. TAB. 2 reviews the material values of solid waste.

Some of the reasons why site B exhibits the highest value were that the amount waste was greatest on this site, while the level of prefabrication was low and the timber which is now an expensive material was present in large quantities in the waste. Project F was largely prefabricated and had the lowest cost.

Methods of disposal

Building waste is disposed of in various ways and methods of management vary from project to project as FIG. 3 shows.

On Site A almost all the waste was sent to an external tip and the remainder was burnt on small open fires. At Sites B and F the portion sent to the external tip was still greater. From Site G only a very small quantity was sent to an external tip. The reasons for the great differences found can only be that different sites have different prerequisites for solving the problem of solid waste disposal.

Efficiency with which container capacity is used

The most common way of removing building waste is to pack it into containers. The capacity of these containers however is utilized to varying degrees, but always poorly as may be seen from the table below.

Building site and degree of utilization in per cent by volume:

Building site	A	B	C	D	E	F	G
Utilization (%)	16	28	62	22	16	10	—

Developments

Existing equipment for handling of solid waste and building materials is mentioned in the report along with recommen-

TAB. 1. The distribution of materials found in wrappings on building sites A, C and D expressed in terms of solid cubic metres per dwelling (house)

Wrapping material	Site A		Site C		Site D	
	sm ³ per dwelling	%	sm ³ per dwelling	%	sm ³ per dwelling	%
Corrugated paper	0.366	50	0.103	27	0.243	35
Other paper	—	—	0.026	6	0.123	18
Structural timber	0.257	35	0.211	55	0.280	40
Other wood	—	—	—	0	0.006	1
Plastic sheeting	0.010	1	0.022	6	0.014	2
Cellular plastic	0.065	9	0.023	6	0.024	3
Gypsum	0.039	5	—	—	0.005	1
Iron	0.001	0	—	0	0	0
Total	0,738	100	0,385	100	0,695	100

TAB. 2. Material value of solid waste according to purchase prices of June 1973. (10 Sw. Kr. \approx 2 US \$)

Material	Material value, Sw. Kr. per dwelling						
	Building site						
	A	B	C	D	E	F	G
Corrugated paper	58	47	14	48	24	22	22
Other paper	356	192	76	147	167	147	149
Structural timber	776	1749	303	803	1029	171	198
Other wood	4	—	26	30	235	9	22
Plastic sheeting	68	68	45	45	68	23	68
Cellular plastic	10	2	10	—	2	1	1
Other plastic and rubber	300	150	46	110	20	20	110
Mineral wool	5	40	2	5	2	7	2
Gypsum	53	243	6	30	6	6	44
Bricks	—	15	72	31	—	—	—
Lightweight concrete	—	—	8	38	3	2	—
Concrete	—	—	59	85	58	—	—
Sand, gravel, ortar	1	2	9	35	1	—	—
Iron	27	—	18	90	27	54	9
Total	1678	2508	694	1497	1642	462	625

dations as to the best way of using it.

Future methods of waste management are to some extent based on recycling. Otherwise, however, the urgent need is for suitable mechanical equipment. A number of experiments have been conducted and are described in the report. For example:

- new containers, dropping system, mesh baskets etc.
- grinding of surplus timber into wood chips
- compression of construction waste into bales
- compression of construction waste using a plate compressor.

The report also describes how this survey material can be applied in the practical sense for planning and drawing up of estimates.

Questions to which answers are needed are, for instance:

- How much construction waste is generated?
- When is construction waste generated?
- What haulage equipment should be used?
- What does the waste management cost?

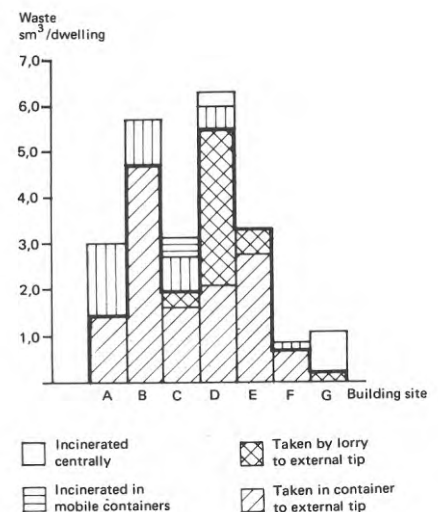


FIG. 3. Methods for dealing with solid waste from construction operations on the building sites studied.

Rapport R1:1974

TRANSPORTER FRÅN BYGGPLATSEN

Specialstudier av byggavfallet

HAULAGE FROM BUILDING SITES

Special studies of building waste

av Urban Ericson, Roy Larsson & Lars Söderlind

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag E 902 från Statens råd för byggnadsforskning till AB Skånska Cementgjuteriet, Stockholm. Rapporten ingår i BFRs program för transportforskning som sammanhålls av BFRs transportnämnd.

Statens institut för byggnadsforskning, Stockholm
ISBN 91-5402300-9

FÖRORD

Föreliggande rapport är slutrapport för etapp I av planerade tre etapper behandlande "Transporter från byggnadsplatsen" I etapp I specialstuderas avfallstransporterna och problematiken kring byggavfallets hantering inom byggplatsen.

Forskningen genomförs av AB Skånska Cementgjuteriet (SCG) med bidrag från Statens Råd för Byggnadsforskning (BFR). Etapp I har varit uppdelad i två delstapper, etapp Ia och Ib. Från etapp Ia föreligger en speciell delrapport som i huvudsak redovisar resultaten från fältstudierna.

Undersökningen har utförts vid SCG:s planeringsavdelning i Stockholm av ingenjörerna Roy Larsson, Urban Ericson och Lars Söderlind och har skett under fortlöpande kontakt och styrning av en referensgrupp bestående av erfarna byggare, projektörer, planerare och inköpare inom SCG och Olson & Skarne samt representanter för några utomstående intressenter bl.a.

Svenska Byggnadsarbetareförbundet
K-konsult
Bruun & Sörensen A/S
A Z Sellbergs AB
BASAB
Svenska Förpackningsforskningsinstitutet.

Ett varmt tack riktas till referensgruppens ledamöter samt till de företag som medverkat vid försök och provningar av utrustning.

INNEHÅLL

BETECKNINGAR OCH DEFINITIONER	5
1 BAKGRUND, SYFTE OCH AVGRÄNSNINGAR.	6
2 UNDERSÖKNINGEN	7
2.1 Allmänt.	7
2.2 Stickprovsundersökning	7
2.3 Uppräkningsmetod	8
3 LAGAR, FÖRORDNINGAR M.M.	10
4 BYGGPLATSSTUDIER	11
4.1 Beskrivning av byggplatserna	11
4.2 Avfallets sammansättning och storlek	15
4.3 Kostnader.	30
4.4 Hanteringsmetoder.	37
5 FRAMTIDA HANTERINGSMETODER	55
5.1 Allmänt.	55
5.2 Sortering.	55
5.3 Komprimering	57
5.4 Återvinning.	58
6 UTRUSTNING	61
6.1 Befintlig utrustning	61
6.2 Förslag till utveckling av ny utrustning	85
6.3 Prov av icke konventionella utrustningar och hanteringsmetoder.	91
7 REKOMMENDATIONER	104
7.1 Särkostnadsanalys för utvärdering av bästa hanteringsalternativ	104
7.2 Utökad planeringsinsats.	109
7.3 Rätt utrustning.	109
7.4 Löneformer	110
7.5 Upphandling av underentreprenader och material	110
7.6 Information om materialkostnadsförändringar.	110
7.7 Förbättrad pallhantering	110
8 DISKUSSION	112
REFERENSER OCH LITTERATUR	113
BILAGA 1. Exempel på hur rapporten kan användas	116
BILAGA 2. Översikt av bildmaterial som in- samlats under studierna	119
BILAGA 3. Situationsplaner för studerade objekt	120

BETECKNINGAR OCH DEFINITIONER

- Byggavfall:** All material och utrustning som av byggplatsens folk anses utan värde och som antingen eldas upp, schaktas ned eller skickas till tipp.
- Byggskede:** Grundskede då grundläggningsarbeten utföres.
Stomskede då stommen uppföres.
Stomkompletteringsskede då stommen kompletteras med fasader, mellanväggar m.m.
Inredningsskede.
- Byggtakt:** Antalet producerade byggenheter per tidsenhet. Exempelvis hela byggtiden genom totala antalet lägenheter (antal byggdagar per lägenhet).
- Fast volym:** Skenbar kompaktvoly m definierad som en materialmängds volym frånräknat öppna håligheter men medräknat slutna håligheter.
Beteckning $f m^3$ fast kubikmeter.
- Lös volym:** Skrymvolym (eng. bulk volume).
Beteckning $l m^3$ lös kubikmeter eller m^3 .
- Utnyttjandegrad:** Förhållandet mellan fast volym och lös volym.
Beteckning
- Överblivet material:** Allt material som ej byggs in på arbetsplatsen.
Överblivet material består av hjälpmaterial, materialspill och förpackningar.

1 BAKGRUND, SYFTE OCH AVGRÄNSNINGAR

Den ständigt ökande avfallsvolymen, vid byggnadsproduktion har blivit ett problem. I avfallet ingår förpackningar och materialspill av varierande sammansättning.

Den totala avfallsmängden från de under 1972 nyproducerade bostadslägenheterna är ca 400.000 m³ fast volym motsvarande ca 2 miljoner m³ placerade i avfallsbehållare. Enbart bortfraktningskostnaden per år överstiger 25 miljoner kronor.

Målsättningen med forskningsuppgiften är att i tre etapper kartlägga transporter från olika typer av byggnadsobjekt. Vidare skall speciella studier göras av vissa betydelsefulla fråntransporter såsom avfallstransporterna samt föreslå lösningar av problemen. I den tredje etappen är dessutom planerat utveckling och framtagning av nya "byggvänliga" emballagetyper.

Antalet transporter från byggplatsen är vid en produktion av 1 lgh/dag ca 15 bilar/dag. Av dessa är ca 95 % tomma, de övriga är huvudsakligen lastade med någon form av överblivet material, byggspill, emballage, skrot eller annat avfall.

Forskningsuppgiftens uppläggning framgår av nedanstående figur:

UTREDNINGSTYPER		PROJEKTTYPER				
		Flerfam.-hus	En och tvåfam.hus	Industribyggnader	Skolor,sjukhus,kyrkor	Andra byggnader
A	Kartläggning, fältstudier på arbetsplatsen	ETAPP I		ETAPP II		
B	Speciella studier av väsentliga fråntransporter och förslag till lösn. av probl.	ETAPP III				
C	Utformning av lösningar, prov och tester av ex.vis nya emballagetyper					

Som framgår av figuren begränsas undersökningen i etapp I till bostäder, en- och tvåfamiljshus samt flerfamiljshus.

I målsättningen för etapp I ingår även att studera hanteringen av byggavfallet inom arbetsplatsen samt kvittblivningen av det samma. Därvid har metoder och utrustningar studerats i syfte att söka finna rationellare lösningar. Problem som berör arbetarskydd och miljövård skall belysas.

Vi hoppas att denna rapport kan ligga till grund för fortsatt utvecklingsarbete för att effektivisera hanteringen av avfallet på och från byggplatser.

2 UNDERSÖKNINGEN

2.1 Allmänt

Undersökningens tyngdpunkt ligger på byggplatsstudierna, vilkas uppläggning redogörs för i kapitel 2.2.

Som komplement till dessa studier och för att uttömmande kunna behandla området har litteraturstudier, studiebesök och intervjuer företagits. Dessutom har den i förordet omnämnda referensgruppen bidragit med råd och synpunkter.

Studiebesöken och intervjuerna har företagits hos bl.a. transportföretag, maskintillverkare, cellulosaindustrin och vissa företag som sysslar med avfallsåtervinning. Vidare har kontakter tagits med Statens Naturvårdsverk samt brand- och hälsovårdsmyndigheter.

2.2 Stickprovsundersökning

För att få en uppfattning om avfallsmängder, avfallshanteringsmetoder och kostnader för avfallshantering genomfördes fältstudier i form av stickprovsundersökning på sju byggplatser i Stor-Stockholmsområdet. Studierna bedrevs under 1972 och fram till semestern 1973 med smärre avbrott för bl.a. bearbetning av material. Vid studium av byggplats E medverkade under den första tiden två teknologer från institutionen för kommunikationsteknik på KTH. De utförde därvid ett examensarbete med titeln "Avfallshantering på byggplatser".

Studietider

Studietiden på respektive byggplats framgår av nedanstående uppställning:

Byggplats	A	B	C	D	E	F	G
	radhus	villor	platsb. flerfam. hus	platsb. flerfam. hus	centrum- bygge	prefab. flerfam. hus	prefab. radhus
Antal byggdagar	20	20	20	12	71	18	20

Den höga siffran för byggplats E beror på att serieproduktion ej förelåg. På övriga byggplatser var det däremot serieproduktion och detta innebar att alla byggskedan kunde studeras samtidigt med en kortare studietid som följd. En närmare beskrivning av byggplatserna görs i kapitel 4.1.

Vad som studerades

Vid studierna studerades dels renhållningsmetoderna, dels förändring av läge och innehåll för eldningshagar, öppna eldar, container, transportkorgar (s.k. slodor), övriga avfallsbehållare samt avfallshögar. Dessutom gjordes intervjuer och togs en hel del fotografier. På byggplatserna A, C och D utfördes även speciella studier av förpackningar. Härvid kartlades mängd och materialsammansättning samt hur vissa förpackningar hantearades.

Det bör påpekas att några tidsstudier ej har gjorts. De bedömningar av tider som ligger till grund för vissa kostnadsuppgifter har tagits fram på så sätt att den sträcka som t.ex. traktor har kört vid avfallshantering har kunnat registreras. Denna sträcka har sedan multiplicerats med en antagen medelhastighet för att få motsvarande tid.

Mätmetoder

Med systematiska okulärobservationer mättes varje material eller materialgrupp i lämpliga sorter. Så t.ex. skattades papp, papper, plastfolie och skivmaterial i m^2 , virkesspill i dm^3 (fast volym).

Uppmätningen av förpackningsmaterialens mängder gjordes ytterst noggrant. Härvid undersöktes alla produkt- och materialslag som fanns på byggplatsen under studietiden.

2.3 Uppräkningsmetod

Rent allmänt kan sägas att de mängder som har registrerats under studietiden medelst uppräkningsmetoden har omräknats att motsvara hela byggtiden. Som proportioneringsfaktor har använts kvoten mellan tid för ett visst skede och studietiden för detta skede.

För att mer i detalj klargöra metoden måste följande beteckningar och antaganden införas.

Skede	Under byggtiden		Under studietiden	
	fallen mängd	tid för skede	funnen mängd	tid för skede
Grund	M_1	T_1	m_1	t_1
Stomme	M_2	T_2	m_2	t_2
Stomkomplettering	M_3	T_3	m_3	t_3
Inredning	M_4	T_4	m_4	t_4
Totalt	M	T	m	t

Antag att den under grundskedet fallna mängden M_1 kan skattas med

$$M_1 = m_1 \times \frac{T_1}{t_1}$$

På motsvarande sätt skattas M_2 , M_3 och M_4 . Den totala mängden M erhålles sedan som summan av

M_1 , M_2 , M_3 och M_4 .

De under studietiden funna mängderna m_1 , m_2 , m_3 och m_4 har, som tidigare nämnts hittats på olika sätt. De har hittats i container, på lastbilar, i öppna eldar, i eldningshagar, i högar och i ytterst liten utsträckning som nedschaktade mängder. På grund av detta har det även varit möjligt att skatta hur stora mängder som tagits om hand på ovannämnda sätt, dels totalt, dels för varje skede. Alla dessa olika kombinationer ger en mängd beräkningar. För att klara dessa har ett befintligt dataprogram modifierats.

Som kontroll på den uppräknade mängden har antalet bortskickade container enligt efterkalkyl jämförts med prognostiserat antal. Denna jämförelse framgår av TAB. 4.2.4. Vid jämförelsen har värdena omräknats att gälla container rymmande 10 m^3 . Vidare har antagits att den totalt uppräknade mängden, d.v.s. mängden i eldar, container, högar o.s.v. förhåller sig till fallen mängd som jämförelsen mellan beräkning och efterkalkyl för container.

För byggplatserna C och E har en fullständig jämförelse ej kunnat göras, eftersom produktionen ännu pågår där. För byggplats G går det överhuvudtaget ej att göra någon kontroll, eftersom man där i stort sett bedriver intern tippverksamhet. För byggplatserna A, B och F pekar jämförelsen på en tämligen bra överensstämmelse mellan beräkning och efterkalkyl. För byggplats D visar jämförelsen att uppräknat antal endast är 62 % av verkligt antal.

Avvikelsema kan generellt förklaras med att de i container registrerade mängderna under studietiden är för låga (enligt TAB.4.2.3 är mängderna 60-70 % av verkliga mängder), att alla de mängder som registrerades under studietiden inte är helt representativa för hela byggtiden (detta innebär även att den prognostiserade utnyttjandegraden ej heller är helt representativ) samt att tiderna för varje byggskede, vilka har hämtats från tidplanen inte alltid stämmer överens med de faktiska tiderna.

Att närmare gå in på orsakerna till avvikelserna låter sig ej göras utan det måste anses tillfredsställande sett från forskningssynpunkt att kunna konstatera att de totala avfallsmängderna som har uppräknats snarare verkar ligga i underkant än i överkant.

3 LAGAR, FÖRORDNINGAR M.M.

De lagar och förordningar som behandlar byggavfall kan indelas i två grupper, dels sådana som har en brandförebyggande uppgift, dels sådana som har en miljöskyddande uppgift. För närvarande (juli 1973) är det bara de lokala förordningarna som direkt säger något om byggavfall. Dessa lokala förordningarna varierar från kommun till kommun, men det finns en tendens i storstadsregionerna att kommunerna samarbetar vid utarbetandet av nya förordningar.

Brandförebyggande uppgift

- Lokal brandordning:
Här stadgas i regel att brandschef skall kontaktas innan bränning utomhus utföres. Framför allt gäller detta då större mängder skall förbrännas.

Om brandchefen tillåter eldning på byggplatsen brukar han lämna vissa anvisningar härför. Dessa anvisningar ges efter det att han inspekterat byggplatsen. Det har i många tätortskommuner blivit praxis att eldningen skall ske i en bränn-grop eller i en nätad behållare. Det av brandschefen lämnade tillståndet brukar ofta gälla hela byggtiden.

Miljöskyddande uppgift

- Kommunala renhållningslagen:
Den säger att kommunen har skyldighet att omhändertaga allt hushållsavfall och därtill jämförligt avfall. Till detta räknas ej industri- och byggavfall. Här står emellertid också att det i lokal hälsovårdsordning kan stadgas att det kommunala renhållningsmonopolet även skall gälla annat avfall.
- Hälsovårdsstadgan:
Här står det bland annat att avfall ej får hanteras så att sanitär olägenhet uppstår.
- Lokal hälsovårdsordning:
Vissa kommuner stadgar här att förbränning utomhus av bl.a. byggavfall ej får ske utan tillstånd av hälsovårdsmyndigheten. Som tidigare nämnts kan här även stå att det kommunala renhållningsmonopolet utvidgas att gälla även annat avfall t.ex. byggavfall. Denna utvidgning har emellertid ännu (april 1973) införts i endast Göteborg.
- Statens Naturvårdsverks publikation 1969:6
Rekommenderar att öppen eldning på byggplats undviks.

Störande buller som kan uppstå vid behandling av byggavfall i komprimator, tuggmaskin o.dyl. behandlas i lokal ordningsstadga, BFR-rapport R 21:1971 Byggbuller som samhällsproblem del 1 och 2 samt i Svensk Byggnorm 1967.

Slutsatsen av det som sagts i detta kapitel blir att byggnadsentreprenören bör tala med lokala brand- och hälsovårdsmyndigheter för att få reda på hur han skall förfara med sitt byggavfall.

4 BYGGPLATSSTUDIER

Fältstudierna har bedrivits på sju byggplatser i Stor-Stockholmsområdet. Byggena är valda så att de skall representera olika typer av bostadsproduktion. Sålunda förekommer friliggande villor i grupp, radhusområde 3 vån.-, 5-8 våningsbostadshus samt ett saneringshus i city med affärer och bostäder.

4.1 Beskrivning av byggplatserna

Byggplats A (se FIG. 4.1.1 bilaga 3)

- Totalentreprenad
- 27 radhus souterräng och 27 garage
- Byggnadsvolym inkl. garage 12.312 m³
- Grundplatta på mark (betong)
- Gavelmurar (betong)
- Stomme av prefabricerade storelement av trä
- Färdigmålade snickerier och lister
- Mattor direktklistras på golvelement
- Eluppvärmning
- Ventilation, köksfläkt och självdrag
- Murning av gavlar
- Taktäckning med papp

Byggplats B (se FIG. 4.1.2 bilaga 3)

- Totalentreprenad
- 47 friliggande 1½-plans villor
- 47 friliggande garage
- Byggnadsvolym inkl. garage 25.568 m³
- Grundplatta på mark (betong)
- Ytterväggar av prefabricerade storelement av trä
- Invändiga ytor spikas på plats (gips)
- Färdigmålade snickerier och lister
- Mattor direktklistras på betongplatta och spånskivor
- Eluppvärmning
- Ventilation, köksfläkt och självdrag
- Murning av gavlar
- Taktäckning med betongtegel

Byggplats C (se FIG. 4.1.3 bilaga 3)

- Totalentreprenad
- 463 lägenheter i 21 huskroppar, 3 våningar
- Garageplatser under 9 av husen
- Byggnadsvolym inkl. garage 177.000 m³
- Grundplatta på mark (betong)
- Källarväggar platsgjuten betong
- Stomme platsgjuten betong
- Prefabricerade utfackningselement av trä
- Spånskivegolv på sandbädd
- Färdigmålade snickerier och lister
- Varmvattensystem för uppvärmning

- Mekanisk evakuering av luft
- Murning av fasader
- Taktäckning med papp

Byggplats D (se FIG. 4.1.4 bilaga 3)

- Byggnadsentreprenad
- 316 lägenheter i 10 huskroppar 6 våningar
- Garageplatser under prefabricerade betongdäck
- Byggnadsvolym inkl. garage 126.850 m³
- Grundplatta på mark (betong)
- Källarväggar platsgjuten betong
- Stomme platsgjuten betong
- Platsbyggda utfackningselement av trä
- Spånskivegolv på sandbädd
- Färdigmålade snickerier och lister
- Varmvattensystem för uppvärmning
- Balanserad ventilation
- Sopsuganläggning
- Hissinstallation i varje trapphus
- Murning av fasader
- Taktäckning med papp

Byggplats E (se FIG. 4.1.5 bilaga 3)

- Totalentreprenad
- 81 lägenheter plus affärslokaler i en huskropp, 7 våningar
- Byggnadsvolym inkl. garage 27.128 m³
- Grundförstärkning av intilliggande fastigheter
- Grundplatta av vattentät betong
- Källarytterväggar av vattentät betong
- Stomme platsgjuten betong
- Prefabricerade utfackningselement av betong
- Varmvattensystem för uppvärmning
- Balanserad ventilation
- Taktäckning med tegel

Byggplats F (se FIG. 4.1.6 bilaga 3)

- Totalentreprenad
- 248 lägenheter i 5 huskroppar, 6 våningar
- Byggnadsvolym exkl. garagedäck 62.273 m³
- Grundplatta på mark (betong)
- Stomme prefabricerade betongelement
- Prefabricerade utfackningselement av betong
- Mattor direktklistras
- Färdigmålade snickerier och lister
- Varmvattensystem för uppvärmning
- Balanserad ventilation
- Hissinstallation
- Taktäckning med papp

Byggplats G (se FIG. 4.1.7 bilaga 3)

- Totalentreprenad
- 176 radhus 2-plan med friliggande kallförråd
- Byggnadsvolym inkl. kallförråd men exkl. garage 58.964 m³
- Grundplatta på mark (leca)
- Stomme av prefabricerade storelement av trä
- Färdigmålade snickerier och lister
- Mattor direktklistras
- Eluppvärmning
- Ventilation köksfläkt + badrumsfläkt och självdrag
- Tryckimpregnerad panel i fasader
- Taktäckning med papp

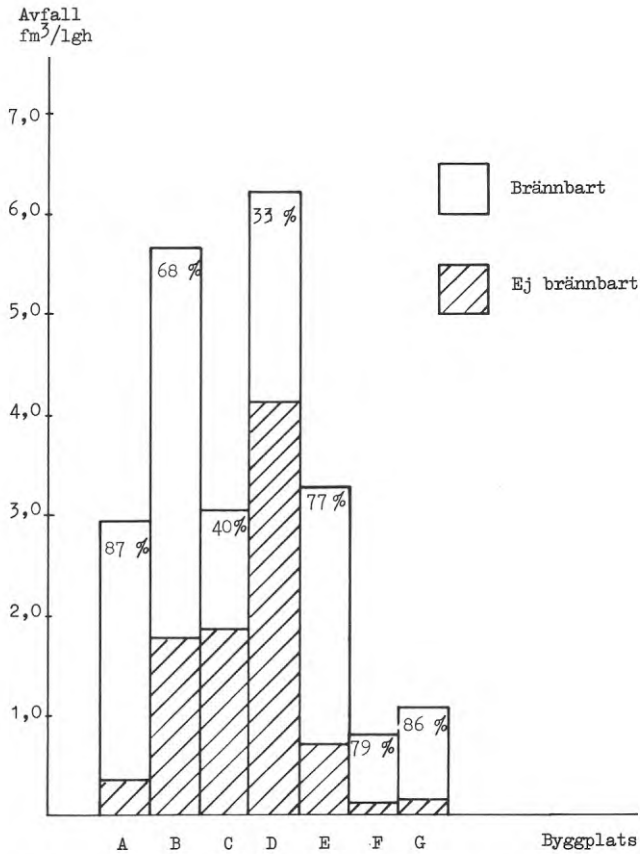


FIG. 4.2.1 Avfallsmängden uttryckt i fasta kubikmeter per lägenhet. Siffran anger procentandelen brännbart.

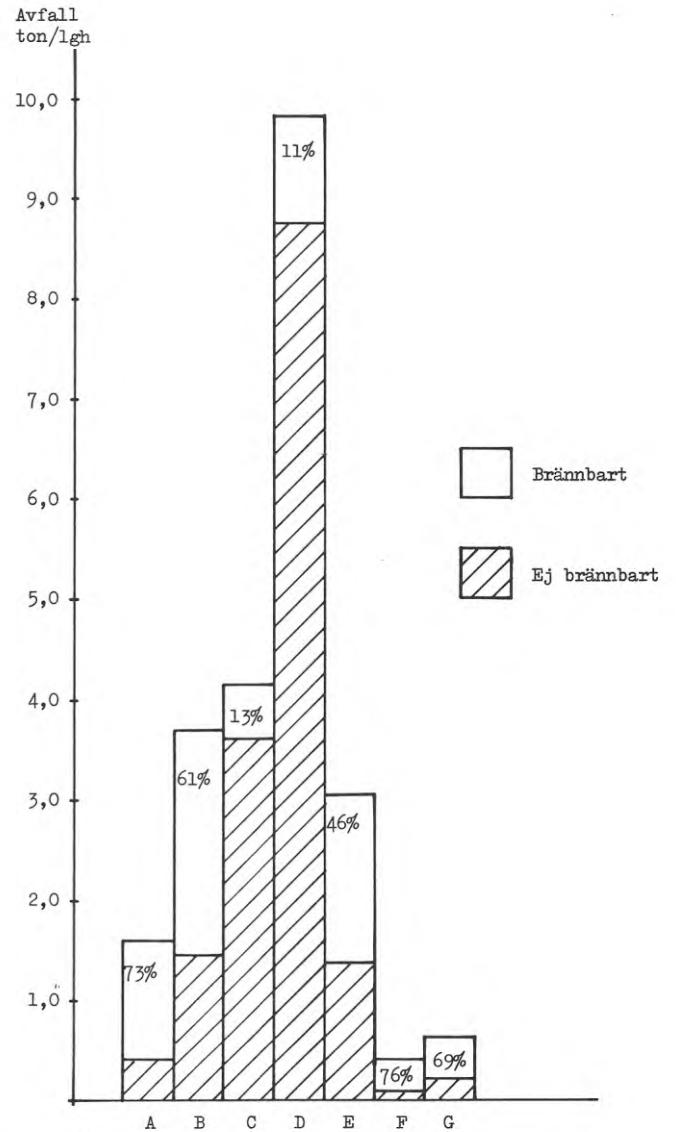


FIG. 4.2.2 Avfallsmängden uttryckt i ton per lägenhet. Siffran anger procentandelen brännbart.

4.2 Avfallens sammansättning och storlek

Faktorer som påverkar avfallens sammansättning och storlek

Att avfall uppstår beror på en mängd faktorer. Flera av faktorerna påverkar dessutom varandra, d.v.s. de påverkar avfallsmängden indirekt. Beroende av denna komplexitet och av det begränsade materialet är det endast möjligt att översiktligt förklara skillnaden i avfallsmängd mellan de olika byggplatserna.

Nedan följer en uppräknig i bokstavsordning av faktorer som påverkar avfallens sammansättning och storlek.

- arbetsmetod
- byggnadsmaterial
- byggnadsmetod (prefabricerat, platsbyggt)
- prisbestämning (löpande räkning, fast pris med eller utan index)
- förpackningsmaterial och -metoder
- förråd och upplag (utrymmesbehov, skyddsanordningar)
- hjälpmaterial (plåtform eller träform t.ex.)
- hustyp (villa, flerfamiljshus)
- löneform (ackordsprislsta, annan löneform)
- maskiner (materialanpassade maskiner)
- planering av materialleveranser (avropsstorlek, leveranstider)
- redskap (materialanpassade redskap)
- rutiner för avfallshantering
- väderleken

De nedan redovisade mätresultaten skall betraktas med reservation på grund av mätmetodens utformning.

Avfallsmängd per lägenhet

Vid jämförelse av avfallsmängden per lägenhet mellan de olika byggplatserna framgår det enligt FIG. 4.2.1 och FIG. 4.2.2 att de starkast prefabricerade objekten, vare sig det är enfamiljs- eller flerfamiljshus, har avsevärt lägre mängd avfall uttryckt såväl i fasta kubikmeter per lägenhet som ton per lägenhet. Avfallsmängden på byggplatserna F och G är således ca 1 fm³/lgh eller ca 0,5 ton/lgh och består till ca 80 volymprocent av förpackningar. Dessa värden skall jämföras med de övriga som varierar mellan 3-6 fm³/lgh eller 2-9 ton/lgh.

Det minst prefabricerade enfamiljshuset, byggplats B, ger mindre avfall än det mest platsbyggda flerfamiljshuset, byggplats D. Denna skillnad är särskilt stor vid viktjämförelsen. Anledningen till detta är att flerfamiljshusets byggnadsmaterial i genomsnitt har mycket högre volymvikt än enfamiljshusets. Vidare har spårgående kranar använts vid byggplats D. De makadammassor som därvid använts som kranbanor har ej kunnat användas på byggplatsen utan har skickats till extern tipp på lastbilar.

På byggplats C användes också spårgående kranar. Här kunde emellertid makadammassorna från kranbanan användas vid grovplaneringen. Detta förklarar till stor del en relativt stora



FIG. 4.2.3 Container innehållande typiskt avfall från inredningskedet.

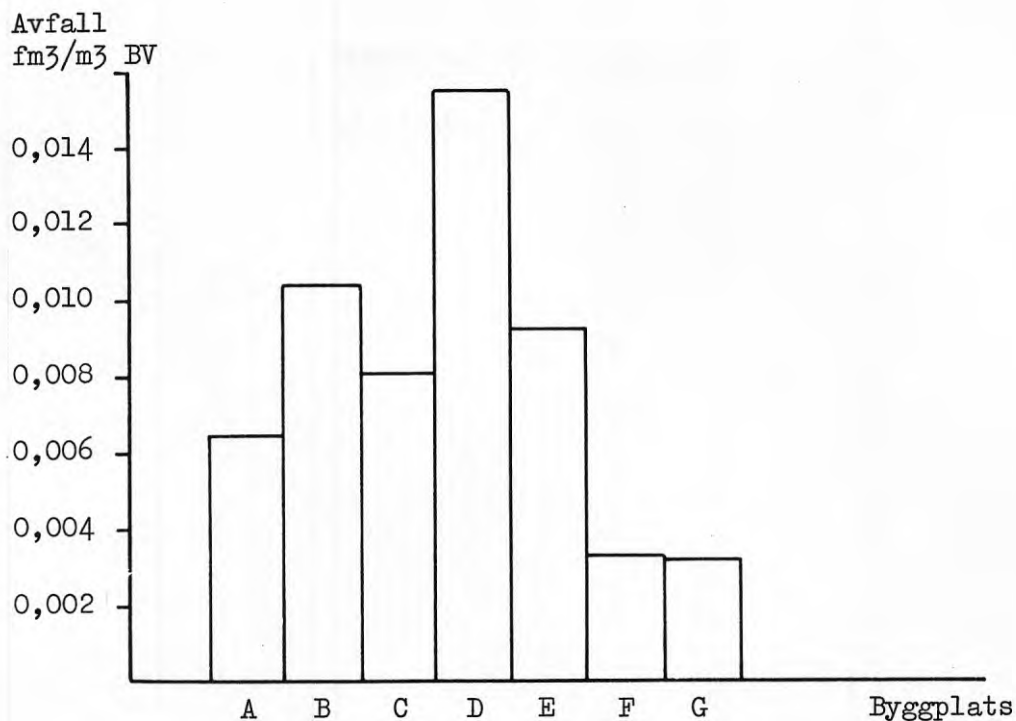


FIG. 4.2.4 Avfallsmängden uttryckt i fasta kubikmeter per kubikmeter byggnadsvolym (BV)

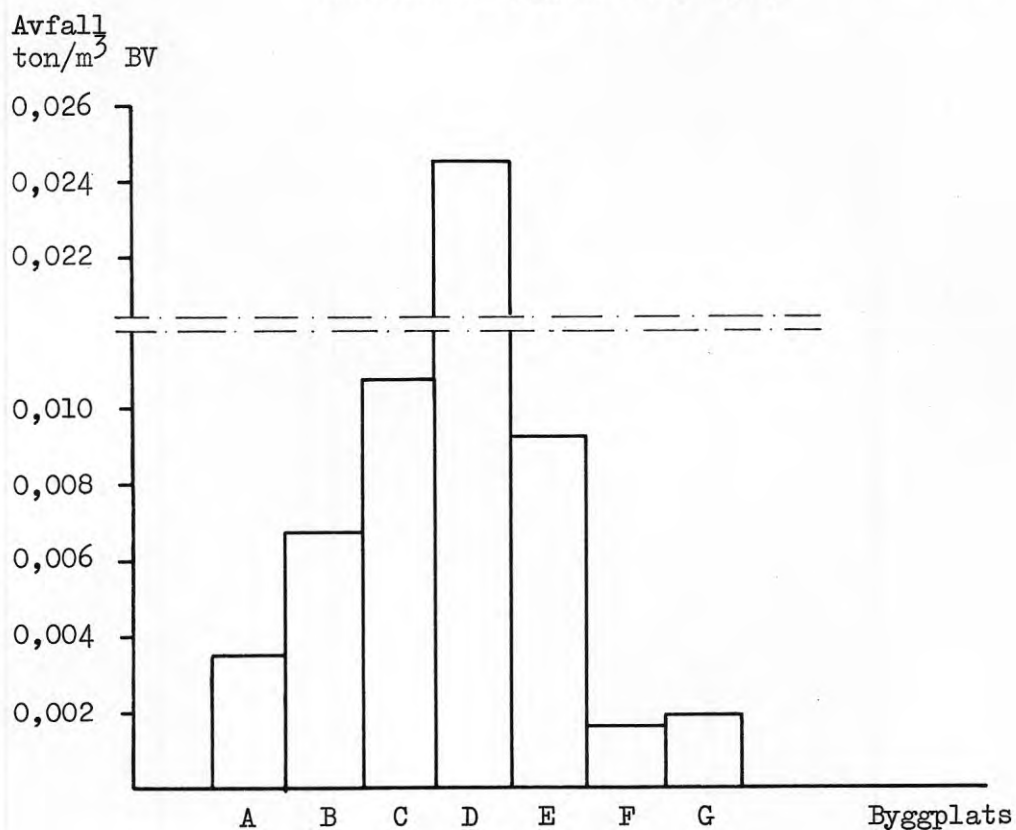


FIG. 4.2.5 Avfallsmängden uttryckt i ton per kubikmeter byggnadsvolym (BV)

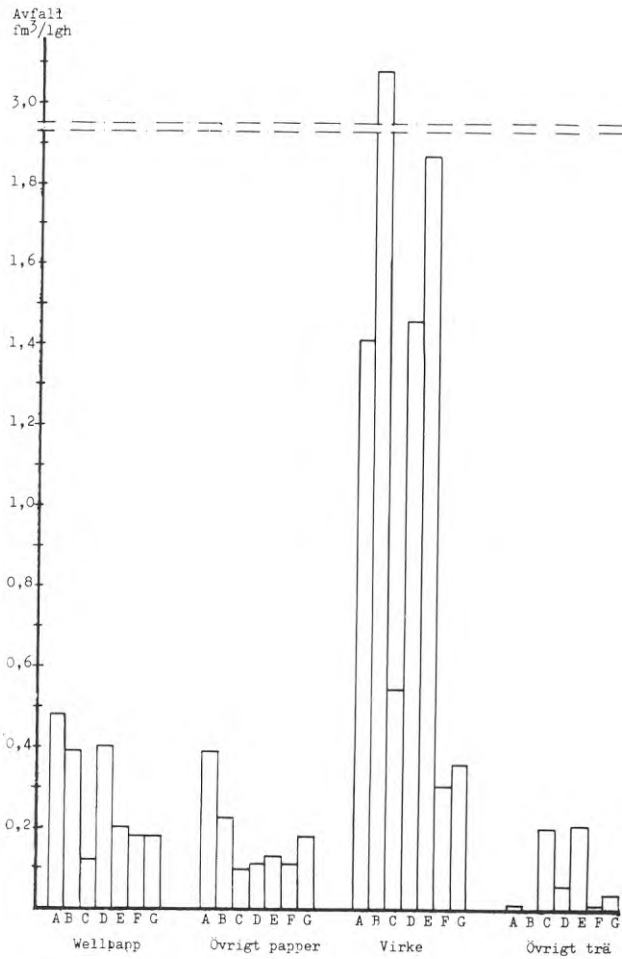


FIG. 4.2.6 Avfallsmängden uttryckt i fasta kubikmeter per lägenhet och fördelad på materialslag och byggplats A-G.

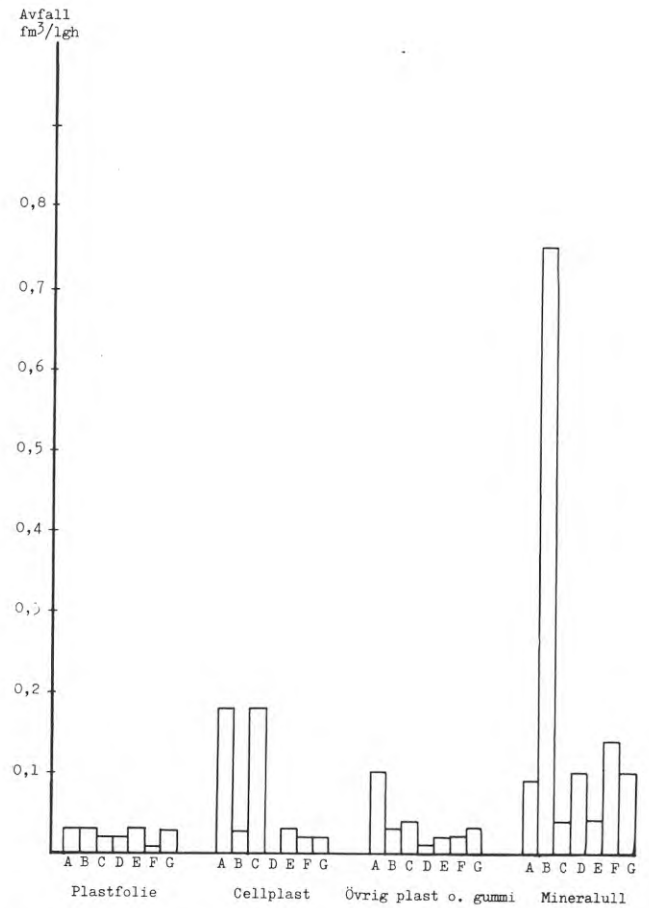


FIG. 4.2.7 Avfallsmängden uttryckt i fasta kubikmeter per lägenhet och fördelad på materialslag och byggplats A-G.

skillnaden i avfallsmängd mellan byggplatserna C och D. Den återstående skillnaden torde till största delen kunna förklaras med att den hanteringsrutin, som användes på byggplats C, gjorde det möjligt att i större utsträckning ta hand om och återanvända överblivet material. För denna rutin redogörs närmare i TABELL 4.4.

Den platsbyggda centrumfastigheten, byggplats E, har i stort sett lika stora avfallsmängder som byggplats C.

Anledningen till att byggplats B har större avfallsmängder per hus (lägenhet) än A beror till stor del på att byggnadsvolymer per hus (lägenhet) är större hos B än A samt att byggplats B är mindre prefabricerat.

Det brännbara avfallets andel av totala avfallsmängden framgår även av FIG. 4.2.1 och 4.2.2. Enfamiljshusens samt det starkt prefabricerade flerfamiljshusets avfall består till 68-87 volymprocent eller 61-76 viktprocent av brännbart material. Motsvarande siffror för de två platsbyggda flerfamiljshusområdena, byggplatserna C och D, är ca 35 volymprocent eller 12 viktprocent. Den platsbyggda centrumfastigheten har betydligt högre andel brännbart avfall, nämligen ca 75 volymprocent eller ca 45 viktprocent.

Det är framförallt under inredningsskedet som det uppstår mycket brännbart avfall. Detta utgörs till största delen av förpackningar, men även s.k. skyddspapper ingår. En container innehållande typiskt avfall från inredningsskedet visas i FIG. 4.2.3.

Avfallsmängd per kubikmeter byggnadsvolym

Eftersom byggnadsvolymer per lägenhet (hus) varierar har även avfallsmängden uttryckt i fasta kubikmeter och ton satts i relation till byggnadsvolymer i kubikmeter. Av FIG. 4.2.4 och 4.2.5 framgår att huvuddragen från FIG. 4.2.1 och 4.2.2 ej nämnvärt har ändrats utom för byggplats B. Eftersom byggplats B har den ojämförligt största byggnadsvolymer per lägenhet (hus) ger denna jämförelse en bättre bild av avfallsmängdernas storlek.

Avfallsmängd per lägenhet fördelad på materialgrupper

Avfallsmängden uttryckt i fasta kubikmeter per lägenhet och fördelad på olika materialgrupper varierar i vissa fall kraftigt mellan de olika byggplatserna. Detta framgår av FIG. 4.2.6 - 4.2.9.

Att vissa byggplatser tycks sakna viss typ av avfall kan förklaras av att just det byggnads- eller förpackningsmaterialet ej fanns på byggplatsen. Andra tänkbara förklaringar är att ett visst materialslag ej observerades under studietiden eller att de mängder som registrerades av ett visst material var så små

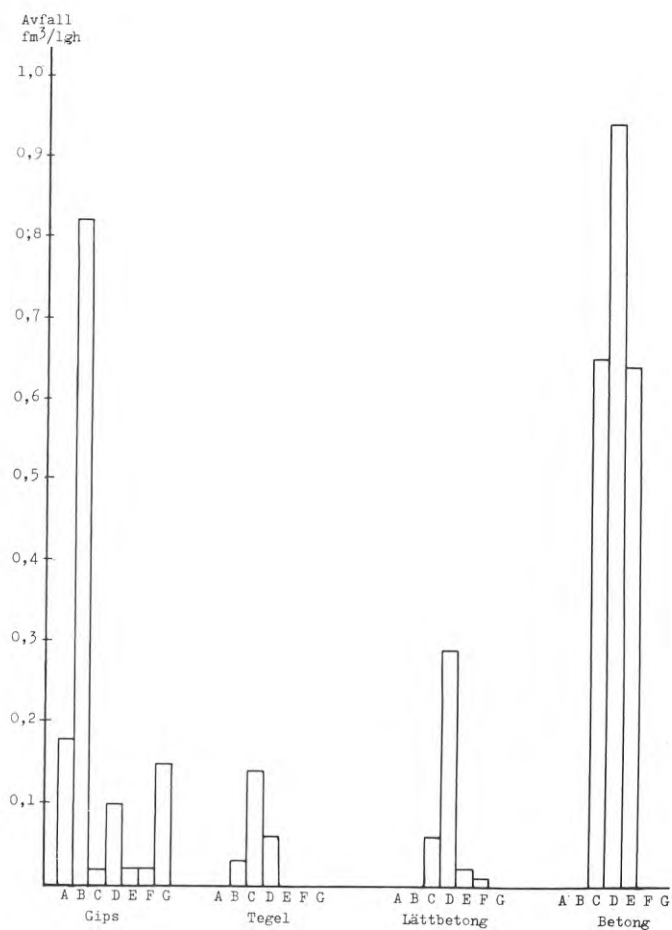


FIG. 4.2.8 Avfallsmängden uttryckt i fasta kubikmeter per lägenhet och fördelad på materialslag och byggplats A-G.

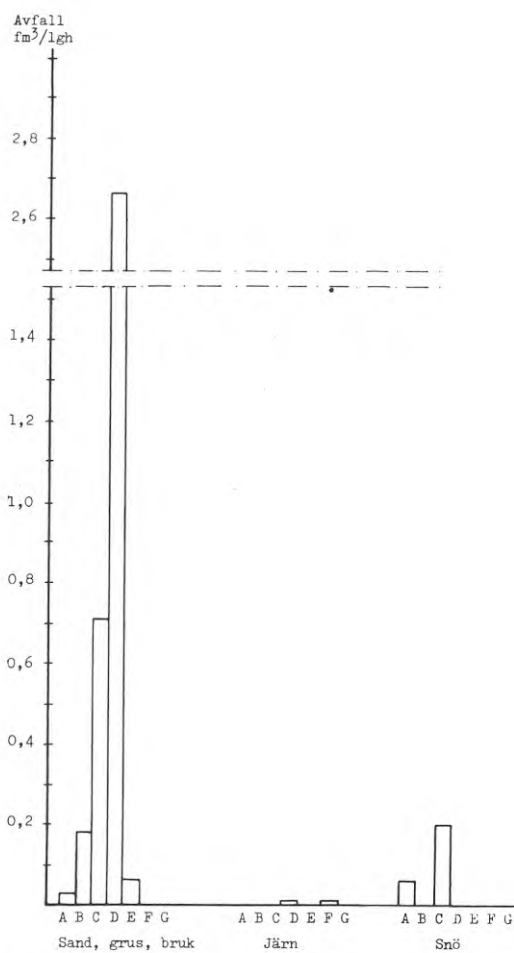


FIG. 4.2.9 Avfallsmängden uttryckt i fasta kubikmeter per lägenhet och fördelad på materialslag och byggplats A-G.

att resultatet vid uträkningen av avfallsmängden per lägenhet (hus) blev mycket lågt.

Wellpapp, övrigt papper, virke och övrigt trä redovisas i FIG. 4.2.6. Både wellpapp och övrigt papper är till övervägande delen förpackningsmaterial. Eftersom det inte enbart är inredningsdetaljer som kommer förpackade till byggplatsen utan även t.ex. inbyggnadsmaterial, vilka vid starkt prefabricerade objekt utgör mindre mängder än vid platsbyggda objekt, så är antalet förpackade produkter något mindre vid prefabricerade objekt. Detta är förklaringen till att mängderna på byggplats F och G ligger något under de övrigas. Förklaringen till att byggplats A har något större mängder än B och D torde vara att s.k. inflyttningscontainer här hölls av byggnadsentreprenören i större utsträckning än på de övriga byggplatserna. Detta gjordes däremot aldrig på byggplats C, vilket till en del kan förklara C:s låga värden.

Att virkesavfallet är så pass lågt för byggplats C kan till viss del förklaras med den i TABELL 4.4 omnämnda hanteringsrutinen. Det bör även påpekas att det inte enbart är spill som ingår i virkesavfallet utan även träpallar och s.k. transportreglar, som används för stagning av golv- och väggelement vid transporter.

I gruppen övrigt trä ingår träfiberskrivor, spånskivor, plywood m.m.

I FIG. 4.2.7 redovisas plastfolie, cellplast, övrig plast och gummi samt mineralull. På byggplatserna A och C används cellplast som isoleringsmaterial i golv respektive väggar. Med beaktande av detta är mängden per lägenhet i stort sett lika stor på alla byggplatserna, vilket beror på att plastfolie och cellplast är förpackningsmaterial som nästan uteslutande förekommer på produkter, som installeras under inredningsskedet.

Att byggplats B har betydligt mer mineralullsavfall per lägenhet än övriga byggplatser torde till stor del förklaras med B:s stora byggnadsvolym per lägenhet (hus) och med att mineralullsisoleringen till största delen skedde på platsen. På byggplatserna A och C har mineralullen i vissa fall ersatts med cellplast eller lättbetong.

Gips, tegel, lättbetong och betong redovisas i FIG. 4.2.8. Byggplatserna C och F hade relativt liten gipsspikning på plats, medan det var motsatt förhållande på byggplats B. I gipsavfallet ingår även skyddsskivor och s.k. mellanlägg. Att tegelavfallet är högre på C än D torde bero på att på C användes standardtegel som ofta är ojämnt brända, vilket ger mer spill än tegel av kalksandsten, som användes på byggplats D. Dessutom murades runt fönsteröppningarna ett relativt komplicerat förband, vilket innebar att en hel del sten måste huggas.

Större delen av de lättbetongleveranser som anlände till byggplats D under studietiden var av dålig kvalitet och kasserades

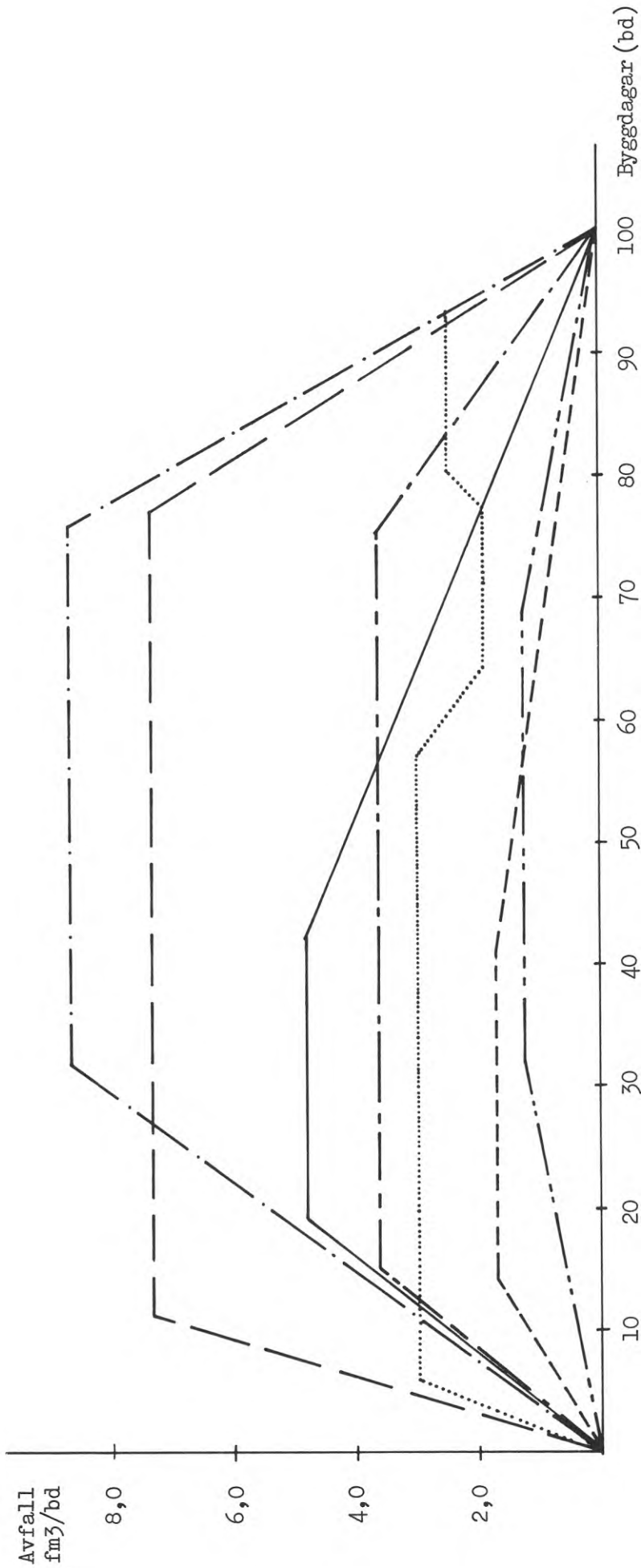


FIG. 4.2.10 Total avfallsmängd uttryckt i fasta kubikmeter per byggdag. De horisontella linjerna anger att lika stora mängder faller per byggdag. Detta är fallet då alla skeden pågår samtidigt, utom för byggplats E, eftersom det ej är någon serieproduktion. Den totala byggtiden har omräknats att gälla 100 byggdagar.

- | | | | |
|-------------------------------|---------------|-------------------------------|---|
| Byggplats A, radhus | - · - · - · - | Byggplats E, centrumfast. | · |
| Byggplats B, villor | - - - - - | Byggplats F, prefab. flerfam. | - - - - - |
| Byggplats C, platsb. flerfam. | - - - - - | Byggplats G, prefab. radhus | - - - - - |
| Byggplats D, platsb. flerfam. | ————— | | |

därför. Detta är anledningen till att byggplats D har större lättbetongavfall än byggplats C.

Sand, grus, bruk och järn samt snö redovisas i FIG. 4.2.9. Förutom det tidigare nämnda förhållandet om makadammassorna på byggplatserna C och D bör även nämnas att på båda byggplatserna färdigställdes spånskivegolv på sand. Vad beträffar järn så torde det ha varit mer påtagligt om måttet hade varit t.ex. kg/lgh. I detta järn ingår inte bara armeringsspill utan allt annat järn som registrerats, inklusive vissa andra metaller i mindre omfattning. På bl.a. byggplats C kördes det bort en hel del snö runt huskropparna för att man skulle kunna komma åt att montera utfackningselementen.

Avfallsmängd per byggdag

Avfallsmängden uttryckt i fasta kubikmeter per byggdag redovisas i FIG. 4.2.10. De horisontella linjerna antyder att lika stora avfallsmängder faller per byggdag. Vid en serieproduktion sker detta under en viss tidperiod, nämligen då alla skeden pågår samtidigt. Den totala byggtiden har omräknats att gälla 100 byggdagar för samtliga arbetsplatser. Detta innebär att när t.ex. 30 byggdagar har gått har även 30 % av byggtiden gått.

Av figuren framgår att de starkast prefabricerade objekten ger de lägsta avfallsmängderna. Således uppstår ca 1,5 fasta kubikmeter avfall per byggdag, då alla skeden pågår på byggplatserna G och F. Eftersom byggplats E inte utgör någon serieproduktion varierar avfallsmängden mellan 2,0 - 3,0 fm³/bd beroende på hur många skeden som pågår samtidigt. De övriga byggplatsernas värden ligger mellan 3,6 - 8,5 fm³/bd.

Förpackningar

På byggplatserna A, C och D har en exakt beräkning av förpackningsmängderna gjorts. Resultatet redovisas dels i fasta kubikmeter per lägenhet eller hus, (TABELL 4.2.1), dels i ton per lägenhet eller hus, (TABELL 4.2.2).

Av tabellerna framgår att byggplatserna A och D har ca 0,7 fasta kubikmeter förpackning per lägenhet, medan byggplats C har betydligt lägre förpackningsmängder, nämligen ca 0,4 fasta kubikmeter per lägenhet. Detta är troligen endast hälften av förpackningarna på byggplats C. De förpackningar som har varit lättast att registrera och mäta upp har varit de som funnits på produkter som tillhört inredningsskedet. Under- och sidoentreprenörers förpackningsmaterial och de förpackningar som funnits på övriga produkter har däremot varit svårare att registrera.

Vidare framgår ur TABELL 4.2.1 att förpackningen till övervägande delen består av brännbart material. Det järn som ingår som förpackningsmaterial består av spik, målarburkar och stålband. Ett annat inte brännbart förpackningsmaterial är gips, som dels



FIG. 4.2.11 Prefabricerade utfackningselement förpackade i plastfolie och transportreglar.



FIG. 4.2.12 Hissutrustning förpackade i stora trähäckar.

används som mellanlägg, dels som skyddsskivor vid gipsleveranser. Det framgår även att virke dominerar både volymmässigt (ca 45 %) och viktmässigt (ca 60 %). Vidare utgör wellpapp i genomsnitt ca 35 % av förpackningsvolymen och ca 10 % av förpackningsvikten. Några andra vanliga förpackningsmaterial är cellplast och plastfolie, vilka emellertid ej är lika framträdande i volym- och vikthänseende som virke och wellpapp.

En jämförelse mellan TABELL 4.2.1 och FIG. 4.2.6 visar att värdet för wellpapp är något högre i figuren än i tabellen. Detta beror på att i FIG. 4.2.6 redovisas uppräknade (se uppräkningsmetod) värden på wellpapp som varit förpackningsmaterial och annan wellpapp, medan i TABELL 4.2.1 enbart redovisas exakt beräknade mängder på wellpappsförpackningar.

Vissa förpackningar som t.ex. transportreglar till prefabricerade element (se FIG. 4.2.11) och stora trähäckar (se FIG. 4.2.12) ger upphov till stora avfallsmängder. Dessutom är häckarna besvärliga att slå sönder och hantera.

Om antalet kvadratmeter per lägenhet beräknas för wellpapp och plastfolie fås i genomsnitt ca 80 m² wellpapp och 120 m² plastfolie per lägenhet (hus). Detta tyder på många förpackningsenheter och att hanteringskostnaderna kan bli höga. Förpackningarnas hanteringskostnader behandlas i kapitel 4.3.

Förpackningens andel av avfallsvolymen är för byggplats A ca 25 % medan den för de platsbyggda flerfamiljsobjekten C och D är ca 12 %. Se FIG. 4.2.13.

Den brännbara förpackningens andel av den brännbara avfallsmängden framgår av FIG. 4.2.14 och utgör på byggplats A ca 27 % medan den för byggplatserna C och D utgör ca 33 %.

TABELL 4.2.1 Förpackningens materialfördelning uttryckt i fasta kubikmeter per lägenhet (hus) och volymprocent för byggplatserna A, C och D.

	Byggplats A		Byggplats C		Byggplats D	
	fm ³ per hus	%	fm ³ per lgh	%	fm ³ per lgh	%
Wellpapp	0,366	50	0,103	27	0,243	35
Övrigt papper	-	-	0,026	6	0,123	18
Virke	0,257	35	0,211	55	0,280	40
Övrigt trä	-	-	-	0	0,006	1
Plastfolie	0,010	1	0,022	6	0,014	2
Cellplast	0,065	9	0,023	6	0,024	3
Gips	0,039	5	-	-	0,005	1
Järn	0,001	0	-	0	0	0
Summa	0,738	100	0,385	100	0,695	100

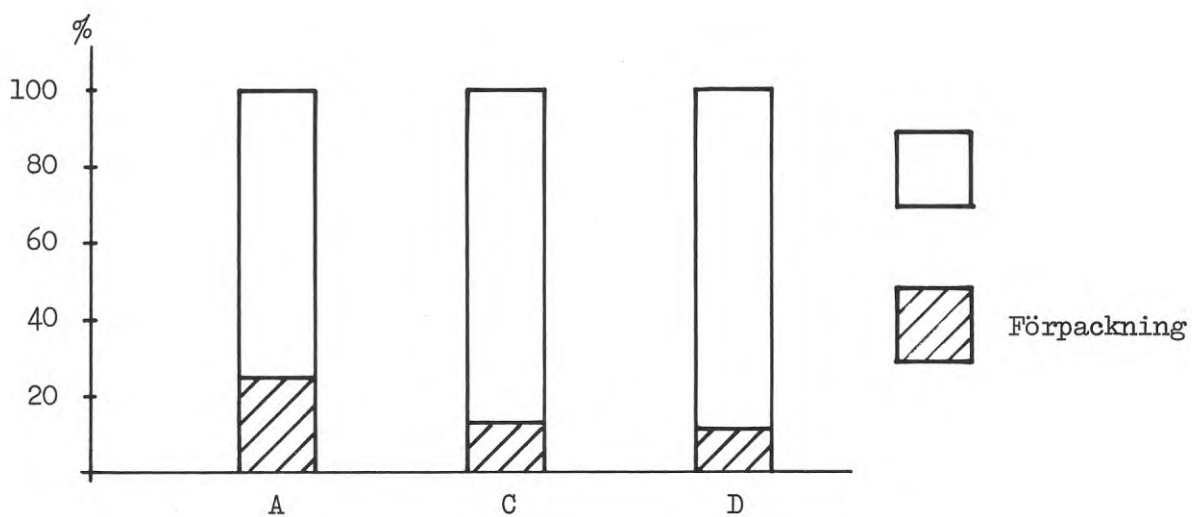


FIG. 4.2.13 Förpackningens volymandel av totala avfallsmängden på byggplatserna A, C och D.

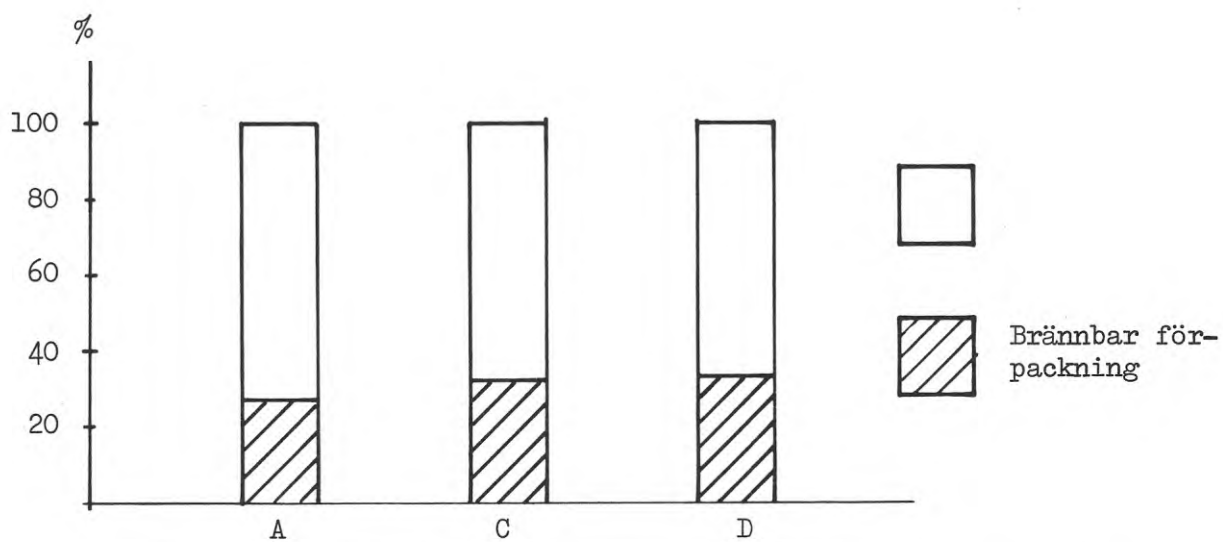


FIG. 4.2.14 Brännbara förpackningens volymandel av totala brännbara avfallsmängden på byggplatserna A, C och D.

TABELL 4.2.2 Förpackningens materialfördelning uttryckt i ton per lägenhet (hus) och viktprocent för byggplatserna A, C och D.

	Byggplats A		Byggplats C		Byggplats D	
	ton per hus	%	ton per lgh	%	ton per lgh	%
Wellpapp	0,037	13	0,010	6	0,024	9
Övrigt papper	-	-	0,016	9	0,073	27
Virke	0,180	65	0,110	68	0,145	54
Övrigt trä	-	-	-	-	0,005	2
Plastfolie	0,008	3	0,022	14	0,014	5
Cellplast	0,013	5	0,003	2	0,004	1
Gips	0,031	11	-	-	0,004	2
Järn	0,010	3	0,002	1	0,001	
Summa	0,279	100	0,163	100	0,270	100

Bedömning av mätresultatens noggrannhet

För att få en uppfattning om resultatens riktighet bestämdes att vissa kontrollvägningar av container skulle göras. På grund av de relativt höga kostnaderna, beslöts att endast ett fåtal kontroller skulle utföras.

Två slumpmässigt valda container från byggplats D vägde 4,35 ton respektive 1,99 ton, vilket ger ett medelvärde på 3,17 ton per container. Detta resultat skall jämföras med den bedömda medelvikten 2,10 ton per container som det blev för de under studietiden undersökta 47 containerna på byggplats D. Någon noggrannare analys av dessa två jämförelser torde rent statistiskt vara vanskligt att göra, men jämförelsen kan ändå sägas peka på att bedömningarna ligger i underkant. Detta påstående styrks även av det följande.

För att ytterligare få en uppfattning om mätresultatens noggrannhet gjordes en kontrollvägning vid byggplats E och två vid byggplats G. Därvid vägdes inte bara totalen utan även de ingående materialen var för sig.

Förhållandet mellan bedömd vikt och uppmätt vikt i procent redovisas i TAB. 4.2.3. Härvid framgår att tendensen är att wellpapp- och pappersmängderna bedömts för stora medan plastfoliemängden bedömts för låg. Svårigheten att vid enstaka observationer hamna rätt inses lätt när man tänker på att dessa produkter ofta ligger vikta eller är ihopskrynkade till bollar.

Tittar man sedan på totala mängderna i var och en av de tre containerna ser man att de bedömda mängderna är 60-70 procent av de verkliga mängderna. Detta stämmer bra överens med det erhållna resultatet från byggplats D.

Kontroller av mängdbedömningar från öppna eldar, lastbilsflak o.dyl. har ej gjorts. Det får dock anses sannolikt att dessa bedömningar har samma noggrannhetsgrad som bedömningarna av containerinnehållet.

Slutsatsen blir därför att den totala bedömda mängden, d.v.s. den under studietiden funna mängden i genomsnitt är 70-80 % av verklig mängd.

TAB. 4.2.3 Bedömning av mätresultatens noggrannhet. Tre slumpmässigt valda container undersöktes. Container a kommer från byggplats E medan b och c kommer från byggplats G.

Siffrorna anger kvoten mellan bedömd vikt och uppmätt vikt i procent dels för varje materialslag, dels för total mängd i container. Siffran 150 anger således att den bedömda vikten är 50 % för hög, medan siffran 0 anger att ett materialslag som låg i containern ej har registrerats.

Då ett visst materialslag saknats i containern har detta markerats med ett streck.

Materialslag	Container		
	a %	b %	c %
Wellpapp	150	114	0
Papp övrig	0	32	30
Papper	175	140	34
Virke	74	62	36
Träfiberskivor	88	21	45
Spånskivor (kork)	50	-	0
Plywood	40	-	-
Gummi	5	-	-
Plastfolie	28	120	73
Plast övrig	143	0	100
Kontorsavfall	110	-	-
Gips	-	-	84
Lättbetong	92	-	-
Betong	125	-	-
Sand, grus, bruk	113	-	-
Järn	3	0	40
Hela containerinnehållet	70	62	59

TAB. 4.2.4 Jämförelse mellan uppräknat antal container-tömningar och antalet enligt efterkalkyl. Värdena är omräknade att gälla enbart container rymmande 10 m³.

Byggplats	Beräknade värden			Efterkalkyl		Jämförelse
	Utnyttjade grad % (1)	Volym fast fm ³ (2)	Volym lös lm ³ (3)	Antal cont. tömningar st (4)	Antal cont. tömningar st (5)	$\frac{(4)}{(5)} \times 100$ % (6)
A	16	38	239	24	29	83
B	28	222	794	80	89	90
C	62	833	1344	135	217	62
D	22	747	3398	340	548	62
E	16	264	1650	165	161	102
F	10	173	1738	174	158	110
G ^a	-	159	-	-	-	-

^aByggplats G bedrev intern tippverksamhet, vilket innebar att endast några container skickades till extern tipp.

4.3 Kostnader

Allmänt

Följande uppdelning av totalkostnaden för avfallshanteringen har använts (en vedertagen uppdelning saknas f.n.) kostnads-kategorierna är enbart representativa för de studerade byggena och bör genomarbetas vid noggrannare analys.

Kostnads- kategori

Kostnad för

- | | |
|---|--|
| 1 | Lagets renhållning |
| 2 | Övrig renhållning av kollektivanställd
- förrådspersonal
- praktikant |
| 3 | Entreprenadstädning
- grovstädning
- finstädning |
| 4 | Containertömning externt |
| 5 | Containertömning internt |
| 6 | Traktor, lastbil, kran m.m.
- flyttning av avfallsbehållare
- lastning av avfallsbehållare
- ihopskrapning av avfallet till högar
- komprimering, t.ex. med traktorskopa |
| 7 | Öppen eldning
- vakt
- framdragnig av vatten
- rengöring på grund av nedsmutsning
- interna brandskador
- externa brandskador
- brännolja |
| 8 | Hjälpmaterial
- avfallsbehållare
- komprimator, tugg
- eldningshage
- övrig avfallshanteringsutrustning |

I ovanstående uppdelning ingår ej kostnaden för under- och si-
doentreprenörers egen avfallshantering. Dock bedömes dessa
kostnader vara ringa vid de studerade objekten. Ej heller in-
går sociala kostnader eller det materialvärde som avfallet i
realiteten besitter. Materialvärdet behandlas senare i detta
kapitel under punkten "Avfallets materialvärde".

Kostnad per lägenhet

Avfallshanteringskostnaden definierad enligt ovan och uttryckt

i kronor per lägenhet redovisas i TABELL 4.3.1. Kostnaderna har beräknats med hjälp av de uppgifter som inhämtades under rondstudierna, de uppföljningar som byggplatsernas personal har gjort, debiteringar i mätningsskott, produktionstekniska underlag, fakturor, följesedlar och särskilda avtal.

Av tabellen framgår att kostnaden per lägenhet varierar mellan 500 - 1.400 kronor. Denna variation verkar vara starkt förknippad med avfallsmängdens storlek, eftersom byggplats F, som har den lägsta avfallsmängden också har den lägsta kostnaden och byggplats D, som har den största avfallsmängden även har den högsta kostnaden. All skillnad kan emellertid ej förklaras på detta sätt, emedan byggplats C hade relativt stora avfallsmängder men ändå relativt låga kostnader. I detta fall var det den i TABELL 4.4 beskrivna avfallshanteringsmetoden som påverkade kostnaden positivt på grund av att antalet bortskickade container blev lägre och på grund av att kostnaden för öppen eldning var lägre än bortfraktningskostnaden.

Kostnadskategori 1, lagets renhållning, redovisar en kostnads-skillnad på ungefär 300 kronor per lägenhet mellan byggplats A och D. Denna stora skillnad kan inte enbart förklaras med att byggplats D hade högre avfallsmängder eller att på byggplats A delar av den renhållning som laget skulle utföra, övertogs av en praktikant. Skillnaden måste även förklaras med att produktionstekniskt underlag har använts vid kostnadsberäkningen på byggplats A medan på byggplats D kostnaden har hämtats direkt ur mätningsskottet samt att viss ack.överenskommelse har gjorts.

Kostnadskategori 3, entreprenadstädning, varierar mellan 314 kronor och 543 kronor. Orsaken till detta är dels storleken på lägenheterna, dels att städpersonalen ges olika arbetsuppgifter.

TABELL 4.3.1 Avfallshanteringskostnaden uttryckt i kronor per lägenhet. För varje byggplats redovisas dels en totalkostnad per lägenhet, dels delkostnaderna enligt kostnadskategorierna 1-8. I kostnaden ingår inte under- eller sidoentreprenörens egen avfallshanteringskostnad eller avfallsets materialvärde, ej heller sociala kostnader.

Kostnads- kategori	Kronor per lägenhet						
	Byggplats						
	A	B	C	D	E	F	G
1. Lagets renhållning	95	258	207	396	264	103	315
2. Övrig renhållning	84	-	-	-	-	57	100
3. Entreprenadstädning	438	393	416	543	333	314	375
4. Containertömning, externt	131	206	46	183	273	10	2
5. Containertömning, internt	-	-	-	10	-	-	-
6. Traktor, lastbil, kran	268	360	67	247	67	8	70
7. Öppen eldning	25	-	-	-	-	-	25
8. Hjälpmaterial	-	-	31	20	18	-	-
SUMMA	1.041	1.217	767	1.399	955	515	887

Kostnad per kubikmeter byggnadsvolym

Om kostnaden för avfallshantering, enligt den tidigare beskrivna definitionen, beräknas per kubikmeter byggnadsvolym i stället för per lägenhet fås följande värden.

Byggplats	A	B	C	D	E	F	G
Kr/m ³ BV	2,28	2,24	2,01	3,49	2,85	2,05	2,65

Kostnadsbilden är i stort sett densamma som tidigare med bl.a. det undantaget att byggplats B:s värde nu ligger i nivå med A:s tack vare korrektionen med antalet kubikmeter byggnadsvolym per lägenhet.

Även i detta fall kan jämförelse göras med de tidigare omtalade projekten. De efterkalkylerade värdena varierar mellan 2,70 - 3,50 kronor per kubikmeter byggnadsvolym.

Förpackningshanteringskostnader

Eftersom det är av intresse att få en uppfattning om hur mycket den interna förpackningshanteringen kostar har, på byggplatserna A, C och D, denna kostnad beräknats. Med utgångspunkt från de hanteringsflöden, som redovisas i FIG. 4.4.4 - 4.4.8, är det rimligt att antaga att varje förpackningsenhet hanteras minst två gånger inom byggplatsen. Vidare antages att tiden vid varje hanteringstillfälle uppgår till 1 min. samt att timfaktorn är 35 kronor.

Resultaten från beräkningen av förpackningsmängderna visar att antalet förpackningsenheter på vardera byggplatsen A och D är ca 260 st per lägenhet, medan antalet på byggplats C är ca 140 st per lägenhet. Denna lägre siffra beror på att alla förpackningar ej har hittats.

Hanteringskostnaden har beräknats för förpackningarna från det att de hanteras efter avemballeringen till dess att de har lagts i container, eldningshage eller eldats upp i mindre öppna eldar. Nedanstående uttryck har använts vid beräkningen.

Hanteringskostnaden = Antal förpackningar per lägenhet x antal hanteringstillfällen x tid per hanteringstillfälle x timfaktor.

Följande hanteringskostnader per lägenhet erhöles:

$$\text{Byggplats A: } 260 \times 2 \times \frac{1}{60} \times 35 = 303 \text{ kr/lgh}$$

$$\text{Byggplats C: } 140 \times 2 \times \frac{1}{60} \times 35 = 163 \text{ kr/lgh}$$

$$\text{Byggplats D: } 260 \times 2 \times \frac{1}{60} \times 35 = 303 \text{ kr/lgh}$$

Ovanstående kostnader ingår endast delvis i den tidigare beräk-

nade kostnaden för avfallshantering. Det beror på att i kostnaderna ingår dels den hanteringskostnad, som faller på sido- och underentreprenörer, dels den kostnad som faller på byggnadsentreprenörens folk.

Kostnaden som funktion av avfallsmängden

I FIG. 4.3 har ett rätvinkligt koordinatsystem uppritats där avfallsmängden uttryckt i fasta kubikmeter per lägenhet har avsatts efter X-axeln och kostnaden uttryckt i kronor per lägenhet har avsatts efter Y-axeln. Motsvarande värden från varje byggplats har sedan lagts in.

Av figuren framgår att kostnaden ökar vid ökande avfallsmängd samt att detta samband verkar vara rätlinjigt. Vidare framgår det att för en viss avfallsmängd kan kostnaden variera. (Jämför punkterna A och C samt G och F i figuren). Denna variation kan t.ex. bero på lägenhetens (husets) storlek, vilka renhållningsrutiner som använts eller vad som är avtalat med under- och sidoentreprenörer angående avfallshantering.

Eftersom denna undersökning ger en uppfattning om hur stora avfallsmängder som uppstår per lägenhet vid olika slags bostadsproduktion kan FIG. 4.3 användas som en "lathund" vid kalkylering. Härvid måste det anses vara helt tillfredsställande om en kostnad väljes, som ligger mellan de i figuren dragna linjerna.

Avfallets materialvärde

De snabbt stigande materialpriserna gör det intressant att undersöka hur stora materialvärden som försvinner som avfall. Med avfallets materialvärde menas i denna rapport inköpspriset fritt arbetsplatsen. För de sju studerade byggplatserna har detta värde uttryckts i kronor per lägenhet, dels för varje materialgrupp, dels totalt. Uppgifterna har beräknats utifrån de i denna rapport redovisade avfallsmängderna samt genomsnittliga å-priser fritt arbetsplats i juli 1973. Dessa å-priser har för t.ex. träprodukter stigit mycket starkt under det senaste året och kan förväntas stiga ytterligare.

Av TABELL 4.3.2 framgår att avfallets materialvärde varierar mellan ca 460 till ca 2.500 kronor per lägenhet.

Några av anledningarna till att byggplats B uppvisar det högsta värdet är att byggnadsvolymen per hus är störst, att det var det lägst prefabricerade småhusområdet samt att virke, som numera är ett dyrt material, förekom i stora mängder som avfall. Dessutom pågick utvändiga ledningsarbeten både på byggplats A och B under studietiden, vilket till stor del förklarar det relativt höga värdet för materialgruppen övrig plast och gummi på dessa båda byggplatser.

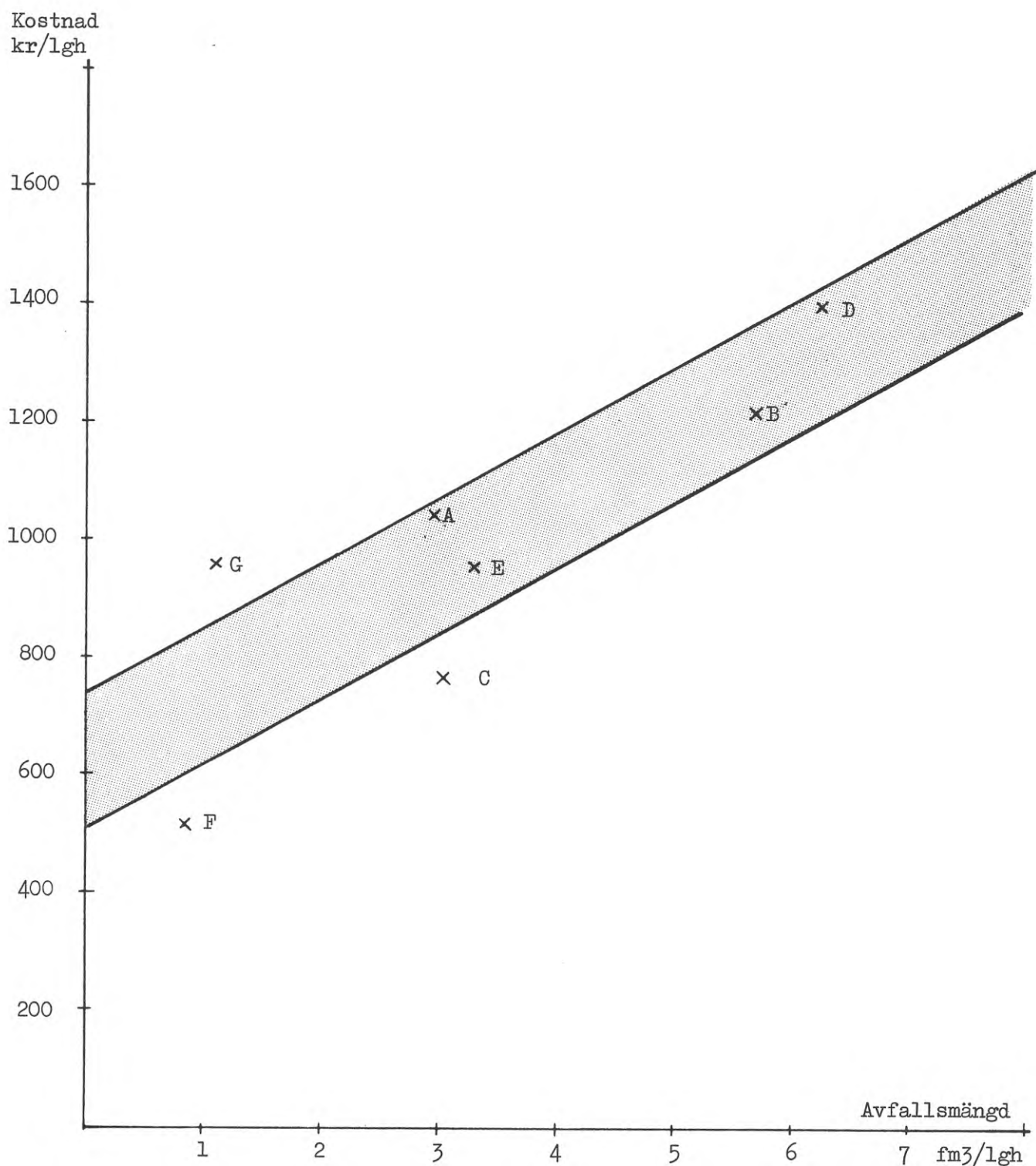


FIG. 4.3 Kostnaden som funktion av avfallsmängden. A, B, C, D, E, F och G betecknar de studerade byggplatserna.

Avfallshanteringskostnaden uttryckes i kronor per lägenhet. I kostnaden ingår inte under- eller sidoentreprenörers egna avfallshanteringskostnader eller avfallets materialvärde, ej heller sociala kostnader.

Om 1970 års å-priser används kommer dels de absoluta siffrorna att vara lägre, dels de procentuella skillnaderna mellan byggplatserna att minska, eftersom virkespriserna har stigit snabbast och virke utgör en relativt stor andel av totala avfallsmängden.

Det framgår vidare av tabell 4.3.2 att de material som huvudsakligast ingår i förpackningar utgör en ej oansenlig andel av det totala materialvärdet.

TABELL 4.3.2 Avfallets materialvärde. Med detta avses inköpspriset fritt arbetsplatsen. Priset har uttryckts i kronor per lägenhet och avser prisnivån i juli 1973.

Material	Kronor per lägenhet						
	Byggplats						
	A	B	C	D	E	F	G
Wellpapp	58	47	14	48	24	22	22
Övrigt papper	356	192	76	147	167	147	149
Virke	776	1.749	303	803	1.029	171	198
Övrigt trä	4	-	26	30	235	9	22
Plastfolie	68	68	45	45	68	23	68
Cellplast	10	2	10	-	2	1	1
Övrig plast och gummi	300 ^a	150 ^a	46	110	20	20	110
Mineralull	5	40	2	5	2	7	2
Gips	53	243	6	30	6	6	44
Tegel	-	15	72	31	-	-	-
Lättbetong	-	-	8	38	3	2	-
Betong	-	-	59	85	58	-	-
Sand, grus, bruk	1	2	9	35	1	-	-
Järn	27	-	18	90	27	54	9
Summa	1.678	2.508	694	1.497	1.642	462	625

^a Värdet på pvc-rör från utvändiga ledningsarbeten ingår i dessa värden, men ej i de övriga.

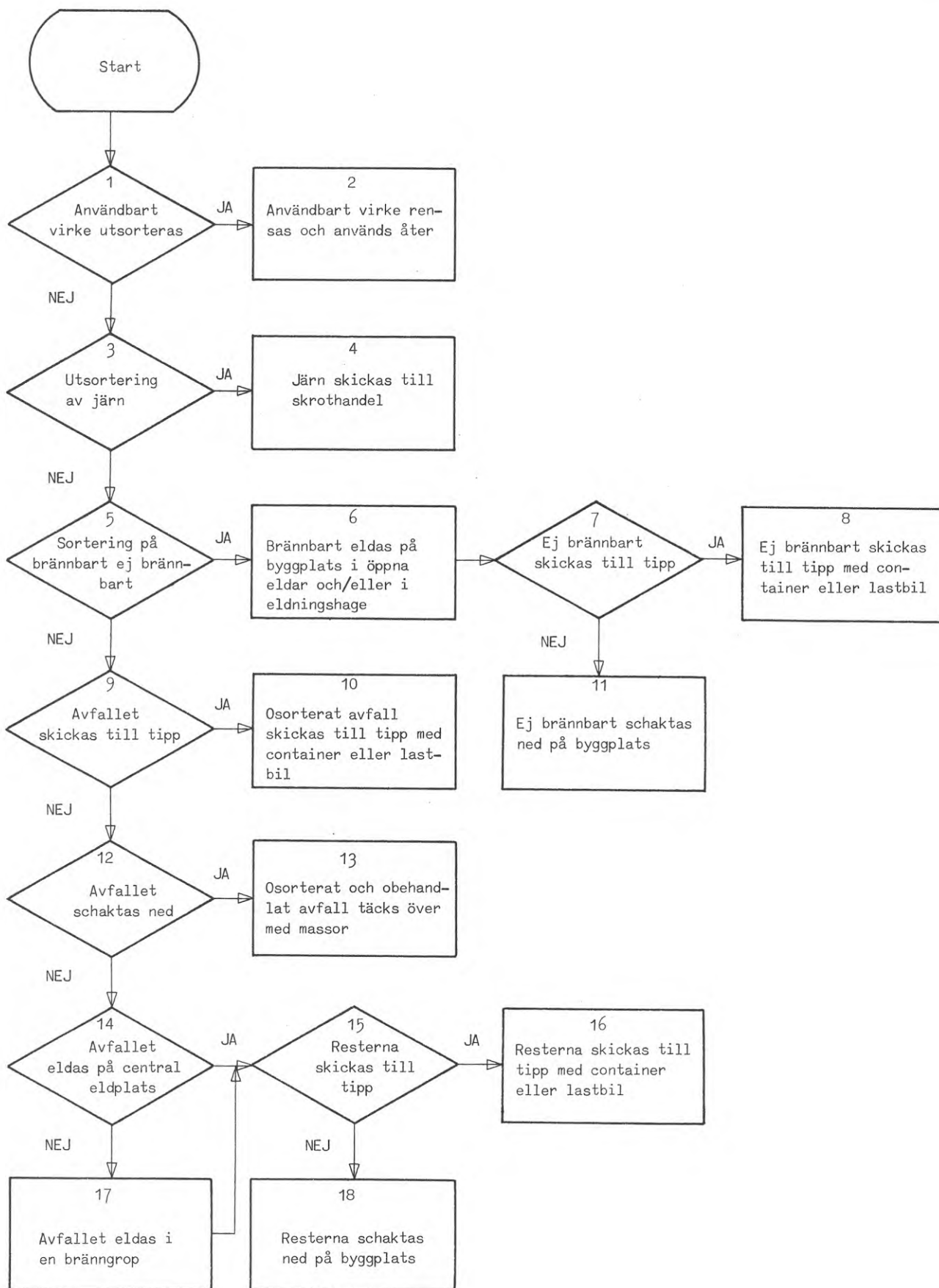


FIG 4.4.1 Förekommande hanteringsrutiner

4.4 Hanteringsmetoder

Allmänt

Byggplatsstudierna visar att avfallshanteringen i huvudsak påverkas av följande faktorer:

- entreprenadform; uppenbara svårigheter fanns att styra underentreprenörers- och framförallt sidoentreprenörers avfallshandtering. Detta framgick tydligast på byggplats D.
- löneformen; arbetskostnaderna för avfallshandteringen varierade kraftigt mellan de undersökta byggplatserna.
- de rutiner som etablerats och den utrustning som användes; vid jämförelse mellan byggplats C och D framgår det tydligast att avfallshandteringen är ett planerings- och styrproblem, d.v.s. det är inte i första hand fråga om att konstruera ny utrustning och införa nya metoder utan det gäller snarare att använda de rutiner och den utrustning som redan finns. (De kartlagda hanteringsrutinerna redovisas i FIG. 4.4.1)

Invändig avfallshandtering

Den invändiga avfallshandteringen var i regel knuten till renhållningen vid nedanstående aktiviteter:

- efter formrivning
- efter skrotning
- efter montage av mellanväggar
- före sandspridning (flytande golv)
- före mattläggning
- efter mattläggning och målning
- före slutbesiktning

Invändig avfallshandtering indelas i två moment nämligen grovstädning och finstädning. Grovstädning är all städning fram till det att snickeriarbetet börjar. Den städning som därefter följer kallas för finstädning. Denna utfördes av underentreprenörer på alla byggplatserna.

Grovstädningen utfördes till största delen av byggnadsentreprenören men även till en viss del av under- och sidoentreprenörer, eftersom på några byggplatser en del underentreprenörersarbeten var upphandlade på sådant sätt att underentreprenören skulle taga hand om sitt avfall och lägga det i närmaste lämpliga avfallsbehållare. Detta gällde framförallt dem som sysslade med vita varor. Hos byggnadsentreprenören var det laget och framför allt betongarbetarna som utförde den invändiga städningen. På byggplats A hjälpte även en praktikant till.

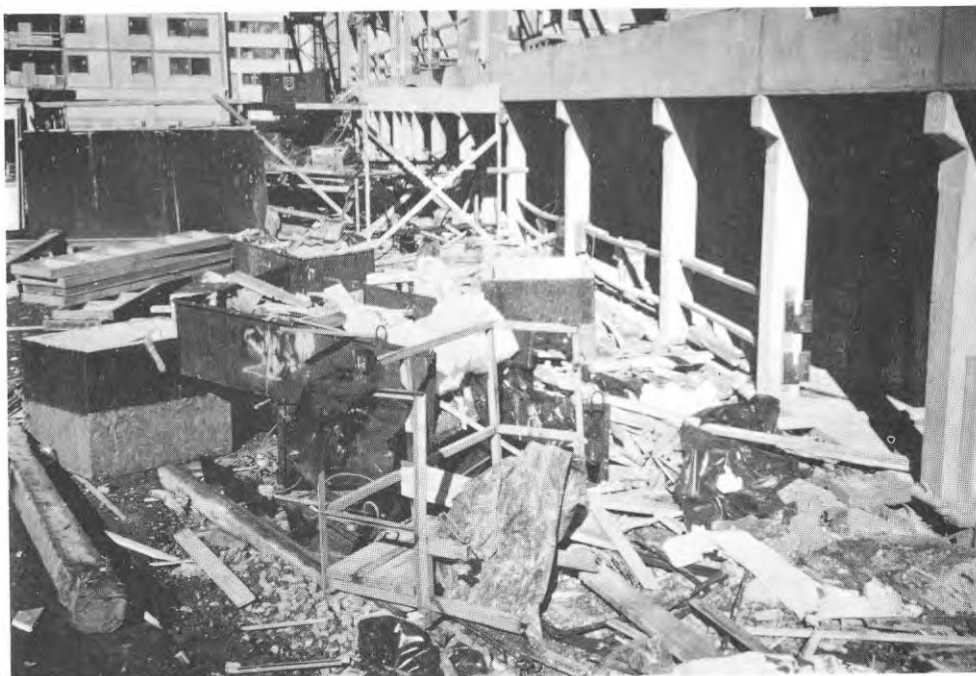


FIG. 4.4.2 Avfall som kastats ned på marken har blandats med inbyggnads- och hjälpmaterial.



FIG. 4.4.3 Avfallet har kastats ned på marken och bl.a. hamnat i en brant slänt.

Rutiner och utrustning

Det avfall som uppstod inomhus skrapades ihop till högar med kvast eller skyffel. Det lättare avfallet lades i pappers- eller plastsäck, det tyngre i hink eller skottkärra för vidare transport till närmaste avfallsbehållare. I vissa fall gjordes en mellanlagring på balkong eller i trapphus oftast beroende på att någon lämplig avfallsbehållare ej fanns i närheten.

Denna invändiga transport bestod i att säckar och hinkar bars i trapphusen. För att komma ifrån detta bärande, som dels är betungande för den som bär, dels är en orationell arbetsmetod, iordningsställdes så fort som möjligt de ordinarie hissarna på byggplats F.

Som ett mindre bra alternativ framstod nedkastning av avfallet direkt på marken. Avfallet blandade sig i vissa fall med byggnadsmaterial och hjälpmaterial (se FIG. 4.4.2). I andra fall hamnade avfallet i den omgivande terrängen (se FIG. 4.4.3). Nedkastning av avfall förekom i stor utsträckning på byggplats D under hela byggtiden och i mindre utsträckning på byggplatserna A, B, C och F under grund- och stomskedet. På byggplats E däremot förekom det överhuvudtaget ej, eftersom E var ett centrumbygge med ytterst små utrymmen runtomkring huskroppen. Här transporterades därför avfallet med hjälp av kran eller bygghiss till markplanet.

Utvändig avfallshantering

Den utvändiga avfallshanteringen var i regel kopplad till renhållningen vid nedanstående aktiviteter:

- efter formrivning
- före murning av fasader
- på tak före takstolar
- på tak efter underlagspapp
- före utvändiga asfaltisoleringar
- före garagemontage
- efter murning
- före utvärdig slutbesiktning
- efter justeringsarbeten

Även den utvändiga avfallshanteringen sköttes till största delen av byggnadsentreprenören. Det var dock en underentreprenör som skötte bortfrakten till extern tipp. På byggplats D skötte han även transporten av container till central eldplats. Däremot var inte detta fallet på byggplats G, där alltså den interna containertrafiken sköttes av byggnadsentreprenörens folk. Dessa utgjordes förutom av traktorförare av förrådare (byggplats F och G), dagbilschaufför (byggplats F), praktikant (byggplats A) samt betongarbetarlaget.



FIG. 4.4.4 Mindre öppen eld vid en husgrund.



FIG. 4.4.5 Framkomligheten var god på byggplats C bl.a. på grund av den kontinuerliga avfallshantering, som bedrivs där.

Rutiner och utrustning

Det allmänna mönstret på avfallshanteringen var att om avfallet kunde eldas på byggplatsen utan alltför stort "besvär" så gjordes det, annars skickades avfallet till extern tipp i container eller på lastbil.

Den öppna eldningen skedde emellertid på olika sätt. Under grund- och stomskedet eldades det kontinuerligt i mindre eldar runt grunder och hus allt eftersom det brännbara avfallet uppstod (se FIG. 4.4.4). Det var mest formvirke och plywood som eldades upp. Under stomkompletterings- och inredningsskedet förekom det även mindre eldar vid småhusproduktionen. Däremot eldades det ytterst sporadiskt på detta sätt runt flerfamiljs-husen under dessa skeden bl.a. beroende på att arbetsledningen ej vill riskera att brand skulle uppstå eller att få fasaderna nedsmutsade. I stället eldades det desto mer i transportabla eldningshagar eller på central eldplats.

Rensning av bränngruppen utföres med traktor. Virkesrensning och omhändertagande av järn förekom enbart på de platsbyggda objekten. Med FIG. 4.4.1 som utgångspunkt kan en närmare presentation av hanteringsmetoderna göras.

Byggplatserna A, B och F följde i stort sett ovan nämnda allmänna mönstret. (Se flödet 6, 9-10 i FIG. 4.4.1). På centrumbygget, byggplats E, utfördes virkesrensning och tillvaratogs armeringsklipp. Det som sedan ansågs vara värdelöst skickades till tipp i container. (Se flödet 1-2, 3-4, 9-10 FIG. 4.4.1).

Den rationellaste hanteringen utfördes på byggplats C där sortering gjordes på brännbart och icke brännbart avfall även under stomkompletterings- och inredningsskedet. (Se flödet 1-2, 3-4, 5-6, 7-8 i FIG. 4.4.1). Det icke brännbara avfallet lades i container, som kördes till extern tipp. Det brännbara avfallet lades i eldningshagar, som kunde transporteras med traktor. Hagarna som rymmer ca 8 m³ placerades företrädesvis vid balkongerna. Traktorföraren skötte om ut- och omplacering av hagarna och körde dem även till ett lämpligt ställe där han sedan eldade upp avfallet. Dessa rutiner grundar sig på idén att minska den totala avfallshanteringskostnaden genom att minska på kostnaden för bortfrakt av avfallet. Denna kostnad i sin tur sänkts genom att minska på antalet bortfraktade container. Detta görs genom att minska på de totala mängder, som fraktas bort och/eller genom att minska på den stora luftvolym, som normalt finns i varje container, då avfallet är blandat. Längre fram i detta kapitel under rubriken "Utnyttjandegrad i container" framgår också mycket tydligt att utnyttjandegraden är betydligt högre på byggplats C jämfört med de övriga byggplatserna. Vidare framgår det längre fram i detta kapitel under rubriken "Andelen brännbart som eldades upp" att på byggplats C eldades ca 90 volymprocent av det brännbara avfallet upp, medan t.ex. på byggplats D eldades endast ca 30 volymprocent upp. Även detta pekar på att avfallshanteringen på byggplats C bedrevs effektivare än på de övriga byggplatserna.

Enligt platschefen på byggplats C hade dessa rutiner använts på en tidigare byggplats, varför rutinerana numera var accepterade och väl inlärdade. Fortfarande fordrades dock en hård styrning, framför allt vad gäller underentreprenörerna. Rutin-



FIG. 4.4.6 Användning av traktor med skopa vid avfallshandling.



FIG. 4.4.7 Användning av traktor med skopa vid lastning av container.

nera redovisas i TABELL 4.4. Ett annat mycket viktigt resultat av avfallshanteringsrutinerna på byggplats C var att framkomligheten blev hög överallt. Detta framgår av FIG 4.4.5.

På byggplats D hade man försökt att införa likadana rutiner som på byggplats C men misslyckats. Därför utarbetades en annan lösning, som innebar att de container som bedömdes bestå av mycket brännbart avfall skulle köras till en central eldplats. Denna bestod av ett nättinhägnat område med en yta av ca 25 m² och med vatten framdraget. Den interna containertransporten utfördes av samma företag som skötte de externa transportererna, men till ett pris som var ca hälften så högt. (Se flödet 1-2, 3-4, 9-10, 14-15-16 i FIG. 4.4.1).

De rutiner som fanns på byggplats G skilde sig helt från övriga, eftersom nästan inget avfall skickades till extern tipp. Allt avfall kördes osorterat till en central eldplats och eldades upp. Resterna skickades till extern tipp i närheten. (Se flödet 14-15-16 i FIG. 4.4.1).

Förutom container och eldningshagar användes även transportkorgar vid den utvändiga renhållningen. Transportkorgarna lastades där avfallet uppstod och transporterades därefter med kran eller traktor till plats för tömning. Traktor användes på alla byggplatser utom på E och F. Dels skötte traktorn intern transport av avfallsbehållare, dels lastning av container eller lastbil. (Se FIG. 4.4.6 och 4.4.7). Vid denna lastning brukade traktorföraren komprimera avfallet med skopan. På byggplatserna C och i större grad på E användes kran vid avfallshanteringen. Däremot deltog kranen ovanligt litet på byggplats D och i princip ingenting på de övriga byggplatserna.

Avfallets omhändertagande

Hur avfallet togs om hand redovisas i FIG. 4.4.8. Där framgår att på byggplats A skickades nästan hälften till extern tipp medan resten eldades upp i mindre öppna eldar. På byggplatserna B och F skickades ca 85 % av mängderna till extern tipp medan resten eldades upp i mindre öppna eldar. Till extern tipp skickades från byggplats C ungefär 51 % i container och ca 13 % på lastbil. De övriga mängderna eldades upp på byggplatsen, omkring 24 % i mindre öppna eldar och resten drygt 12 % i transportabla eldningshagar.

Den byggplats som använde lastbil mest av alla vid bortfrakt av avfall var byggplats D där ca 54 % av mängderna skickades på lastbil till extern tipp medan endast ca 33 % skickades i container. Orsaken till detta var att makadammassorna från kranbanorna inte kunde läggas i en vanlig container på grund av att den skulle bli för tung om den fylldes helt. De övriga mängderna eldades upp på byggplatsen, ca 8 % i mindre öppna eldar och resten ca 5 % på central eldplats.

Byggplats E skilde sig från övriga byggplatser beroende på att öppen eldning eller nedschaktning överhuvudtaget ej kunde förekomma utan alla mängder skickades till extern tipp i container. På byggplats G brändes 80 % på central eldplats medan resterna efter urbränning skickades till extern tipp med lastbil.

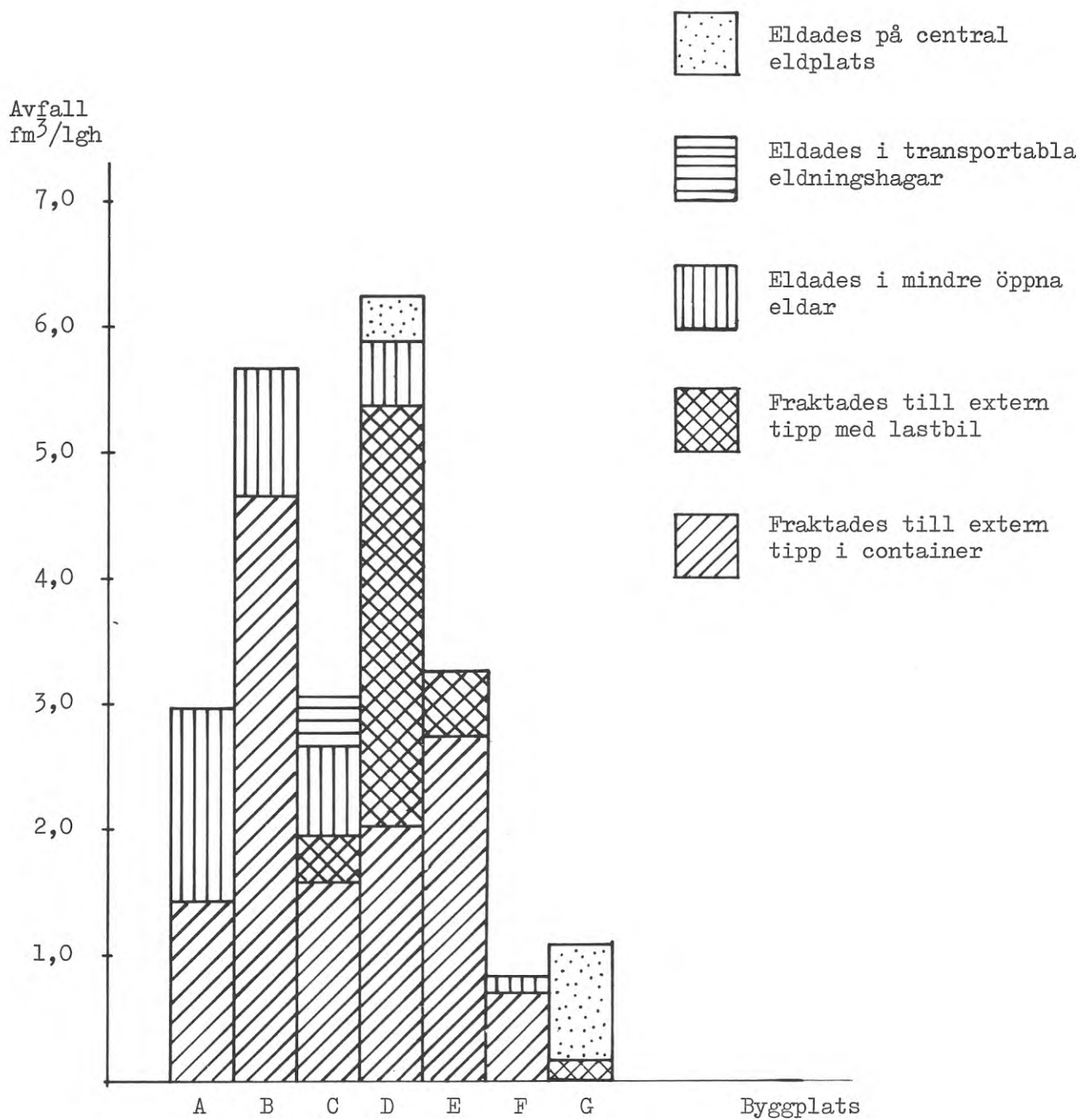


FIG. 4.4.8 Avfallets omhändertagande

Detaljflöden för vissa förpackningar

För att få en uppfattning om förpackningar är relativt kostsamma att hantera, d.v.s. om de flyttas många gånger i onödan bara därför att ingen genomtänkt renhållningsrutin har etablerats, gjordes s.k. flödesstudier på vissa förpackningar.

Helt slumpmässigt valdes sex produkter ut som sedan studerades från det att de kom till byggplatsen till det att förpackningen var omhändertagen. De produkter som studerades var linoleummattor, eternitskivor, radiatorer och takfläktar på byggplats C och skåpsnickerier och torkskåp på byggplats G. Linoleummattorna låg rullade runt papprullar och var förpackade i kraftpapper. Av FIG. 4.4.9 framgår att papprollen och kraftpapperet hanterades minst 3 ggr vardera. Eternitskivorna låg på träpallar som när de var tomma lagrades 4 ggr. Två av dessa gånger flyttades pallan för att den låg i vägen. (Se vidare FIG. 4.4.10). Radiatorerna var förpackade i wellpapp och låg på träpallar. Av FIG. 4.4.11 framgår att förpackningen hanterades 2 ggr efter det att avemballeringen var klar. Den fjärde produkten som studerades var takfläktar, som låg i trähäckar vilka slogs sönder i samband med avemballeringen. Förpackningen hanterades 2 ggr, vilket framgår av FIG. 4.4.12.

FIG. 4.4.13 visar hanteringen av skåpsnickerier förpackade i cellplast, plastfolie och virke. Förpackningen hanterades två gånger. Torkskåpen var förpackade i wellpapp och virke. Efter som det ingick i upphandlingen att skåpen skulle avemballeras, monteras och förpackningen läggas i närmaste container hanterades förpackningen enbart en gång efter avemballeringen. (Se FIG. 4.4.14.) På några byggplatser fanns det ett fåtal likadana upphandlingar som för torkskåpen. Även i dessa fall hanterades förpackningen enbart en gång efter avemballeringen. Denna upphandlingsform förekom inte speciellt ofta varför det inte är felaktiga att säga att varje förpackning hanterades minst 2-3 ggr.

Utnyttjandegrad i container

För definition av begreppet utnyttjandegrad (α) se kapitlet om beteckningar och definitioner.

Den genomsnittliga utnyttjandegraden i container under studietiden på var och en av de sju byggplatserna framgår av nedanstående sammanställning.

Byggplats	A	B	C	D	E	F	G
Utnyttjandegrad (α)	16	28	62	22	16	10	-
(Volymprocent)							

Anledningen till att inte något värde har angivits för byggplats G är att det bedrevs intern tippverksamhet där. Containertransporter och tömningar sköttes helt av eget folk, vilket innebar att traktorföraren tömde en container inte i första hand för att den var full utan för att han hade tid till det eller för att han visste att det måste finnas en i princip tom container på en viss plats vid nästa arbetsdags början. Beräknas ändå utnyttjandegraden för byggplats G erhålls en så pass låg siffra som 5 %.

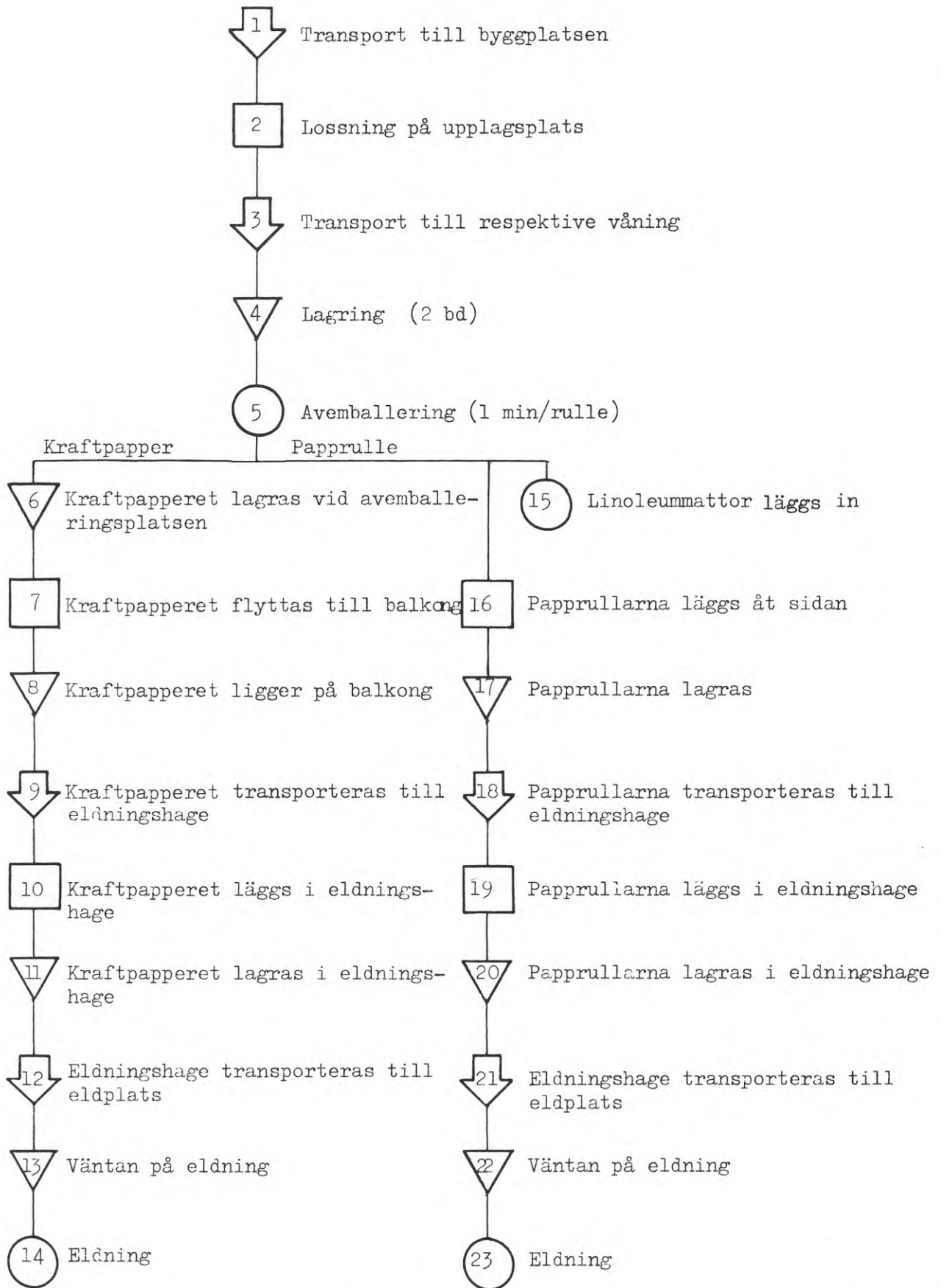


FIG. 4.4.9 Hanteringsflöde för linoleummattor och dess förpackning. Mattorna är rullade runt papprollar och förpackade i kraftpapper.

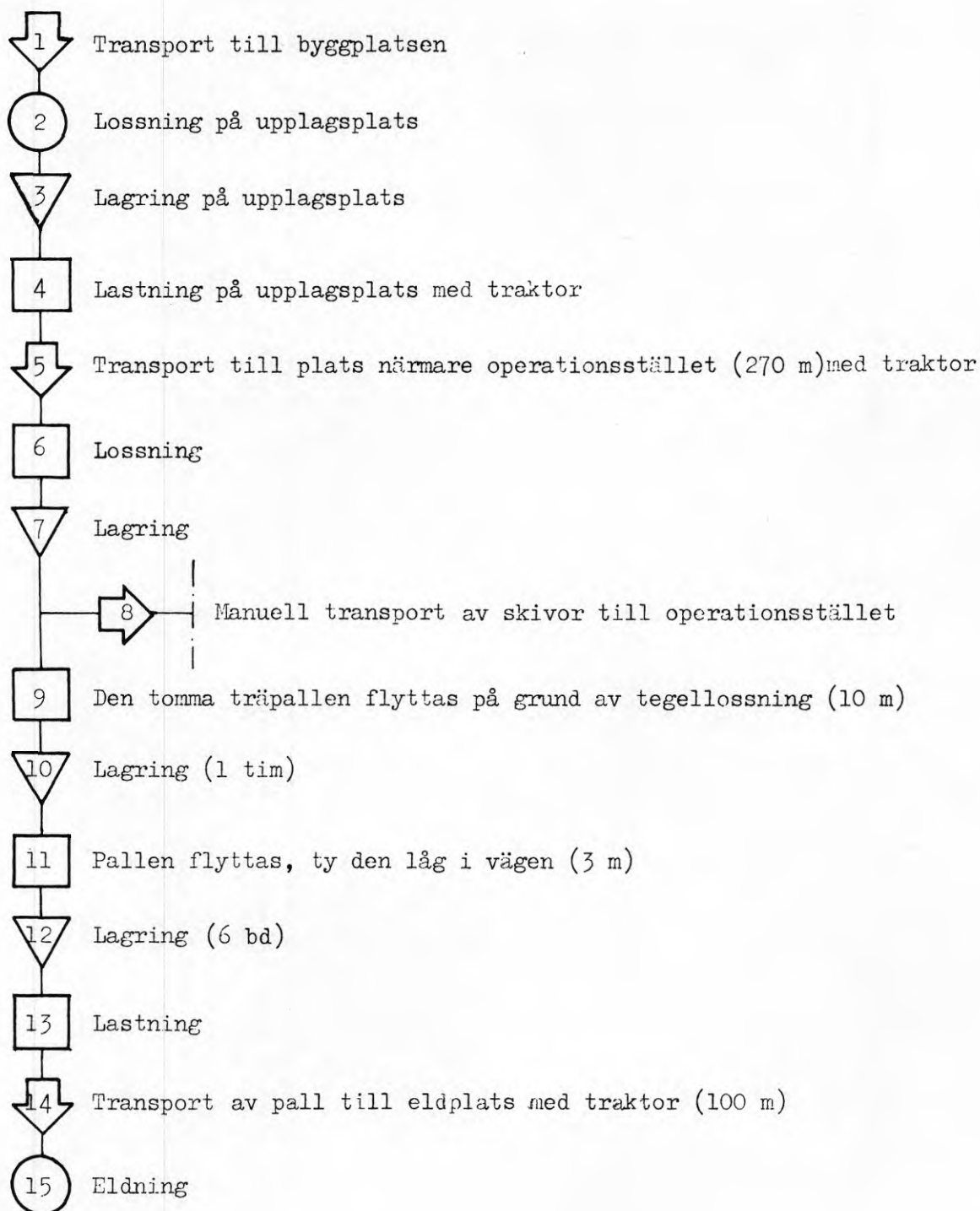


FIG. 4.4. 10 Hanteringsflöde för eternitskivor och dess förpackning, som består av träpall.

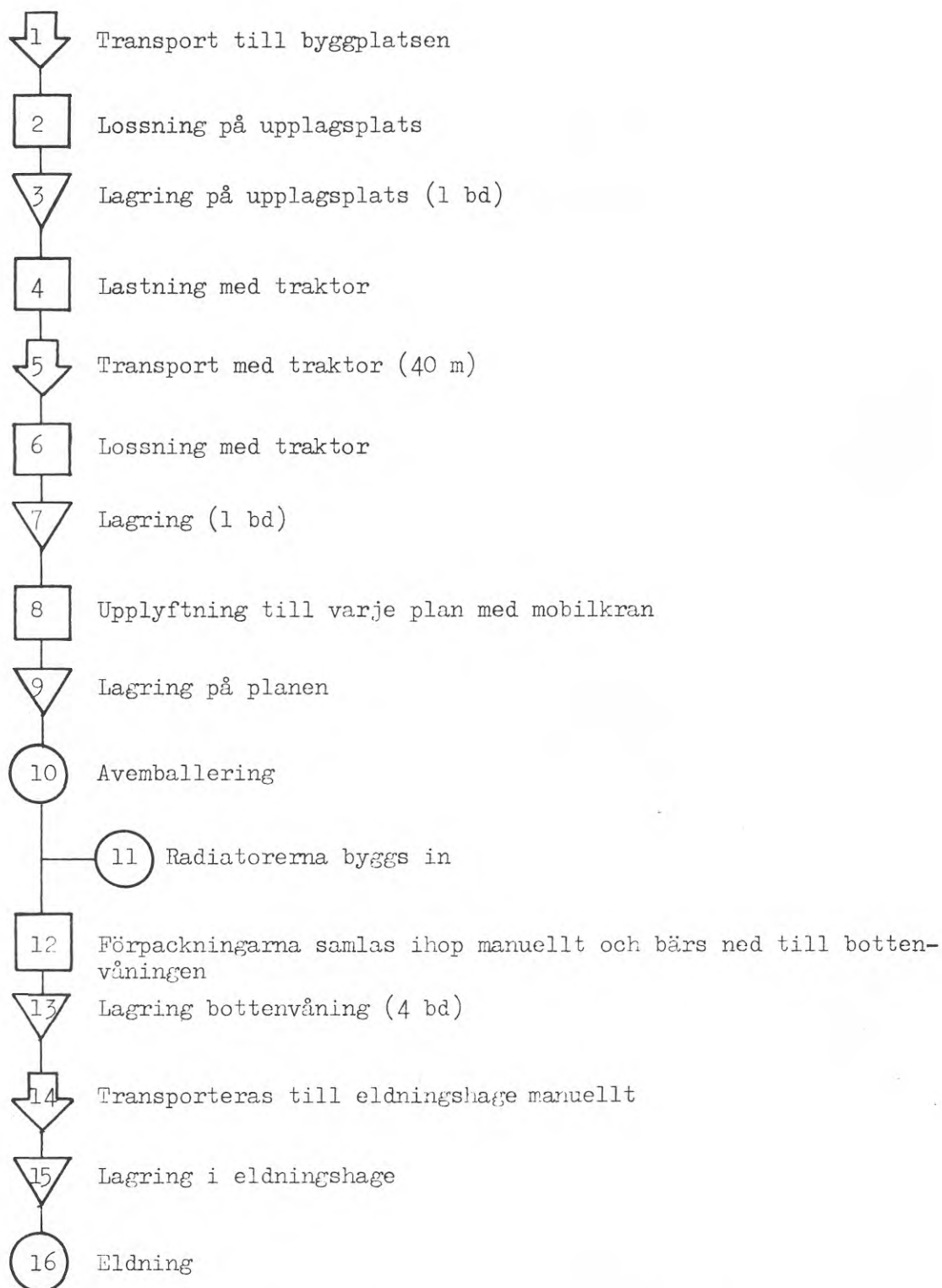


FIG. 4.4.11 Hanteringsflöde för radiatorer och dess förpackning som består av wellpapp och ligger på träpallar.

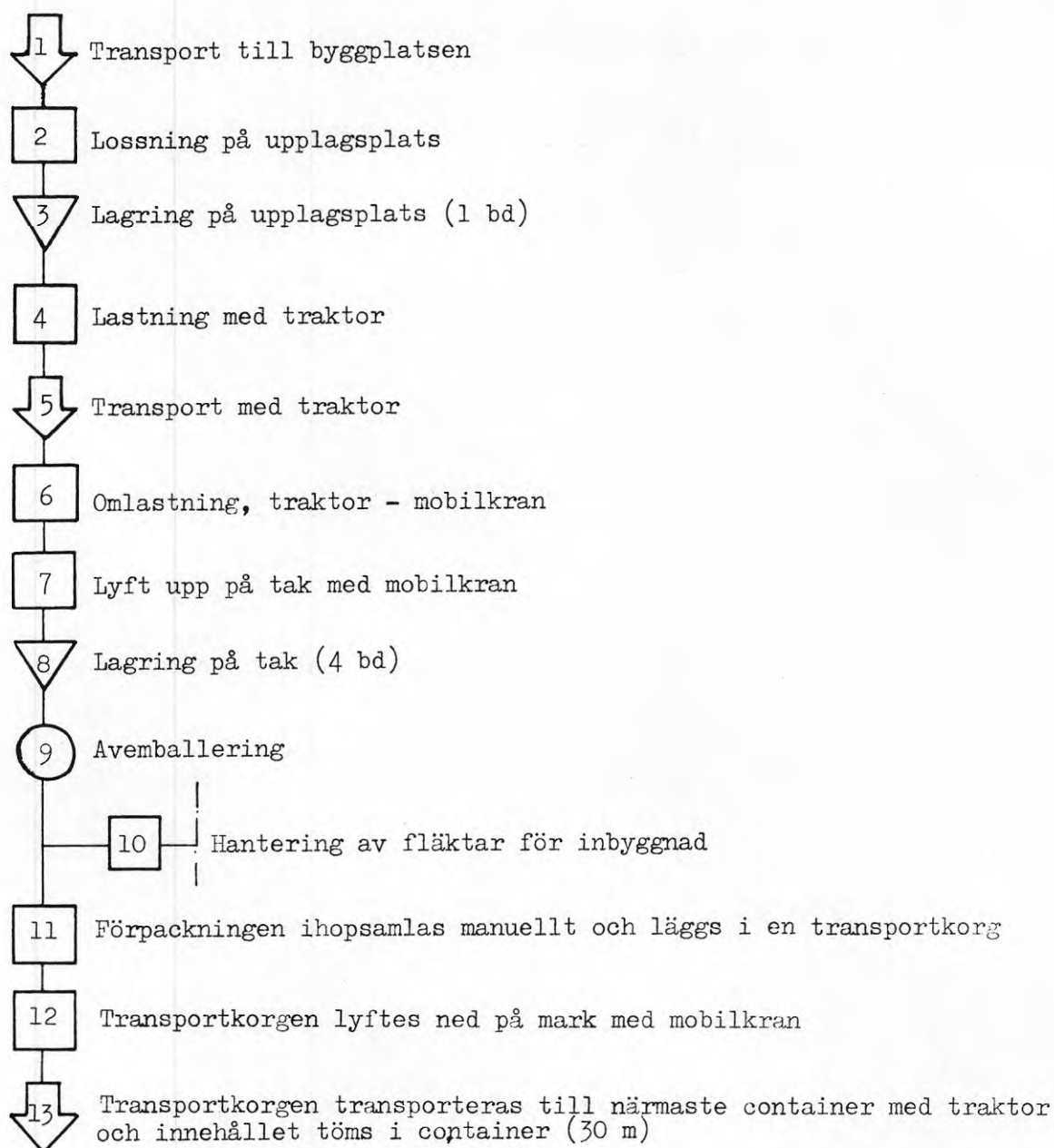


FIG. 4.4.12 Hanteringsflöde för takfläktar och dess förpackning som består av trähäckar.

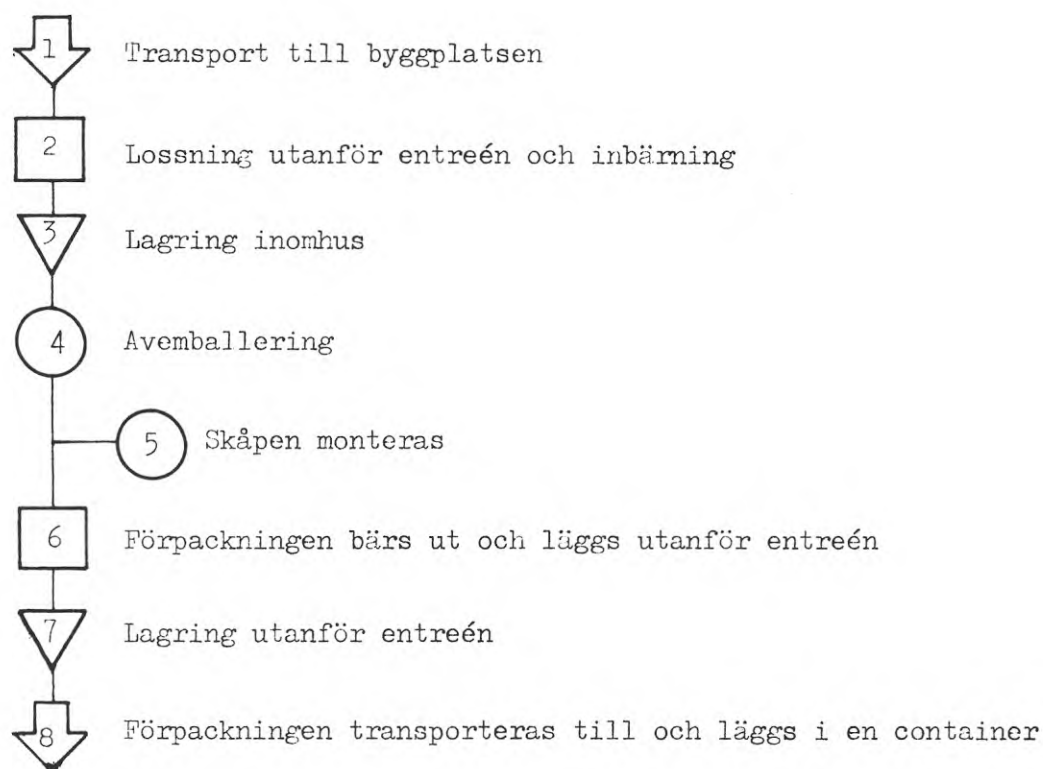


FIG. 4.4.13 Hanteringsflöde för skåpsnickerier och dess förpackning, som består av plastfolie, cellplast och virke.

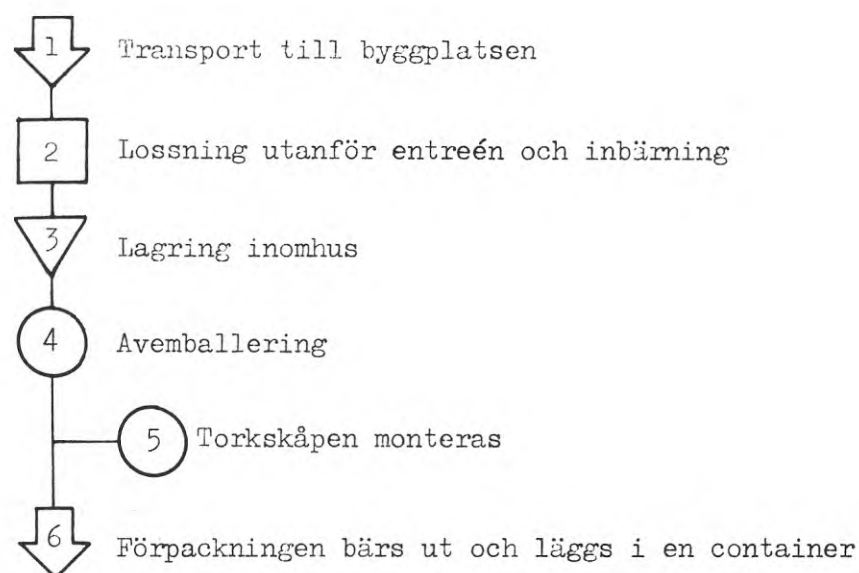


FIG. 4.4.14 Hanteringsflöde för torkskåp och dess förpackning, som består av wellpapp och virke.

Att byggplats F har en så pass låg utnyttjandegrad som 10 % beror på att objektet är starkt prefabricerat, vilket innebär att avfallet till ca 80 volymprocent består av förpackningar, vilka är mycket utrymneskrävande utan att för den skull vara speciellt stora uttryckt i fasta volymer.

Byggplats C har en relativt hög utnyttjandegrad och det beror på den redan tidigare omtalade sorteringen på brännbart och ej brännbart avfall.

På byggplats D kördes de container som ansågs innehålla stora mängder av brännbart avfall till central eldplats. Utnyttjandegraden på dessa container var så låg som ca 12 volymprocent. Av detta resultat och resultatet från byggplats F ligger det nära till hands att förmoda att om enbart förpackningar ligger i en container är utnyttjandegraden ungefär 10 volymprocent, såvida inte någon form av komprimering har gjorts. Det är således alldeles tydligt att utnyttjandegraden varierar mellan olika skeden.

Ovanstående utnyttjandegrader ligger troligen i överkant, eftersom de prognostiserade antalen containertömningar, vilka har räknats fram med hjälp av ovanstående utnyttjandegrader, i fyra fall är lägre (i två fall väsentligt lägre) än vad antalen containertömningar enligt efterkalkyl ger vid handen. (Se kapitel 2.2 Rondstudier). Att utnyttjandegraden i container är låg åskådliggörs även i FIG. 4.4.15 och 4.4.16.

Slutsatsen blir att eftersom det är dyrt att frakta bort luft (ca 10 kr/m³) måste utnyttjandegraden förbättras. Detta kan göras på flera olika sätt. Ex.vis: gör man som på byggplats C (Se TABELL 4.4) eller också komprimerar man avfallet i en komprimator (Se kapitlen 5.3 och 6.4.)

Andelen brännbart som eldades upp

Av nedanstående uppställning framgår hur mycket som eldades upp på de olika byggplatserna.

Byggplats	A	B	C	D	E	F	G
Uppeldat (fm ³ /lgh)	1,55	1,03	1,07	0,85	0	0,13	0,93
Andelen brännbart som eldades upp (volymprocent)	60	26	89	31	0	21	

I stort sett allt avfall på byggplats G brändes upp på intern tipp. Hur stor andel av det brännbara som eldades upp är därför svårt att uppskatta. Ingenting eldades upp på centrumbygget, byggplats E. Som tidigare framhållits hade byggplats C en långt driven sortering på brännbart, ej brännbart, vilket också tydligt framgår av att procentuella andelen är så hög som 89 %. Kontrollerad eldning skulle ha kunnat förekomma i betydligt större utsträckning än vad som gjordes även på de andra byggplatserna.



FIG. 4.4.15 Dåligt utnyttjad container.



FIG. 4.4.16 Olämplig lastning av container.

TABELL 4.4 Hanteringsmetoderna på byggplats C grundar sig på idén att minska på kostnaden för bortfrakt av avfallet, genom att minska på antalet bortfraktade container. Detta göres genom att minska på den stora luftvolym, som normalt finns i varje container då avfallet är blandat samt genom att minska på de mängder som fraktas bort.

Dessutom minskas de totala avfallsmängderna genom att det överblivna virket kontinuerligt tages om hand och det virke som går att använda igen sorteras ut.

SKEDE

RUTIN

Alla skeden

Användbart virke utsorterades och rensades och användes igen.

Alla skeden

Järn, framför allt armeringsspill, utsorterades och skickades till skrot-handel.

Grund och stomme

Det brännbara avfallet, som framför allt bestod av formvirke, utsorterades och eldades i mindre öppna eldar runt grunder och hus.

Det icke brännbara avfallet lades i container, som skickades till extern tipp. Lastning av container skedde både manuellement och med traktorskopa. För att transportera visst avfall inom byggplatsen användes slodor, som kran- eller traktormanövrerades.

Stomkomplettering och inredning

Det brännbara avfallet utsorterades och lades i eldningshagar, som fanns vid ungefär vartannan trapphus. En traktorförare skötte utbränning av hagarna på lämplig plats samt omplacering av hagarna.

Det icke brännbara avfallet lades i container som skickades till extern tipp. Lastning av container skedde både manuellement och med traktorskopa. För att transportera visst avfall inom byggplatsen användes transportkorgar, som kran- eller traktormanövrerades.

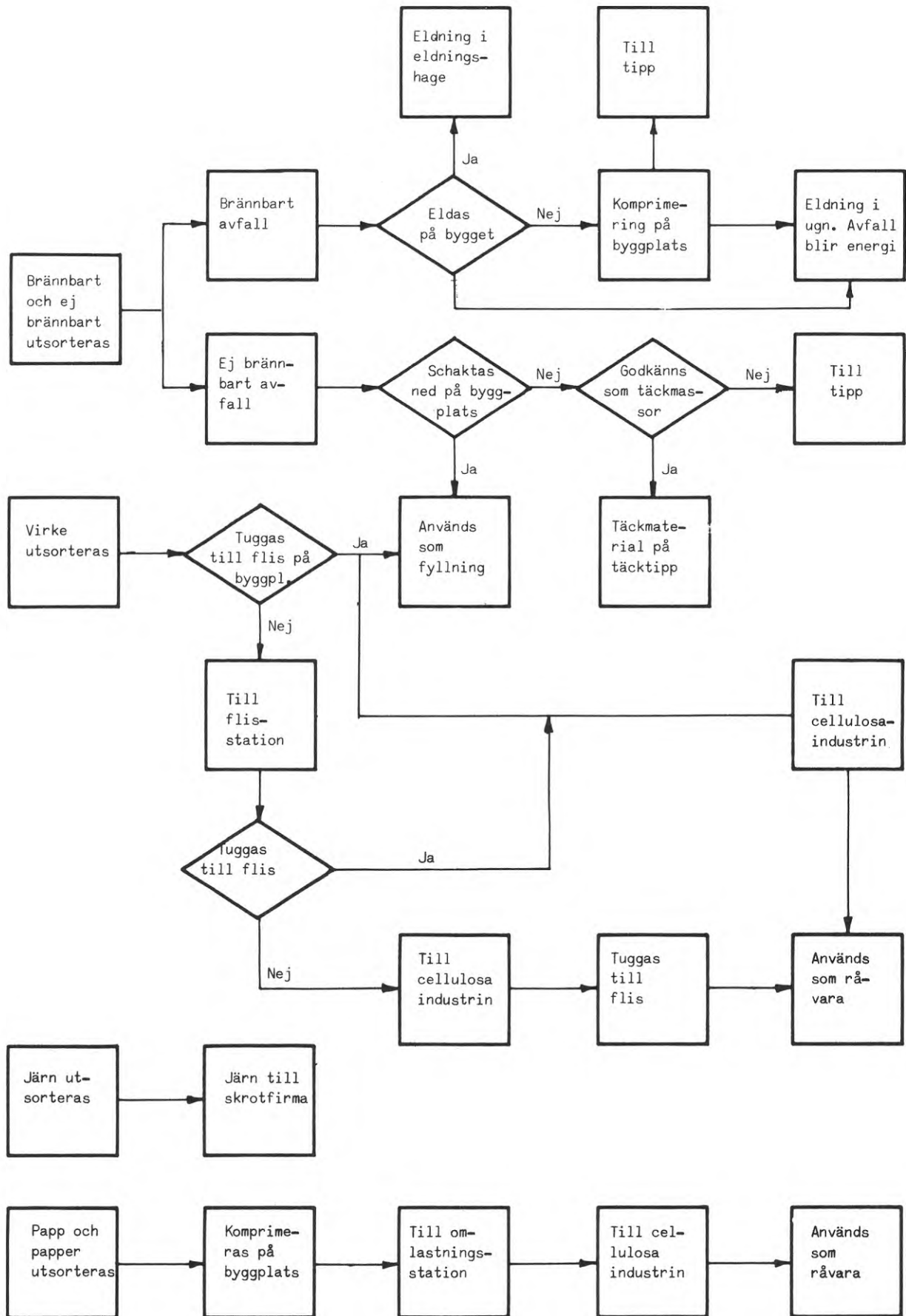


FIG. 5.2 Framtida avfallshanteringsmetoder

5. FRAMTIDA HANTERINGSMETODER

5.1 Allmänt

Den hantering av byggavfall som i dag dominerar har liten inriktning på återvinning av material. Undantag kan förekomma då särskilda personer på byggplatsen har intresse av att samla vissa material. Det rör sig då oftast om järn eller andra metaller.

Emellertid finns det anledning att studera förutsättningarna för särskild insamling av nästan allt överblivet material på en byggplats. En jämförelse med hushållsavfall där återvinningsmöjligheterna i allt större utsträckning studeras bör göras. Det första man då kan konstatera är att byggavfallet är mera homogent och att de ingående komponenterna har ett relativt högt materialvärde.

Den årliga bostadsproduktionen (nyproduktion) i Sverige ger enligt denna undersökning en ungefärlig byggavfallsmängd på 400.000 m³ fast volym. Om hela denna mängd transporteras i container eller på lastbil till avfallstipp, kostar transporterna från byggplatserna över 25 miljoner kronor per år med 1972 års priser.

Ovanstående siffror tyder på att det finns anledning att utveckla bättre hanteringsmetoder. De metoder som behandlas här är:

- sortering
- komprimering
- återvinning

5.2 Sortering

Vid sortering av byggavfallet kan följande effekter uppnås:

- avfallet tar mindre plats
- återvinning kan bli lönsamt
- arbetskostnaden för avfallshantering på byggplatsen kan öka

Sorteringen kan drivas olika långt. Den sortering som ligger närmast till hands är skiljandet på brännbart och icke brännbart avfall. På den byggplats där denna sortering utfördes ganska konsekvent blev utnyttjandet i containerbortfrakter ungefär 3 gånger effektivare än för de övriga byggplatserna. (Se kapitel 4.4 under rubriken "Utnyttjandegrad i container"). Det har dessutom ej kunnat konstateras under byggplatsstudierna om denna sortering ökat arbetskostnaden. Vinsten med denna typ av sortering är dels att borttransportkostnaden minskar, dels att en mer lättillgänglig arbetsplats erhålles.

Sorteringen kan även drivas längre. Det blir i så fall frågan om att utsortera olika materialkategorier för att dessa har ett bra skrotvärde och därför är intressanta att återvinna samt för att uppfylla eventuella framtida krav på sortering som samhället kan ställa. Följande indelning kan bli aktuell:

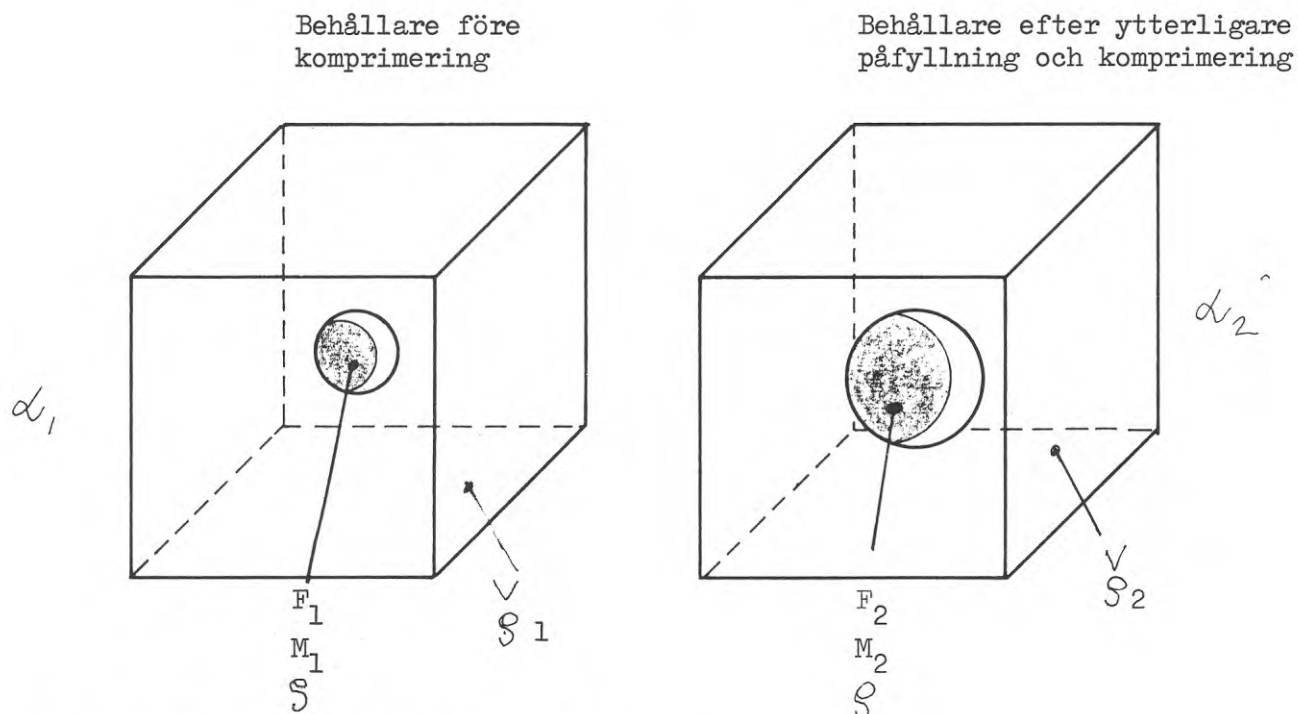


FIG. 5.3 Komprimering i sluten behållare
Komprimeringsstrycket överstiger ej 3 N/cm^2

F_1 = fast volym före komprimering

F_2 = fast volym efter komprimering

M_1 = vikt före komprimering

M_2 = vikt efter komprimering

S = de ingående materialens volymvikt

ρ_1 = medelvolymvikt på avfallet i behållaren före komprimering

ρ_2 = medelvolymvikt på avfallet i behållaren efter komprimering

V = behållarens rymd

α_1 = utnyttjningsgraden i behållaren före komprimering

α_2 = utnyttjningsgraden i behållaren efter komprimering

- virke
- wellpapp
- papper
- järn
- övrigt obrännbart
- övrigt brännbart

Denna utökade sortering, vars flöde även visas i FIG. 5.2, ökar med all säkerhet arbetskostnaden men gynnar samtidigt återvinningen väsentligt.

5.3 Komprimering

Resultaten från byggplatsstudierna visar att utnyttjandegraden i container är låg. Då enbart förpackningsmaterial lagts i en container blir utnyttjandegraden särskilt låg d.v.s. omkring 10 %. Med hjälp av maskinell utrustning samt viss sortering kan utnyttjandet ökas väsentligt.

Med beteckningar enligt FIG. 5.3. skall i det följande ett uttryck för komprimeringsgraden redovisas.

Utnyttjandegraden före komprimering (α_1) och efter komprimering (α_2) blir:

$$\alpha_1 = \frac{F_1}{V} \quad (\text{värden på } \alpha \text{ kan erhållas i kap. 4.4. under rubriken "Utnyttjandegrad i container"})$$

$$\alpha_2 = \frac{F_2}{V}$$

Detta ger:

$$\frac{\alpha_2}{\alpha_1} = \frac{F_2}{F_1}$$

ρ som är i det närmaste konstant vid denna typ av komprimering kan således tecknas på två sätt:

$$\rho = \frac{M_1}{F_1} = \frac{M_2}{F_2}$$

Detta ger:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{M_2}{M_1}$$

Avfallets genomsnittliga volymvikt ändras vid komprimering eftersom behållaren rymmer en större mängd efter komprimeringen.

$$\rho_1 = \frac{M_1}{V}$$

$$\rho_2 = \frac{M_2}{V}$$

Detta ger:

$$\frac{M_2}{M_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$$

Insättning av ovanstående samband ger ett enkelt uttryck på komprimeringsgraden:

$$\frac{\alpha_2}{\alpha_1} = \frac{F_2}{F_1} = \frac{M_2}{M_1} = \frac{2}{1} = \text{antal gånger som komprimering har utförts.}$$

De material som lämpar sig bäst att komprimera är de som orsakar stora luftrum, exempelvis wellpappkartonger. Komprimering innebär därför en bättre utnyttjning både av behållare och av lastbilar, vilket kan få till effekt att byggets totalkostnad minskar. I kapitel 6 redovisas praktiska resultat från försök med komprimering.

5.4 Återvinning

Återvinning av överblivet material kan förberedas på byggplatsen eller helt utföras utanför byggplatsen. Förberedning kan vara viss sortering och/eller komprimering samt söndertuggning. Desto mer förberedning som göres på byggplatsen, desto större återvinningsintäkter kan erhållas.

Den återvinning av byggavfall som är mest intressant redovisas i TABELL 5.4.

Flisning av avfallsvirke bör särskilt uppmärksammas eftersom det uppstår ca 90.000 m³ fast volym avfallsvirke per år i Sverige. (Se vidare kapitel 6.3).

TABELL 5.4. Återvinningsvärt material. Skrotpriserna avser prisnivån i början av år 1973, fritt mottagaren.

Material	Behandling	Användnings-sätt	Ung. skrotpris fritt mottagaren
virke	flisning sållning	fiber råvara	25:-/m ³ flis
wellpapp	sortering komprimering	fiber råvara	130:-/ton i bal
papp, papper	sortering komprimering	fiber råvara	90:-/ton i bal
järn	sortering	nytt järn	60:-/ton
obrännbar fyllning	ingen	fyllning på täcktipp	12:-/m ³

Förutom ovanstående material bör vissa typer av pallar och transportförpackningar returneras i större utsträckning än vad som sker nu. Ungefärliga kostnader för olika typer av pallar redovisas i TABELL 7.7. Möjliga mottagare för återvinningsbart byggavfall är:

- cellulosaindustrin
- spånplattaindustrin
- skrotfirmor
- returpapperstationer
- täcktippar
- privatpersoner

Väsentligt för återvinningens ekonomiska resultat är transportkostnaderna. Med de ganska låga skrotpriser som här redovisats är det transportkostnaderna som blir avgörande. Emellertid skall man betänka att avfallet i vilket fall som helst måste transporteras bort, schaktas ned eller eldas upp. I kapitel 7 redovisas det ekonomiska utfallet vid några olika avfallshanteringsalternativ. Bl.a. ingår komprimering i ett alternativ.

På FIG. 5.4 visas ett tänkbart flöde för överblivet material. Med hjälp av denna modell kan man skapa sig en bild av hur kostnader och intäkter samverkar vid återvinningsprocessen.

Vid studie av FIG. 5.4. kan följande påstående göras:

Om

$a + b + c + d + e - \text{sorteringskostnader} - \text{extra transportkostnader} \geq 0$ så är i detta fall återvinning lönsamt totalt sett för byggplatsen.

Om

$f + g > d + c$ så uppstår möjligheter att bygga omlastningsstationer.

En utveckling av rutinerna enligt FIG. 5.4 innebär långsiktiga vinster både för byggaren och för samhället, eftersom råvarubristen kan förväntas bli ett stort problem.

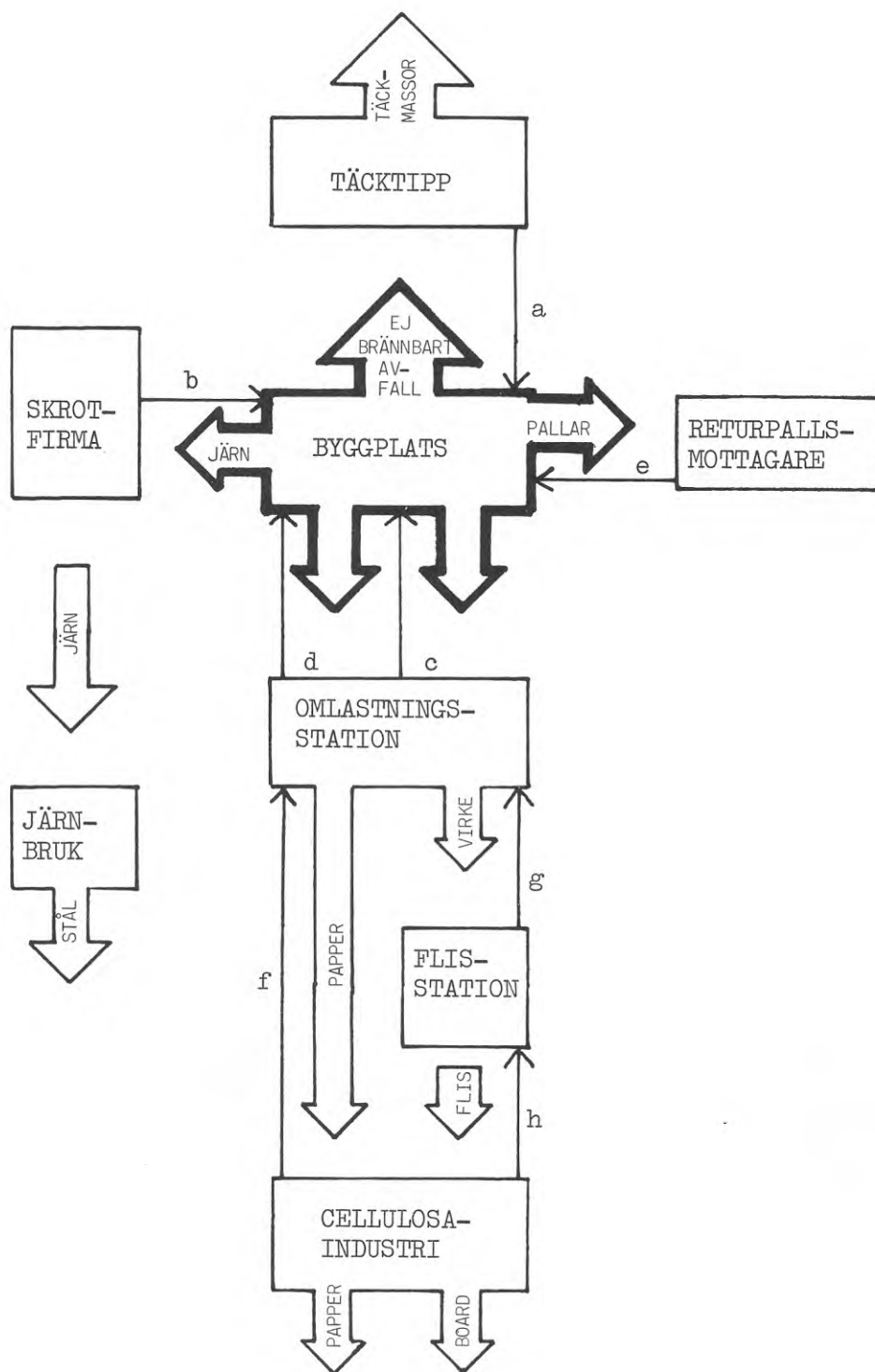


FIG. 5.4 Materialflöde samt betalningsflöde vid återvinning

→ Betalningsflöde

⇨ Materialflöde

6. UTRUSTNING

6.1 Befintlig utrustning

Nedanstående indelning har gjorts:

Mekanisk avfallsbehandling

- komprimatorer och pressar
- tuggmaskiner
- skrotsaxar
- kompaktorer

Förbränning

- förbränningsugnar
- eldningshagar

Interna transporter

- behållare
- säckar och säckhållare
- sopsug
- lyftbord
- störtar
- bandtransportörer
- kärror och vagnar

Externa transporter

- avfallscontainer och lastfordon för dessa
- returförpackningar

Extra utrustning lämplig till befintliga maskiner

- gripverktyg för traktor
- lasthållare
- gripverktyg för kran
- magnetarrangemang

Mekanisk avfallsbehandling

Komprimatorer och pressar

Avsikten med komprimering är i första hand att reducera avfallets bortfraktningsvolym.

Komprimatorer och pressar för avfall finns i många olika utföranden och storlekar. Avfallet kan pressas.

- in i behållare (se FIG. 6.1.1)
- in i säckar
- in i balar (se FIG. 6.1.2)

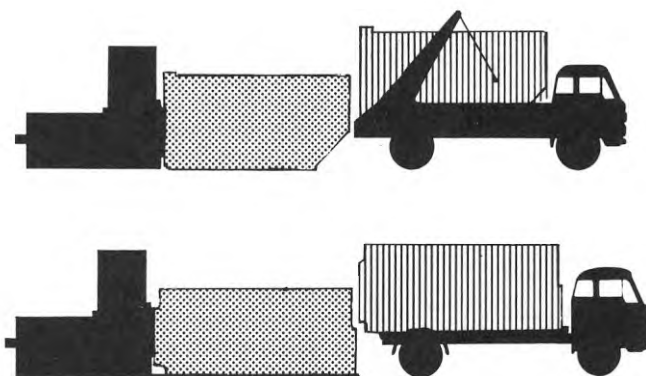


FIG. 6.1.1 Avfallet pressas i slutna behållare som hanteras med lastbil.

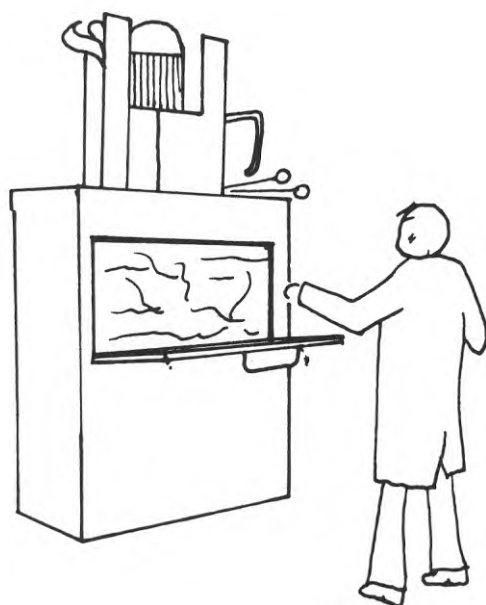


FIG. 6.1.2 Avfallet pressas i stående balpress. Pressmetoden lämpar sig bäst för papp, papper och plast. Liknande system användes då avfallet pressas i säckar.

Exempel på fabrikat redovisas i TABELL 6.1.1.

TABELL 6.1.1 Fabrikat och specifikation på komprimatorer och pressar.

Priser exklusive montage och mervärdeskatt, maj 1973.

Fabrikat	Typ	Vikt kg	Längd mm	Bredd mm	Höjd mm	Motor	Pris Kronor	Anmärkning
Basab	X-2	800	1.200	1.150	2.500	15 hk El	13.000	Balpress
Basab	X-3		1.000	1.000	2.300	4 hk El	6.000	Plastpåse
Persöner	SP 12 C	1.200	1.620	1.050	2.230	5 hk El	10.500	Balpress
Persöner	SP 20 A	1.200	1.350		2.600	7,5 hk El	15.000	Balpress
Persöner	LP 25 M	5.000	6.720		1.400	10 hk El	42.800	Balpress
Norba	KP 11/13	4.000	3.300	2.500	1.710	10 hk El	37.000	Komprimator
Korp & Son	PL 25	3.100	3.550	2.500	1.950	15 hk El	39.800	Komprimator

Tuggmaskiner (Se FIG. 6.1.3)

Det finns många olika typer och storlekar. De flesta tuggmaskiner som tillverkas i Sverige användes i träindustrin. Problem med matning finnes bland annat beroende på inloppets storlek. Tuggarna arbetar på ett sådant sätt att en jämn tillförsel av material är att föredraga.

Tuggmaskinerna fordrar kompletteringsutrustning som transportband, motor, matningskanal m.m.

Det går ej bra att tugga klumpar av betong, tegel, sten och järn.

De maskiner som går med högt varvtal har en hög ljudnivå. Tuggarna har i allmänhet stor kapacitet dvs upp till 60 m³ lös avfallsvolymer per timme.

I TABELL 6.1.2 redovisas exempel på tuggmaskiner.

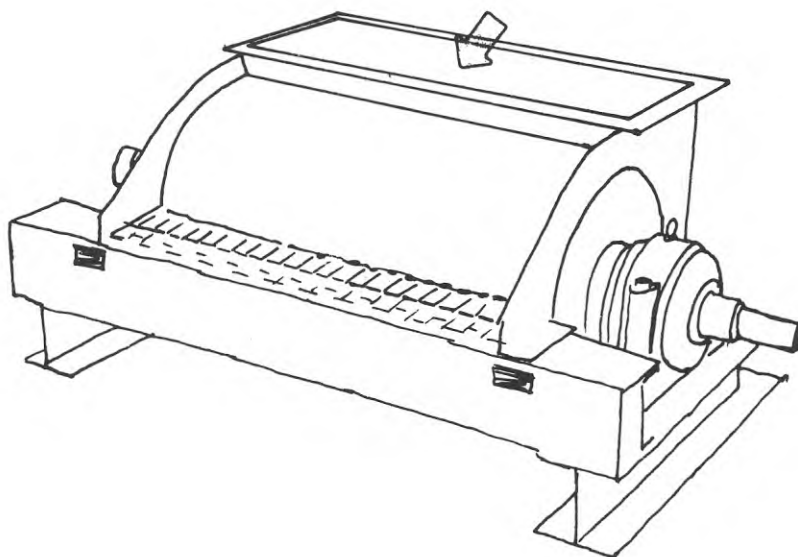


FIG. 6.1.3 Tuggmaskin typ Franssonrivare utan motor och matningsanordningar.

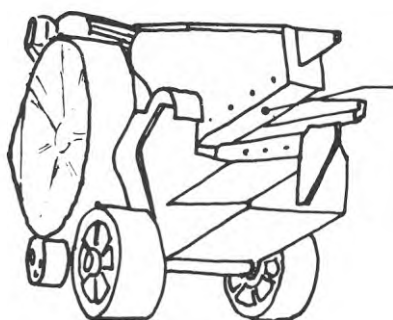


FIG. 6.1.4 Skrotsax typ Persöner.

TABELL 6.1.2 Fabrikat och specifikationer på några tuggmaskiner.

Pris exklusive motor, matningsarrangemang och mervärdeskatt, maj 1973.

Fabrikat	Typ	Längd mm	Bredd mm	Höjd mm	Motor	Pris Kronor	Anmärkning
Fransson	TRT 70	955	900	2.700	40-75 hk	30.000	Högt varv
Bruks	850 M	2.150	1.800	1.200	40-50 hk	22.500	Högt varv
Erjo	200 SN	2.050	900	1.310	75-150 hk	24.100	Högt varv
Sia	U 20	1.750	1.600	1.870	20 hk	130.000	Lågt varv in- klusive motor

Skrotsaxar (Se FIG. 6.1.4)

För att klippa ner långt avfall (järn m.m.) till lämpligt stora bitar kan man använda sig av skrotsax. Anledningen till att man vill klippa sönder materialet är att det då tar mindre plats i transportbehållare.

Några användningsexempel:

- Stora trähäckar som tar lång tid att bryta sönder
- Risigt armeringsjärn
- Ventilationsdetaljer som kasserats

Kompaktor (Se FIG. 6.1.5)

På s.k. täcktippar användes en maskin som kallas för kompaktor (Se FIG. 6.1.5). Med denna maskin kan man sprida, mala sönder och täcka över avfallet. En kompaktor torde inte fylla någon funktion på en medelstor byggplats. Emellertid kan den på mycket stora byggplatser, där intern byggavfallsdeponering utföres, vara intressant.

Ett exempel på en kompaktor är Caterpillar 920 med speciella hjul. Dessa hjul kan av- och påmonteras men eftersom detta tar lång tid kan det ej rekommenderas för temporära kompaktorsatser.

Det finns emellertid möjlighet att på en hjullastare montera speciella kompaktorband (Se FIG. 6.1.6). Denna lösning blir betydligt billigare för byggnadsentreprenören än att köpa eller hyra en "riktig" kompaktor.

Tillverkarens representant i Sverige är Engson för både kompaktor och kompaktorband.



FIG. 6.1.5 Kompaktor i arbete på täcktipp.

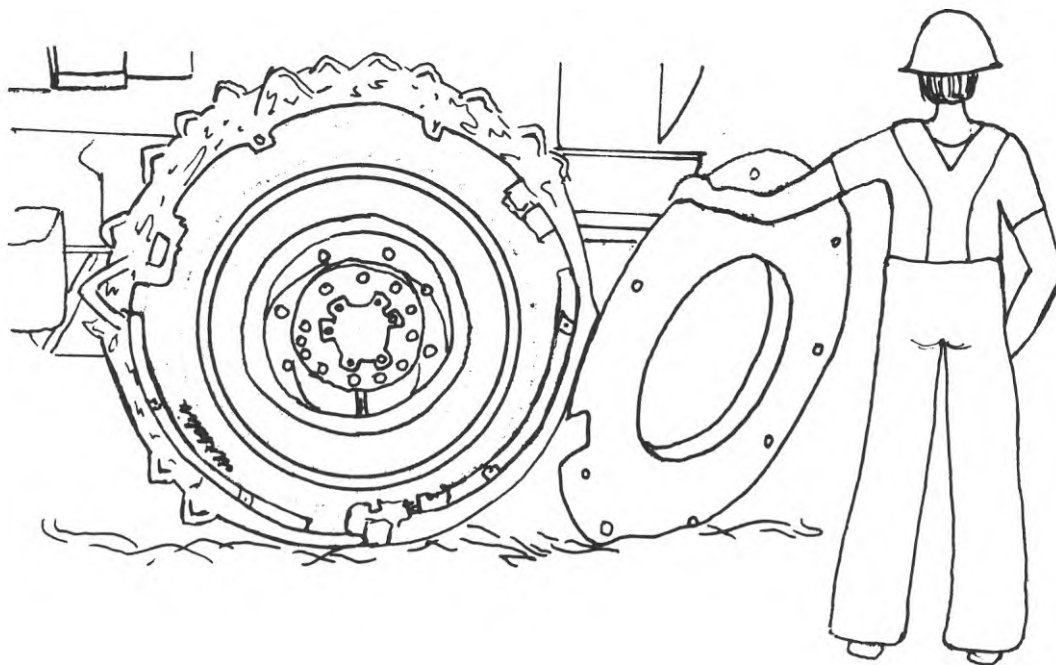


FIG. 6.1.6 Kompaktorband som monteras på en hjullastare.

Förbränning

Förbränningsugnar (Se FIG. 6.1.7)

Förbränningsugnar förekommer sällan på byggplatserna.

Ugnarna kan dock tjäna två primära syften:

- åstadkomma effektiv förbränning av avfall
- tjäna som värmekälla

Förbränningsugnar kan vara av mycket enkel modell (se 6.1.3 Casper M 2000). En för byggplatser lämplig modell skulle kunna utarbetas. (Se kapitel 6.2). Mera komplicerade anläggningar där värme eller kraft kan produceras passar bäst i stationära sammanhang. Emellertid finns ett förslag utarbetat där förbränningsugnen ihopkopplas med en provisorisk panncentral. Hela anläggningen står på ett chassi och avses vara mobil. (Se kapitel 6.2).

Förbränningsugn för byggplats borde utformas så att den kan användas på sådana arbetsplatser där eldning normalt ej kan tillåtas.

Exempel på förbränningsugnar som är lämpliga för byggavfall redovisas i TABELL 6.1.3.

TABELL 6.1.3 Fabrikat och specifikationer på några förbränningsugnar. Pris fritt fabrik, exklusive mervärdesskatt, december 1972.

Fabrikat	Typ	Vikt	Längd mm	Bredd mm	Höjd mm	Pris kronor	Anmärkning
Norsk Hydro	A 7		3.500	3.400	9.500	80.000	Höjd inkl. rökrör.
Casper	M 2000	600	1.500	1.500	2.200	3.780	Höjd exkl. rökrör
Bruun - Sörensen	P 50		2.100	1.260	4.500	49.000	Höjd inkl. rökrör

Eldningshagar

Eldningshagar användes ibland på byggplatserna. De har skiftande utformning och funktion.

- central eldningshage
- transportabla eldningshagar (se FIG. 6.1.8)
- monterbara eldningshagar

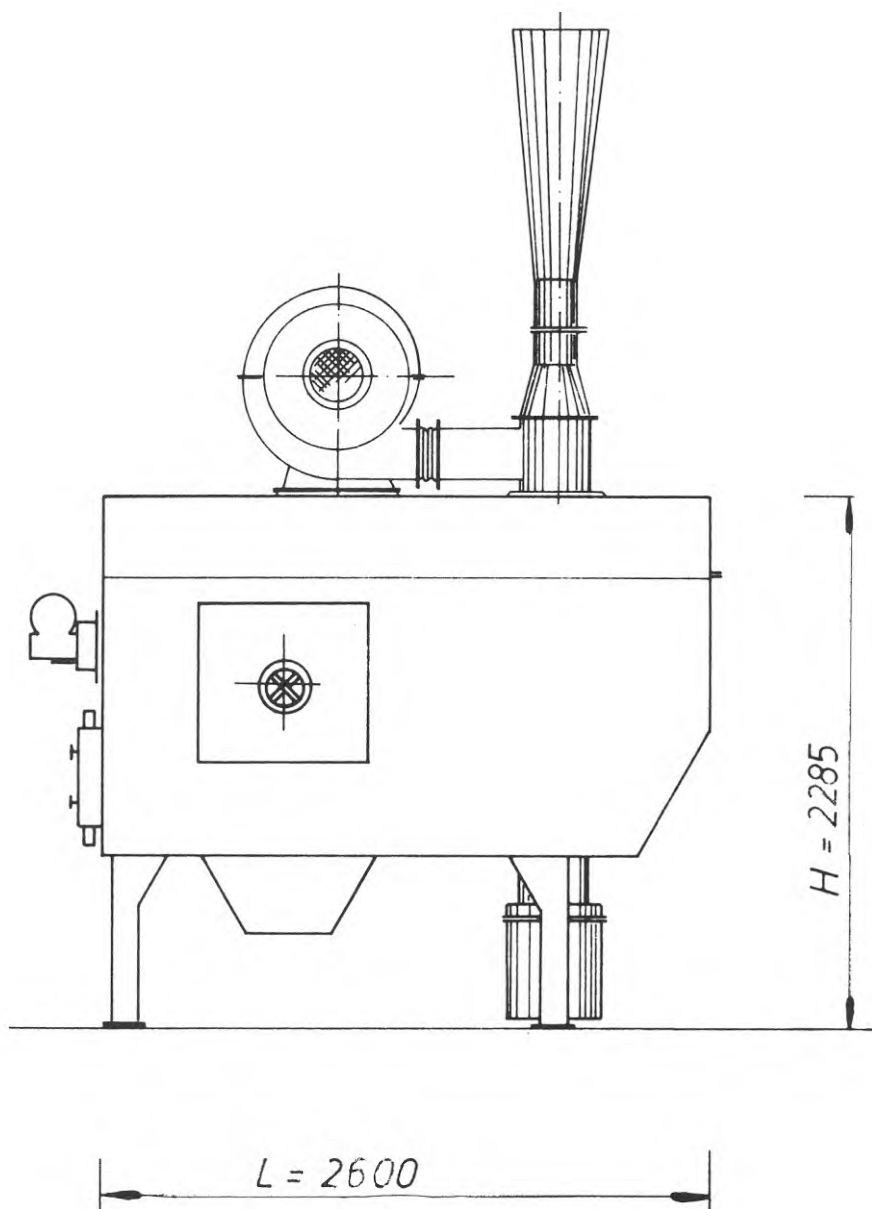


FIG. 6.1.7 Förbränningsugn P 50 enligt befintlig konstruktion
(Bruun & Sørensen A/S)

De eldningshagar vi sett har varit gjorda av järn och utrustade med nätat tak. Hörnstolparna har varit av vinkeljärn och mellan dessa har nät anbringats. Eldningshagarna har en ganska kort livslängd (ungefär ett bygge) på grund av att eldningen bryter ner järnkonstruktionen.

Priset för en 8 m³ ej transportabel eldningshage är ca 1.500:-. Se FIG. 6.1.8. För interna transporter med traktor tillkommer förstärkningar för ca 1.000:-.

Med central eldningshage menas brandtålig inhägnad av den plats där eldningen utföres. Eldningshagarna utföres ofta med nätat tak för att skydda omgivningen mot flygaska.

Interna transporter

Behållare

För att hantera avfallet internt på arbetsplatsen kan olika typer av behållare användas. Vissa behållare s.k. container användes även för externa transporter och behandlas längre fram.

I TABELL 6.1.4 redovisas några förekommande typer.

Om ett tillräckligt antal behållare utplaceras på ett riktigt sätt kan man undvika att avfallet dubbelhanteras. Behållarna bör vara så utformade att de kan hanteras både med kran och med traktor.

Det är ekonomiskt att satsa på ett genomtänkt behållaresystem. Kostnader för utrustningen är en liten del av renhållningskostnaden.

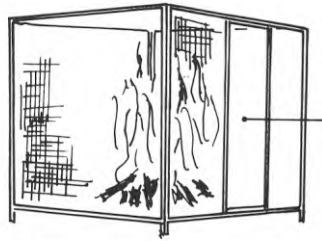


FIG. 6.1.8 Eldningshage av nät

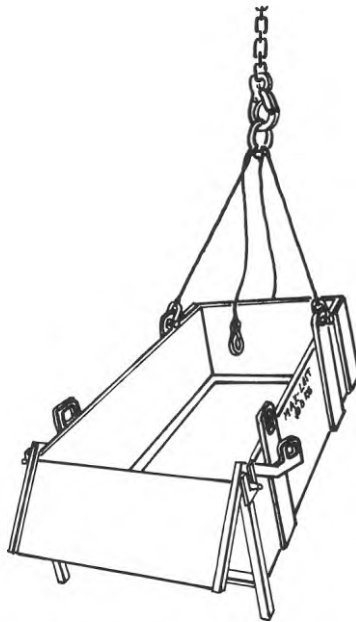


FIG. 6.1.9 Transportkorg av plåt. Tillverkare Thorsell och Bäcklund

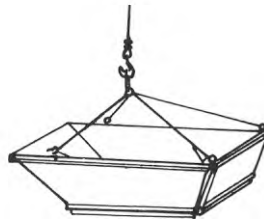


FIG. 6.1.10 Självtömmande transportbask. Tillverkare ABS-GELL och Linden-Alimak.

TABELL 6.1.4 Behållare av plåt eller plast som kan användas på byggsplatsen.

Pris 1972 fritt fabrik exklusive mervärdeskatt.

Benämning	l mm	b mm	h mm	Rymmer m ³	Hanteras med	Pris st kronor	Anmärkning Material
Transportkorg	2000	1000	500		Kran	975	Plåt FIG. 6.1.9
	2500	1250	630			1.100	
	2500	1250	1250				
Självtömmande trptbasker	2000	1100	500	0,7	Kran	825	Plåt FIG. 6.1.10
Burk med hydr. bottentömning							Japansk konstruk- tion av plåt FIG. 6.1.11
Industribehål- lare	673	675	1100	0,3	Manuellt	260	Plast och på små hjul se Figur FIG. 6.1.12
	825	773	1100	0,4		280	
	1100	800	1100	0,6		385	
Korg för stämp	1750	750	1000		Kran och traktor		Stålkonstruktion kan användas för virkesspill
Tippbara be- hållare	2790	1500	1550	3,9	Traktor	3.295	Plåt FIG. 6.1.13
	2790	2000	1550	5,1		3.685	
	2790	2500	1550	6,5		4.210	
	2790	3000	1550	7,8		4.810	
	2790	3500	1550	9,1		5.070	
Trptlåda för tungt gods tippbara	800	600	600	0,1	Kran och traktor	206	Plåt Det finns fler storlekar FIG. 6.1.14
	1200	800	800	0,6		345	
	1600	1200	800	1,2		557	
	1600	1200	1250	2,0		1050	

Säckar och säckhållare

Säckar kan vara lämpliga att använda för uppsamling av avfall. Särskilt lämpligt är detta vid inredningsskedet då många yrkeskategorier befinner sig i byggnaden och avfallet oftast är lätt t.ex. papp eller papper.

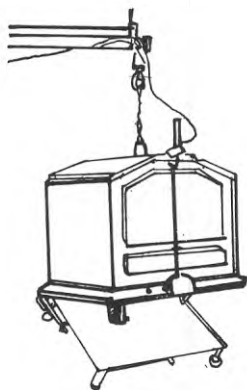


FIG. 6.1.11 Behållare med hydraulisk bottentömning. Japansk tillverkning



FIG. 6.1.12 Industribehållare av plast. Tillverkare Perstorp.



FIG. 6.1.13 Tippbar behållare för gaffelhantering. Tillverkare SERVA.



FIG. 6.1.14 Tippbar behållare för kranhantering. Tillverkare MUNCK.

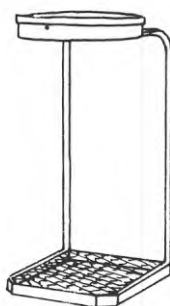


FIG. 6.1.15 Enkel säckhållare
Tillverkare SANILA.

För att säckarna skall bli använda på ett effektivt sätt bör säckhållare (FIG. 6.1.15) uppställas. En enkel säckhållare kostar ca 50:- kronor. Någon bör också vara ansvarig för att tömning och utbyte sker kontinuerligt.

Det finns många typer av säckar på marknaden. Vanligtvis användes plast eller papperssäckar.

Sopsug

Sopsuganläggningar finns utvecklade för installation i bostadshus. Ett vakuumsystem gör det möjligt att förflytta avfall i rör. Byggplatsen skulle kunna utnyttja fast sopsuganläggning under byggtiden eller montera en provisorisk anläggning för byggavfallet.

En sortering av byggavfallet är nödvändig, ty allt avfall kan ej omhändertagas på detta sätt. Utveckling erfordras för att metoden skall kunna tillämpas på byggplatserna.

Lyftbord (Se FIG. 6.1.16)

Lyftbord kan användas till många arbeten. För interntransporter av material och nedtransport av avfall på en byggplats kan metoden vara intressant i vissa specialfall:

- Trånga utrymmen
- Höjder under 8,5 m
- Många förflyttningar i höjd och sidled

Lyftborden benämnes också arbetsplattformar. För närmare information rekommenderas Lyftboken från HYMO.

Störtar

Störtar specialtillverkas för vissa större byggen. Störten består av ett rör med en diameter på ca 1 m. Röret monteras i anslutning till fasaden eller i lämpligt schakt på sådant sätt att utlastning från de olika planen kan ske på ett lämpligt sätt. Röret mynnar vanligtvis i en container.

Metoden ger flera fördelar:

- Avfallet hamnar direkt i behållare som kan fraktas bort
- Packning av avfallet åstadkommes
- Rutinerna kring avfallshanteringen blir enkla och distinkta

Under kapitel 6.2 i rapporten beskrives ett system för störtar.

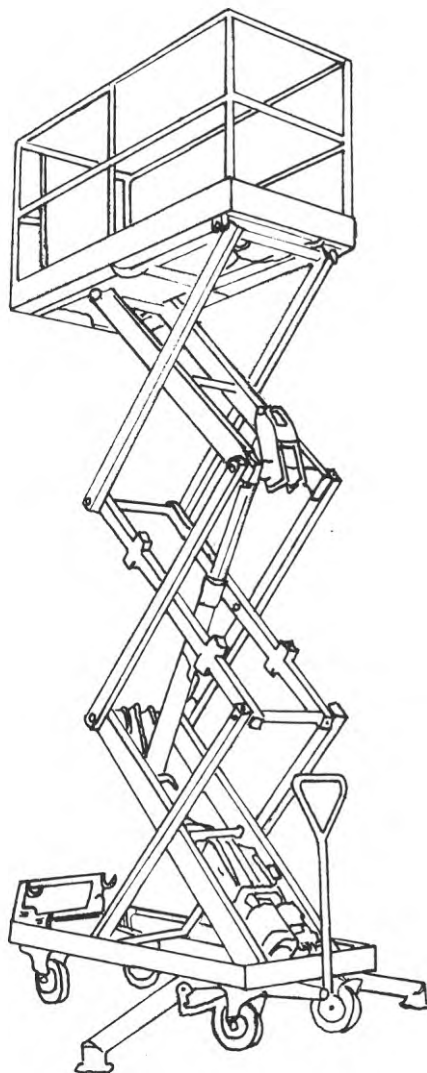


FIG. 6.1.16 Lyftbord med transportvagn.

Bandtransportörer

Bandtransporter av avfall kan vara aktuellt exempelvis vid rivningar i trånga utrymmen.

Emellertid är metoden dyrbar och passar ej särskilt bra där många förflyttningar är aktuella. Vid matning av avfall till komprimerings- och tuggningmaskiner kan bandtransportörer användas.

Kärror och vagnar

För interna transporter som skall utföras manuellt finns en stor mängd hjulburna kärror. Det är viktigt att man väljer rätt typ för respektive ändamål. Skrymmande avfall fraktas exempelvis bäst i kärra med höga kanter.

I TABELL 6.1.5 redovisas några förekommande typer.

TABELL 6.1.5 Kärror och vagnar för material- och avfallstransporter. På figur 6.1.17 redovisas utseendet.

Benämning	l mm	b mm	h mm	m ³ Rymd	Antal hjul	Pris per st kronor	Anmärkning
Transportvagn	2000	1000	500		4	600:-	h = lasthöjd
Skyffelplåtåvagn	850	500	110		4	260:-	h = lasthöjd
Tippvagnar	875	700	700		2	550:-	
Fodervagnar	1400	740	620	0,5	3	470:-	
Städkärra			1070		2	295:-	har hållare för sopsäck
Våningskärra	790	620	350	0,1	1	138:-	skottkärra
Betongkärra	1650	700	780	0,2	2	470:-	stora hjul
Skiv- och elementkärra		550			2		
Transportkärra	1650	600			2		l = total längd

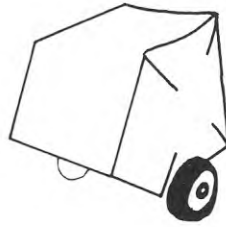
Externa transporter

Avfallscontainer och lastfordon för dessa

I huvudsak finns två olika system för att lyfta avfallscontainern.



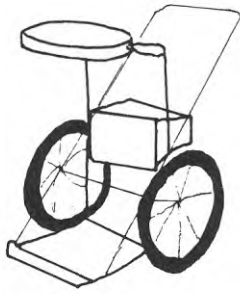
Skyffelplatåvagn



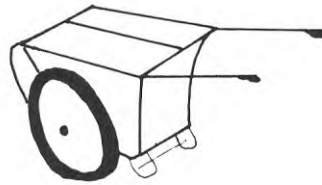
Tippvagn



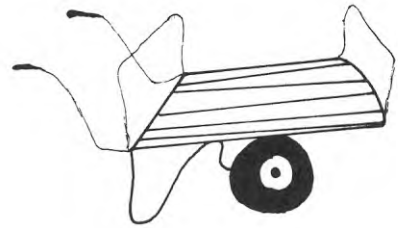
Fodervagn



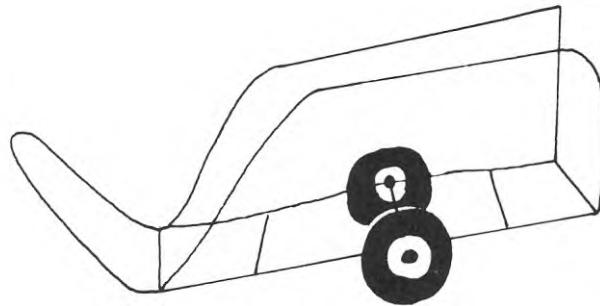
Städkärra



Betongkärra



Transportkärra



Skivelementkärra

FIG 6.1.17 Kärror och vagnar som kan användas vid material och avfallstransporter.

- Liftdumpersystemet innebär att containern lyftes upp med hydrauliska armar som griper på två sidor om containern. Se FIG. 6.1.18.
- Auto-flaksystemet fungerar på så sätt att avfallscontainern spelas upp på lastbilen. Se FIG. 6.1.19. Detta kan ske med winsch eller på hydraulisk väg.

Avfallscontainer användes normalt endast för bortfrakt av avfallet. I vissa fall kan dock dessa container användas vid interna transporter. Container är så tillverkade att de passar respektive lyft- och lastsystem.

Slutna container kan användas tillsammans med komprimator där avfallet trycks in i container.

Container för byggavfall är tillverkade i kraftig plåt. I TABELL 6.1.6 redovisas några typiska container. På byggplatser är det vanligast med 8-14 m³ liftdumperanpassade container.

TABELL 6.1.6 Exempel på container för bortfrakt av byggavfall.

Containertyp	Spec.	Rymd m ³	Pris kronor
Lift-dumper	Öppen	10	1.700
Lift-dumper	Med lock	10	2.000
Autoflak	Med lock	10	3.700
Lift-dumper	För kompr.	15	8.200
Autoflak	För kompr.	30	16.700
Autoflak	För kompr.	20	12.700

Returförpackningar

För närvarande användes inom byggindustrin olika typer av returpallar. Material som levereras på returpallar är exempelvis:

- Kakel
- Cementplattor
- Träullsplattor
- Cement, bruk (i säckar)
- Lättbetong
- Tegel

I vissa fall är returpallen en standardpall (EUR, SJ). I andra fall är returpallen speciellt utformad för ett visst byggnads-material. Returhanteringen med pallar fungerar ej bra på byggplatserna.

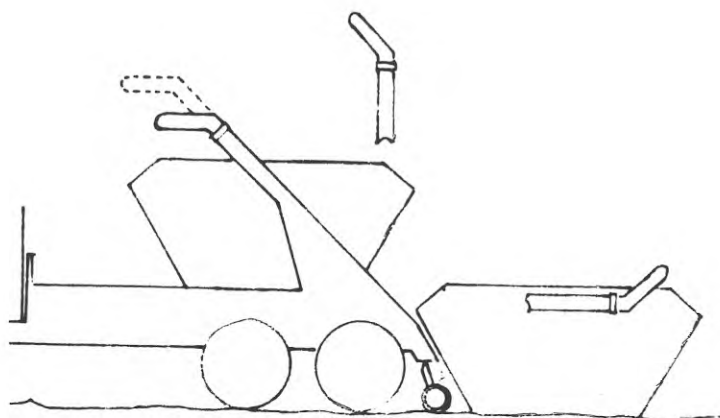


FIG. 6.1.18 Liftdumperhämtare

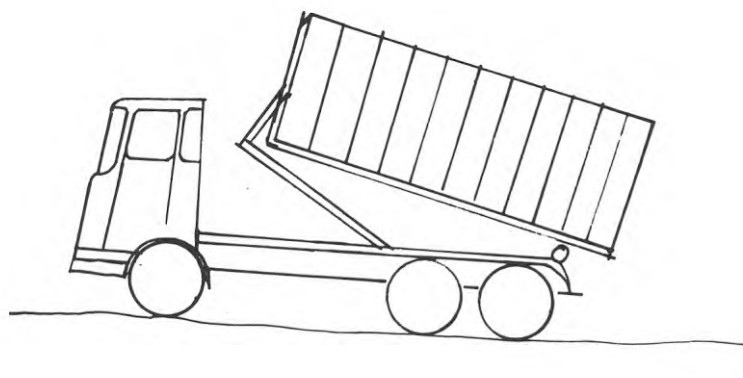


FIG. 6.1.19 Autoflaksystem.

En särskild utredning kring pallhanteringen rekommenderas bl.a. beroende på de juridiska problemen.

Extra utrustning lämplig till befintliga maskiner

Gripverktyg för traktor (Se FIG. 6.1.20)

Vid avfallshantering på en byggplats användes ofta en traktor utrustad med skopa eller gaffel. Som komplettering kan extra-utrustning vara befogad för att minska den manuella insatsen.

- Tippaggregat
- Skrotgripare
- Rundträgripare
- Klämmare
- Lasthållare

Lasthållare

För att fixera laster vid transporter finns flera hjälpmedel. Då lasterna är bra fixerade uppstår färre lastskador, vilket i sin tur minskar avfallsmängden på byggplatsen. Lasthållare av olika slag kan även reducera förpackningsvolymen.

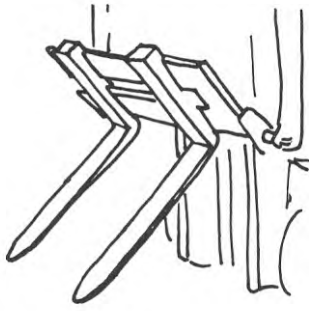
Spännband är ett hjälpmedel som är lätta att anbringa och där god lastfixering erhålles. Banden ersätter exempelvis transportreglar. Exempel på gods som fixerats med spännband visas på FIG. 6.1.21.

Ett annat bra skydd är den s.k. godsskyddskudden (Se FIG. 6.1.22).

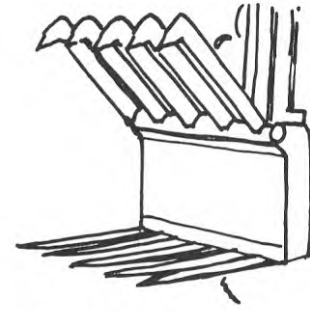
Gripverktyg för kran (Se FIG. 6.1.23)

För kranar finns ett stort antal olika hydrauliska och mekaniska gripverktyg som är utvecklade för materialhantering. Några av verktygen kan användas för avfallshantering på en byggplats.

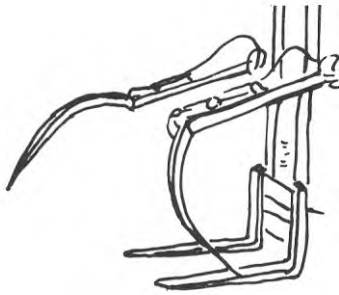
- Pallgaffel
- Skrotgripare
- Gripare
- Gripskopa
- Tånggrip
- Rundvirkesgripare
- Lådklor



Tippiaggregat
Pris: 6.000:-



Skrotgripare
Pris: 15.000:-



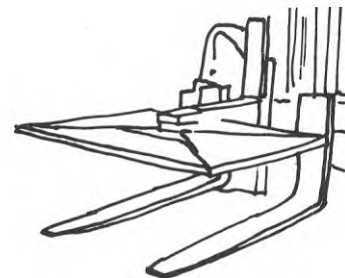
Rundträdgripare
Pris: 6.480:-



Rundträdgripare
Pris: 7.080:-



Klämmare:
Pris: 32.500:-



Lasthållare
Pris: 6.000:-

FIG. 6.1.20 Gripverktyg för traktor och lastmaskin
Priserna är ungefärliga och avser 1972 års prisnivå
exkl. mervärdeskatt.

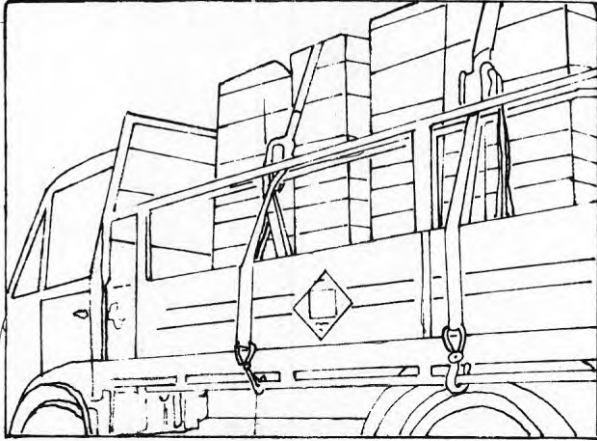


FIG. 6.1.21 Spännband monterade på lastbil

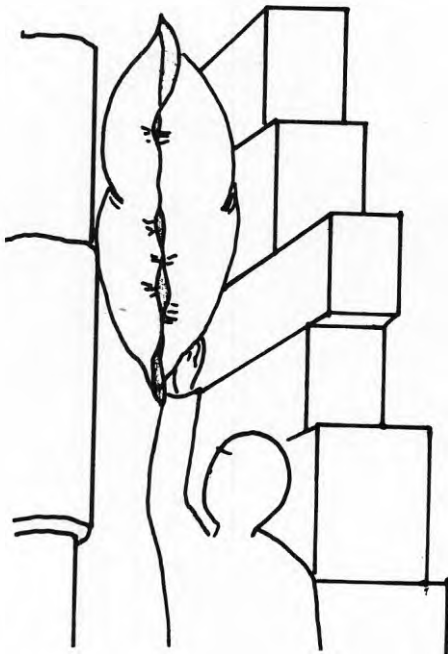
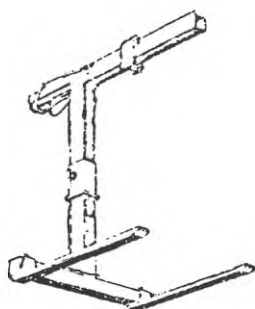
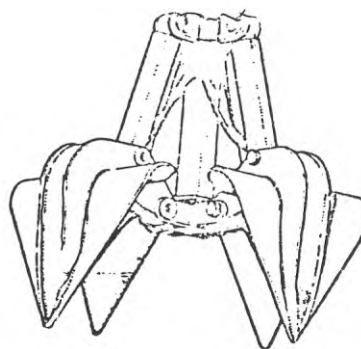


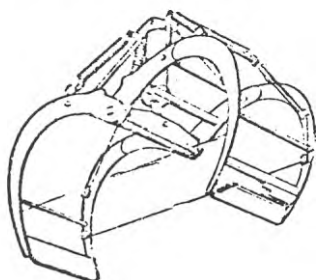
FIG. 6.1.22 Godsskyddskudde mellan kolli på lastbil



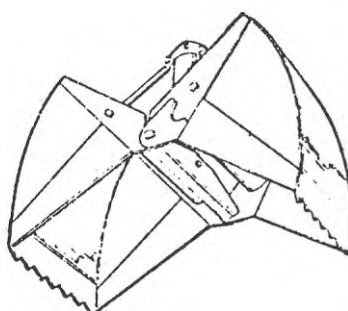
Pallgaffel
Pris: 1.375:-



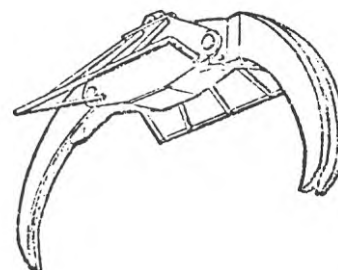
Skrotgripare
Pris: 6.500:-



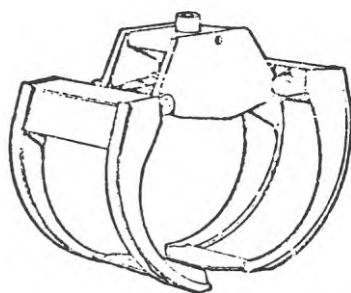
Gripare
Pris: 3.500:-



Gripskopa
Pris: 3.250:-



Tånggrip
Pris: 2.735:-



Rundvirkesgripare
Pris: 3.500:-



Lådklor
Pris: 275:-

FIG. 6.1.23 Gripverktyg för kran

Priser är ungefärliga och avser 1972 års prisnivå exkl. mervärdeskatt.

Magnetarrangemang

Magneter av framför allt permanent typ kan användas för ut-sortering av järnföremål från byggavfallet.

Detta förutsätter dock lastning av avfallet med transportband vilket sällan förekommer. På FIG. 6.1.24 redovisas principen för avskiljning med magnet monterad i transportbandets driv-rulle.

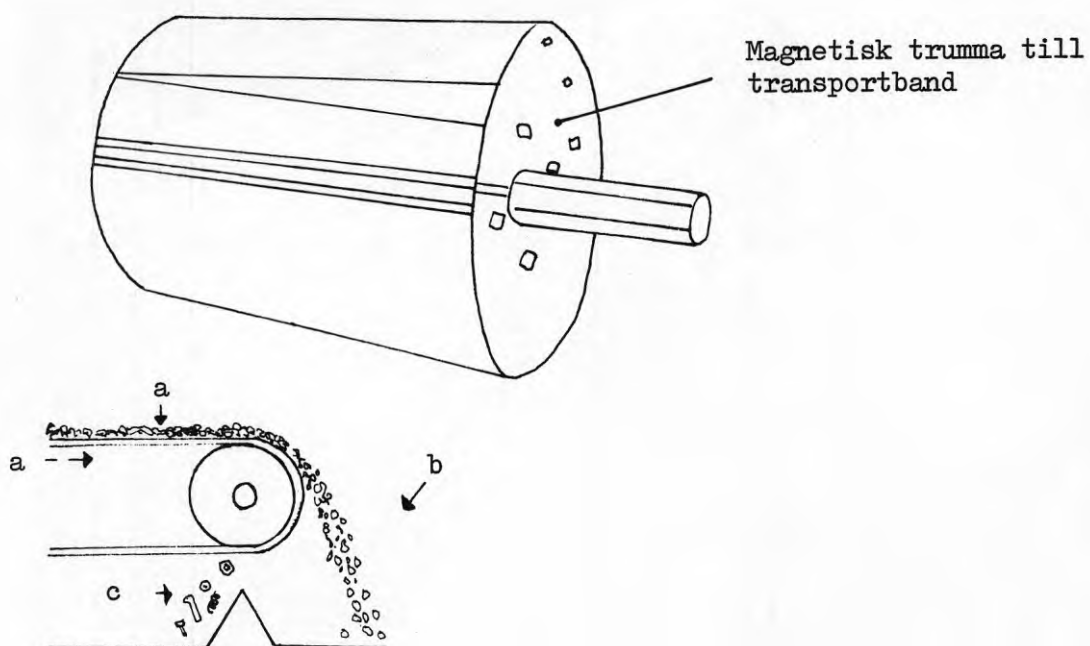


FIG. 6.1.24 Magnetisk avskiljning vid slutet på ett transportband.

- a) blandat material
- b) omagnetiskt material
- c) magnetiskt material



FIG. 6.2.1 Den vanliga transportkorgen den s.k. slodan rymmer 1.5 - 2 m³ och får ta en maximal last på 500 kg.

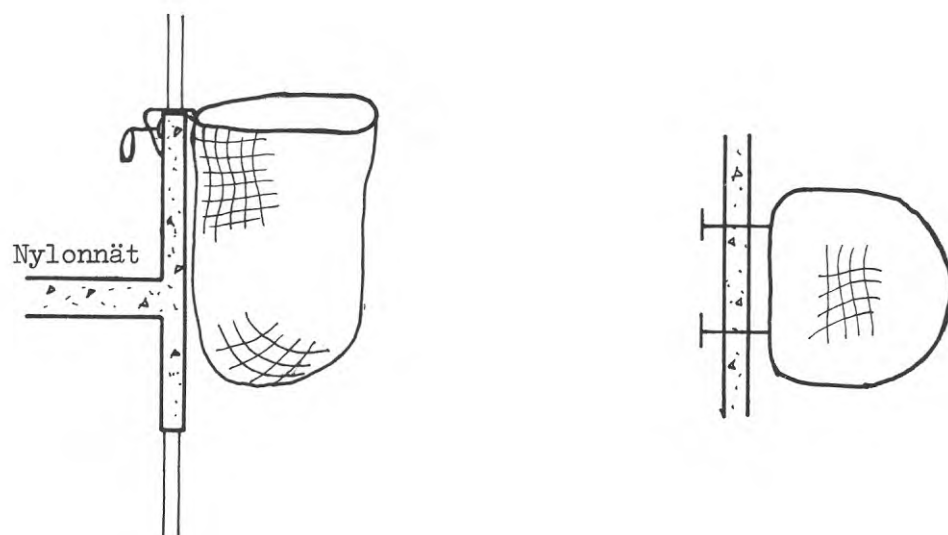


FIG. 6.2.2 Utvändig hängkorg.

6.2 Förslag till utveckling av ny utrustning

När detta byggforskningsprojekt startade ingick som en del i målsättningen att försöka finna och eventuellt prova ny utrustning för hantering av byggavfall. Allt efter som byggplatsstudierna genomfördes och framförallt efter inventeringen av befintligt utrustning blev det allt tydligare att det viktigaste inte är att försöka konstruera ny utrustning utan snarare att välja lämplig utrustning bland all den utrustning som finns att tillgå. Nedan beskrives några idéer, som är speciellt intressanta.

Utvändig "hängkorg"

För att samla upp och transportera ned det brännbara avfall, som uppstår under stomkomplettering- och fram för allt inredningsskedet, är en korg av nät lämplig som komplement till transportkorgen. (Se FIG. 6.2.1).

Konstruktionen skall ej vara styv och ej väga mer än ca 15-20 kg eftersom en man enkelt skall kunna hantera en tom korg. Lämpligt nätmaterial är därför nylon. Korgöppningen bör dock bestå av ett någorlunda styvt men böjligt band så att det utan svårigheter går att fylla korgen. Hängkorgen har skisserats i FIG. 6.2.2.

Korgen bör rymma ca $1,5 \text{ m}^3$ och kunna hängas över fönsterbröstningen. För den skall förses den med två stycken "hängarmar" av plast. Dessutom skall korgen kunna fästas i valv- eller balkongkanten och förses därför med en speciell fästordning, som framgår av FIG. 6.2.2. Vid krantransport av korgen hakas de övre delarna av nätet i lyftkroken. Några speciella lyftöglor behövs således inte.

Avfallsstört

Avfallsstörtar, d.v.s. ett slags utvändiga sopnedkast som enbart används under byggtiden, finns ännu ej i standardutförande. Störten brukar bestå av ett huvudrör, som mynnar i en container. Till detta huvudrör löper i regel grenrör från varje våningsplan. (Se FIG. 6.2.3). Rören är oftast platsbyggda av trä med ett kvadratisk tvärsnitt. I vissa fall är de sammansatta av runda metallrör, oftast s.k. spiralrör, som tillverkas av galvaniserad plåt. Hela störtsystemet brukar stagas i fasaden på olika sätt. (Se FIG. 6.2.4).

Det ovan sagda visar att det finns behov för ett standardsystem, d.v.s. ett system som med ytterst små förändringar kan användas vid vilken produktion som helst. I detta system är det tänkt att såväl huvud- som grenrör skall bestå av spiralrör. Huvudröret skall löpa lodrätt och vara stagad i balkongerna eller på annat sätt i fasaden. Systemet skall emellertid vara självbärande, vilket innebär att rören skall vila på ett stabilt

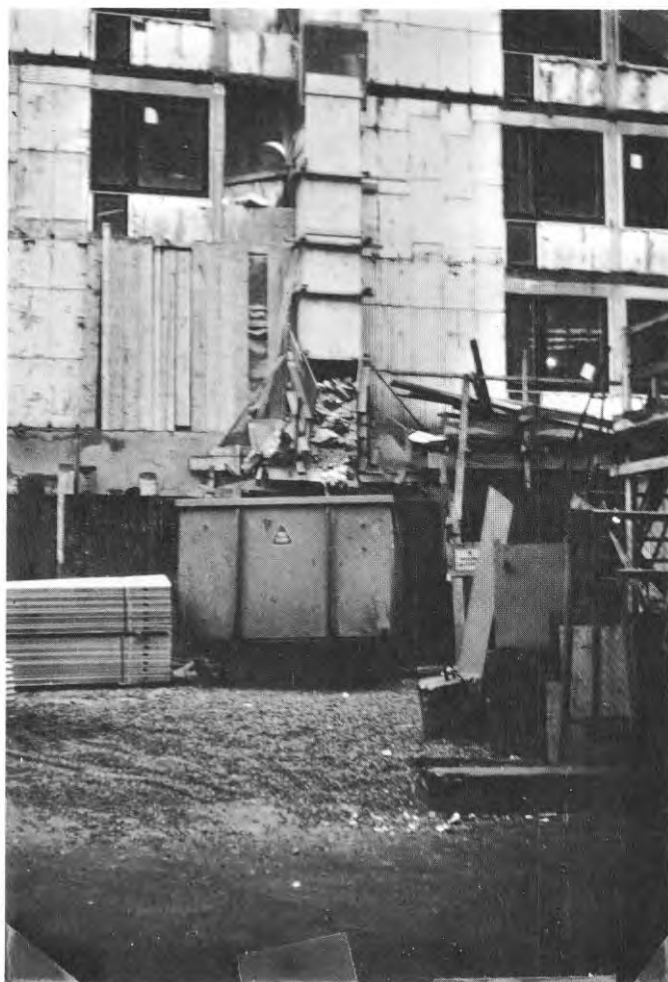


FIG. 6.2.3 Platsbyggd avfallsstört av trä med ett kvadratisk tvärsnitt.

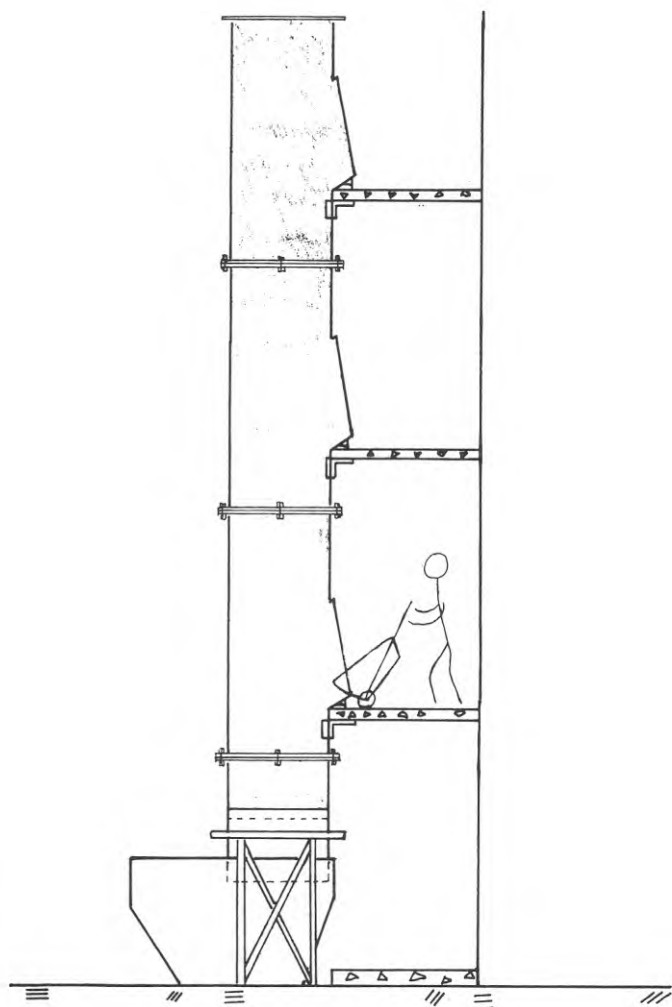


FIG. 6.2.4 Skiss på avfallsstört utförd av runda spiralarör

underrede, som tar upp alla laster. Underredet skall vara så utformat att en liftdumperlastbil utan svårigheter kan lyfta in och ur en container på 10 m³.

Det är vidare tänkt att systemet skall bestå av delar som det går enkelt och snabbt att montera och demontera, eftersom systemet skall kunna flyttas inte bara från byggplats till byggplats utan även inom varje byggplats.

Kostnaden för systemet färdigbyggt kan beräknas till ca 200 - 300 kronor per meter. På grund av denna relativt höga kostnad är det nödvändigt att störten betjänar ett så stort område som möjligt. Detta låter sig endast göras i byggnader med långa korridorer, med andra ord företrädesvis vid sjukhus - kontors- och loftgångshusbyggen. Vid nyproduktion av vanliga flerfamiljshus torde det därför vara lämpligt att placera störten så att den betjänar två trapphus samtidigt.

Även vid ombyggnadsarbeten borde störten vara till god hjälp, eftersom avfallet troligtvis måste lastas ut mot trafikerad gata. Alternativet att fritt lasta ut avfallet mot gården är i regel ej bra hur det än görs, eftersom gårdarna och infarterna till gårdarna brukar vara mycket trånga. Förslaget har skisserats i FIG. 6.2.4.

Ett störtsystem för avfallstransporter minskar utrymmeskravet i horisontalplanet.

Eldningshage

De eldningshagar som för närvarande används på byggplatserna är tillverkade av järn och förslits relativt fort. (Se FIG. 6.2.5) Denna förslitning beror dels på den höga temperatur, dels på den hantering som hagarna utsätts för. Hagarna förslits speciellt mycket vid tömning av askan. Detta brukar tillgå på så sätt att traktorföraren med gafflarna välter hagen upp och ned så att innehållet ramslar ut.

Ett försök gjordes att konstruera en hage, som var i det närmaste lika billig, som vägde ungefär lika mycket, med som höll mycket längre än den transporterbara hagen, vars livslängd är ca 100 eldningstillfällen, vars vikt är ca 500 kg och som kostar ca 2.500 kronor i 1973 års priser. Nedan följer en sammanställning på de olika hageförslag som undersöktes närmare.

<u>Material</u>	<u>Vikt</u>	<u>Kostnad</u>	<u>Slag- och stöttålighet</u>
Armerad betong	2.350 kg	3.400 kr	Sämre än järnets
Gjutmassa H 44	1.950 kg	3.400 kr	Sämre än järnets
Gjutjärn	2.500 kg	5.700 kr	Sämre än järnets
Tegel	2.300 kg	2.900 kr	Sämre än järnets
Stål	500 kg	10.000 kr	Bättre än järnets

Som synes kan inget förslag konkurrera med järnhagen beträffande kostnad, vikt eller slag- och stöttålighet. Vad beträffar brandtålighet är det endast betonghagen som ej är överlägsen



FIG. 6.2.5 Eldning i transportabel eldningshage.

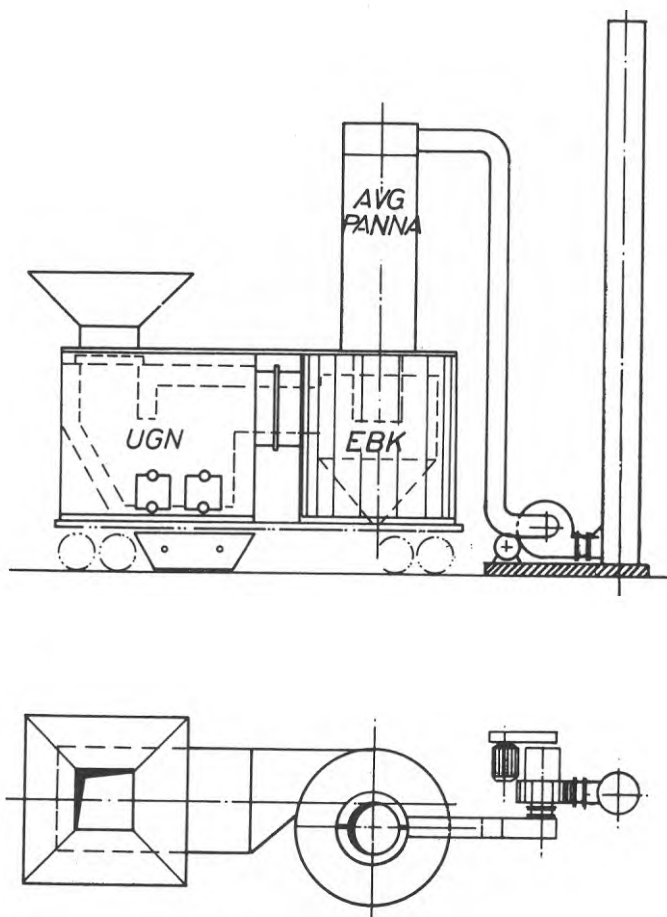


FIG. 6.2.6 Förslag på mobil förbränningsugn med värmeåtervinning. Ugnen lämpar sig för byggavfall (konstruktion Bruun & Sørensen A/S).

järnhagen. Utöver dessa material undersöktes även asbets, som klarar eld bra men som har dålig slag- och stöttålighet.

Av det ovan sagda framgår att det ur ekonomisk och hanterings-synpunkt troligen ej finns något bättre material f.n. än järn att använda till eldningshagar. Slutsatsen blir alltså att nät- och järndimensionerna bör ökas något för att hagen skall hålla längre.

Förbränningsugn avsedd för byggavfall

När eldning av byggavfall förekommer på en byggplats är det normalt frågan om öppen eldning direkt på mark. Ibland förekommer eldningshagar se kap. 6.1.

Ett alternativ till öppen eldning är eldning i ugn. Orsakerna till att eldning i ugn är ett fördelaktigt alternativ är:

- förbränning i ugn ger renare avgaser
- förbränning i ugn kan skapa förutsättningar för återvinning av värmeenergi
- förbränningen blir mera kontrollerad

Värmeinnehållet i ett kilo byggavfall är mer än 3000 kcal eller 3,5 kWh. Värmen från byggavfallet skulle eventuellt kunna användas vid uttorkning eller för uppvärmning av platsetablering.

Ugnen bör vara mobil så att den kan flyttas mellan byggplatserna. Inmatningsschaktet bör vara så stort att transportkorgar kan tömmas direkt. Den ej brännbara delen av byggavfallet skall kunna transporteras bort med container. På FIG. 6.2.6 redovisas en tänkbar konstruktion som framtogs med hjälp av ingenjörsfirman Bruun & Sørensen.

Anläggningen är kostnadsberäknad till 325.000:-.

Förslag för behandling av betongspill

På många byggplatser förorsakar överbliven betong stora problem. På grund av flera orsaker är det svårt att erhålla exakta kvantiteter till varje gjutningsetapp. Vid en betongficka kan det således uppstå betongmängder på 0,5 - 1,0 m³/dag i spill. Denna betong måste ur betongfickan och i många fall transporteras bort från byggplatsen. En enkel förberedelse för bortfrakt framgår av FIG. 6.2.7. Bortfrakt och intern hantering av stelnad betongspill är dyrbar, ca 35:-/ton.

Åtminstone två önskemål för behandling av betongspill kan sättas upp:

- Det skulle vara fördelaktigt om betongspillet kunde användas som återfyllning på arbetsplatsen.

- Problemen med betongspill kunde minskas om det gjordes möjligt att bryta ner betongen.

Några förslag på hur ovanstående mål skall kunna uppnås:

- Spillbetongen gjuts i enkla wellpappformar så att den stelade produkten bildar ett material som det går att använda vid återfyllning. I princip kan befintliga kartonger för flaskor användas. Se FIG. 6.2.8.
- Maskin för separering eller annan sönderdelning av betongen kan konstrueras. Den ej stelade massan inmatas och slutprodukten blir grus.

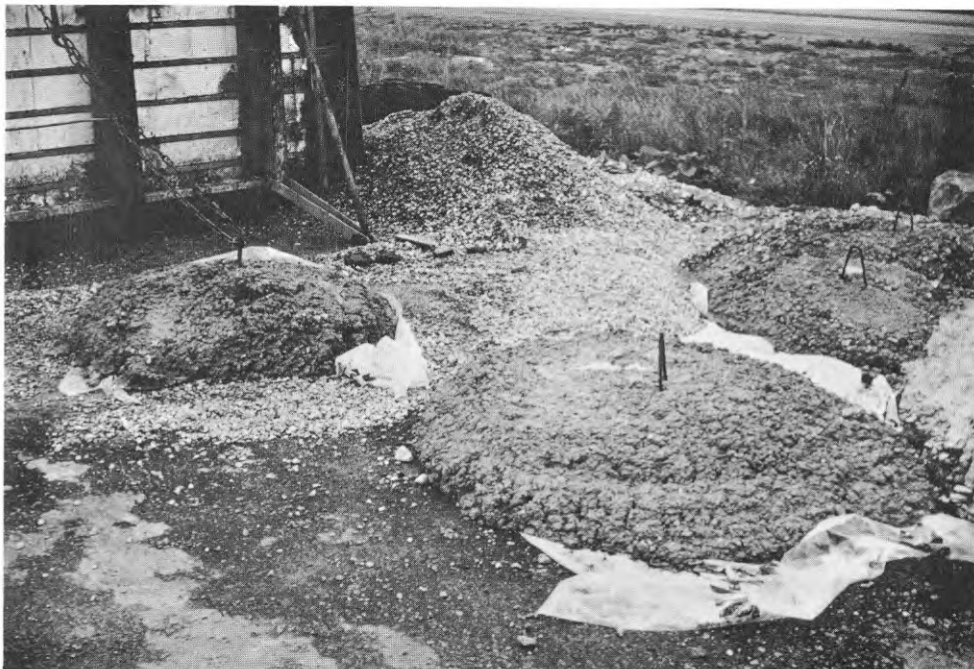


FIG. 6.2.7 Förekommande hanteringsmetod för betong.

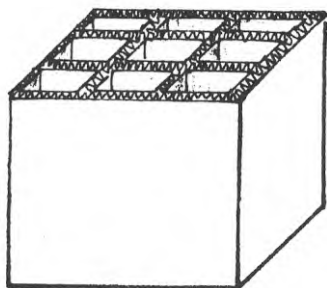


FIG. 6.2.8 Exempel på wellpappform att gjuta spillbetong i.

6.3 Prov av icke konventionella utrustningar och hanteringsmetoder.

Utsortering täckmassor

Avsikt

Användning av byggavfall som bärlager och täckmassor vid täcktipp.

Efter flera diskussioner med Sellbergs beslöt man att göra följande prov i samarbete.

Förutsättningar

Byggavfallet sorterades på två huvudkategorier, brännbart och ej brännbart. Det ej brännbara avfallet lades i särskilda container.

När en container var full meddelade byggplatsens arbetsledning Sellbergs som hämtar container dagen efter. Innehållet tömdes på Sellbergs täcktipp i Högdala i Vallentuna. Avstånd från byggplatsen 40 km. På FIG. 6.3.1 visas den typ av tipp som avses.

Genomförande

Före utställning av container för icke brännbart avfall informerade arbetsledare och berörda arbetare om avsikten med experimentet.

Sorteringen utfördes ej tillfredsställande av underentreprenörer. Dessutom använde allmänheten de container som stod utefter en gata. Endast då snabb fyllning av container utfördes kunde tillräckligt effektiv sortering klaras.

Kravet från mottagaren var att andelen brännbart material ej fick överstiga 20 %. Det antal container som användes framgår av TABELL 6.3.1.

I tabellens resultatcolumn skiljes på blandat och obrännbart avfall. Blandat avfall innehåller mer än 20 % brännbart material. Obrännbart avfall innehåller mindre än 20 % brännbart material.



FIG. 6.3.1 Täcktippen norr om Stockholm. I förgrunden syns utsorterat byggavfall som kan vara lämpligt till täckmassor.

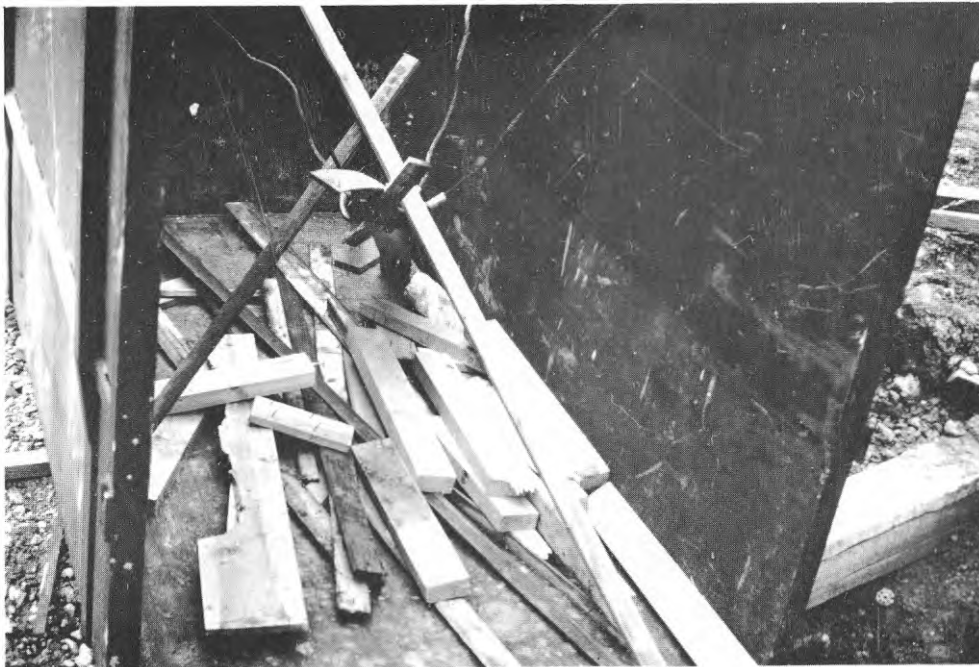


FIG. 6.3.2 Transportkorg med förhöjda lämmar för uppsamling av virke.

TABELL 6.3.1 Container med byggavfall avsedda att tömmas på täcktipp.

Nr	Ställ- des ut	Tömm.	Resultat		Anmärkning
			Blandat avfall	Obrännbart avfall	
1	21.8	29.8	x		Ej effekt.sort.
2	21.8	29.8	x		Ej effekt.sort.
3	29.8	30.8	x		Ej effekt.sort.
4	29.8	30.8	x		Ej effekt.sort.
5	30.8	31.8	x		Ej effekt.sort.
6	31.8	05.9	x		Ej effekt.sort.
7	31.8	05.9	x		Ej effekt.sort.
8	05.9	06.9	x		Ej effekt.sort.
9	05.9	06.9	x		Ej effekt.sort.
10	06.9	25.9		x	Snabb ifyllning
11	06.9	25.9		x	Snabb ifyllning
12	06.9	25.9		x	Snabb ifyllning

Resultat

Endast då effektiv styrning på samtliga avfallslämnare kan etableras är det möjligt att erhålla uppdelning på brännbart och ej brännbart så att kravet mindre än 20 % förorening uppnås. Om sorteringsfrågan tas upp i upphandlingsskedet ökar med all säkerhet möjligheterna för denna typ av sortering.

Hopsamlingskärl för virke

Avsikt

Att underlätta de interna transportererna av överblivet virke.

Fördelen med att samla upp virke separat är att återvinning då kan etableras.

Genomförande

Normal transportkorg utrustades med förhöjda lämmar av plåt och med speciellt underrede för traktorhantering.

På FIG. 6.3.2 visas denna transportkorg.

Resultat

Uppsamlingen av överblivet virke underlättades väsentligt. Under 1 månads tid uppsamlades i transportkorgen ca 40 m³ lös volym avfallsvirke. Både kranförflyttning och traktorförflyttning

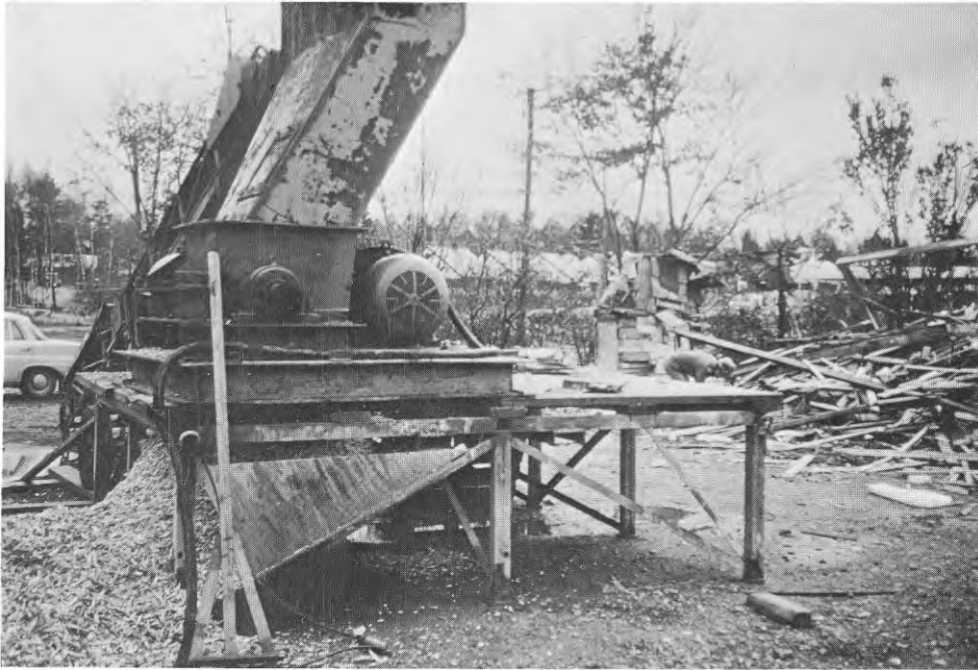


FIG. 6.3.3 Uppställning av tugganläggning vid hög av virkesavfall.

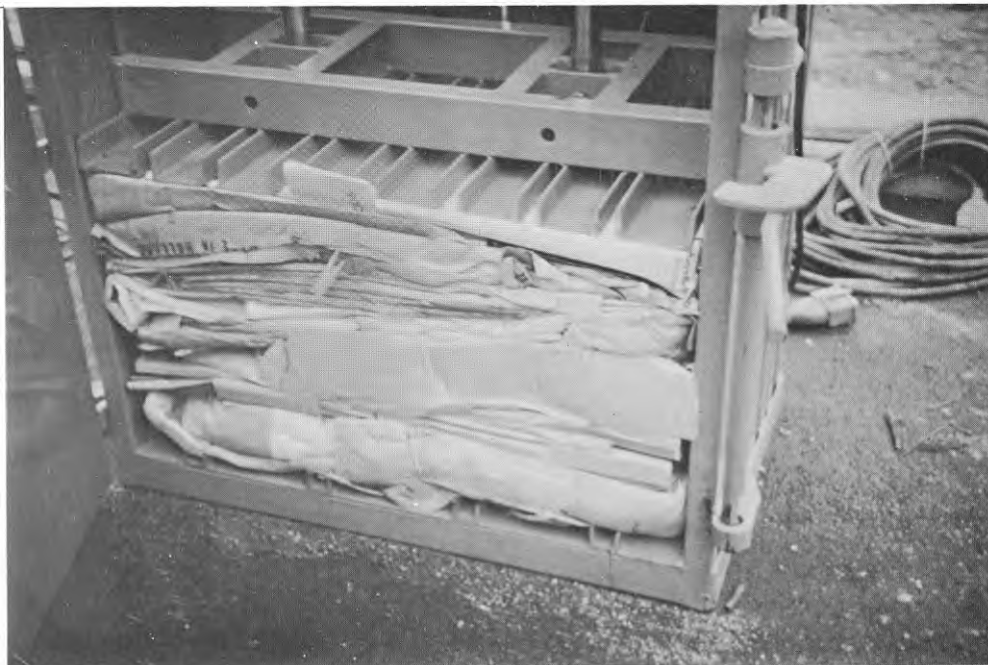


FIG. 6.3.4 Balpress i öppnat läge före ihopknytning av bal. Balen innehåller endast wellpapp.

förekom. Transportkorgen fick i denna utformning en förbättrad funktion vilket visar att man med små förändringar kan uppnå goda resultat för att effektivisera transportererna på ett bygge. I kapitel 6.1 redovisas befintliga behållare. Dessa behållare samt tillhörande system bör studeras före beslut om transportmetoder.

Tuggning av överblivet virke till flis

Avsikt

Att undersöka om det är lämpligt att tugga överblivet virke i flistugg på byggplatsen.

Två vinster kan göras:

- bortfraktningsvolymen reduceras eftersom packad flis tar mindre plats än motsvarande mängd kastade bräder
- flisen kan användas för framställning av massa i cellulosa-industrin.

Förutsättningar

Flistugg (TRT-70) tillhandahölls av Franssons ingenjörfirma i Sundsvall.

Maskinen monterades på byggplatsen med hjälp av traktor. Tegeltorg användes som fundament.

Tuggen drevs av en 30 hkr motor
 Kabeldragning mer än 100 m
 Matning av virke utfördes längs ett transportband
 Traktor medverkade vid matning av virke och vid lastning av flis
 Rensning från spik utfördes ej
 Uppställning av tugganläggningen visas på FIG. 6.3.3.

Genomförande

Den 12.9.72 påbörjades plockning av överblivet virke. Detta virke lades upp i en hög. Den 20.10.72 avslutades upplockning av virke för detta ändamål.

När tuggningen påbörjades kl. 11.00 den 24.10.72 var virkeshögen 47 m i omkrets och 2,5 m hög vid högsta punkten.

Enligt beräkning erhöles den lösa volymen till 290 m^3 och den fasta till 59 m^3 .

Tuggningen avslutades den 26.10.72. Protokoll över flistuggningen redovisas i TABELL 6.3.2.

Resultat

Experimentet visar att det är möjligt att tugga överblivet virke till flis. Kvaliteten på den erhållna flisråvaran kan beskrivas med det sållningsprov som utförts av Örebro Pappersbruk. (Se TABELL 6.3.3.).

TABELL 6.3.2 Protokoll för tuggning till flis av avfallsvirke.

Resurser	Tid för drift timmar	Inmatad mängd ^a		Producerad flismängd m ³
		Lös volym m ³	Fast volym m ³	
Flistugg	17			
Transportband	17	97	12	30
Traktor	11			
Arbetskraft	17			

^a Angivna mängder för inmatad mängd är beräknade. Mängden av producerad flis är uppmätt.

TABELL 6.3.3 Sållningsprotokoll för avfallsvirke tuggat på byggplats

Sållram nr	bestående av	Fraktion		Viktprocent	
		nr	anmärkning	erhållen	övre gräns
		1	För stora bitar	0,3	1,5
1	Perforerad plåt med runda hål 45 mm diameter	2		13,9	18,0
2	Stavar 8 mm spalt	3	Prima flis	73,0	-
3	Stavar 2 mm spalt	4		3,3	8,0
4	Perforerad plåt med runda hål 5 mm diameter	5	Går igenom sållram 4 för små bitar	9,5	2,5

Flis från byggavfall kan således betraktas som en möjlig råvara för cellulosaindustrin.

Om den övre gränsen för fraktionen överskrides har flisen dock ej fullt värde.

Det finns alternativa flisningsmetoder som kan ge ett bättre resultat men som samtidigt är mera känsliga för föroreningar.

Komprimering med balpress

Avsikt

Studier av balpressens lämplighet för komprimering av byggavfall från inredningsskedet.

De fördelar som kan vinnas är:

- reducerad bortfraktningsvolym
- möjligheter till återvinning av papp och papper

Förutsättningar

Balpress 800 kg tung med vertikal matning tillhandahålls av BASAB Halmstad. Balpressen drevs med elmotor på 15 hkr.

Återvinningsvärde är för balad wellpapp 130:-/ton fritt returpappersstation.

På FIG. 6.3.4. visas balpressen.

Genomförande

Den 15.9.72 inkopplades balpressen och en liten provbal med wellpapp pressades.

Rutinerna för ihopsamling av material till balpressen diskuterades med grovlagets bas.

Enligt överenskommelse bibehölls rutinen med eldningshagar d.v.s. brännbart material från inredningsskedet samlades upp i eldningshagarna. Därefter transporterades dessa till balpressen och mängderna överfördes från hagen till pressen. Denna hantering visade sig vara tidskrävande och orationell.

Inmatningsöppningens storlek var 1100 x 900, vilket var en trång öppning för vissa slags avfall från inredningsskedet. När pressen blev påfylld till en viss gräns blev även djupet i påfyllningshålet mindre.

Resultat

Balarnas volym är ca 1 m³. I TABELL 6.3.4 redovisas ett vägningssprotokoll över de färdigpressade balarna. Medelvikten på dessa balar blev 225 kg. Balarnas medelvikt kan jämföras med medelvikten på innehållet i en full eldningshage (8 m³ lös volym) som är 180 kg. En färdigpressad bal visas på FIG. 6.3.5.

Som visats i kapitel 5.3 är komprimeringseffekten förhållandet mellan volymvikten efter komprimering och volymvikten före komprimering. I detta fall fås således

$$\text{Komprimeringseffekten} = \frac{S_2}{S_1} = \frac{225}{\frac{180}{8}} = 10$$



FIG. 6.3.5 Färdigpressad och knuten bal under vägning på betongvåg.

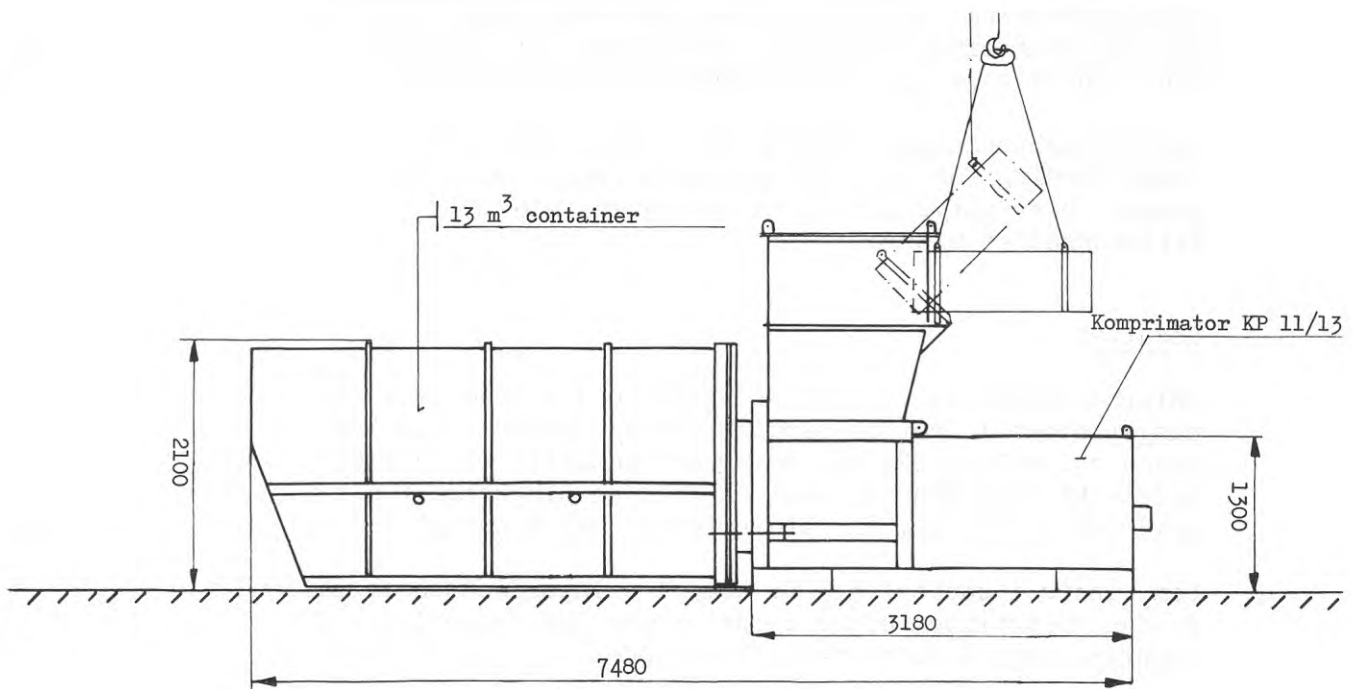


FIG. 6.3.6 Pressplattekomprimator KP 11/13 kopplad till en container.

Balpressen har den fördelen att utrustningen tar liten plats och att volymreduktionen för papper, papp och plast är stor.

TABELL 6.3.4 Vägningssprotokoll vid komprimering med balpress.

Bal nr	Vikt kg	Innehåll	Tidsåtgång timmar	Återvinningsvärde Stockholm, 1972
1	290	papp, trä plast		5:-
2	290	papp, trä plast		5:-
3 ^a	100	wellpapp	1,0	13:-
4	200	wellpapp	1,5	26:-
5	160	papp, trä plast		5:-
6	160	papp, trä plast		5:-
7	250	papp, trä plast		5:-

^a Ej färdigpressad bal.

Komprimering med pressplattekomprimator

Avsikt

Att studera pressplattekomprimatorns lämplighet för komprimering av byggavfall från grund- och stomskedet, samt kartlägga vilka rutiner som måste införas. Den fördel som kan vinnas är reducerad bortfraktningsvolym, d.v.s. minskade bortfraktningskostnader.

Förutsättningar

Komprimator KP 11/13 med tillhörande container tillhandahölls av NORBA AB i Blomstermåla. För att kunna tömma en kranmanövrerad transportkorgs innehåll i komprimatorn hade en speciell inmatningsträtt konstruerats. Komprimatorn drevs av en elmotor på 10 hkr. Komprimator och container upptog en bottenyta av 7,5 x 2,2 m, d.v.s. 16,5 m². På en trång arbetsplats som det här var fråga om lyckades det ändå att placera anläggningen så att den inte "var i vägen" för byggnadsverksamheten men ändå kunde nås med kran och liftdumperlastbil. Komprimator och container visas i FIG. 6.3.6.

Avfallshanteringsrutinen på byggplatsen lades om något, efter-

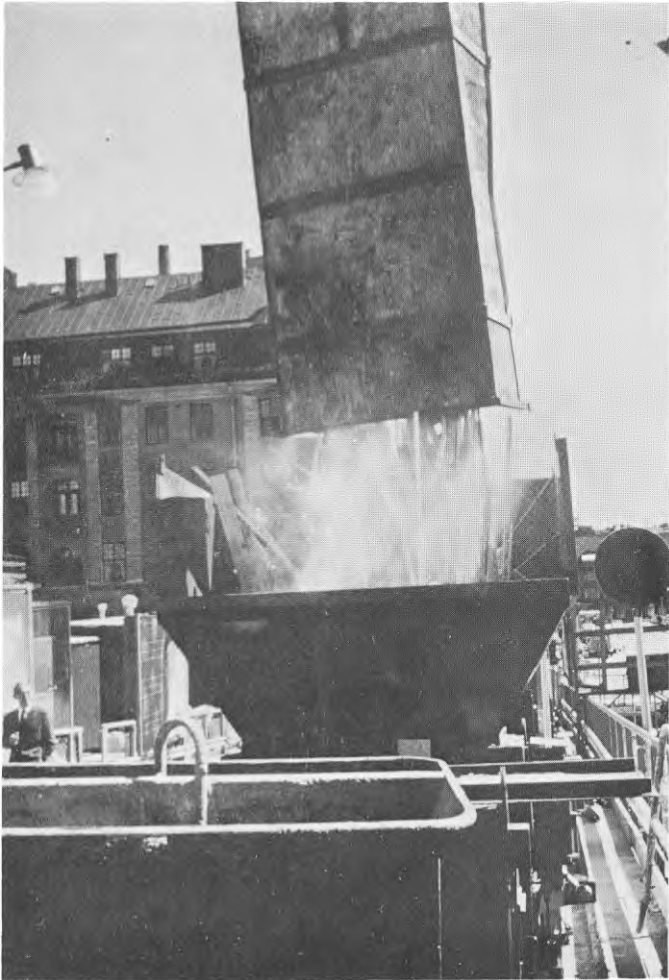
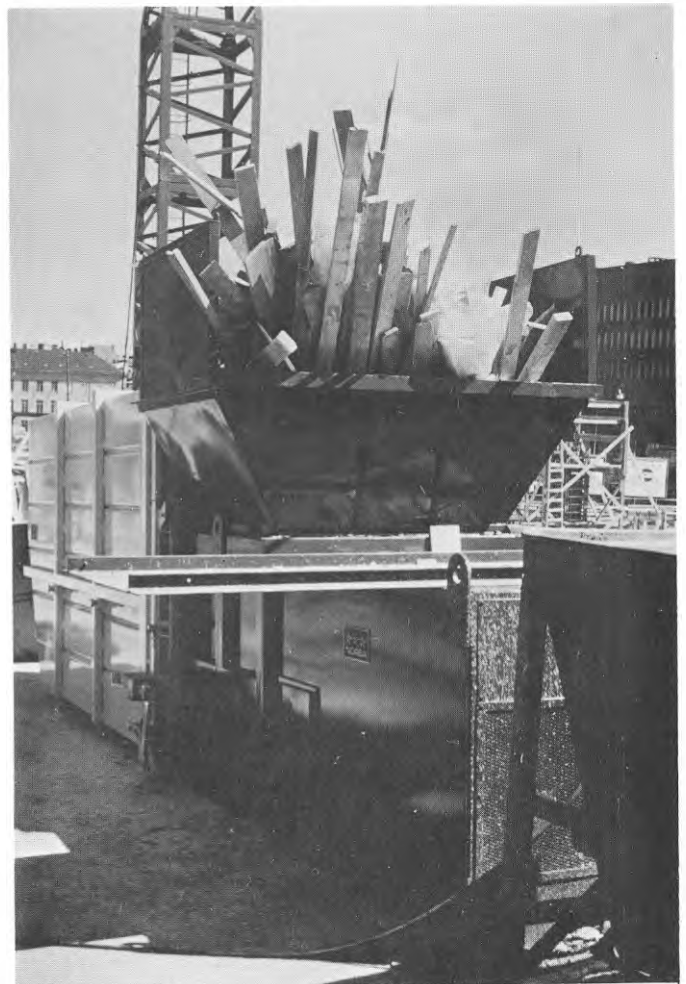


FIG. 6.3.7 Påfyllning av komprimator med kranmanövrerad transportkorg.

FIG. 6.3.8 Påfyllningsträtt till komprimator fylld så mycket att komprimatorn ej orkar pressa in materialet i containern.



som hanteringen med transportkorg måste ökas (se FIG. 6.3.7) och en viss sortering av avfallet måste göras. Denna sortering innebar att det ej fick läggas betong eller järn i de transportkorgar som skulle tömmas i komprimatorn.

För att få en uppfattning om hur effektiv komprimatorn var vägdes dels vanliga container, dels container med komprimerat innehåll. Sedan beräknades respektive volymvikter och jämfördes. För att en sådan jämförelse skall vara intressant bör innehållet i varje container bestå av ungefär samma material.

Genomförande

Den 4.6.73 installerades komprimatorn. Den första komprimeringen skedde den 5.6.73 och förlöpte utan missöde. Tiden för komprimeringen var 3 minuter. I TABELL 6.3.5 redovisas ett protokoll för färdigkomprimerade container. Av tabellen framgår att tiden för komprimering av innehållet i en transportkorg varierade mellan 3 och 20 minuter. Detta berodde dels på att virket ibland "hängde upp sig" i tratten, vilket i regel skedde om bitarna var längre än ca 1,5 m, dels på att virkesmängden i transportkorgen varierade.

Den komprimering som utfördes efter det att den sjätte transportkorgens innehåll tömts i tratten måste avbrytas på grund av att komprimatorn ej orkade komprimera. (Se FIG. 6.3.8). Orsaken till svårigheterna är att virket klämmas mellan överkanten på utloppet och pressplattan. Som prov utfördes då komprimeringen med ökat tryck samtidigt som en man såg till att virket inte "hängde sig" i tratten. Fästanordningen mellan komprimator och container höll emellertid ej för det ökade trycket. Försöket måste t.v. avbrytas medan container och fäst-anordning reparerades.

I samband med reparationen bestämdes att containern skulle förbättras på så sätt att böjda plåtar lades in som eliminerade de skarpa vinklarna i containerns främre gavel, d.v.s. den gavel mot vilket byggavfallet pressades. Tanken var att dessa rundade hörn skall göra det svårare för byggavfallet att "hänga upp sig" inne i containern.

Tömningen av containern på tipp beredde vissa problem, eftersom containern ej var riktigt anpassad till den lift-dumperlastbil som användes. Det bestämdes att även denna detalj skulle åtgärdas vid reparationen.

TABELL 6.3.5 Komprimeringsprotokoll

Cont. nr	Datum	Antal tömda trpt.korgar per komprime- ring	Akkumulerat antal tömda trpt.korgar	Komprime- ringstid min	Anm.
1	05.06.73	1	1	3	Trptkorg
	06.06.73	2	3	12	rymmer
	07.06.73	1	4	6	1,5 m ³
	07.06.73	1	5	3	
	12.06.73	1	6	15	
	13.06.73		6	20	slutkompr.
				59	

Resultat

Vägningen av container med komprimerat innehåll framgår av TABELL 6.3.6 och vägningen av vanliga container redovisas i TABELL 6.3.7. Den komprimerade containern skall endast jämföras med den vanliga containern nr 5 där virket var travat, eftersom denna var den enda container som innehöll ringa mängder betong och järn. Jämförelsen visar att volymvikten är något lägre i de två komprimeringscontainerna.

Tömning av transportkorgens innehåll i påfyllningstratten går ej friktionsfritt utan man måste räkna med att den man som sköter körningen av komprimatorn även måste se till så att virket ej "hänger upp sig" i tratten. Vidare bör pressplattan stå i sitt främre läge och endast en transportkorg tömmas i tratten före varje komprimering för att det inte skall uppstå problem under komprimeringen. Sammanfattningsvis verkar det som om i genomsnitt måste ca 10 minuter ägnas åt varje komprimeringstillfälle.

I denna tid inräknas dels själva komprimeringstiden, dels tiden för hantering av transportkorgen.

TABELL 6.3.6 Vägningsprotokoll för komprimerat avfall

Cont. nr	Cont. volym m ³	Netto- vikt kg	Volym- vikt kg/m ³	Anmärkning
1	12,8	2.370	185	Svårt att tömma containerna
2	12,0	1.830	153	Containern något omgjord. Lätt att tömma containern.
3				

TABELL 6.3.7 Vagningsprotokoll för ej komprimerat avfall

Cont. nr	Volym- vikt kg/m ³	Travat i cont.	Ej travat i container	Anmärkning
1	262		X	Ngt btg och järn
2	450		X	Mkt btg och järn
3	386	X		Mkt btg och järn
4	530	X		Mkt btg och järn
5	194	X		Ej btg, något järn
6	578		X	Mkt btg och järn

Det som avgör om komprimering av byggavfall skall utföras på byggplatsen är kostnaderna. Härvid skall inte bara bortfraktningskostnader och kostnader för komprimeringsanläggningen beaktas utan alla särkostnader bör analyseras exempelvis:

- kostnader för utsortering av betongspill och järn
- kostnader för stapling i container

Sammanfattningsvis kan man säga att utrustning och rutiner kring komprimering måste förbättras för att komprimering av byggavfall från grund- och stomskedena skall kunna utföras rationellt. En undersökning under betydligt längre tid kan ge ett entydigt svar på lönsamheten.

7. REKOMMENDATIONER

7.1 Särkostnadsanalys för utvärdering av bästa hanteringsalternativ

Som underlag för en rationalisering av avfallshanteringen på byggplatsen har särkostnadskalkyler framtagits för sex olika hanteringsalternativ. I kalkylen beräknas särkostnaderna vid behandling av 1.000 fasta m³ byggavfall som har en given materialfördelning. 30 % av avfallet antages vara brännbart material och resten obrännbart. Arbetskostnaden för sortering har bedömts. Se även TABELL 7.1.

Sammanställning

Alt.	Beskrivning	Kostnader t(kr)	Intäkter t(kr)	Kostnader - Intäkter t(kr)
A	Allt avfall köres direkt före extern tipp utan sortering	60	2	58
B	Allt avfall eldas centralt på byggplatsen utan sortering. Rester efter bränning skickas till extern tipp	51	11	40
C	Allt avfall eldas centralt på byggplatsen utan sortering. Rester efter bränning schaktas ner på byggplatsen	50	2	48
D	Avfallet sorteras på brännbart och ej brännbart. Brännbart avfall eldas på byggplatsen i transportabla eldningshagar. Ej brännbart avfall fraktas till tipp	35	10	25
E	Som alt. D utom att komprimering av brännbart avfall utföres i stället för eldning	34	10	34
F	Utsortering av återvinningsbara material. Återvinning förberedes. Obrännbart avfall skickas till tipp	62	27	35

TABELL 7.1 Särkostnadsanalys av avfallshanteringsmetoder

Specifikation	Mängd	Enhet	Arbetslöner		Material och övrigt	
			A-pris	Kronor	A-pris	Kronor
ALTERNATIV A						
<u>Förutsättningar</u>						
- Allt avfall exkl. järn direkt till tipp utan sortering						
- Utnyttjandegrad i container 20%						
<u>Kostnader</u>						
- Bortfrakt till tipp $\frac{1000}{0,2} \text{ lm}^3$	5000	lm^3			12:-	60.000
- Omhändertagande av järn	30	ton				
<u>Intäkter</u>						
- Järn fritt arbetsplatsen	30	ton			60:-	- 1.800
						58.200
TOTALKOSTNAD						<u>58.200</u>
ALTERNATIV B						
<u>Förutsättningar</u>						
- Allt avfall exkl. järn eldas på byggplatsen utan sortering						
- Förbränning 80 %						
- Resterna fraktas till tipp och används som täckmassor						
- Utnyttjandegrad i container: internt 20 % externt 60 %						
<u>Kostnader</u>						
- Transport till intern eldplats	5000	lm^3			5:50	27.500
- Eldning	200	tim	35:-	7.000		
- Lastning avfallsrester	30	tim			45:-	1.350
- Bortfrakt täckmassor till tipp $\frac{700 + 0,2 \times 300}{0,6}$	1267	lm^3			12:-	15.204
- Omhändertagande av järn	30	ton				
<u>Intäkter</u>						
- Järn fritt arbetsplatsen	30	ton			60:-	- 1.800
- Täckmassor fritt tipp	1267	lm^3			7:-	- 8.869
						7.000
TOTALKOSTNAD						<u>33.385</u>
						<u>40.385</u>

forts.

TABELL 7.1 Särkostnadsanalys... (forts.)

Specifikation	Mängd	Enhet	Arbetslöner		Material och övrigt	
			A-pris	Kronor	A-pris	Kronor
<u>ALTERNATIV C</u>						
<u>Förutsättningar</u>						
- allt avfall exkl. järn eldas på byggplatsen utan sortering						
- Förbränning 80 %						
- Resterna schaktas ned						
- Utnyttjandegrad i container 20%						
<u>Kostnader</u>						
- Transport till intern eldplats	5000	lm ³			5:50	27.500
- Eldning	200	tim	35:-	7.000		
- Eldningshage	1	st			3.000:-	3.000
- Nedschaktning + intern trpt	1267	lm ³			10:-	12.670
- Omhändertagande av järn	30	ton				
<u>Intäkter</u>						
- Järn fritt arbetsplats	30	ton			60:-	- 1.800
				7.000		40.870
TOTALKOSTNAD						47.870
<u>ALTERNATIV D</u>						
<u>Förutsättningar</u>						
- Sortering på brännbart ej brännbart						
- Brännbart eldas på byggplatsen						
- Förbränning 100 %						
- Ej brännbart fraktas till tipp och används som täckmassor						
- Järn säljs						
<u>Kostnader</u>						
- Sortering på brännbart ej brännbart	200	tim	35:-	7.000		
- Omhändertagande av järn	30	ton				
- Eldning	100	tim	35:-	3.500		
- Eldningshage	3	st			3.000:-	9.000
- Transport till intern eldplats	100	tim			45:-	4.500
- Bortfrakt täckmassor till tipp	1167	lm ³			12:-	14.004

forts.

TABELL 7.1 Särkostnadsanalys... (forts.)

Specifikation	Mängd	Enhet	Arbetslöner		Material och övrigt	
			Å-pris	Kronor	Å-pris	Kronor
<u>Intäkter</u>						
- Järn fritt arbetsplats	30	ton			60:-	- 1.800
- Täckmassor fritt tipp	1167	lm ³			7:-	- 8.169
				10.500		14.535
TOTALKOSTNAD						28.035
<u>ALTERNATIV E</u>						
<u>Förutsättningar</u>						
- Sortering på brännbart ej brännbart						
- Ej brännbart fraktas till tipp och används som täckmassor						
- Brännbart komprimeras på byggsplatsen						
- Komprimerat avfall skickas till tipp						
- Utnyttjandegrader i container: ej brännbart 60 % komprimerat brännbart 50 %						
- Järn säljs						
<u>Kostnader</u>						
- Sortering brännbart - ej brännbart	200	tim	35:-	7.000		
- Omhändertagande av järn	30	ton				
- Bortfrakt täckmassor till tipp	1167	lm ³			12:-	14.004
- Komprimering	100	tim	35:-	3.500		
- Komprimator	200	bd			59:-	11.800
- Komprimerat avfall skickas till tipp	600	lm ³			12:-	7.200
<u>Intäkter</u>						
- Järn fritt arbetsplats	30	ton			60:-	- 1.800
- Täckmassor fritt tipp	1167	lm ³			7:-	- 8.169
				10.500		23.035
TOTALKOSTNAD						33.535

forts.

TABELL 7.1 Särkostnadsanalys ... (forts.)

Specifikation	Mängd	Enhet	Arbetslöner		Material och övrigt	
			A-pris	Kronor	A-pris	Kronor
<u>ALTERNATIV F</u>						
<u>Förutsättningar</u>						
- Utsortering virke						
- Utsortering papp och papper						
- Virke fraktas till terminal						
- Virke tuggas till flis på terminal						
- Flisen fraktas till bruk						
- Papp och papper komprimeras på byggsplatsen						
- Papp- och pappersbalar säljs						
- Järn säljs						
- Kvarvarande brännbart avfall samt ej brännbart fraktas till tipp och används som täckmassor						
<u>Kostnader</u>						
- Utsortering av virke, papp och papper	400	tim	35:-	14.000		
- Omhändertagande av järn	30	ton				
- Bortfrakt virke till terminal	200	fm ³			36:-	7.200
- Flisning virke	10	tim			100:-	1.000
- Bortfrakt flis till bruk	500	lm ³			10:-	5.000
- Komprimering papp och papper	200	tim	35:-	7.000		
- Komprimator	200	bd			59:-	11.800
- Bortfrakt papp- och pappersbalar	180	lm ³			3:-	540
- Bortfrakt täckmassor till tipp	1217	lm ³			12:-	14.604
- Bortfrakt kasserad flis till tipp	100	lm ³			12:-	1.200
<u>Intäkter</u>						
- Järn fritt arbetsplats	30	ton			60:-	- 1.800
- Flis fritt bruk	500	lm ³			25:-	- 12.500
- Papp och papper fritt köparen	45	ton			100:-	- 4.500
- Täckmassor fritt tipp	1217	lm ³			7:-	- 8.169
				21.000		14.175
TOTALKOSTNAD						35.175

Som framgår av sammanställningen är kostnadsskillnaden betydande (ca 33.000:-) mellan alt.A ca 58.000:- och alt.D ca 25.000:-.

Alternativ A motsvarar den vanligaste förekommande hanteringsmetoden. Det finns sålunda stort utrymme för besparingar. I alternativ D har sortering på brännbart och icke brännbart drivits ganska långt.

Emellertid kan det i vissa fall finnas bakomliggande orsaker att välja en kostsammare hanteringsmetod:

- eldningsförbud
- trång arbetsplats
- mycket hög byggtakt

Om eldningsförbud råder och arbetsplatsen är trång bör komprimeringsalternativ noggrant övervägas.

7.2 Utökad planeringsinsats

Före byggstart finns det anledning att lägga ner ett större planeringsarbete för att lösa transportfrågor och materialfrågor. Målsättningen bör vara att minimera materialspillet och att återvinna mera material än vad som nu görs. Det viktigaste motivet för en förändring av synsättet på dessa frågor är att kostnadsindex för byggnadsmaterial ökar mycket snabbt och kan förväntas fortsätta öka i snabb takt.

Kostnadsindex maj 1973 för järnvaror och trävaror har ökat 1,9 ggr sedan 1969.

Förutom snabba kostnadsökningar på materialsidan finns det anledning att förvänta sig betydligt högre kostnader för avfallstippning och borttransporter alltefter som samhället ställer högre krav på hantering av industriavfall.

Den planeringsinsats som i dag är vanlig vad gäller dessa transporter är troligtvis inte optimal.

En ökad planering av transporter och materialleveranser minskar mängden avfall vilket är en nästan självklar nödvändighet.

7.3 Rätt utrustning

Kostnaden för utrustning för lämplig hantering av byggavfallet är ganska obetydlig. Byggplats C hade exempelvis en utrustningskostnad på 31 kr/lägenhet. En investering i rätt skede kan ge en förbättrad lönsamhet.

Exempelvis saknas det ibland behållare för avfall vilket är en missriktad sparsamhet. Det finns flera intressanta behållare-

system med maskinellt tippbara eller tömningsbara behållare som användes i den stationära industrin. Större flexibilitet vid val av transportutrustning rekommenderas således. I kapitel 6 redovisas utrustning. Denna redovisning bör dock kontinuerligt kompletteras samt utrustningsalternativen utvärderas ekonomiskt.

7.4 Löneformer

De löneformer som användes i dag borde man söka att praktiskt förändra, så att de tog större hänsyn till materialekonomi och totalkostnader för avfallshantering. Omedelbart bör följande åtgärder kunna ge en positiv effekt.

- att respektive arbetslag blir klart informerade om sina åtaganden samt beredes bästa möjlighet att uppfylla avtalade arbetsmoment vad gäller renhållningen.
- att transportsträckorna för avfallet inom arbetsplatsen minimeras.
- att se till att de maskinella transportererna för avfall fungerar (containerförflyttningar m.m.).
- att etablerade transportrutiner ständigt kontrolleras och förfinas.

7.5 Upphandling av underentreprenader och material

Vid upphandling av underentreprenader och vid kontroll av beställarens avtal med sidosubkontraktörer skall avfallsfrågan studeras. Upphandling enligt UE 71 rekommenderas eftersom det där är klarlagt att respektive entreprenör själv hanterar sitt överblivna material internt på bygget.

Vid upphandling av material skall förpackningarna avpassas så att de förorsakar så lite arbete som möjligt på arbetsplatsen. Exempelvis kan nämnas en upphandling på de studerade byggplatserna där materialleverantören åtog sig att bortforsla sitt förpackningsmaterial.

7.6 Information om materialkostnadsförändringar

För att öka medvetenheten om materialkostnaderna bör arbetsplatsens ledning fortlöpande informera all personal om aktuell prisnivå för respektive material. Förslagsvis kan en anslagsstavla sättas upp vid platskontoret. Det mest påtagliga argumentet för upplysning om materialpriserna är den snabba förändringen av prisnivån.

7.7 Förbättrad pallhantering

Pallar av trä är ett vanligt transporthjälpmiddel och ett rationellt sådant. Tyvärr förekommer det alltför ofta att träpallar kastas eller eldas upp på byggplatserna. En planerad byggplatslagring och returhantering rekommenderas eftersom de flesta

materialleverantörer har ett intresse att få tillbaka sina transportpallar. Dessutom kan man förvänta sig en kraftig prisökning för pallar (ungefär 15 kronors ökning för SJ standardpall). I TABELL 7.7 redovisas ungefärliga kostnader för olika typer av pallar.

Förutom pallar förekommer olika typer av trä- och ståltråds-häckar vilka även bör kunna returneras om lämpligt avtal kan träffas med leverantören.

TABELL 7.7 Ungefärlig kostnadsbild för några vanliga tröpallar

Beskrivning	l mm	b mm	Kredit vid returnering Kr	Debet vid ute- bliven retur- nering kr
EUR-SJ standardpall	1200	800	Utbytessys- tem till- lämpas	20:-
Pall för lätt- betongplank	6000	600	Underslag går tillbaka med bilen	10:-
Pall för lätt- betongplank	2400	600	25:-	27:-
Pall för lätt- betongblock	600	600	0:50	a
Pall för trä- ullsplattor standard	2000	500	19:-	19:-
Pall för akustik- plattor av träull	2000	500	21:-	27:-
Pall för tegel	500	370	0:50	a

^a Kostnad för pallen ingår i priset.

Priset gäller juni 1973 exklusive mervärdeskatt.

8. DISKUSSION

Totalprognoser för byggnadsavfall

Med hjälp av föreliggande utredning och befintlig statistik kan den totala avfallsmängden för 1972 vid nyproduktion av bostadslägenheter beräknas till ca 390.000 m³ fast volym. Den brännbara delen därav utgör ungefär 150.000 m³ eller 90.000 ton. Över 30.000 ton av det brännbara härstammar från förpackningsmaterial och emballage. För närvarande eldar man i stor utsträckning på arbetsplatserna. Någon direkt sortering på brännbart och inte brännbart förekommer sällan varför det avfall som körs till tipp innehåller stora energimängder. En sortering skulle göra det möjligt att tillvarataga den brännbara delens värmeenergi och använda det obrännbara som fyllning. Det brännbara byggavfallet har ett värmevärde som motsvarar 0,3 TWh (miljarder kilowattimmar) vilket kan jämföras med den totala energiförbrukningen i landet 1972 som var 481 TWh.

Materialspillbonus

I syfte att försöka minska materialåtgången har man på några byggen provat med s.k. bonus för materialbesparing. Sålunda har för varje sparad gipsskiva relativt normal förbrukning utgått en bonus med 10 kr/skiva. För exempelvis glas har man från ett pris av 1.200 kr/hus dragit 100 kr för varje krossad ruta och den kvarvarande summan har delats ut till gubbarna som en bonus.

Metoden med bonus för sparad material har flera sidor men i en situation där exempelvis index för trävaror stigit med över 30 % på ett år kanske det kan vara ett komplement till andra metoder.

Speciell personal för renhållning på byggnadsplatsen

Utveckling av specialister för olika områden inom byggnadsverksamheten har ökat de senare åren. En vanlig företeelse i dag är speciella städfirmor som utför den s.k. finstädningen, den sista städningen som görs omedelbart före inflyttningen.

Den löpande städningen under byggets gång är i många fall omfattande, till en del beroende på olämplig utrustning och avsaknad av instruktioner och utbildning. Tanken att låta speciellt utbildad personal städa av arbetsplatsen efter arbetstidens slut eller på periodiskt återkommande tillfällen har diskuterats.

Med specialutrustning, sopbehållare, typ papperssäckar med hållare, utvecklade industridammsugare, specialverktyg, skrapor, skyfflar, sorteringsbehållare, mobila komprimatorer och ugnar, disciplinerade rutiner och distinkta instruktioner skulle sannolikt kostnader för städningen minska. En fallstudie på ett testobjekt borde ge underlag för en fortsatt diskussion.

REFERENSER OCH LITTERATUR

<u>Titel</u>	<u>Författare</u>
Analys av distributionssystem: Byggmaterial	Göteborgs Universitet Företagsekonomiska institutionen Holger Gustavsson Jan Erik Nilsson Bengt Sjöholm
Avfallsförbränning	ÅF-Konferens 1972
Avfallsutredning Östergöt- lands län	K-konsult Göran Adolfsson Carl Nordh Anders Höjlund
Avfallshantering och behand- ling av kommunalt avfall	SNV Olof von Heidenstam
Avfall är lönsamt	Teknisk tidskrift 1972:19 Bertil Håård
Byggplatser	Svenska Brandförsvars- föreningen
Byggnadsindustrins miljö- problem	Byggmästaren 7, 1972 Sture Haag
Erfarenheter från pappers- industri	Westerviks Pappersbruk AB Esbjörn Ulfsäter
Exempel från plastindustrin	Sveriges Plastförbund Bertil Lundin
Ett exempel på återvinnings- problematik i skogsindustrin	MODO AB Östen Fagerlind
Fasta avfall	IVA Specialrapport 1972:10

<u>Titel</u>	<u>Författare</u>
Förpackningar	IVA Specialrapport 1972:13
Industrins miljövård	Sveriges Industriförbund
Kommunal renhållningslag	SFS 1970:892
Leveranskontroll av byggmaterial	Armerad Betong Martin Egnér
Mottagnings- och transportutrymmen på byggplatser	Byggforskningen R 38 1972 Jan Dyfverman Jan-Erik Hollander
Metod för transportplanering vid husbyggnadsarbete	LTH Bo P-A Bengtsson
Normalhälsovårdsordning	SFS 1971:761
Ny lagstiftning om renhållning m.m.	Svenska Kommunförbundet E Olerud
Samordning transport-byggprocess	Armerad Betong
Skrot	Stena Metall
Skrotdäck - internationellt problem	Trelleborgs Gummifabrik AB Folke Millqvist
Sopbehandling en bortglömd föroreningsfaktor	Socialhögskolan Göran Bäckelin Rolf Eriksson Inger Navier Ulla Romberg
Sophantering	VBB Svante Bergling

TitelFörfattare

Sopphantering på byggsplats

LTH
Göran Bengtsson
Sten Bergström
Lars Ekevärn
Alf JohanssonTransport av betongmassa
från fabrik till byggsplatsByggeforskningen R 16 1973
Karl Olof FentorpTransport av byggmaterial
programskift 5Statens Råd för byggnads-
forskning 1971Transport av inredningsma-
terial på byggsplatsCTH
Kaj Ringsberg

BILAGA 1

Exempel på hur rapporten kan användas:

Förutsättningar

Eldning på byggplatsen anses	olämpligt
Byggnadsvolym	160.000 m ³
Antal lägenheter	450 st
Byggtid	550 dagar
Stomme	platsgjuten betong
Fasader	träelement + tegelmur
Antal huskroppar	3 st
Antal trapphus	9 st
Antal våningar	6-8
Antal kranar	9 st

Stora ytor runt husen skall planeras som grönytor.

Frågor

1. Hur mycket byggavfall uppstår?
2. När uppstår byggavfallet?
3. Vilken transportutrustning skall användas?
4. Hur mycket kostar avfallshanteringen?

Svar

1. Se kapitel 4.2 och välj en liknande byggplats. I detta fall är byggplats D den som mest överensstämmer med förutsättningarna. Se FIG. 4.2. ger:

Total mängd fast volym $0,016 \times 160.000 = 2.560 \text{ m}^3$ eller $5,69 \text{ fm}^3$ per lägenhet.

Se sammanställning om utnyttjandegraden i kap. 4.4.

Total mängd lös volym $\frac{0,016 \times 160.000}{0,22} = 11.636 \text{ lm}^3$

Andelen brännbart se FIG. 4.2.1.

$0,33 \times 2.560 = 845 \text{ fm}^3$

Andelen förpackningsmaterial se TABELL 4.2.1.

$0,695 \times 450 = 313 \text{ fm}^3$

2. Se FIG. 4.2.10. där avfallsmängd per byggdag kan uppskattas under förutsättning att man kan bestämma under vilken tid alla skeden pågår.

Avfall per byggdag kan uträknas som höjden i parallelltrappetsen:

$$\left(\frac{550 + 0,45 \times 550}{2}\right) \times h = 2.560$$

$$h = 6,42$$

6,42 fm³ avfall/byggsdag erhålles när ungefär 31 % av byggtiden förflutit. När 76 % av byggtiden förflutit minskar åter avfallsmängden per byggsdag.

3. Eftersom arbetsplatsen är utrustad med ett stort antal kranar som antagligen inte har 100 %-ig beläggning bör transportutrustningen krananpassas.

Valet ställer sig då mellan vilken eller vilka typer av behållare man skall använda:

I kapitel 6-1 redovisas ett antal olika typer av system. På arbetskraftssidan kan stora besparingar göras om självtömmande behållare användes.

Förslagsvis väljes därför tömningsbara behållare enligt FIG. 6.1.14. Lämplig storlek på behållarna är 1600 x 1200 x 1250 mm. Två olika typer av lyftok finns:

- för manuell tömning
- elektrisk manövrerad tömning

Varje kran bör ha minst två behållare till sitt förfogande. Kostnaden för ovanstående behållare exklusive lyftok blir:

$$9 \times 2 \times 1050 = 18.900 \text{ kronor}$$

Lastmaskiner bör utrustas med gafflar, skopor och skrotgripare för att klara den interna hanteringen effektivt.

P.g.a. att eldning ej anses lämpligt inhyres komprimator för inredningsskedets avfall. Kostnad per byggsdag för denna (se TABELL 6.1.1) kan överslagsmässigt beräknas till:

$$\frac{37.000}{5 \times 220} + \frac{37.000 \times 0,15}{220} = 59:- \text{ per byggsdag}$$

Komprimatorn behövs ej i början av bygget:

$$550 \times 0,60 = 330 \text{ byggsdagar}$$

$$\text{Kostnad: } 330 \times 59 = 19.470 \text{ kronor}$$

För interntransport av överblivet material på valven användes förslagsvis fodervagn enligt FIG. 6.1.17. Vagnarna gör bäst nytta i stomkompletteringsskedet.

5 vagnar bedöms fylla behovet. Kostnad enligt TABELL 6.1.5

$$5 \times 470 = 2.350 \text{ kronor.}$$

För inredningsskedets avfall behövs säckar och säckhållare.

10 säckhållare bedöms fylla behovet.

Två säckar per lägenhet kompletterar övrig utrustning.

Kostnad per säckhållare är 50:- enligt kapitel 6.1.

$10 \times 50 = 500$ säckhållare

$450 \times 2 = 1800$ säckar

4. Hur mycket kostar avfallshanteringen. Definition av kostnaden se kapitel 4.3.

För överslagsmässig kalkylering kan FIG. 4.3 användas. Avläsning på kurvan för $5,69 \text{ fm}^3/\text{lägenhet}$ ger två gränsvärden omkring 1.000:- per lägenhet.

En noggrannare kalkylering kan göras genom att ta hänsyn till de uppgifter som framtagits under punkt 1, 2 och 3.

BILAGA 2 Översikt av bildmaterial som insamlats under studierna.

Ett omfattande bildmaterial (ca 1200 bilder) finns upplagt på s.k. slides (diapositiv) lagrade i karusellmagasin (Kodak).

Magasin 1	Container med byggavfall
Magasin 2	Byggavfall på mark och i hus
Magasin 3	Öppna eldar Betongspill
Magasin 4	Materialupplag Transportpallar
Magasin 5	Förpackningar Utrustning
Magasin 6	Vägning och mätning av containerinnehåll
Magasin 7	Tuggning av byggavfall till flis
Magasin 8	Prov med balpress
Magasin 9	Prov med pressplattekomprimator
Magasin 10	Prov med pressplattekomprimator

BILAGA 3 Situationsplaner för studerade objekt

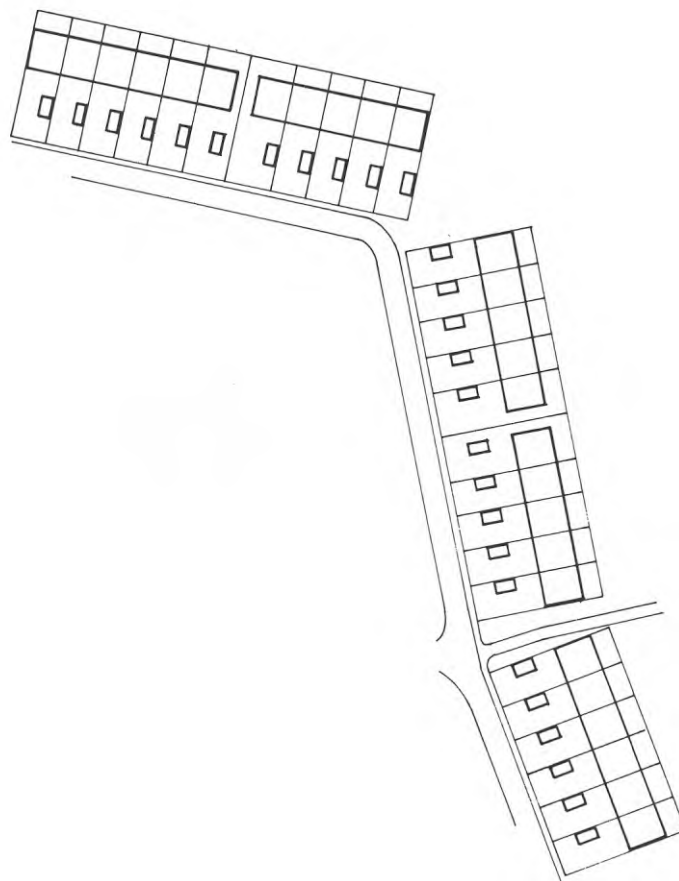
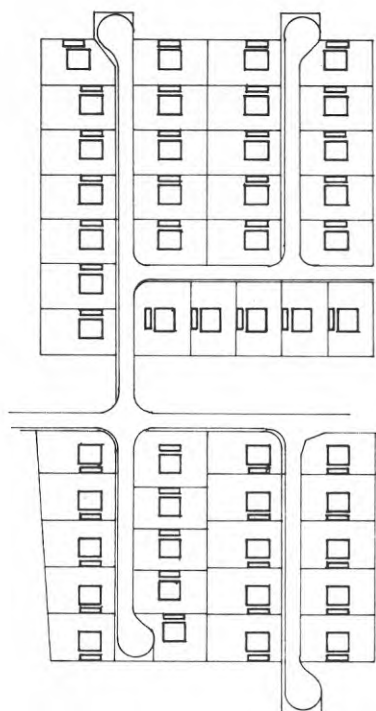


FIG. 4.1.1 Situationsplan, byggplats A

FIG. 4.1.2 Situationsplan,
byggplats B

BILAGA 3

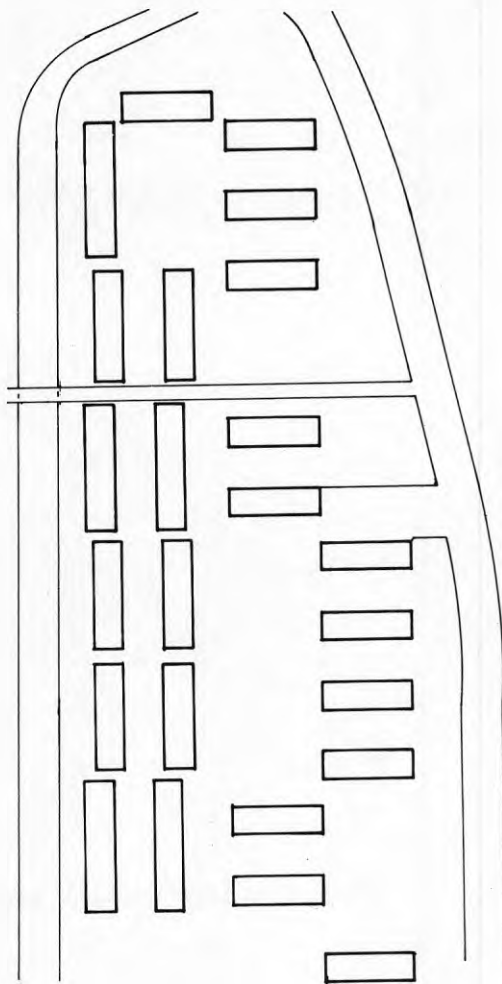


FIG. 4.1.3 Situationsplan, byggplats C

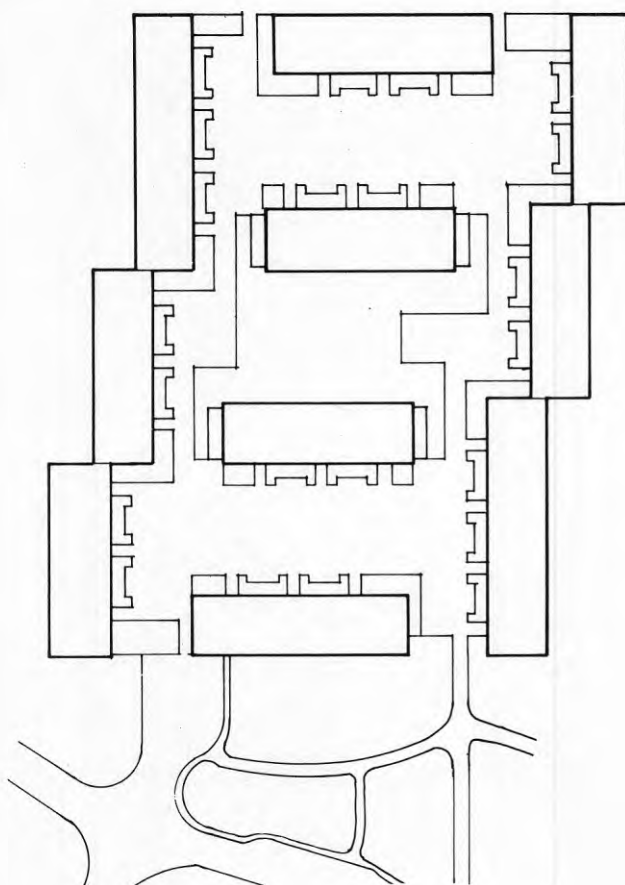


FIG. 4.1.4 Situationsplan, byggplats D.

BILAGA 3

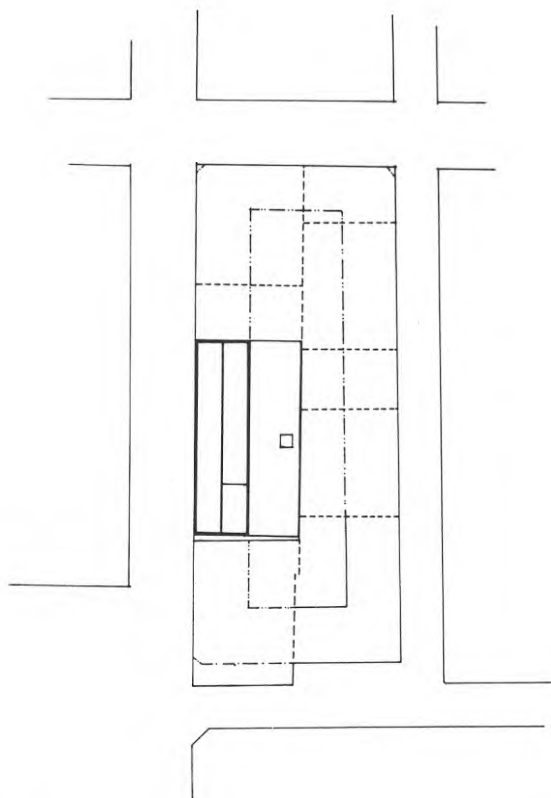


FIG. 4.1.5 Situationsplan, byggplats E

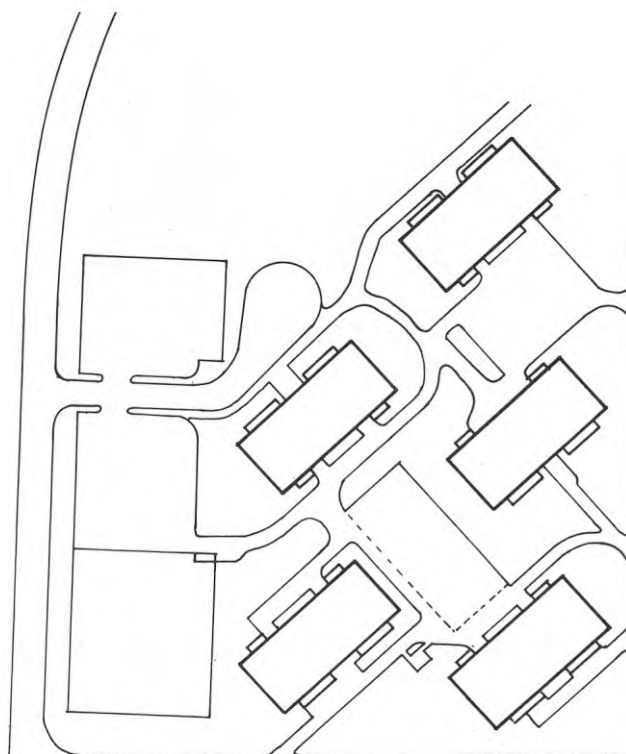


FIG. 4.1.6 Situationsplan, byggplats F

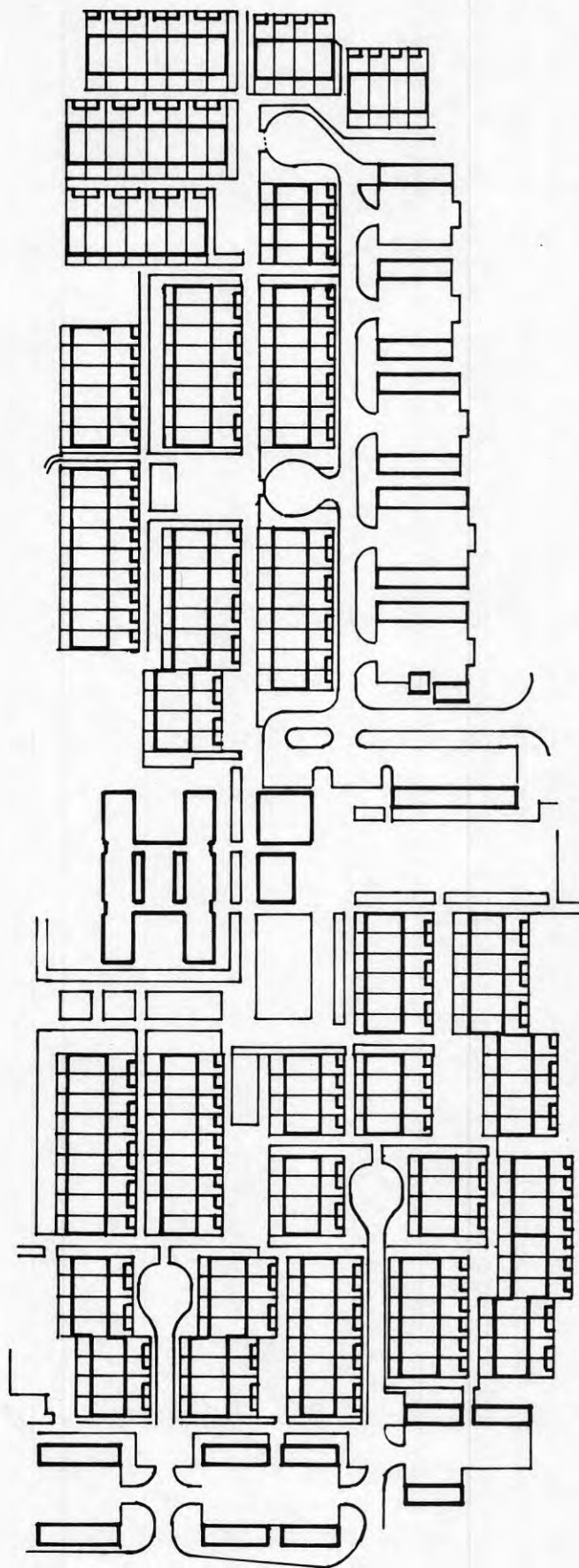


FIG. 4.1.7 Situationsplan, byggplats G

R1: 1974

Denna rapport hänför sig till anslag E 902 från Statens råd för byggnadsforskning till AB Skånska Cementgjuteriet, Stockholm.

Rapporten ingår i BFRs program för transportforskning som sammanhålls av BFRs transportnämnd.

Försäljningsintäkterna tillfaller fonden för byggnadsforskning.

Distribution: Svensk Byggtjänst, Box 1403, 111 84 Stockholm

Grupp: produktion

Pris: 24 kronor + moms