

3106  
~~4066~~

*§*

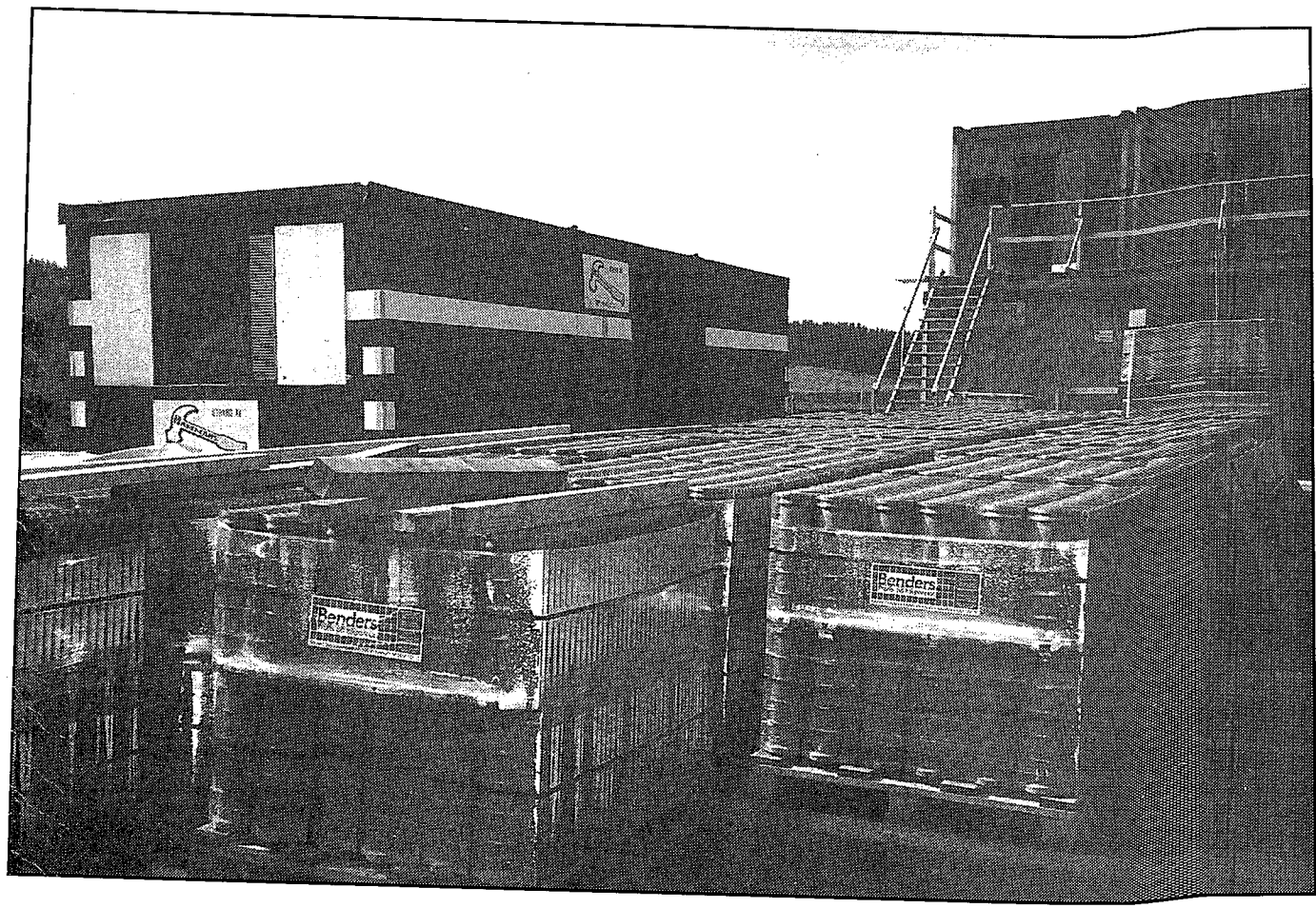


# RAPPORT

9603

## Effektivare materialanvändning på byggarbetsplatsen

En studie av materialspill



Nadja Lindhe

EFFEKTIVARE MATERIALANVÄNDNING  
PÅ BYGGARBETSPLATSEN

En studie av materialspill

Göteborg, i maj 1996

Nadja Lindhe

## FÖRORD

Projektet "Effektivare materialanvändning på byggarbetsplatsen" startade 1994 inom FoU-Väst med stöd av SBUF och BFR.

Resultaten i rapporten bygger på de mätningar av materialspill och de intervjuer som gjorts på 14 byggarbetsplatser i Göteborgsregionen. Jag vill rikta ett speciellt tack till arbetsledningen vid dessa arbetsplatser utan vars hjälp studien ej hade kunnat genomföras.

Projektgruppen har varit sammansatt av ett flertal personer. Stort tack till Kjell Axelson, Siab, Hans Rylander, NCC, Göran Winberg, Fo Peterson & Söner Byggnads AB, Bengt Larsson, CTH och Pär Åhman, Byggmästareföreningen Väst för deras stöttning och värdefulla hjälp.

Slutligen vill jag rikta ett varmt tack till alla som bidragit till genomförandet av projektet.

Göteborg, maj 1996

Nadja Lindhe

# INNEHÅLL

## FÖRORD

## INNEHÅLL

SAMMANFATTNING.....	1
1. INLEDNING.....	3
1.1 Bakgrund.....	3
1.2 Projektets målsättning.....	3
1.3 Genomförande.....	4
2. BEGREPPSFÖRKLARINGAR.....	5
2.1 Materialspill.....	5
2.2 Mängdkategorier.....	5
2.3 Drifttillskott och arbetsplatstillskott.....	6
3. TILLVÄGAGÅNGSSÄTT FÖR MÄTNINGAR AV MATERIALSPILL.....	7
3.1 Uppföljning på arbetsplatserna.....	7
3.2 Mätningarnas omfattning.....	7
3.3 Beräkningar.....	8
4. RESULTAT AV MÄTNINGAR OCH INTERVJUER.....	9
4.1 Mätobjekt.....	9
4.2 Materialslag.....	9
4.3 Mätresultat från byggarbetsplatser.....	11
4.3.1 Nyproduktion av skola.....	11
4.3.2 Nyproduktion av skyddsrum och kontor med stomme av betong.....	14
4.3.3 Nyproduktion av 13 småhus med stommar av trä....	15
4.3.4 Ombyggnad av kontorslokaler i centralt belägen äldre fastighet.....	18
4.3.5 Om- och tillbyggnad av äldre skola.....	20
4.3.6 Ombyggnad av bostäder till äldreboende.....	23
4.3.7 Stomkomplettering av sjukhusbyggnad.....	28
4.3.8 Om- och tillbyggnad av kulturbyggnad.....	30
4.3.9 Tillbyggnad av kontorslokaler.....	34
4.3.10 Nyproduktion av 7 småhus med stommar av trä....	36
4.3.11 Ombyggnad av sjukhus.....	39
4.3.12 Nyproduktion av 14 parhus med stommar av trä....	42
4.3.13 Nyproduktion av studentbostäder med stomme av betong.....	45
4.3.14 Om- och tillbyggnad av affärscentrum.....	47
4.4 Sammanställning av spillprocent utifrån gjorda mätningar.....	49
4.5 Resultat av intervjuer.....	52

4.5.1	Projektering.....	52
4.5.2	Planering och arbetsberedning. Kvalitetsplaner och uppföljning.....	53
4.5.3	Inköp, inköps- och leveransplaner.....	55
4.5.4	Mottagningskontroll.....	56
4.5.5	Mellanlagring och upprättande av arbetsplatsdispositionsplan.....	57
4.5.6	Informationsutbyte på arbetsplatsen.....	58
4.5.7	Platsledningens- och övriga medarbetares engagemang.....	59
5.	JÄMFÖRELSE MED TIDIGARE STUDIE.....	61
6.	KALKYLSKEDETS MATERIALFÖRBRUKNINGSTAL.....	65
7.	KOSTNADSUPPFÖLJNING.....	66
7.1	Vad kostar materialsplet byggarbetsplatsen?.....	66
7.2	Färdigkapat eller standarddimensioner/fallande längder.....	68
7.3	Kostnad för överskottsmaterial.....	69
7.4	Vilka material har störst besparingpotential?.....	70
8.	REKOMMENDATIONER.....	72
8.1	Arbetsplatsernas syn på vad som är karakteristiskt för en arbetsplats med låga spillprocent.....	72
8.2	Övergripande faktorerers betydelse för reduktion av materialspill.....	73
8.3	Rekommendationer för varje enskilt material.....	76
9.	SLUTSATSER.....	82
10.	MATERIALSPILLSSTUDIER I NÅGRA ANDRA LÄNDER I EUROPA.....	84
	REFERENSLITTERATUR.....	86
	BILAGA 1.....	87
	BILAGA 2.....	89

## SAMMANFATTNING

I följande rapport redovisas resultatet av de mätningar av materialspill och intervjuer som utförts på 14 byggarbetsplatser i Göteborgsregionen. Projektet har initierats av FoU-Väst och är en uppföljning av en studie som utförts 1983 av FoU-Väst i samarbete med Chalmers Tekniska Högskola, "Materialförbrukning på Byggarbetsplatsen" (Larsson B).

Syftet med projektet har varit att ge en uppfattning om materialspillens storlek i dagsläget, jämföra resultaten med den förra studien och peka på faktorer som kan reducera materialspillen.

Resultaten av mätningarna redovisas för varje enskild byggarbetsplats. Arbetsplatsernas totala spill är uppdelat på ett sk drifttillskott och ett arbetsplatstillskott. Drifttillskottet är det spill som uppkommer vid inbyggnadsstället (t ex kapspill) medan arbetsplatstillskottet är det spill som uppstår till följd av lagringsskador, hanteringsskador, stölder och överskott. En sammanställning av spillprocent utifrån gjorda mätningar visar att spillet från de 14 arbetsplatserna inte bara varierar mellan olika materialslag utan också mellan olika dimensioner av samma materialslag och mellan olika objekt. Det tycks vara byggarbetsplatsens speciella förutsättningar snarare än objektstypen som är avgörande för spillens storlek.

Ur mätningarna och intervjuerna har de viktigaste faktorerna för att reducera materialspill kunnat urskiljas. Framför allt engagemang och delaktighet i byggprocessen så tidigt som möjligt bland samtliga medarbetare, ger förutsättningar för att nå en optimal materialanvändning.

Jämförelsen med de värden som uppmättes vid studien -83 visar en klar tendens till att spillprocenten har minskat. Framför allt arbetsplatstillskotten tycks ha minskat. Några av skälen verkar vara att materialen hanteras varsammare på byggarbetsplatserna, mindre kvantiteter beställs, ökad frekvens av lagring direkt vid inbyggnadsstället och ökad frekvens av beställning av specialförpackningar (t ex, våningsvis/lägenhetsvis).

En jämförelse har också gjorts mellan uppmätta värden och kalkylskedets materialförbrukningstal. Kalkylvärdena ligger generellt något lägre än de uppmätta värdena, men skillnaden är betydligt mindre än vid studien -83.

Spillet från armering, betong, gips och trä tycks vara kostsammast om man ser till värdet baserat på inköpspris. Det är teoretiskt möjligt att uppnå nollspill genom att köpa färdigklippt och färdigbockad armering eller konfektionerat skivmaterial, trä och isolering. Några av förutsättningarna för att nå optimala effekter med konfektionerat material är; beslut om användning redan i tidigt projekteringsskede, rationella väggtyper med långa serier, rätt nivå på litterering, noggrann information till medarbetare på byggarbetsplatsen samt kombinationer av konfektionerad och konventionell metod.

Av det totala spillet utgörs en viss mängd av överskott som ej tas tillvara. Mätningarna visar överskott på mellan 1-12 % av inköpt materialmängd. Av dessa överskott kasseras en stor andel på grund av att hantering och transport kostar mer än vad materialet är värt.

Utifrån de samlade resultaten har rekommendationer för varje materialslag sammanställts. Dessa är tänkta som en liten vägvisning till hur man bör resonera för att "effektivisera materialanvändningen på bygget".

# 1. INLEDNING

## 1.1 Bakgrund

Bättre materialhantering och materialhushållning har sedan länge diskuterats i byggbranschen. Det är känt att byggarbetsplatsernas materialkostnad uppgår till mellan 30 - 40 % av den totala produktionskostnaden. En minskning av det "spill" som förekommer på olika byggmaterial i produktionskedet skulle således kunna innebära besparingar för både byggföretag och beställare/slutkunder.

För att få en uppfattning om spilllets storlek arbetade Byggmästareföreningen Väst tillsammans med Chalmers Tekniska Högskola under 70-talet fram principer för hur mätningar av materialspill skulle utföras. Några år senare gjordes enligt dessa principer en omfattande studie, "Materialförbrukning på byggarbetsplatsen" (Larsson B), 1983. Denna gång genomfördes studien av företagen inom FoU-Väst i samarbete med Chalmers Tekniska Högskola. Avsikten var att bredda och fördjupa kunskapen om storleken på materialspillet och peka på vilka besparingar som kunde göras genom rätt materialhantering.

Vid undersökningen -83 kartlades förbrukningen av ett antal på byggarbetsplatsen vanligt förekommande material; armering, betong, betongtakpannor, board, bult, gipsskivor, isolering, murbruk, plywood, rör, golvspånskivor, flytspackel, fasadskivor, tegel och trä. Resultaten visade att det verkliga materialspillet var betydligt större än det kalkylerade.

Hur ser det då ut 1995? Har lågkonjunktur, kvalitetssystem, materialadministrativa åtgärder etc, haft någon inverkan på materialförbrukningen?

## 1.2 Projektets målsättning

Projektets målsättning har varit att genom mätningar och intervjuer på ett antal byggarbetsplatser ta reda på omfattningen av materialspillet och försöka härleda orsakerna. Jämförelser har gjorts med undersökningen -83 för att ge en indikation på om spillet har ökat, är oförändrat eller rentav minskat och i så fall orsaken till detta.

För att få en så relevant jämförelse som möjligt har projektet varit upplagt på samma sätt som tidigare och i stort sett samma materialslag har studerats. Projektet har gått något längre än den tidigare studien (-83) i försöken att påvisa vilka faktorer som inverkar på spilllets storlek. De faktorer som varit av särskilt intresse att studera är projektering, graden av planering, organisationsstruktur, arbetsberedning, inköpsrutiner, informationshantering och engagemang på arbetsplatsen.



### 1.3 Genomförande

Det praktiska genomförandet av projektet har gjorts i två steg:

- Mätningar av materialspill på byggarbetsplatser
- Intervjuer på byggarbetsplatser

#### Mätning av materialspill på byggarbetsplatser

Spilletts storlek har mätts vid 14 olika byggarbetsplatser. Orsakerna till spilletts uppkomst har i de fall det varit möjligt härletts. Vid samtliga arbetsplatser har i genomsnitt 3 olika material studerats. Mätningarna har utförts enligt de principer som tagits fram i "Metoder för mätning av materialförbrukning" (Andreasson et al), 1975.

De objektstyper som studerats har varierat från nyproduktion av bostäder och skolor till om- och tillbyggnad av äldre fastigheter, sjukhus och affärslokaler. De skiljer sig något från objekten i undersökningen - 83 eftersom byggmarknaden ser annorlunda ut idag än i början av 80-talet.

#### Intervjuer på byggarbetsplatserna

För att få produktionsfolkets syn på hur olika faktorer kan tänkas inverka på materialförbrukningen gjordes intervjuer på byggarbetsplatserna. Vid intervjutillfällena deltog i flertalet fall både platschef, arbetsledare och yrkesarbetare. Överallt var man mycket öppen och delade gärna med sig av tankar och erfarenheter.

## 2. BEGREPPSFÖRKLARINGAR

### 2.1 Materialspill

Spill definieras enligt "svensk ordbok" som:

"något som blir över vid hantering av material e. d., och som vanligen ej används"

Materialspill från byggarbetsplatser kan sägas omfatta all onödig förbrukning av material. Begreppet definieras i projektet, "Metoder för mätning av materialförbrukning" (Andreasson et al), 1975, så här:

- spill orsakat av lagring och transport på arbetsplatsen
- spill vid tillverkningen
- spill som uppkommit vid inbyggandet av materialet
- spill som uppkommit vid en oekonomisk tillkapning av materialet
- spill orsakat av att överskottsmaterial ej tagits till vara
- spill orsakat av att materialet använts till annat än avsett
- spill orsakat av stöld
- spill orsakat av felanvändning
- spill orsakat av att rätt kvantitet ej är beställd

### 2.2 Mängdkategorier

Materialspillsmätningarna har utförts enligt de principer som tagits fram i "Metoder för mätning av materialförbrukning" (Andreasson et al), 1975. Man systematiserar mängdangivelserna enligt olika nivåer som benämns "mängdkategorier". Spillet har beräknats utifrån tre mängdkategorier som uppmätts på respektive byggarbetsplats. Dessa mängdkategorier är:

- Nettomängd
- Driftmängd
- Totalmängd

**Nettomängden** avser den mängd material som kan bestämmas ur ritningar och beskrivningar. Vid ombyggnadsarbeten är det inte säkert att mängden kan bestämmas direkt från ritning utan måste göras genom uppmätning på platsen. Vid tillkommande arbeten har storleken av detta tillskott lagts till nettomängden.

**Driftmängden** är den mängd material som i praktiken åtgår för att utföra ett visst arbetsmoment. Driftmängden bestäms i princip genom att mäta den mängd material som är framkörd till inbyggnadsstället. I denna undersökning har driftmängden främst bestämts genom stickprovsmätningar av vissa arbetsmoment.

**Totalmängden** avser den till objektet totalt levererade mängden och bestäms genom summering av fakturor som stämts av mot följesedlar.

### **2.3 Drifftillskott och arbetsplatstillskott**

Utifrån mängdkategorierna bestäms olika former av materialspill. Det totala spillet delas in i två typer av tillskott, ett drifftillskott och ett arbetsplatstillskott.

**Totalt spill** är skillnaden mellan totalmängd och nettomängd.

**Drifftillskottet** är skillnaden mellan driftmängd och nettomängd. Tillskottet uppkommer på arbetsstället vid tillverkningen och utgörs framför allt av kapspill till följd av exempelvis kapmån, ursparingar, oekonomisk tillkapning av materialet, bortklipp (avser armering) etc.

**Arbetsplatstillskottet** avser skillnaden mellan totalmängd och driftmängd. Detta uppkommer på arbetsplatsen till följd av att material används till annat än avsett, lagringsskador, hanteringsskador, stölder och överskott.

### **3. TILLVÄGAGÅNGSSÄTT FÖR MÄTNINGAR AV MATERIALSPILL**

Materialspillsmätningar har gjorts vid arbetsplatser inom Siab, NCC, FO Peterson & Söner Byggnads AB, Skanska, JM, Fristad Bygg och SBS. Valet av arbetsplatser gjordes av respektive företags representanter inom FoU-Väst. Arbetsplatser valdes som passade materialspillstudiens tidplan.

#### **3.1 Uppföljning på arbetsplatserna**

Uppföljningarna inleddes med ett besök på byggarbetsplatsen. Tillsammans med arbetsledningen bestämdes vilka material som kunde vara tänkbara att studera utifrån materialspillstudiens och byggarbetsplatsens förutsättningar. Vidare beslutades hur uppföljningen skulle gå till, vem som skulle utföra mätningarna och hur mätresultaten skulle redovisas. Samtliga på byggarbetsplatsen informerades om projektets syfte.

I uppföljarnas arbete ingick att så noga som möjligt följa materialen från leverans till inmontering och notera spillens storlek och orsaker. I arbetet ingick också att ta fram nettomängder och totalmängder samt att utföra stickprov på ett antal utvalda byggnadsdelar så att driftmängder kunde beräknas. Särskilda blanketter togs fram för att underlätta insamlandet av mätvärden.

Uppföljningarna sköttes i de flesta fallen av platschef eller arbetsledare. Vid tre arbetsplatser utfördes de av projektanställda observatörer.

Ungefär en gång i månaden besökte projektledaren byggarbetsplatserna för att stämma av hur mätningarna fungerade. Mot slutet av uppföljningarna gjordes också en intervju med platsledning och yrkesarbetare. När uppföljningarna var avslutade sammanställdes mätresultaten i en "arbetsplatsrapport" som delgavs arbetsledningen och observatörer på respektive arbetsplats.

#### **3.2 Mätningarnas omfattning**

Mätningarna har nästan uteslutande gjorts från produktionens start till dess slut, s k totalundersökning. Under tiden har de också kompletterats med stickprovsmätningar. Vid någon enstaka byggarbetsplats har den totala materialförbrukningen beräknats enbart utifrån stickprovsmätningar, i detta fallet ett begränsat antal våningar. En totalundersökning ger en riktigare bild av vad som sker med materialet under byggtiden varför denna metod har varit att föredra.

Totalt har materialspillet på 15 vanligt förekommande material uppmätts; armering, betong, betongtakpannor, dörrar, fästdon, fasadskivor, fogmassa, fönster, gipsskivor, golvspånskivor, isolering, lister, tegel, trä och stålreglar.

### 3.3 Beräkningar

Med hjälp av de iakttagelser och beräkningar av materialkategorier som gjorts på byggarbetsplatserna framräknades de olika spillprocenten:

- **Totalt spill (%)** =  $((\text{totalmängd}/\text{nettomängd}) - 1) * 100$
- **Drifftillskott (%)** =  $((\text{driftmängd}/\text{nettomängd}) - 1) * 100$
- **Arbetsplatstillskott (%)** =  $\text{totalt spill (\%)} - \text{drifftillskott (\%)}$

## 4. RESULTAT AV MÄTNINGAR OCH INTERVJUER

### 4.1 Mätobjekt

Följande objekt har studerats:

Arbetsplats	1	Nyproduktion av skola med stomme av betong
"	2	Nyproduktion av skyddsrum och kontor med stomme av betong
"	3	Nyproduktion av 13 småhus med stommar av trä
"	4	Ombyggnad av kontorslokaler i centralt belägen äldre fastighet
"	5	Om- och tillbyggnad av äldre skola
"	6	Ombyggnad av bostäder till äldreboende
"	7	Stomkomplettering av sjukhus
"	8	Om- och tillbyggnad av kulturbyggnad
"	9	Tillbyggnad av kontorslokaler
"	10	Nyproduktion av 7 småhus med stommar av trä
"	11	Ombyggnad av sjukhus
"	12	Nyproduktion av 14 parhus med stommar av trä
"	13	Nyproduktion av studentbostäder med stomme av betong
"	14	Om- och tillbyggnad av affärscentrum

Som framgår av sammanställningen ovan har studier gjorts på 6 nybyggnader, 7 om- och tillbyggnader och 1 stomkomplettering.

### 4.2 Materialslag

Vid varje arbetsplats studerades i genomsnitt 3 olika material. De material som tillkommit utöver den tidigare studien har markerats med (ny). De material som ej följts upp denna gång är board, plywood, murbruk, rördelar och flytspackel.

**Armering** omfattar mätningar vid 4 olika arbetsplatser, två nybyggnader och två tillbyggnader, och avser armeringsjärn och nät i bottenplatta, bjälklag, väggar, grundmurar och plintar. (sid 12, 15, 31, 36)

**Betong** omfattar mätningar vid 3 arbetsplatser, två tillbyggnader och en nybyggnad, och avser olika sorters betong i bottenplatta, bjälklag, väggar, grundmurar och plintar. (sid 33, 36, 46)

**Betongtakpannor** omfattar mätningar vid 2 arbetsplatser, båda avsåg småhusbyggande. (sid 38, 44)

- Dörrar (ny)** omfattar mätningar vid 3 arbetsplatser, två ombyggnader och en tillbyggnad. (sid 23, 27, 41)
- Fästdon** omfattar mätning av karmskruv vid 1 arbetsplats, en ombyggnad. (sid 27)
- Fasad-skivor** omfattar mätning vid 2 arbetsplatser, en nybyggnad och en ombyggnad. (sid 13, 26)
- Fog-massa (ny)** omfattar mätningar vid 2 arbetsplatser, ett småhusbygge och en ombyggnad och avser fogning kring fönster samt fogning i underkant syllar. (sid 27, 45)
- Fönster (ny)** omfattar mätningar vid 2 arbetsplatser, en tillbyggnad och en ombyggnad. (sid 23, 27)
- Gipsskivor** omfattar mätningar vid 5 arbetsplatser, ett småhusbygge och 4 ombyggnader, och avser invändig och utvändig gips. (sid 18, 19, 25, 40, 49)
- Golvspån-skivor** omfattar mätningar vid 1 arbetsplats, en ombyggnad. (sid 20)
- Isolering** omfattar mätningar vid 5 arbetsplatser, två småhusbyggen, en stomkomplettering och två ombyggnader, och avser väggisolering. (sid 18, 29, 41, 43, 49)
- Lister (ny)** omfattar mätningar vid 4 arbetsplatser, en tillbyggnad, två ombyggnader och en nybyggnad, och avser fotlister och foder i trä. (sid 22, 27, 41, 47)
- Tegel** omfattar mätningar vid 3 arbetsplatser, alla tre nybyggnader, och avser utvändig murning med håltegel respektive massivtegel samt invändig målning med storsten (hålsten). (sid 12, 21, 37)
- Trä** omfattar mätningar vid 6 arbetsplatser, ett småhusbygge, en stomkomplettering, ett nybygge, en tillbyggnad och två ombyggnader, och avser främst stomvirke samt råspont. (sid 17, 20, 25, 29, 35, 46)
- Stål-reglar (ny)** omfattar mätningar vid 2 arbetsplatser, en ombyggnad och en nybyggnad, och avser stålreglar som använts vid utfackningsväggar. (sid 47, 48)

Underlaget är inte tillräckligt stort för att några definitiva slutsatser skall kunna dras beträffande spillrets medelvärde. Spridningen på mätvärdena är dessutom så pass stor att det troligen inte går att finna ett statistiskt genomsnitt. Framräknade medelvärden bör därför ses som tendenser.

## 4.3 Mätresultat från byggarbetsplatser

Sammanställningarna nedan har gjorts utifrån de arbetsplatsrapporter som gjorts för varje arbetsplats efter avslutade mätningar (se sid 6). Arbetsplatsrapporterna innehöll fakta om arbetsplatsen, arbetsplatsens förutsättningar, beräkningar av materialspill och kommentarer till spillets storlek. Resultaten redovisas för varje enskild arbetsplats och behandlas anonymt.

### 4.3.1 Nyproduktion av skola

#### Allmänt om objektet

**Objektsbeskrivning:** Byggnaden bestod av två plan och källare med skyddsrum (utfördes prefabricerat). Varje plan var ca 1900 m<sup>2</sup>. Källardelen utfördes med stomme av betong samt plattbärlag. Fasadbeklädnaden utgjordes av tegel och skivmaterial. Byggnaden utfördes L formad med cirkulär innergård. På området fanns gott om utrymme för materialupplag.

**Entreprenadform:** Totalentreprenad.

**Arbetsorganisation:** På platsen fanns en platschef, tre arbetsledare, en utsättare, en lagbas och ca 14 egna yrkesarbetare. Arbetsledarna ansvarade för var sin del och en av dem skötte även leveranser och inköp till arbetsplatsen. Platschefen stod för den övergripande planeringen.

**Projektering:** Byte av arkitekt under projekterings gång ledde till sena handlingar. Detta innebar i sin tur mindre tid för planering.

**Planering, beredning:** Fyra veckor före byggstart användes till att göra inköpsplan och handla upp de stora leveranserna. Man startade mycket ambitiöst med kvalitetsarbetet men upplevde dock att tiden ej räckte till. Arbetsberedningar gjordes kontinuerligt och planeringsmöten hölls en gång i veckan. Arbetsledarna informerade sina lag inför varje nytt moment.

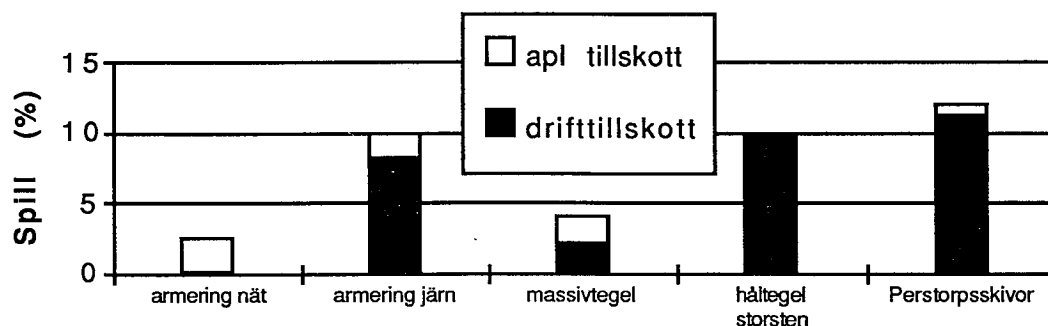
**Material som mätts:** Armering, tegel och Perstorpsskivor.

#### Mätresultat

material	enhet	nettomängd	driftmängd	totalmängd
armering, nät	kg	11270	11281	11551
armering, järn	kg	29299	31556	32235
massivtegel	st	53793	54580	55890
håltegel, storsten	st	23832	26264	26264
Perstorpsskivor	m <sup>2</sup>	481	537	540

Figur 1. Uppmätta materialmängder





Figur 2. Totalt materialspill i procent av nettomängden.

### Kommentarer till mätningar

#### **Armering**

Armering köptes färdigbockad och färdigklippt. Man köpte också en viss mängd lösjärn som framför allt använts som monteringsjärn.

Största andelen armering låg i bottenplatta och skyddrumsbjälklag. Bottenplattan nätarmerades med NPS 70 6150 och övriga bjälklag med NPS 50 6200. Armeringsjärn med dimensionerna med  $\varnothing 8$ ,  $\varnothing 10$ ,  $\varnothing 12$ ,  $\varnothing 16$  mm har använts.

Spillet på nätarmeringen var 2,5 %. Drifftillskottet blev i princip noll och arbetsplatstillskottet berodde främst på att några nät (225 kg) blivit över.

Spillet på järnen blev 10 % varav drifftillskottet utgjorde större delen. Dimensionen  $\varnothing 10$  mm Ks 500 uppvisade det största drifftillskottet, motsvarande ca 1400 kg (42 % av nettomängden på  $\varnothing 10$  mm), av vilka ca 1000 kg använts som monteringsjärn. Även  $\varnothing 16$  mm uppvisade ett drifftillskott på ca 1000 kg (7 % av nettomängden på  $\varnothing 16$  mm). Någon förklaring till detta kunde emellertid ej ges. Arbetsplatstillskottet bestod av överblivna järn och byglar. Av  $\varnothing 12$  mm Ks 500 återstod 562 kg raka järn. Ursprungligen skulle denna dimension ha använts för att binda ihop formen. Armerarna föredrog dock en klenare dimension,  $\varnothing 10$  mm Ks 500.

#### **Tegel**

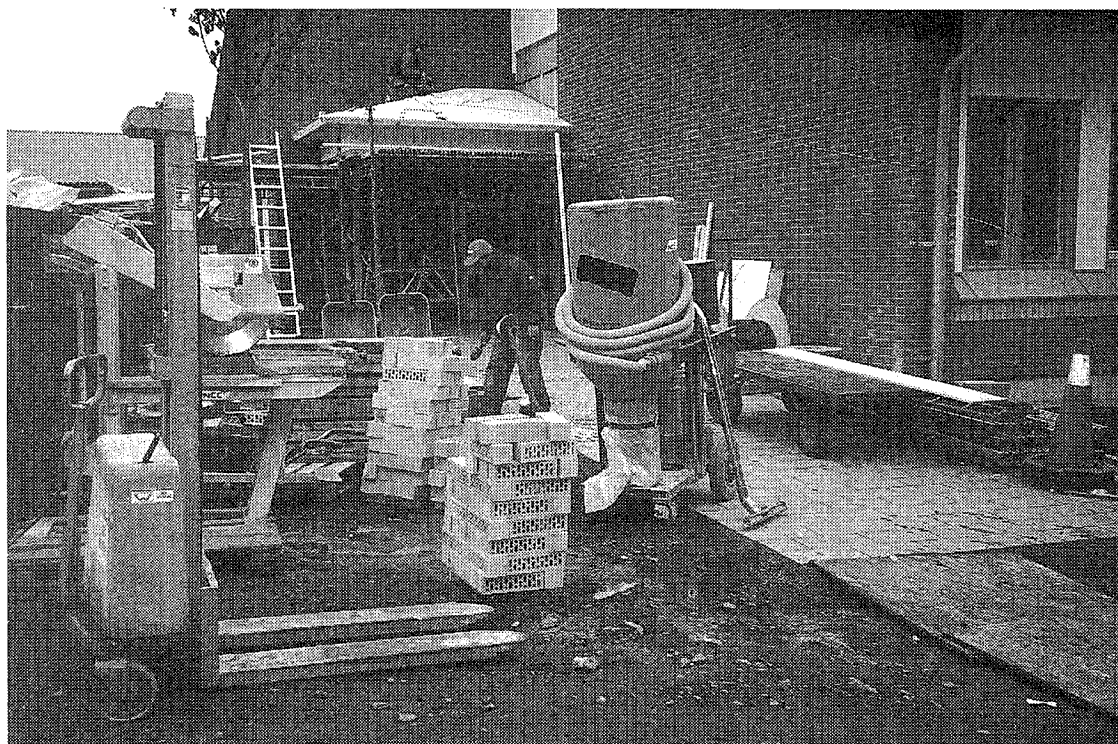
Murning skedde både utvändigt och invändigt. Utvändigt användes massivtegel och invändigt håltegel med dimensionen 287\*87\*87 mm, s k storsten. Två erfarna murare utförde arbetet. Murning utfördes utvändigt med halvstensförband och invändigt med kvartsförskjutet halvstensförband. Den genomsnittliga förbrukningen var 52 respektive 36 sten/m<sup>2</sup>.

Teglet lagrades utomhus i flak och kördes med tegelkärria till inbyggnadsstället på traditionellt vis.

Spillet på massivtegel blev 4 %. Drifftillskottet uppkom vid huggning av stenar vid hörn, nock, fönster och dörrar. Arbetsplatstillskottet berodde på att

ett antal stenar krossats i hanteringen på arbetsplatsen, bland annat till följd av att pallar vält. Vissa skadade stenar kunde dock användas i fasaden där ytterväggarna putsades. 192 stenar blev över vilket enligt platschefen var ovanligt lite.

Storstenens kvalitet var sämre än massivteglets. Många stenar var så skadade redan i pallarna att de inte gick att använda. Trots storleken tog det ungefär lika lång tid att mura med storstenen som med massivstenen.



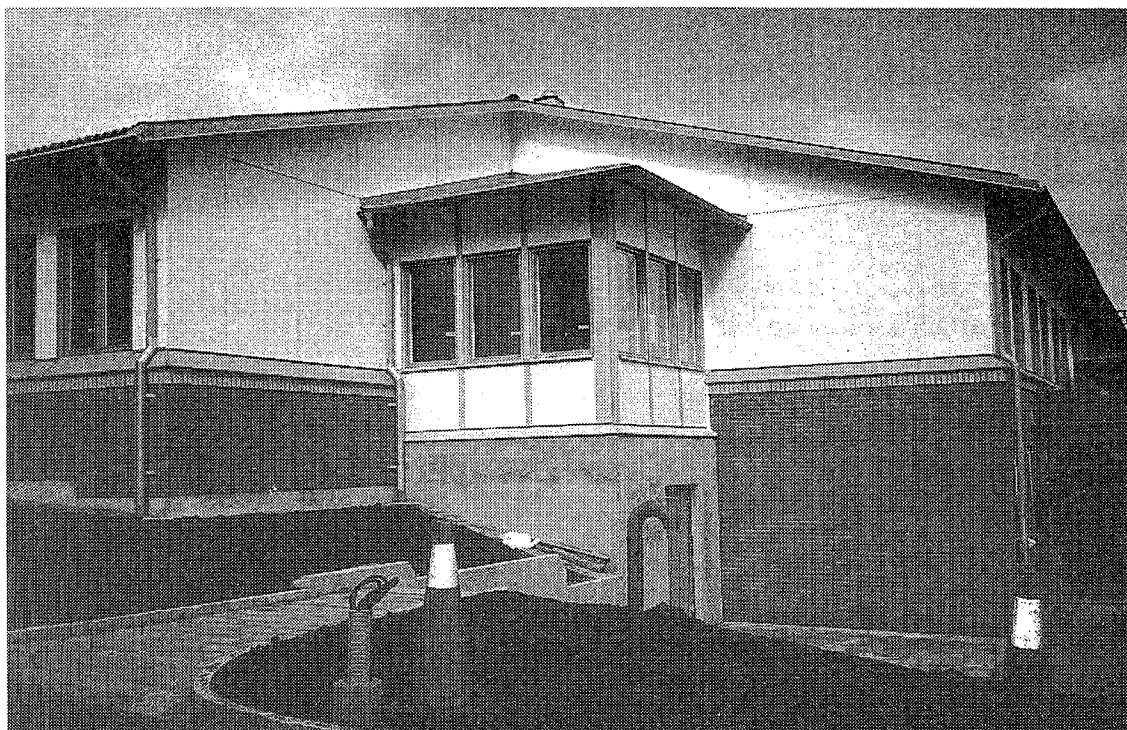
*Figur 3. Storsten, håltegel, för invändig murning*

### **Fasadskivor**

Perstorpsskivor (bestående av papper och hårdplast) sattes under takfot, kring fönsterpartier på våning 2 samt i större delen av innergården.

Beställningen av skivorna föregicks av noggrann planering och beredning. Perstorpsskivorna betalades i färdigkapade längder för att minimera materialförbrukningen vilket höjde inköpspriset med ca 5 %.

Som framgår av fig. 2 blev spillet 12 %. Drifttillskottet bestod till största delen av kappspill i form av smala remsor (ändbitar) och sneda bitar (takvinklar). Innergårdens utformning, små ytor och många vinklar bidrog till ett ökat kappspill. Arbetsplatstillskottet blev i det närmaste noll. Endast en skiva gick sönder på grund av ovarsam hantering.



Figur 4. Perstorpsskivor under takfot och kring fönster på våning 2

#### 4.3.2 Nyproduktion av skyddsrum och kontor med stomme av betong

##### Allmänt om objektet

**Objektsbeskrivning:** Entreprenaden omfattade nyproduktion av skyddsrum och kontor. Stommen utfördes av platsgjuten betong. Arbetsplatsen var relativt trång med få möjligheter till avställningsytor.

**Entreprenadform:** Generalentreprenad.

**Arbetsorganisation:** Organisationen på arbetsplatsen bestod av produktionschef med ansvar för tidplan och planering samt projektingenjör med ansvar för inköp. Dessutom fanns en arbetsledare, en trainee, lagbas och ett lag bestående av 20 - 25 egna yrkesarbetare. På prov arbetade man efter ett nytt lönesystem (kvalitet-nollfel). Det innebar bl a att man arbetade helt öppet med budget gentemot yrkesarbetarna.

**Projektering:** Två olika projektörer var involverade i projekteringen. Samordningen mellan dessa fungerade ej tillfredställande.

**Planering, beredning:** Före byggstart gick arbetsledningen under 2 dagar igenom bygget med laget i syfte att skapa engagemang bland medarbetarna.

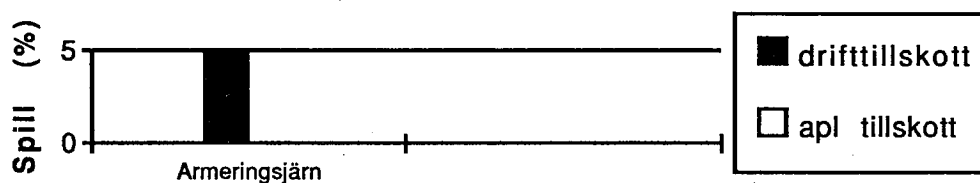
Lagbasen var med i planeringsfasen före byggstart. Protokollförda planeringsmöten hölls under byggtiden en gång i veckan och varje fredag gick protokollen igenom med yrkesarbetarna. Arbetsberedningar gjordes fortlöpande tillsammans med yrkesarbetare.

**Material som mätts:** Armeringsjärn  $\varnothing$  8,  $\varnothing$ 10,  $\varnothing$ 12,  $\varnothing$ 16 mm. Mängder och spill framgår av fig. 5 och 6.

### Mätresultat

Material	Enhet	Nettomängd	Driftmängd	Totalmängd
armering, järn	kg	155 250	162 421	162 573

Figur 5. Uppmätta armeringsmängder



Figur 6. Armeringsspill i procent av nettomängden

### Kommentarer till mätningar

#### **Armering**

Armeringen klipptes och bockades på platsen. En armerare ansvarade för klippningen och bockningen och skötte även beställningen av järnen. Järnen lagrades i ställ vid bockningsmaskinen. På grund av markförhållandena tvingades man dela upp beställningarna på fler leveranstillfällen.

Uppföljningen visade ett drifttillskott på 5 %. Skälen till drifttillskottet var bortklipp vid tillverkning av byglar och klippta järn (ca 4000 kg) samt användning av dimension  $\varnothing$ 8 mm och  $\varnothing$ 10 mm som monteringsjärn (sammanlagt ca 3000 kg). Arbetsplats-tillskottet blev i princip noll. Några raka järn  $\varnothing$ 16 mm blev över (ca 152 kg) vilka troligen användes vid igengjutning efter kran.

Platsledningen förklarade det låga spillet med att man haft mycket skickliga armerare på platsen.

#### **4.3.3 Nyproduktion av 13 småhus med stommar av trä**

##### Allmänt om objektet

**Objektsbeskrivning:** Objektet avsåg nyproduktion av småhus och var en deletapp i ett större projekt. Den etapp som studerats bestod av 13

tvåvåningshus om totalt ca 50 lägenheter. Samtliga hus utfördes med stomme av trä. Fasadbeklädnaden utgjordes på elva av husen av träpanel. Tillverkning av ytterväggselement och bärande innerväggar utfördes i fältfabrik.

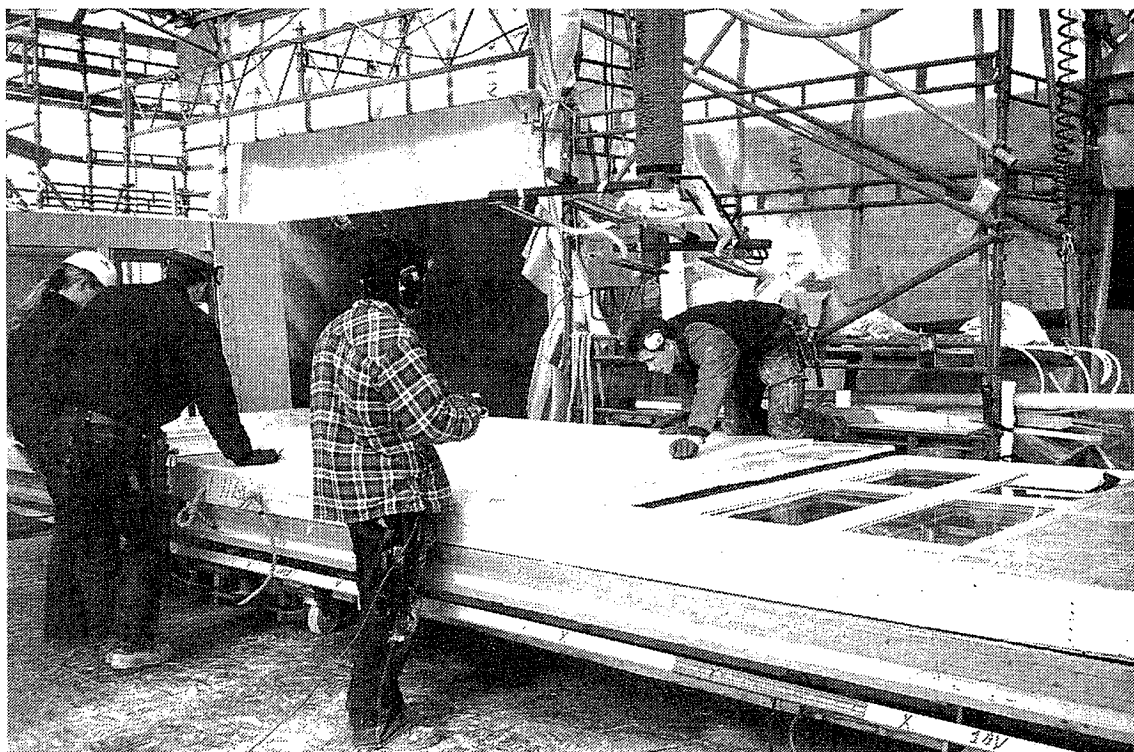
**Entreprenadform:** Totalentreprenad.

**Arbetsorganisation:** På arbetsplatsen fanns en platschef och 3 arbetsledare varav en ansvarat för produktion och montering, en för grundläggning och en för inredning och stomkomplettering. Laget bestod av lagbas och ca 30 egna yrkesarbetare.

**Projektering:** Till följd av entreprenadformen har man i viss mån kunnat styra detaljutformningen så det passat produktionssystemet.

**Planering, beredning:** I stort sett färdigplanerat före byggstart. Under byggtiden hölls veckomöten där den rullande planeringen och tidplan dryftades. Information till laget skedde en gång i veckan då man bl a diskuterade materialfrågor. Lagbasen deltog i den dagliga planeringen.

**Material som mätts:** Invändig gips, isolering och trä vid tillverkning av väggar i fältfabrik.

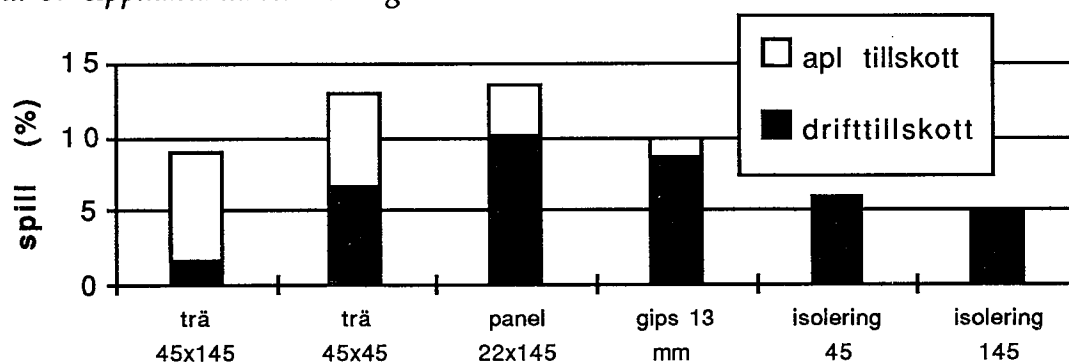


Figur 7. Tillverkning av väggelement i fältfabrik

## Mätresultat

Material	Enhet	Nettomängd	Driftmängd	Totalmängd
trä 45x145 mm	m'	10 958	11 122	11 964
trä 45x45 mm	m'	11 312	12 047	12 757
panel 22x145 mm	m'	22 912	25 203	26 000
gips 13 mm	m2	6 957	7 548	7 670
isolering 45 mm	m2	1 699	1 801	1 801
isolering 145 mm	m2	2 041	2 143	2 143

Figur 8. Uppmätta materialmängder



Figur 9. Spill i procent av nettomängden

### Kommentarer till mätningar

#### Trä

Dimensionerna 45x145 mm, 45x45 mm och liggande panel 22x145 mm i ytterväggsstrukturen studerades. Stolpar av 45x145 mm köptes exaktkapade medan hammarband och syll köptes i fallande längder. Stående reglar 45x45 mm köptes i 2.40 meterslängder och liggande reglar köptes fallande. Panelen köptes i uttagna längder.

Virke till 4-5 hus åt gången levererades. Det färdigkapade virket lagrades i fältfabriken medan fallande längder lagrades utomhus under presenning. Även panelen lagrades utomhus.

Spillprocenten varierade mellan de olika virkesdimensionerna. Drifttillskottet av dimensionen 45x145 mm, 1,5 %, bestod av kapspill från fallande längder, syll, hammarband och fönsterstolpar. Drifttillskottet av reglar 45x45 mm var något högre, 6,5 %, och var huvudsakligen kapspill som uppstått vid tillkapning av reglar vid fönster och dörrar. Den liggande panelen uppvisade det största drifttillskottet, 10 %, även detta till följd av kapspill vid fönster och dörrar.

Arbetsplatstillskottet har ej kunnat kvantifieras. Man uppskattade att ca 5 % sorterades bort på grund av krokighet, kvistar, och höga fuktkvoter.

Ca 200 m' panel kasserades på grund av kvisthål. Vid ett flertal tillfällen har dåligt virke reklamerats.

### **Gips**

Mätningar har gjorts av 13 mm gips (b=1,2 m) i bärande innerväggar, ytterväggar och tak. Dubbel gips sattes endast i bottenvåningarnas ytterväggar.

Våningshöga skivor köptes, en längd till vardera våning (till första huset användes ca 150 skivor av standardstorlek som återstätt sedan en tidigare etapp). För att erhålla fraktfria leveranser beställdes gipsen i kvantiteter om 25-30 ton per leverans. Mellanlagring skedde under tak med öppna väggar. Därifrån kördes gipsen i buntar om ca 30 skivor in i fältfabriken.

Spillet uppgick till 10 % varav drifttillskottet utgjorde större delen. Kapspill till följd av ursparning för dörrar och fönster samt ändbitar vid stolpverkens avslut (smala remsor, ca 30 cm breda) var de främsta skälen till drifttillskottet.

### **Isolering**

Stenullsisolering, tj = 145 mm och tj = 45 mm, mättes i ytterväggar. Isoleringen köptes i våningshöga skivor, en längd till vardera våning. Materialet lagrades på pallar i ett förrådstält som var beläget intill fältfabriken. Därifrån transporterades det pallvis till fältfabriken med hjullastare. Beställningar gjordes till 4-5 hus åt gången.

Spillet varierade inte mycket mellan de olika dimensionerna. Drifttillskotten bestod framför allt av kapspill som uppstått vid tillskärningen vid fönster och dörrar. Inget arbetsplatstillskott noterades.

## **4.3.4 Ombyggnad av kontorslokaler i centralt belägen äldre fastighet**

### Allmänt om objektet

**Objektsbeskrivning:** Ombyggnad av äldre fastighet i centrum varav vissa delar uppförts i slutet av 1800-talet. I entreprenaden ingick att grundförstärka, riva befintliga mellanväggar, göra grundarbete till våtutrymmen och nya mellanväggar, rikta upp golv samt ge hustaket en ny brytning. Ytan som kunde tas i anspråk för uppställningar av bodar och lagerplatser ytterst begränsad. Byggmaterialet fraktades därför, så långt det var möjligt, direkt till respektive våningsplan.

**Entreprenadform:** Totalentreprenad

**Arbetsorganisation:** På arbetsplatsen fanns en platschef, en arbetsledare, en lagbas och ca 7 egna yrkesarbetare.

**Projektering:** Väl fungerande samarbete enligt arbetsledningen.

**Planering, beredning:** Ingen pappersmässig planering före byggstart förutom en grov produktionskalkyl. Leveransplanen var klar ca 1 månad efter byggstart. Planeringsmöten har hållits med samtliga egna yrkesarbetare. På grund av läget har planering av leveranser prioriterats. Samtliga medarbetare hjälptes åt med materialplaneringen.

**Material som mätts:** Gips, råspont och golvspånskivor.

### Mätresultat

Material	Enhet	Nettomängd	Driftmängd	Totalmängd
gips	m <sup>2</sup>	5664	5954	5954
råspont	m'	2254	2369	2400
golvspånskivor	m <sup>2</sup>	860	894	894

Figur 10. Uppmätta materialmängder



Figur 11. Spill i procent av nettomängden

### Kommentarer till mätningar

#### **Gips**

13 mm gips sattes i nya väggar (dubbel) och i nya undertak (enkel). Skivorna köptes i standardformatet 1,20 x 2,40 m<sup>2</sup>. Vid leverans lastades gipsen av och lyftes direkt in till rätt våningsplan. Gipsningen utfördes av en erfaren snickare och en lärling.

Spillet blev 5 %. Drifttillskottet bestod till största delen av kaspill från håltagningar och ursparingar för dörrar. Mindre bitar och skadade skivor sattes i det undre lagret, där detta var tillåtet. På så sätt minimerades kaspillet. Inget arbetsplatstillskott kunde noteras.

Platsledningen menade att den låga förbrukningen helt och hållet var yrkesarbetarnas förtjänst. Stora ytor i bottenvåningen, som varit enkla att gipsa, bidrog också till låg materialförbrukning.

Den kalkylerade gipsmängden var ursprungligen ca 3000 m<sup>2</sup>. Tilläggsarbeten ledde till det dubbla.



### **Råspont**

22x95 mm ändspontad råspont användes i nytt yttertak. Lagringen skedde inomhus vid inbyggnadsstället. Stora sjok spikades ihop på plats och monterades.

Spillet var 6 %. Drifttillskottet utgjorde större delen och bestod till största delen av kapmån. Kapspillet blev störst i nocken. Arbetsplatstillskottet, som var i det närmaste försumbart, bestod av 10 brädor med längden ca 3 m som blivit över.

I produktionskalkylen lade man på 10% på nettomängden för spill.

### **Golvspånskivor**

Spånskivor användes för utjämning av golv. Skivorna lades direkt på betongen med papp emellan som ett flytande golv. Spontade skivor med formatet 22x620x2420 mm<sup>2</sup> användes. Mellanlagring skedde inomhus.

Spillet var 4 %. Inga skivor skadades i hanteringen. Drifttillskottet bestod av korta ändbitar.

## **4.3.5 Om- och tillbyggnad av äldre skola**

### Allmänt om objektet

**Objektsbeskrivning:** Tillbyggnad bestående av ca 6100 m<sup>2</sup> byggnadsyta med stomme av betong och stål. Fasadbeklädnad av främst tegel. Objektet var ganska fritt beläget med plats för upplag på två sidor om huset. Hela arbetsplatsen var inhägnad.

**Entreprenadform:** Samordnad generalentreprenad med övertagande av UE.

**Arbetsorganisation:** Organisationen på arbetsplatsen utgjordes av platschef, 3 arbetsledare med var sitt ansvarsområde, en lagbas och i snitt 25 egna yrkesarbetare. Laget bestod till stor del av anvisad arbetskraft, vilket varit ett krav från beställaren.

**Projektering:** Handlingar kompletterades efter hand under byggets gång.

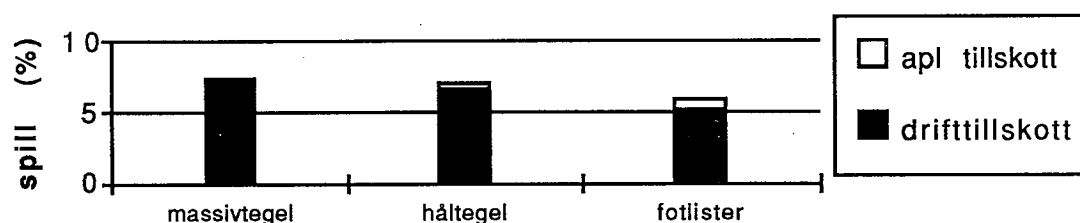
**Planering, beredning:** Leveransplan var klar vid byggstart. Den stora andelen anvisad arbetskraft ledde till något minskad flexibilitet eftersom arbetskraftsbehovet måste bestämmas i mycket god tid. Generellt fungerade detta dock bra. Lagbas och yrkesarbetare har ej deltagit i planeringsarbetet.

**Material som mätts:** Tegel, fönster, dörrar och lister (foder och fotlist) i tillbyggnadsdelen.

## Mätresultat

material	enhet	nettomängd	driftmängd	totalmängd
massivtegel	st	99574	106464	106911
håltegel	st	30118	32090	32226
fotlister	m'	2172	2285	2300
foder	m'	1797	1797	1797
fönster	st	472	472	472
dörrar	st	190	190	190

Figur 12. Uppmätta materialmängder



Figur 13. Spill i procent av nettomängden

### Kommentarer till mätningar

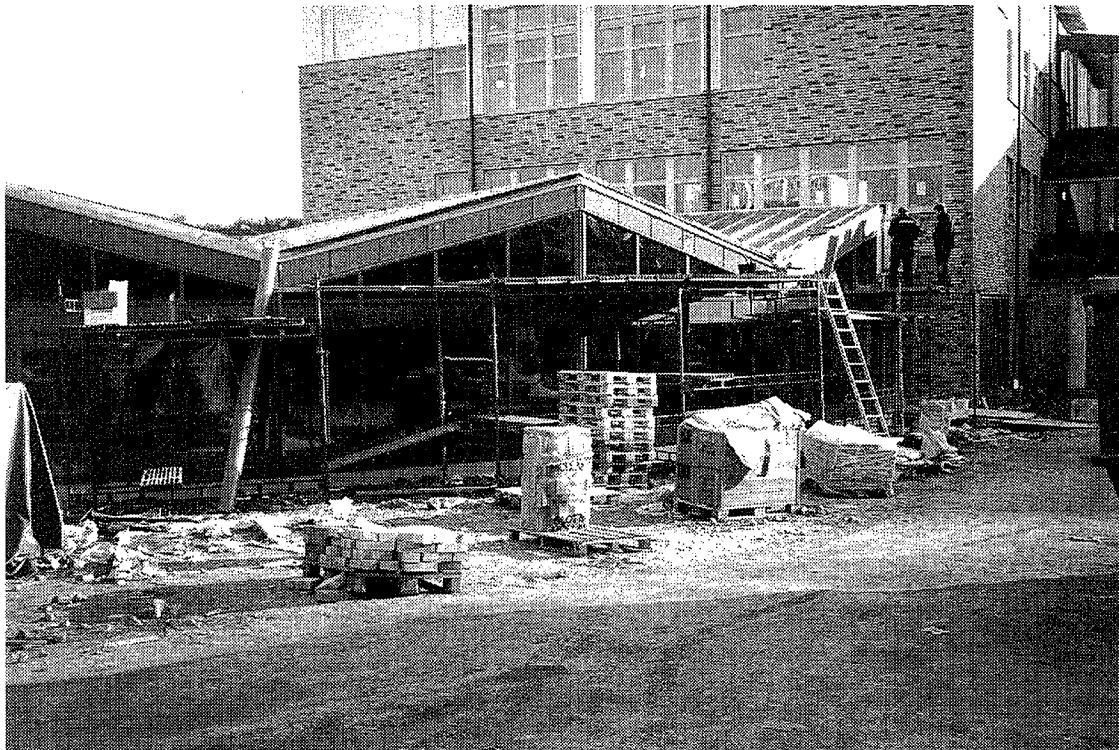
#### Tegel

3 olika färger och två olika sorters tegel användes i fasaden. Massivtegel användes till 77 % och håltegel till 23 %. Murningen utfördes med munkförband, d v s att var tredje sten varit huggen, "kopp". Stenarna högs på platsen med murarsläggare för att få fram en "slagen" yta.

Avrop skedde efter behov. Teglet levererades till arbetsplatsen på pallar som innehöll 96 sten/pall och lagrades utomhus under presenning. Materialet transporterades till inbyggnadsstället på två sätt. Antingen lyfte man upp 2 pallar på ställning med kran eller så kördes det ut med tegelkärre, upp med hissen och ut på ställning.

Nettomängden beräknades av mätansvarig utifrån en genomsnittlig förbrukning på 53 sten/m<sup>2</sup>. I kalkylen hade man räknat med 55 sten/m<sup>2</sup>.

Både massivteglet och hålteglet uppvisade ett spill på ca 7 %. Drifttillskottet uppstod framför allt vid huggning av stenar, på grund av förbandstyp och vid öppningar. Arbetsplatstillskottet gick ej att kvantifiera exakt. En yta murades fel vilket gav ett mindre tillskott på ca 500 stenar. Några pallar var trasiga vid leverans (ca 2000 sten) men dessa ersatte leverantören med lika många nya.



*Figur 14. Tegelfasadens utseende*

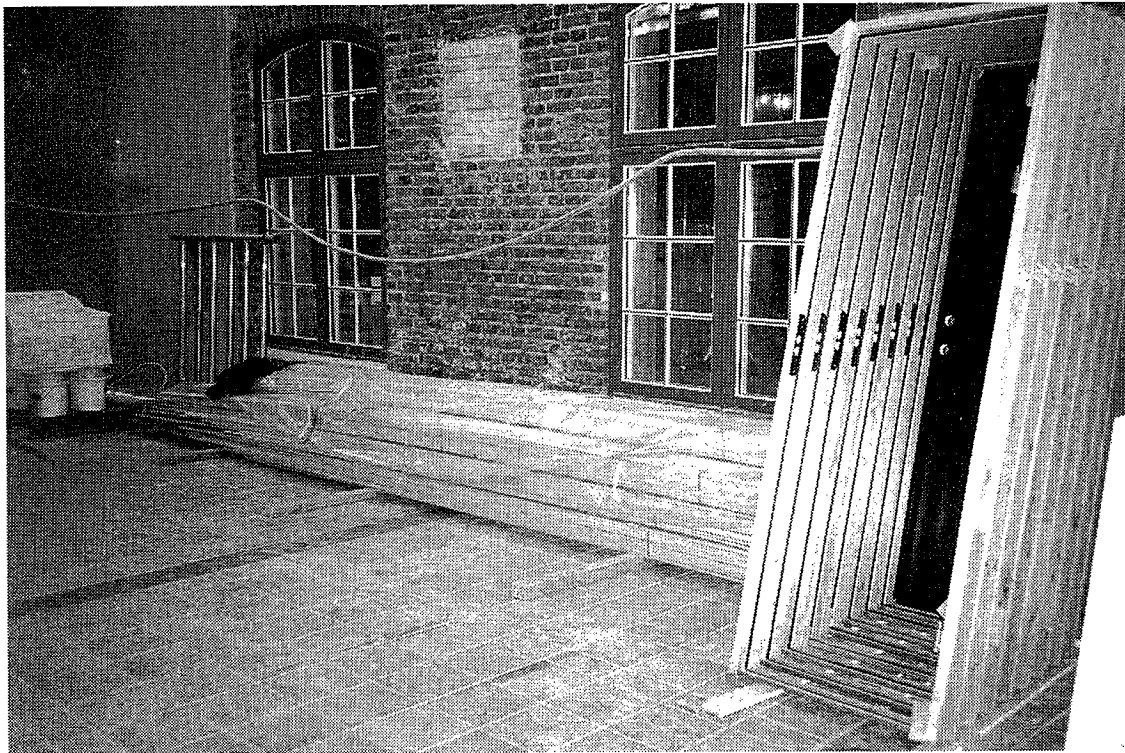
Kvaliteten på massivteget varierade. Sprickbildningar gjorde att stenarna lätt gick sönder vid huggning med mursläggga. Inledningsvis var därför spillet på massivtegel stort (enligt murare ca 20 % !). När man efter tips från leverantören övergick till att använda en s k "giljotin" för att hugga stenarna minskade spillet. Enligt arbetsledningen är det inte lämpligt att hugga massiv tegel då det oftast är för skört.

### **Lister**

Fotlist köptes i fallande längder medan foder köptes exaktkapade. Levererans skedde till platsen ca 1 månad före användning. Listerna levererades inplastade i buntar och lagrades inomhus. Förpackningarna bröts ej förrän listerna skulle användas.

Spillet av fotlist blev ca 7 %. Drifttillskottet på 5 % utgjordes av kapspill. Få lister skadades i hanteringen (mindre än 1 %). Arbetsplatstillskottet bestod i princip av den mängd fotlist som blivit över, ca 15 m'.

Spillet på foder var i det närmaste noll eftersom överstycken och sidostycken köpts exaktkapade.



Figur 15. Lagring av fottlister inomhus

### **Fönster**

472 st 3-glas fönster i trä-aluminium monterades. Fönstren levererades till arbetsplatsen vid tre tillfällen.

Här förekom inget spill i egentlig mening men följande notering gjordes:

- Ett fönster blev omkullvält av snickare strax före inmontering. Glas byttes till en kostnad av ca 1300 kr exklusive moms.

### **Dörrar**

Samtliga dörrar lagrades i förpackningar inomhus. Vissa störningar har förekommit. Man glömde tillverka 6 st dörrar på fabriken och två dörrblad hade felaktig bredd. Leverantören kompenserade samtliga felaktigheter. Man kompenserades dock inte för den tid som åtgått innan felen kunnat härledas.

## **4.3.6 Ombyggnad av bostäder till äldreboende**

### Allmänt om objektet

**Objektsbeskrivning:** Området bestod av 6 bostadshus av vilka tre byggdes om för äldreboende. Gamla lägenheter tömdes helt och i stort sett alla mellanväggar i betong och lättbetong revs. Balkongerna byggdes in och bekläddes utvändigt med Mineritskivor. Ett nytt gårdshus byggdes med entré- och informations funktion. Området låg ganska fritt och var ej inhägnat. Lagring av material skedde i tält på gården, utomhus på gården samt inne i bostadshus.

**Entreprenadform:** Samordnad generalentreprenad.

**Arbetsorganisation:** Organisationen på byggarbetsplatsen bestod av platschef, biträdande platschef, en lagbas samt som mest 13 egna träarbetare. Ett nytt lönesystem hade införts i företaget, ett sk resultatlönesystem, i vilket även materialförbrukningen ingick.

**Projektering:** Projekteringen var enligt arbetsledningen otillfredställande. Oklara handlingar ledde till flertalet ändringar.

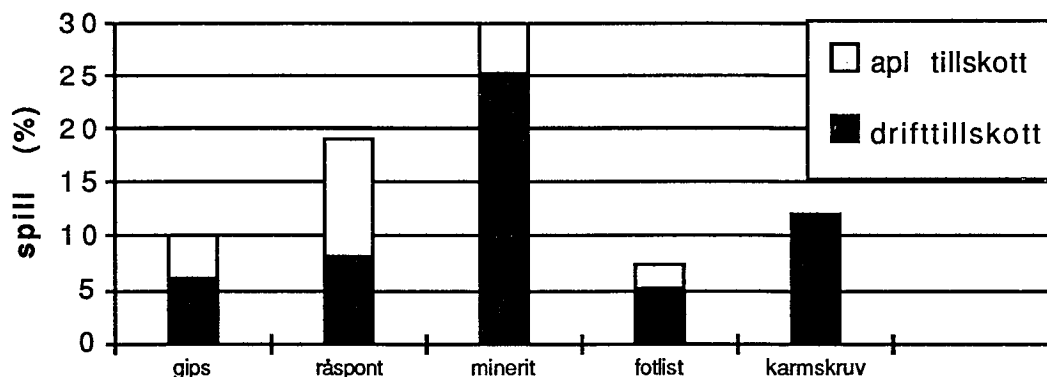
**Planering, beredning:** Yrkesarbetarna planerade till stor del själva arbetet. Lagbasen hade full insyn i arbetsplatsens ekonomi.

**Material som mätts:** Gips, Mineritskivor, råspont, lister, fogmassa, fönster, dörrar och karmskruv.

#### Mätresultat

material	enhet	nettomängd	driftmängd	totalmängd
gips	m2	12857	13628	14104
råspont	m2	705	759	837
Minerit	m2	800	999	1043
fotlist	m'	3622	3800	3900
fönster	st	399	399	399
karmskruv	st	5124	5750	5750
fogmassa	tuber	510	468	468
dörrar	st	200	200	200

Figur 16. Uppmätta materialmängder



Figur 17. Spill i procent av nettomängden

### Kommentarer till mätningar

#### **Gips**

Gipsskivor sattes i nya väggar (dubbel) och i nya undertak (enkel). Gipsningen utfördes av två yrkesarbetare. Skivorna köptes våningshöga i formatet  $0,9 \times 2,47 \text{ m}^2$ .

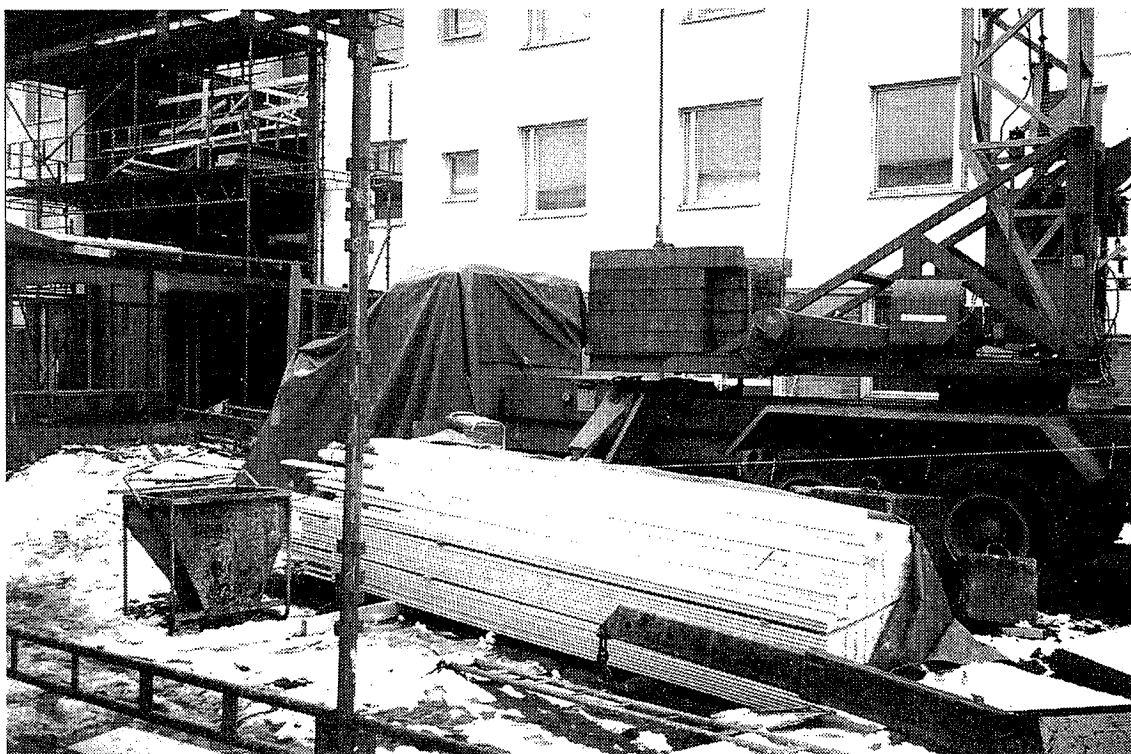
Gipsen levererades vid sex tillfällen och lagrades inomhus vid inbyggnadsstället. Gipsen lastades av och kördes in buntvis. På varje våningsplan lagrades ca 17 buntar om 40 skivor i varje bunt. En speciell typ av lyftvagn och bockar för att underlätta monteringen togs fram i samråd med leverantören.

Spillet blev 10 % varav arbetsplatstillskottet utgjorde 4 % och drifftillskottet 6 %. Drifftillskottet bestod av kappspill, främst smala remsor (5,5%), samt ursparingar (ca 0,5 %). Småbitar användes i den mån det gick vid inklädnad av t ex schakt och dylikt. Orsakerna till arbetsplatstillskottet kunde ej härledas.

#### **Råspont**

22x95 mm ändspontad råspont användes i nya trapphus och i gårdsbyggnad. Råsponten levererades i fallande längder till ett trapphus åt gången och mellanlagringen skedde utomhus på gården under presenning.

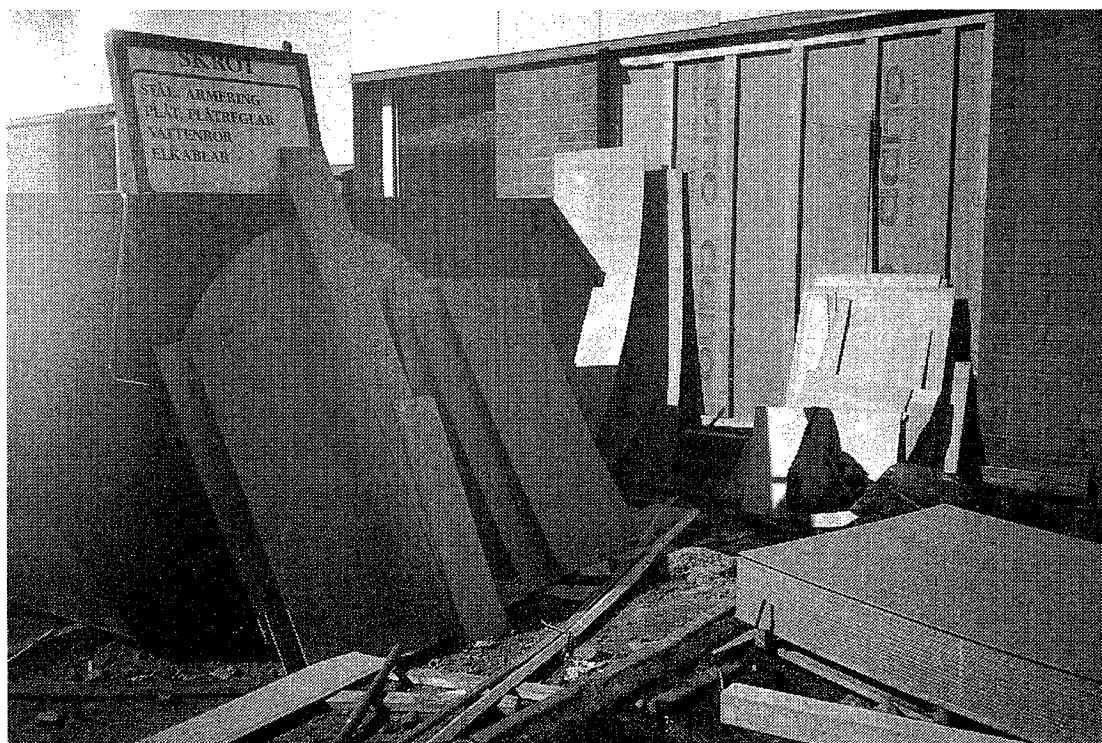
Spillet blev 19 %. Drifftillskottet utgjordes av kappspill, småbitar om ca 20 cm. Arbetsplatstillskottet utgjorde större delen. Några procent tros ha blivit förstört under lagringen och en viss mängd har använts som ströläkt vid pallning.



*Figur 18. Lagring av råspont utomhus på gården*

### **Mineritskivor**

Mineritskivor för inklädnad av balkonger köptes i standardformatet  $1,2 \times 3,05 \text{ m}^2$ . Lagring skedde utomhus på gården under presenning.



*Figur 19. Kapskivor som sparats för att användas senare*

Av uppföljningen framgick att spillet blev 30 %. Någon säker förklaring till det höga drifttillskottet har ej kunnat ges. Inklädnad av småytor ger vanligen upphov till ett större kappspill. Enligt arbetsledare och yrkesarbetare försökte man använda så mycket av kappspillet som möjligt.

Arbetsplatstillskottet blev 5 %. Man använde 7 m<sup>2</sup> Minerit invändigt till annat än avsett. Den mängd som blivit över, 37 m<sup>2</sup>, transporterades direkt till nästa arbetsplats för användning där.

### **Lister**

Fotlister har köpts i fallande längder. Lagringen skedde i en uppvärmd container.

Spillet blev ca 7 %. Drifttillskottet var främst kappspill. Arbetsplatstillskottet bestod av den mängd som blev över, ca 100 m<sup>3</sup>.

### **Fönster**

264 fönster och 135 större partier (invändigt) monterades in. Leverans skedde vid 3 tillfällen, ett per hus. Fönsterpartierna mellanlagrades i en terminal varifrån leverans kunde ske när som helst.

Det egentliga spillet blev noll. Dock skadades 3 glasrutor på grund av att kranens krok slog i rutorna. Kostnaden för reparationerna uppgick till ca 1000kr/fönster exklusive moms. En sprucken båge reklamerades.

### **Karmskruv**

Spillet uppgick till 12 % varav troligen drifttillskott utgjort större delen. Det har emellertid inte varit möjligt att exakt kvantifiera vad som varit drifttillskott och vad som varit arbetsplatstillskott.

### **Fogmassa**

Åtgång av fogmassa kring nya fönster i balkongpartier mättes. På grund av svårigheten att beräkna en teoretisk åtgång då fogarnas djup, bredd etc inte är kända ställdes kalkylerad åtgång mot verklig förbrukning. Det visade sig att det gick åt färre tuber än man räknat med. Troligen berodde detta på att man drevat och listat på vissa ställen istället för att foga.

### **Dörrar**

Ca 200 nya dörrar monterades. De flesta lagrades inomhus och några i tält på gården.

Här förekom liksom vad gällde fönster inte något spill. Värt att notera var att:

- 2 karmar blivit över.
- 5 dörrar reklamerats.



### 4.3.7 Stomkomplettering av sjukhusbyggnad

#### Allmänt om objektet

**Objektsbeskrivning:** Entreprenaden avsåg stomkomplettering av en 7 våningar hög betongstomme. Den totala byggnadsytan uppgick till 30 000 m<sup>2</sup>. Objektet var centralt beläget.

**Entreprenadform:** Samordnad generalentreprenad.

**Arbetsorganisation:** På arbetsplatsen fanns en platschef, 3 arbetsledare, en lagbas samt som mest ca 30 egna yrkesarbetare. Arbetsledarna hade var sitt ansvarsområde. De tre ansvarsområdena var:

- ytterväggar, fasader och utvändiga förbindelsegångar.
- mellanväggar och invändiga arbeten.
- installationer och installationssamordning.

**Projektering:** Har enligt arbetsledningen fungerat otillfredställande. Ett stort antal avvikelserapporter har skrivits.

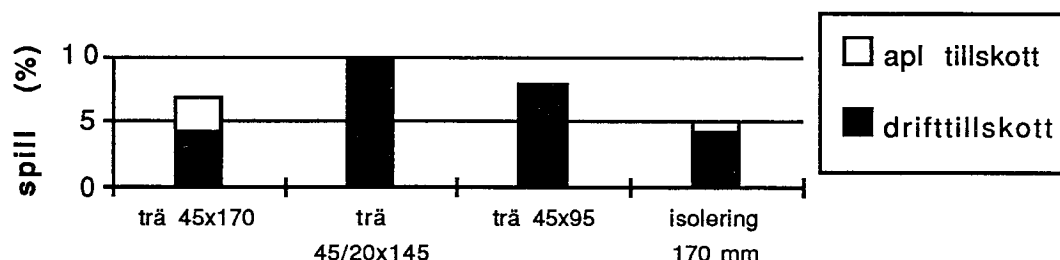
**Planering, beredning:** Noggrann planering och kontroll har utförts. Arbetsberedningar och genomgångar med berörda yrkesarbetare har skett kontinuerligt under byggtiden. Material har beställts till respektive våningsplan uppdelat i lämpliga storlekar. Man har arbetat efter principen "rent bygge", dvs att samtliga yrkesgrupper städat efter utfört arbete.

**Material som mätts:** Virke och isolering i utfackningsväggar.

#### Mätresultat

Material	Enhet	Nettomängd	Driftmängd	Totalmängd
trä 45x170 mm	m'	2 532	2 637	2 715
trä 45/20x145 mm	m'	239	264	264
trä 45x95 mm	m'	669	725	725
isolering 170 mm	m2	1 975	2 056	2 067

Figur 20. Uppmätta materialmängder



Figur 21. Spill i procent av nettomängden

### Kommentarer till mätningarna

#### **Trä**

Olika virkesdimensioner har studerats i utfackningsväggar på plan 1 och 2. Tre typer av utfackningsväggar förekom.

Dimension 45x170 mm köptes till största delen sorterade och modulkapade i 3,90 meters längder medan övriga dimensioner köptes fallande. Virket avropades ca 1 vecka före leverans. Lagring skedde inomhus på respektive våning. Tillkapning skedde vid inbyggnadsstället.

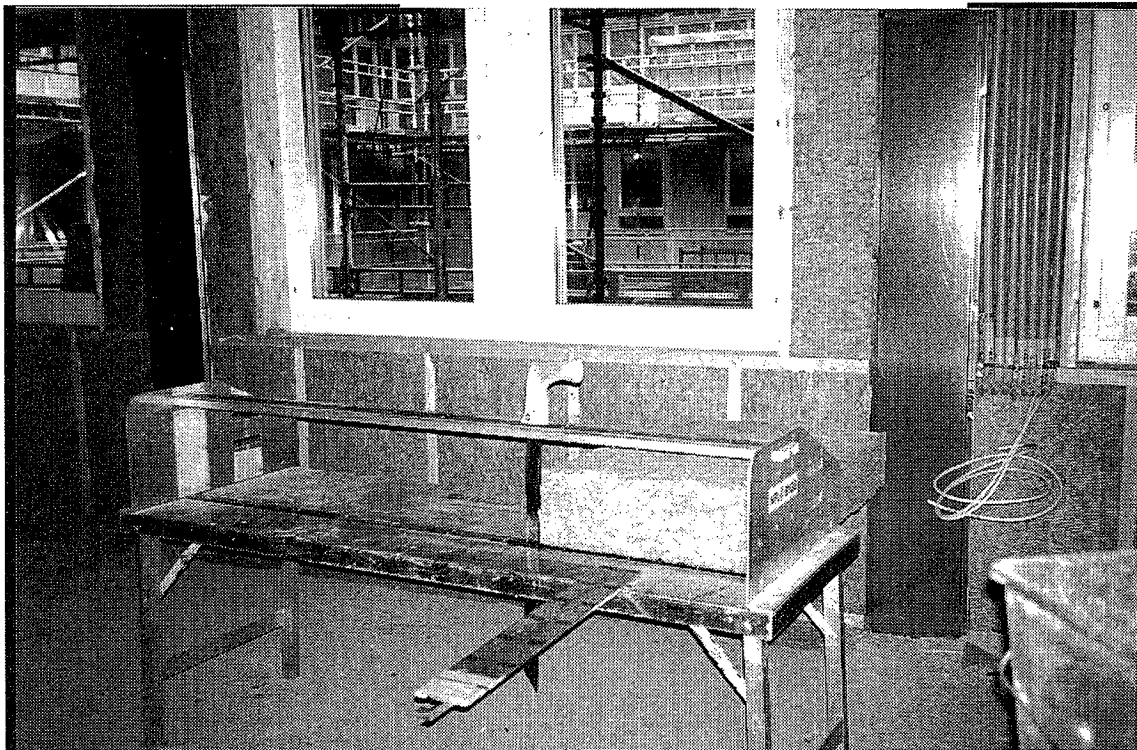
Spillet storlek uppgick till mellan 7 - 10 %. Drifttillskotten berodde på kapspill vid sågen. För modulkapade längder rörde det sig om ca 20 cm avkap på varje stolpe. Vissa småbitar kunde dock användas som kortlingar. Arbetsplatstillskott kunde endast noteras av dimension 45x170 mm K12. Ca 3 % av dessa stolpar sorterades ut på grund av krokighet.

Sämst var kvaliteten av 45x170 mm K 12. Flera stuvar skickades i retur och ett antal avvikelserapporter skrevs. Arbetsledningen uppskattade att ca 25-40 % av de senare leveranserna varit krokiga.

#### **Isolering**

170 mm stenullsisolering har studerats i samtliga utfackningsväggar. Våningshöga skivor köptes, 2450 x 560 mm<sup>2</sup>. Isoleringen levererades fraktfritt från fabrik i kvantiteter över 20 000 kr exklusive moms. Den köptes pallad på engångspallar med ca 16 paket/pall. Lagringen skedde på respektive våningsplan.

Tillskärning gjordes på traditionellt vis på isoleringsbord nära inbyggnadsstället. Arbetsledaren gjorde noggranna arbetsberedningar och yrkesarbetarna informerades speciellt om hur skivorna skulle skäras till för att minimera spillet. För att utnyttja skivan maximalt skars de största bitarna ut först och sedan användes resterande bitar.



Figur 22. Tillskärning på isolerbord vid inbyggnadsstället

Spillet blev 5 %. Drifttillskottet var kappspill som uppkom vid tillskärning på isolerbordet. Bitar som var för små för att kunna användas kasserades. Enligt arbetsledningen var arbetsplatstillskottet noll. Det arbetsplatstillskott som trots allt framräknats, 11 m<sup>2</sup>, kan betraktas som försumbart och kan lika gärna bero på en mindre felräkning.

#### 4.3.8 Om- och tillbyggnad av kulturbyggnad

##### Allmänt om objektet

**Objektsbeskrivning:** Om- och tillbyggnaden avsåg ett helt kvarter i centrum. Tillbyggnaden avsåg en ny entré- och foajéfunktion och omfattade ca 4500 m<sup>3</sup> byggnadsvolym. Eftersom kvarteret var byggnadsminnesförklarat skulle största akksamhet beaktas vid arbetena. Projektet genomfördes i fyra etapper. Studien omfattade etapp II med fokus på tillbyggnadsdelen. Entré- och foajé skulle byggas en våning under markplan vilket innebar omfattande sprängningsarbete och gjutning av bl a ny betongplatta, nya väggar samt motgjutning av befintliga grundmurar. Av olika skäl tvingades man gjuta i flera etapper. Tillbyggnadsdelen utfördes helt i den befintliga innergården, varför arbetsstället blev mycket trångt. Det utrymme som kunde tas i anspråk för materialupplag var ytterst begränsad.

**Entreprenadform:** Samordnad generalentreprenad på löpande räkning.

**Arbetsorganisation:** På arbetsplatsen fanns en platschef, två arbetsledare, en praktiserande arbetsledare, en lagbas samt ca 20 egna yrkesarbetare. Platschefen hade huvudansvaret för beställarkontakter och produktionsstyrning. En av arbetsledarna ansvarade för ombyggnadsdelen, den andre för tillbyggnaden.

**Projektering:** Svårigheter att få fram beslut. Vissa sena revideringar och ändringar av utföranden gav upphov till ökat spill, bl a vad gällde övergolv och en vägg.

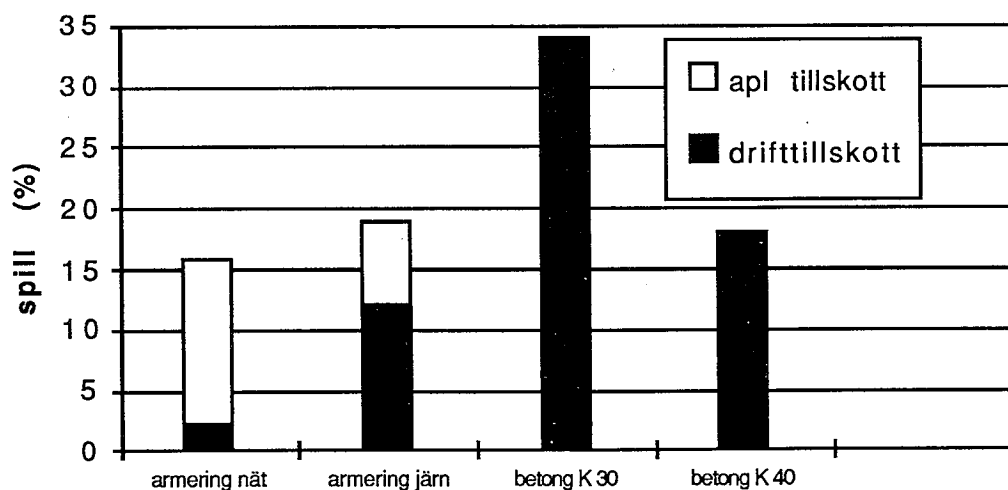
**Planering, beredning:** Svårhanterat bygge på grund av utrymmesbrist. Inköpsplanen blev klar först ca ett år efter det att bygget startat varför inköpsdessförinnan gjordes utan inköpsplan. Skriftliga arbetsberedningar gjordes fortlöpande.

**Material som mätts:** Armering och betong i tillbyggnadsdelen.

#### Mätresultat

Material	Enhet	Nettomängd	Driftmängd	Totalmängd
armering, nät	kg	42 783	43 573	49 518
armering, järn	kg	41 308	46 200	49 269
betong K 30	m3	127	171	171
betong K 40	m3	897	1 061	1 061

Figur 23. Upprättade materialmängder



Figur 24. Spill i procent av nettomängden

#### Kommentarer till mätningarna

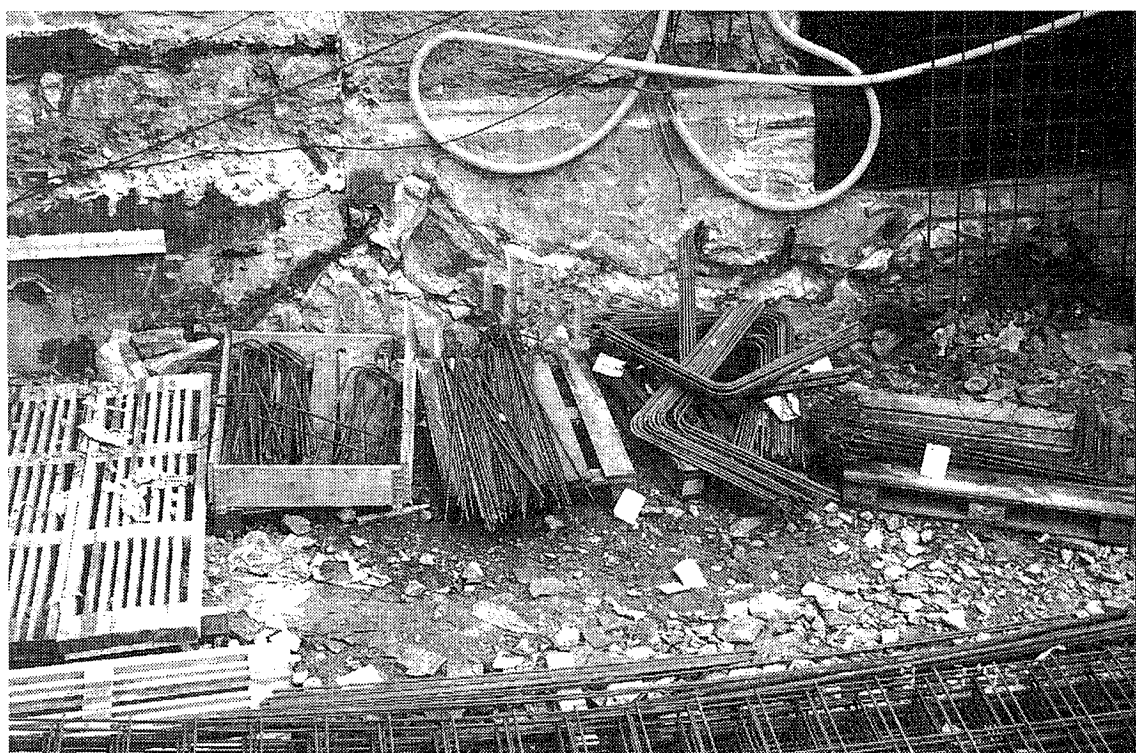
##### **Armering**

Armeringen köptes till stor del färdigbockad och färdigklippt. Man köpte även en viss mängd lösjärn som bland annat använts som monteringsjärn.

Eventuell klippning och bockning utfördes på bockningsbord utanför byggnaden. Järn med dimensionerna  $\varnothing 8$  -  $\varnothing 16$  mm samt nät NPS 70 och NPS 50 har studerats i bottenplatta och nya väggar.

Leverans skedde efter avrop. Järnen lagrades ute på gatan men transporterades till innergården så fort det var möjligt.

Spillet från nätarmeringen blev 16 %. Drifttillskottet var litet och främst en följd av bortklipp och överlapp utöver det föreskrivna, ca 800 kg. Det höga arbetsplatstillskottet berodde till stor del på att ett flertal nät, bl a 52 st nät av NPS 50, blivit över på grund av ändringar i utförandet.



Figur 25. Överblivna byglar

Spillet av armeringsjärnen var ca, 20 %. Drifttillskottet var till största delen monteringsjärn som tillverkats av lösjärn, ca 5100 kg. Det var näst intill omöjligt att i detalj kvantifiera arbetsplatstillskottet. Nedan följer några av de noteringar som gjorts:

- Man beslutade att använda COMAX- armeringsförtagningar vid vägganslutningar istället för redan beställda färdigklippta och färdigbockade järn vilket ledde till ett överskott av färdigklippta byglar av  $\varnothing 12$  mm (1436 kg) och  $\varnothing 10$  mm (122 kg).
- Ett antal byglar av  $\varnothing 12$  mm (143kg) levererades felvända på armeringspecaren vänt på littereringen. Motsvarande mängd tillverkades istället av lösjärn på platsen.

- Byglar av dim  $\varnothing 8$  mm (63 kg) avsedda för tillfälliga plintar gick inte att finna. Motsvarande tillverkades av lösarmering. Järnen har troligen aldrig levererats men måste ändå betalas p g a missad mottagningskontroll.
- Revideringar hann inte fram till leverantören före tillverkning. Vid ett tillfälle tillverkades klippta järn med felaktiga mått. Armeringen (1371 kg) levererades "gratis" till arbetsplatsen tillsammans med rätt armering. Enligt tillverkaren hade man ändå ingen användning för järnen. Järnen användes som lösjärn men man uppskattade att sorteringen och hanteringen av dessa järn motsvarade vad järnen skulle kostat att köpa.
- Felaktigt utförande på arbetsplatsen. Lösarmering klipps fel.
- Överbliven lösarmering (ca 1200 kg).

Av de järn och nät som blivit över har en del tagits tillbaka av leverantören och en del kommit till användning i andra delar av huset. Mycket har dock kasserats för att undvika förväxlingar med andra järn samt för att underlätta framkomligheten på arbetsplatsen.

### Betong

Golvbjälklaget bestod av platta på mark direkt på makadam samt övergolv med makadam emellan och terrassbjälklag. Nya väggar göts och gamla grundmurar motgöts. Betong klass K30 och K40 har studerats.



Figur 26. Gjutning av terrassbjälklag

Drifttillskotten hade flera orsaker (enligt definition på sid 5 förekommer inget arbetsplatstillskott av betong):

- Felaktiga makadamhöjder och i vissa fall svårigheter att gjuta med laser ledde till ökad förbrukning.
- Sprängningsarbetet som föregick motgjutningar av grundmurar gav upphov till en förbrukning som varit omöjligt att förutse.
- Några felutsättningar förekom.
- Mer betong än nödvändigt beställdes ofta, hellre än att utsättas för driftstopp.
- Felbeställda mängder.
- Mängder som blev över efter varje gjutning (ca 200-300 l per gjutning)

Man noterade att betongstationen ofta levererade för mycket betong.

#### **4.3.9 Tillbyggnad av kontorslokaler**

##### Allmänt om objektet

**Objektsbeskrivning:** Entreprenaden innefattade en tillbyggnad av befintliga kontorslokaler i centrum. Det var en relativt trång arbetsplats och uppställningsytor fanns endast tillgängliga på en sida av huset.

**Entreprenadform:** Samordnad generalentreprenad

**Arbetsorganisation:** Organisationen bestod av platschef, två arbetsledare och 12- 15 egna yrkesarbetare. En arbetsledare ansvarade för invändiga arbeten och den andre för utvändiga. Man hade nyligen infört ett sk resultatlönesystem i företaget, i vilket materialet ingick.

**Projektering:** Brister i samgranskningen mellan arkitekt och konstruktör ledde till krockar och ofullständiga handlingar.

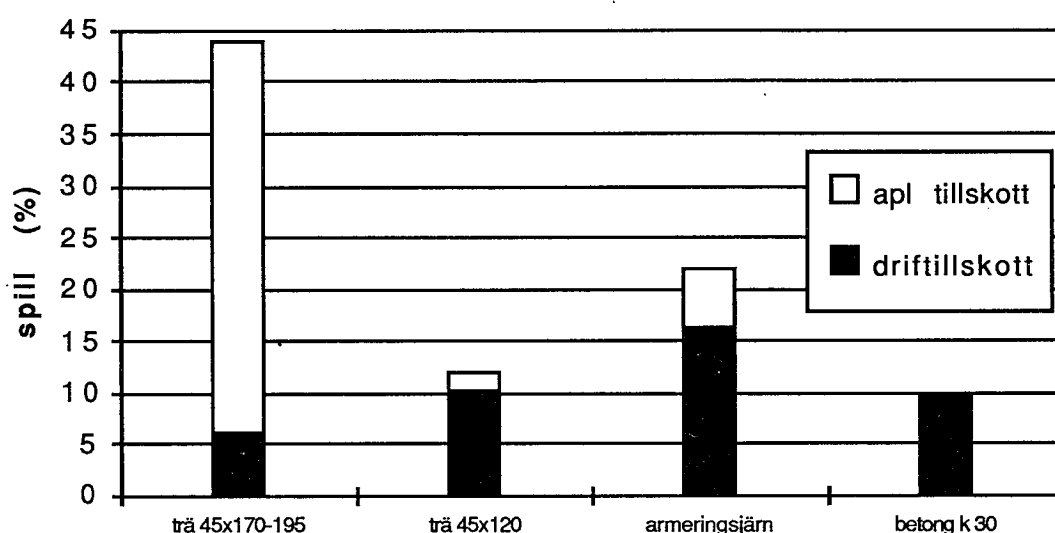
**Planering, beredning:** Dåligt med tid för planering före byggstart. Planeringsmöten under byggtiden har hållits en gång i veckan. Yrkesarbetarna har till stor del varit med och bestämt materialanvändningen på arbetsplatsen.

**Material som mätts:** Trä, armering och betong.

## Mätresultat

Material	Enhet	Nettomängd	Driftmängd	Totalmängd
trä 45x170-195	m'	2 006	2 126	2 880
trä 45x120	m'	3 922	4 318	4 375
trä 28x70 glespanel	m'	5 783	5 608	5 608
armering, järn	kg	2 658	3 070	3 240
betong K 30	m3	17,7	19,5	19,5

Figur 27. Uppmätta materialmängder



Figur 28. Spill i procent av nettomängden

## Kommentarer till mätningar

### Trä

Virke i den nya takkonstruktionen mättes. Konstruktionen bestod av ståndare av dimensionen 45x195 mm, syll 45x170 mm, takåsar 45x120 mm samt glespanel 28x70 mm. Takåsar och ståndare köptes i det närmaste exaktkapade medan syll och glespanel köptes i fallande längder. Vid leverans lyftes virket direkt till inbyggnadsstället.

Dimensionerna 45x170 mm och 45x195 mm har slagits samman till en post eftersom 45x195 mm till viss del använts som syll.

Spillet av 45x170 - 195 mm blev 44 %. Drifttillskottet utgjorde en i det närmaste försumbar del av detta vilket förklaras med att ståndarna köptes i det närmaste exaktkapade. Endast en liten del av arbetsplatstillskottet har kunnat härledas. Några meter 45x195 mm användes som strö på presenningar och strö för virkesupplag. Ca 80 m' användes till syll istället för



45x170 mm. Utöver detta har ca 700 m' 45x 195 mm förbrukats som ej kunnat härledas.

Virkespillat från takåsar 45x120 mm blev 12 %. Drifttillskottet bestod främst av kapspill, ca 10 %. Arbetsplatstillskottet berodde på att 21 m' använts som strö för virkesupplag samt att 36 m' använts till ett räcke.

Av glespanelen gick det åt mindre än avsett. Någon förklaring till detta kunde ej ges.

Värt att notera var också att det vid tre stickprov av fyra levererades mellan 1-2 % mer virke än vad som beställts.

### **Armering**

Armering köptes i 12 meters längder som klipptes och bockades på platsen.

Förbrukningen mättes i påplintar och grundmur. Påplintarna armerades med 5 byglar  $\varnothing 16$  mm i underkant och 2 raka  $\varnothing 16$  mm i överkant samt byglar  $\varnothing 10$  mm cc 200 mm. Grundmuren armerades med raka  $\varnothing 16$  mm samt raka järn och byglar  $\varnothing 10$  mm.

Spillet var 22 %. Drifttillskottet var störst och berodde på monteringsjärn som tillverkats av  $\varnothing 10$  mm (6 %), bortklipp vid tillverkning av byglar och raka längder (8 %) samt överfabrikation av byglar (1 %). Arbetsplatstillskottet berodde dels på att en grävmaskin körde över ca 24 m'  $\varnothing 10$  mm så att dessa blev obrukbara, dels på att det blev ca 88 m' över av  $\varnothing 16$ . De senare har troligtvis använts vid ett tilläggsarbete på arbetsplatsen.

Intressant att notera var att det vid leverans till grundmur saknades 120 m' av  $\varnothing 10$  mm och 48 m' av  $\varnothing 16$  mm. Detta ersattes dock av leverantören.

### **Betong**

Betongförbrukning mättes i påplintar samt i grundmur. Betongkvalitet K 30 användes.

Drifttillskottet berodde i första hand på oexakta makadamhöjder.

Vid mottagningskontroller noterades ett antal felleveranser. Vid en gjutningen av påplintar skickades  $0,35 \text{ m}^3$  för lite betong. Vid de två nästföljande gjutningarna skickades  $0,25 \text{ m}^3$  respektive  $0,15 \text{ m}^3$  för mycket.

## **4.3.10 Nyproduktion av 7 småhus med stommar av trä.**

### Allmänt om objektet

**Objektsbeskrivning:** Nybyggnad av markbostäder, totalt 7 hus med 21 lägenheter. Husen utfördes med stomme av trä och fasadbeklädnad av tegel. Takbeklädnad utgjordes av betongtakpannor. Området var ej inhägnat och låg helt fritt.

**Entreprenadform:** Totalentreprenad.

**Arbetsorganisation:** På platsen fanns en platschef, en lagbas och som mest 10 egna träarbetare och 2 betongarbetare.

**Projektering:** Fullständiga handlingar och ett väl fungerande samarbete mellan arkitekt, konstruktör och entreprenör.

**Planering, beredning:** Man tyckte sig ha haft gott om tid för planering före byggstart. Byggnaderna var noggrant specificerade med avseende på materialåtgång. Fortlöpande planering gjordes i samråd med laget under byggets gång.

**Material som mätts:** Tegel och betongtakpannor.

### Mätresultat

Material	Enhet	Nettomängd	Driftmängd	Totalmängd
håltegel, storsten	st	61 347	64 180	65 260
betongtakpannor	st	19 917	20 007	21 000

Figur 29. Uppmätta materialmängder



Figur 30. Spill i procent av nettomängden

### Kommentarer till mätningarna

#### **Tegel**

Två olika murarlag anlätades. Det ena murade ett hus och det andra murade de resterande sex husen. Samtliga murare hade lång erfarenhet av yrket. Man murade med s k fritt förband vilket innebar murning med inläggning av enstaka koppstenar utan regelbundet mönster. Stenarna höggs med giljotin. Teglet var något större än normaltegel, 287x87x62 mm. Leverans skedde på pallar som innehöll förpackningar om 6x90 sten = 540 stenar. Lagring skedde på upplagsplats centralt mellan huskropparna. Två pallar åt gången lyftes i tegelkorg upp på ställningen med kran.

Spillet var 6 % varav drifttillskottet utgjorde största delen. Drifttillskottet uppkom vid huggning av stenar. Arbetsplatstillskottet berodde

huvudsakligen på att 2 pallar (1080 sten) blivit över. Dessa stenar överläts till beställaren. Ett antal stenar var trasiga redan i pallarna, hur mycket är oklart. Enligt murarna var ca 4 sten av 90 trasiga i pallarna, men eftersom stenarna höggs kunde någon sida ändå användas.

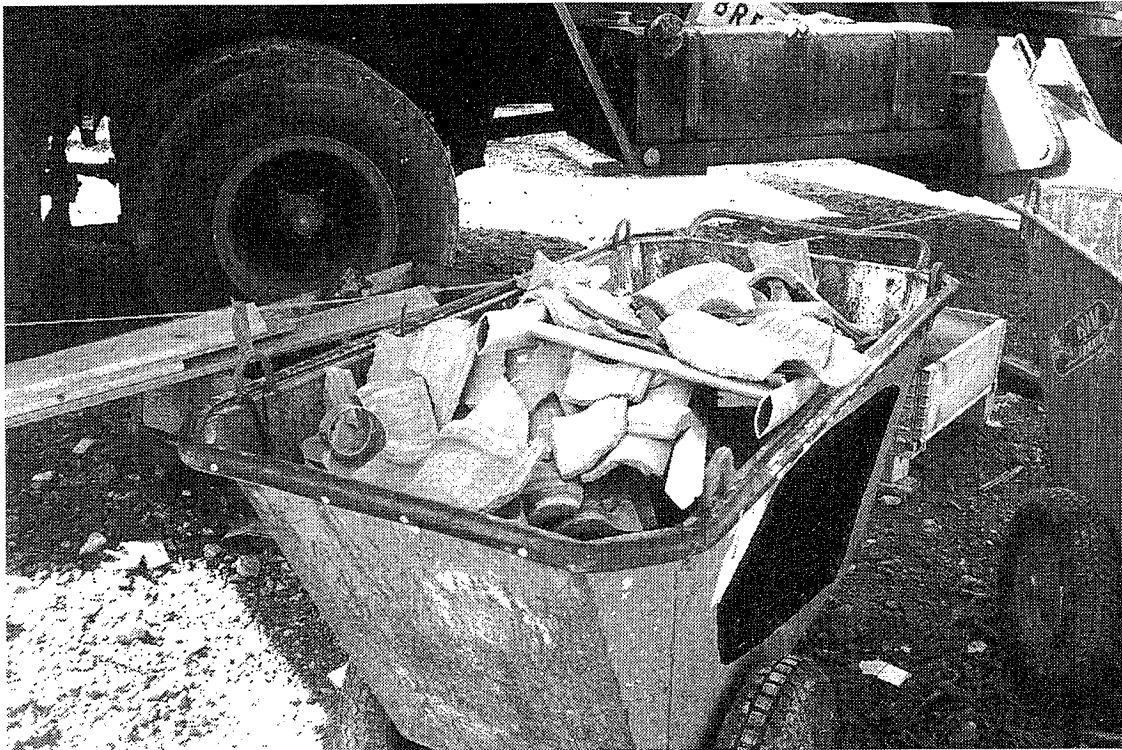


*Figur 31. Lagring av tegel på pallar utomhus*

### **Betongtakpannor**

Betongtakpannor ochnockpannor studerades på samtliga hustak. Takpannorna levererades på inplastade pallar innehållande 48 buntar med 5 pannor/bunt. Pallen lyftes upp med kran och buntarna placerades därefter ut på taken. Nockpannorna levererades på pall i kartonger. Lagring skedde utomhus centralt mellan huskropparna.

Spillet blev ca 5 %. Drifftillskottet berodde på att några pannor sågats itu för att passa vid husändar varpå andra halvan kasserats. Arbetsplatstillskottet var en följd av att pannor krossats vid transport till arbetsplatsen och i hanteringen på arbetsplatsen. 550 takpannor och 21 nockpannor blev över vilka överläts till beställaren.



Figur 32. Spill från betongtakpannor

#### 4.3.11 Ombyggnad av sjukhus

##### Allmänt om objektet

**Objektsbeskrivning:** Entreprenaden innefattade ombyggnad av totalt 6 plan i två husblock. Flertalet mellanväggar revs och nya väggar och undertak uppfördes. Nya dörrar sattes in. Verksamheten pågick som vanligt i övriga delar av sjukhuset under ombyggnaden.

**Entreprenadform:** Samordnad generalentreprenad.

**Arbetsorganisation:** Arbetsledningen bestod av platschef, en arbetsledare, en lagbas och som mest 15 yrkesarbetare. Laget utgjordes till 70 % av anvisad arbetskraft. Ett sk resultatlönesystem hade nyligen införts i företaget, i vilket materialförbrukningen ingick som en parameter.

**Projektering:** Felaktigheter har uppstått till följd av projekteringsmissar.

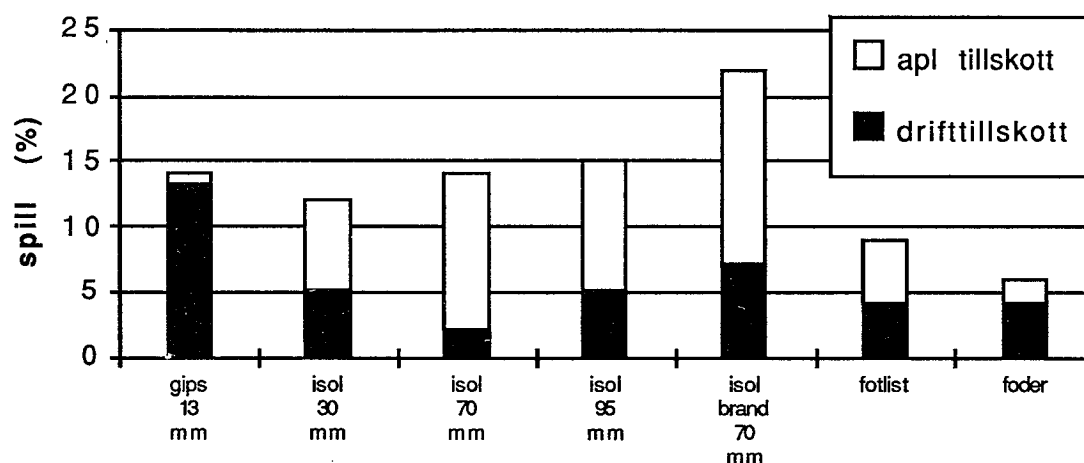
**Planering, beredning:** Dåligt med tid för planering före byggstart. En målsättning har varit att ha veckoplaneringsmöten. Lagbas har i det mest intensiva skedet deltagit i planeringen.

**Material som mätts: Gips, isolering, lister och dörrar.**

### Mätresultat

Material	Enhet	Nettomängd	Driftmängd	Totalmängd
gips 13 mm	m <sup>2</sup>	12 430	13 994	14 156
isolering 30 mm	m <sup>2</sup>	541	570	605
isolering 70 mm	m <sup>2</sup>	103	105	118
isolering 95 mm	m <sup>2</sup>	169	178	195
isolering brand 70 mm	m <sup>2</sup>	164	175	201
fotlist	m'	1 612	1 671	1 759
foder	m'	1 744	1 817	1 854
dörrar	st	183	183	183

Figur 33. Uppmätta materialmängder



Figur 34. Spill i procent av nettomängden

### Kommentarer till mätningar

#### Gips

Mätningar har gjorts av invändig 13 mm gips i nya innerväggar (dubbel) och nya undertak (enkel). Formaten 1,2x2,4 m<sup>2</sup> och 1,2x2,5 m<sup>2</sup> användes. Man köpte så stora kvantiteter åt gången att dessa levererades fraktfritt. Totalt levererades gips vid 7 tillfällen. Avrop skedde ca 1 vecka före leverans. Gipsen lagrades utomhus på gården, ströad och täckt med presenning. En truck körde fram paketen som sedan transporterades till respektive våning i befintliga hissar. På grund av att man arbetat på olika ställen flyttades gipsstuvorna vid ett flertal tillfällen.

Spillet blev 14 %. Drifttillskottet var främst kapspill som uppstått vid anslutningar mellan väggar och vid ursparingar för dörrar. Det övre lagret

skulle överlappa det undre lagret med 10 cm. För att underlätta monteringen skar man därför bort 10 cm i underkant på nedersta skivan. Remsorna kasserades. De bitar som skurits ut för dörröppningar m m användes så långt det var möjligt i slitsar. Arbetsplatstillskottet berodde på att 15 m<sup>2</sup> skadats vid lyft med gaffeltruck, 47 m<sup>2</sup> blev fuktskadade och 100 m<sup>2</sup> blev stulet.

### **Isolering**

Väggar med höga krav på ljudisolering och brandskydd isolerades. Glasull köpt på rulle användes för ljudisolering medan stenullsisolering användes för brandinklädnad. Isoleringen levererades vid ett tillfälle. Lagringen skedde i en hall som arbetsplatsen fått tillstånd att disponera men som ett flertal personer hade tillträde till.

Spillet storlek varierade (12-22 %). Drifttillskottet berodde på kapspill vid öppningar och kapspill vid tillskärning av passbitar. Störst blev drifttillskottet av brandskyddsisoleringen. Arbetsplatstillskottet uppstod till följd av att totalt 30 m<sup>2</sup> använts för provisorier och att 30 m<sup>2</sup> av dimensionen 30 mm blivit stulet. Av brandisoleringen blev 20 m<sup>2</sup> över som troligen kunnat användas vid nästa etapp. Ett par ospecificerade poster på sammanlagt 10 m<sup>2</sup> kunde man ej härleda.

### **Lister**

Fotlister och foder mättes. Fotlist köptes fallande medan största andelen foder (90 %) köptes i kapade längder (2,3 meter). Listerna lagrades inomhus.

Totalt blev spillet 8 %. Drifttillskottet var främst kapspill från fallande längder. På kapade längder, foder, sågade man bort ca 7 cm/längd. Arbetsplatstillskottet berodde på skador till följd av felaktig lagring (7,5 m' fotlist och 13 m' foder), stölder (21 m' fotlist), överblivna mängder (43 m' fotlist och 6,6 m' foder) och några ospecificerade poster (totalt 32 m').

### **Dörrar**

183 st dörrar byttes ut. Dörrarna köptes i Skellefteå och levererades vid 5 tillfällen. Lagring skedde i en godsmottagning inomhus.

Följande noteringar gjordes avseende dörrar:

- 13 dörrar var skadade i leveransen på grund av att de varit dåligt emballerade. Framför allt rörde det sig om klämskador och stötskador.
- 40 gångjärn var felaktigt monterade och fick justeras på platsen.
- En dörr hade felaktigt mått.

Leverantören ersatte de utgifter man haft i samband med felaktigheterna.

#### 4.3.12 Nyproduktion av 14 parhus med stommar av trä

##### Allmänt om objektet

**Objektsbeskrivning:** Objektet avsåg nybyggnad av 14 parhus. Entreprenaden innefattade bottenplatta och hus. Bottenplattan göts mot kantelement (sk U-element) av typen Sundolit. Ytterväggselementen tillverkades i fältfabrik och stommen utgjordes av 170 mm träreglar som isolerades med 170 mm isolering. Takmaterialet utgjordes av betongtakpannor. Arbetsplatsen låg fritt med gott om utrymme för materialupplag.

**Entreprenadform:** Delad entreprenad.

**Arbetsorganisation:** Organisationen på arbetsplatsen har bestått av en platschef, en arbetsledare, en lagbas och ca 8 egna yrkesarbetare.

**Projektering:** Färdigprojekterat före byggstart.

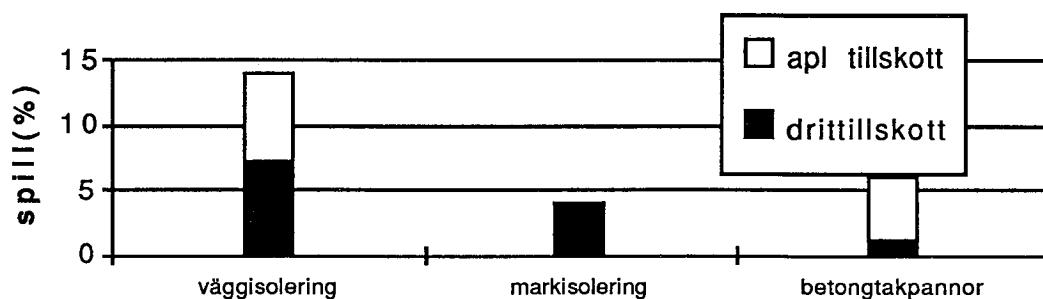
**Planering, beredning:** Kort om tid för planering före byggstart men man tycker ändå att det viktigaste hunnits med. Planering under byggtiden har skett fortlöpande tillsammans med yrkesarbetare. Man försökte få materialet levererat just-in-time. Leveranser av fönster, virke och gips skulle helst ske samtidigt.

**Material som mätts:** Väggisolering, markisolering, betongtakpannor och fogmassa.

##### Mätresultat

Material	Enhet	Nettomängd	Driftmängd	Totalmängd
väggisolering 170 mm	m2	760	816	865
markisolering 150 mm	m2	942	977	977
betongtakpannor	st	19 689	19 773	20 850
fogmassa	kr	0	5 833	5 833

Figur 35. Uppmätta materialmängder

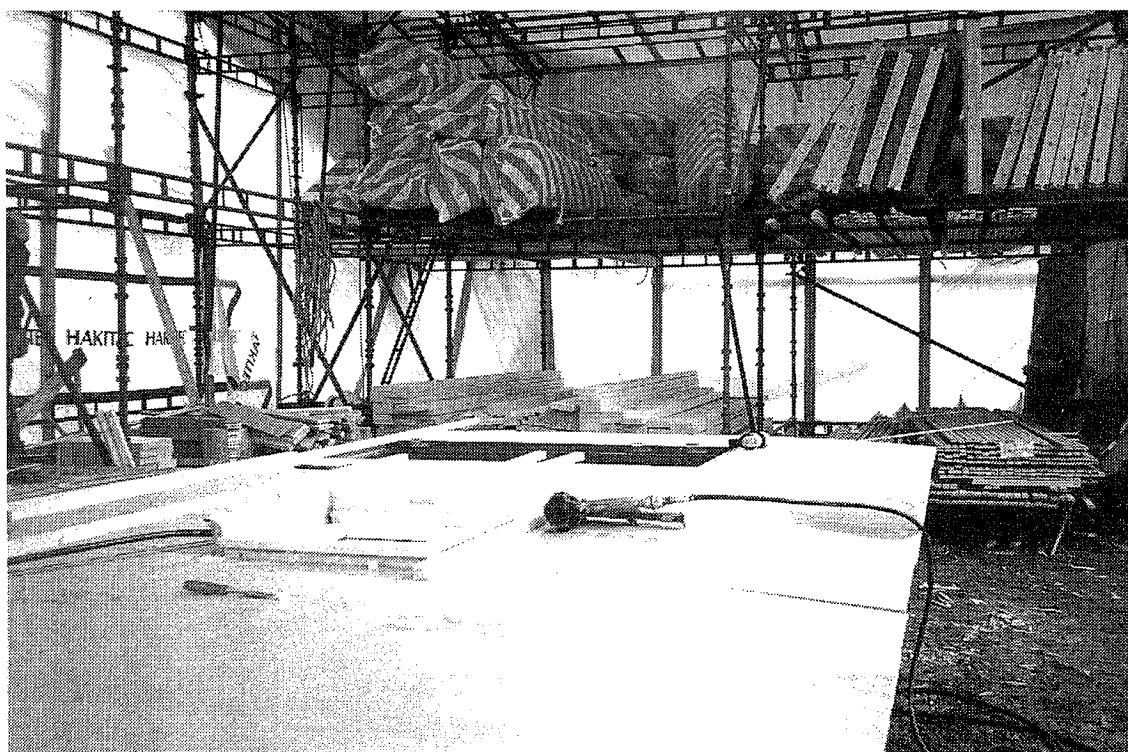


Figur 36. Spill i procent av nettomängden

### Kommentarer till mätningar

#### Väggisolering

Stenullsisolering med tjockleken 170 mm har studerats i ytterväggar och lägenhetsavskiljande väggar. Våningshöga skivor köptes,  $560 \times 2\,270 \text{ mm}^2$  som levererades på inplastade pallar till två hus åt gången. Isoleringen lagrades både under tak i fältfabrik och på upplagsplats utomhus. Tillskärning och montering av isolering i ytterväggelement gjordes i fältfabriken medan lägenhetsavskiljande väggar isolerades på plats.



Figur 37. Tillverkning och lagring i fältfabrik

Isoleringsspillet blev 14 %. Drifttillskottet berodde på kappspill som uppkommit vid tillskärning, främst smala remsor, mindre bitar och en liten andel snedkapade bitar (nock). Arbetsplatstillskottet berodde huvudsakligen på att  $48 \text{ m}^2$  blivit över som troligtvis användes i nästa etapp. Några skivor



fuktskadades på grund av att vatten trängt in i förpackningarna på arbetsplatsen och några skivor var fuktskadade redan vid leveransen. Arbetsledningen uppskattade att ca 4% av de tidiga leveranserna fuktskadats.

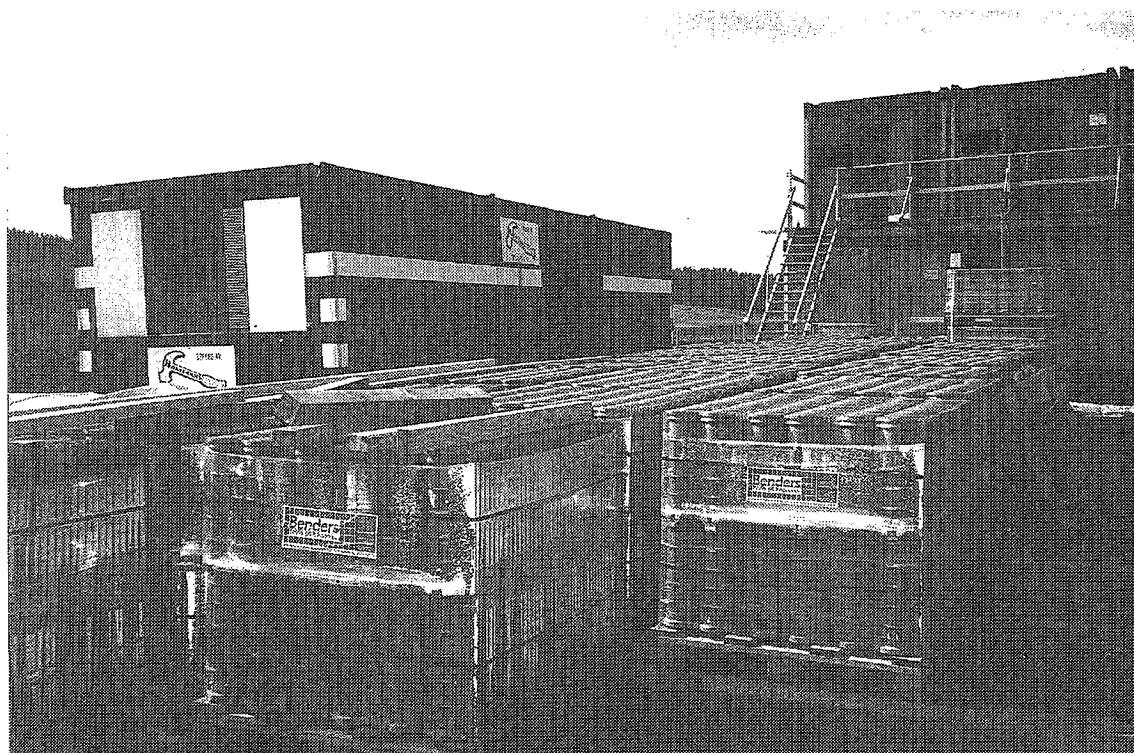
### **Markisolering**

Markisoleringen utgjordes av grundfalsad Sundolit med tjockleken 150 mm. Skivorna hade storleken 1200 x1200 mm vilket var behändigt för en man att hantera. Leverans skedde vid 4 tillfällen.

Drifttillskottet berodde på att några bitar, som ej passade ihop, blivit över. Inget arbetsplatstillskott förekom.

### **Betongtakpannor**

Förbrukningen av betongtakpannor ochnockpannor studerades på samtliga hustak. Takpannorna levererades vid behov. Man beställde så mycket åt gången att de levererades fraktfritt. Pannorna levererades på inplastade pallar om 230 pannor/pall och lagrades endast ute ett par dagar före läggning. Därefter lades samtliga pannor ut i buntar på hustaken.



*Figur 38. Lagring av betongtakpannor*

Drifttillskottet berodde på att 28 pannor per huskropp sågats till halvpannor för att passa vid takändar varvid andra halvan kasserats. Detta innebar totalt kassation av 168 halvpor. Arbetsplatstillskottet bestod av pannor som varit trasiga redan i pallarna eller krossats under hanteringen på arbetsplatsen (tappats eller söndertrampats). En gaffeltruck körde vid något tillfälle sönder yttersta lagret i en pall.

Onödiga omflyttningar av pannorna undveks, vilket bidrog till att minimera spillet. Enligt platschefen gick ca 5-6 pannor/pall sönder vid varje flyttning.

### **Fogmassa**

På grund av att man gjutit bottenplattor vid ett ogynnsamt tillfälle var man tvungen att flytspackla rum för rum. Därefter fogade man i underkant mot syll och mellanväggar. Momentet var inte medräknat i kalkylen. Totalt förbrukade man 180 påsar samt 56 tuber till en materialkostnad av 5833 kr. För själva utförandet tillkom en arbetskostnad på 11 000 kr exklusive moms (ca 800 kr/lägenhet).

## **4.3 13 Nyproduktion av studentbostäder med stomme av betong**

### Allmänt om objektet

**Objektsbeskrivning:** Objektet var en nyproduktion av 144 studentlägenheter. Två huskroppar byggdes. Stommen utgjordes av platsgjuten betong.

**Entreprenadform:** Generalentreprenad.

**Arbetsorganisation:** Organisationen på arbetsplatsen bestod av en platschef, en arbetsledare och under en period en trainee (som bl a arbetat med materialplanering), en lagbas och 11-12 egna yrkesarbetare (som mest 24).

**Projektering:** Ofullständiga handlingar. Detaljer fattades.

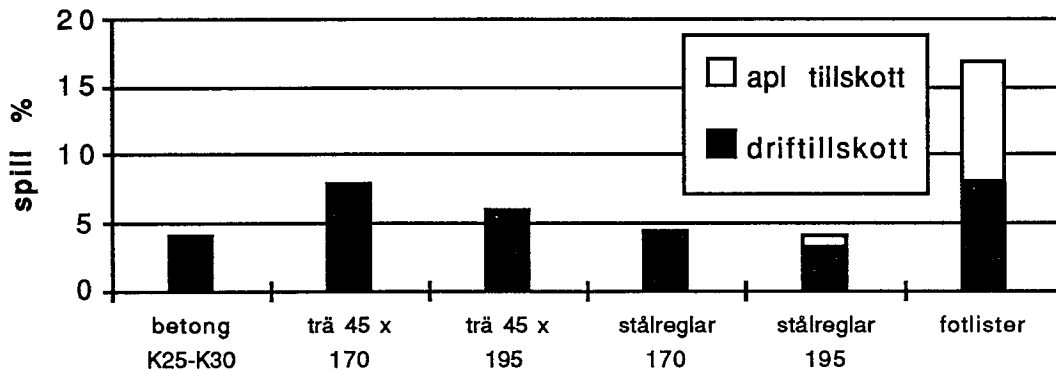
**Planering:** Förseningar medförde att platschefen kunde planera i ca 1 år före byggstart. Byggstarten inleddes med en genomgång med samtliga yrkesarbetare där bl a olika ansvarsuppgifter delades ut. En yrkesarbetare ansvarade för mottagning av allt material, en annan för armeringen en tredje för betongutrustningen osv. Skriftliga arbetsberedningar har utförts.

**Materials lag som mätts:** Betong, trä, stålreglar och lister.

### Mätresultat

<b>Material</b>	<b>Enhet</b>	<b>Nettomängd</b>	<b>Driftmängd</b>	<b>Totalmängd</b>
betong K25-K30	m <sup>3</sup>	296	307	307
trä 45x170 mm	m'	1 051	1 135	1 135
trä 45x195 mm	m'	1 384	1 464	1 465
stålreglar 170 mm	m'	330	345	345
stålreglar 195 mm	m'	3 300	3 410	3 428
fotlister	m'	328	355	385

Figur 39. Uppmätta materialmängder



Figur 40. Spill i procent av nettomängden

### Kommentarer till mätningar

#### **Betong**

Betongåtgång mättes i väggar och valv. Betongkvalitet K 25, K 30 och K 30 vattentät användes. Vid gjutning av väggar levererades betongen med tippbil till automatficka. Vid gjutning av valv skedde leverans med pumpbil.

Mängderna har beräknats vid 22 olika gjuttillfällen mellan 19/5--25/8 -95.

Spillet blev 3,5 %. Drifttillskottet berodde bl a på att det vid ett gjuttillfälle rann ut ca 3 m<sup>3</sup> betong ur automatfickan. Vid gjutning av ett valv beställdes ca 1 m<sup>3</sup> för mycket betong som kasserades. I regel blev det ca 200 l över efter varje gjutning.

Arbetsledningen uppmärksammade att leverantören vid flera senare tillfällen skickade för mycket betong. Uppskattningsvis levererades ca 600 l för mycket per gjutning. Fortsättningsvis beställdes därför snarare för lite betong än för mycket. Enligt leverantören berodde överskotten på att man nyligen bytt ut instrumenten som reglerade påfyllnad på betongbilen. Överskotten gav upphov till störningar. Betongen låg i vägen, armeringsjärn skulle bockas och sättas i varje "betongklick" och ett flertal beställningar av kranbil för att lyfta betongklumparna på plats på lastbilen måste göras. Därutöver tillkom tippkostnad och transportkostnad. Leverantören betalade dock för borttransporten.

#### **Trä**

Virke i utfackningsväggar studerades. Dimensionerna 45x170 mm och 45x195 mm användes. 45x170 mm köptes till 75 % fallande (ca 3.60 meterslängder). 45x195 mm köptes till 80 % i 2.40 meterslängder som kapades ca 10 mm.

Virket mellanlagrades bl a på tak till förrådscontainrar under presenningar. I anslutning till raster sorterade man ut och transporterade upp virket med hjälp av kran till respektive våning. Kapning skedde vid inbyggnadsstället.

Virkesspillet blev 8 % av 45x170 mm och 6 % av 45x195 mm. Drifttillskottet var en följd av det kapspill som uppstått vid inbyggnadsstället. Det rörde sig om småbitar om max 30 cm. Inget arbetsplatstillskott noterades.

### **Stålreglar**

Stålreglar med bredden  $b=170$  mm och  $b=195$  mm användes i utfackningsväggar. Stående reglar, RY 195 köptes till 85 % våningshöga (2360 mm) medan skenor och syll köptes i 3 meters längder. Skenor av SKYF 170 köptes i 3 meters längder.

Stålreglarna levererades buntade våningsvis och lyftes direkt in till respektive våningsplan. Vid första leveransen köptes material till 7 våningar och därefter köptes material till resterande våningar varvid mängderna reglerades.

Spillet blev för båda dimensionerna ca 4 %. Drifttillskottet berodde på kapspill vid sågen, småbitar om ca 20 cm. Inget arbetsplatstillskott noterades.

### **Lister**

Åtgången har endast uppmätts av fotlist på våning 2. Fotlisterna köptes fallande och levererades buntade våningsvis.

Spillet från denna våning blev 17 %. Drifttillskottet bestod av kapspill som uppstått vid inbyggnadsstället. Arbetsplatstillskottet var de lister som blivit över på denna våning. Dessa togs upp till nästa våning för användning där.

## **4.3.14 Om- och tillbyggnad av affärscentrum**

### Allmänt om objektet

**Objektsbeskrivning:** Objektet avsåg om- och tillbyggnad av ett affärscentrum. Gamla väggar revs och nya uppfördes. Nya trapphus, hisschakt samt ett nytt fläktrum på taket byggdes. Förstärkningsarbeten gjordes i källaren. Man arbetade på flera ställen samtidigt.

**Entreprenadform:** Samordnad totalentreprenad

**Arbetsorganisation:** Organisationen på arbetsplatsen har bestått av platschef, två arbetsledare, en biträdande arbetsledare, en lagbas och ca 15 egna yrkesarbetare. En arbetsledare ansvarade för tillbyggnadsdelen och den andre för ombyggnadsdelen.

**Projektering:**

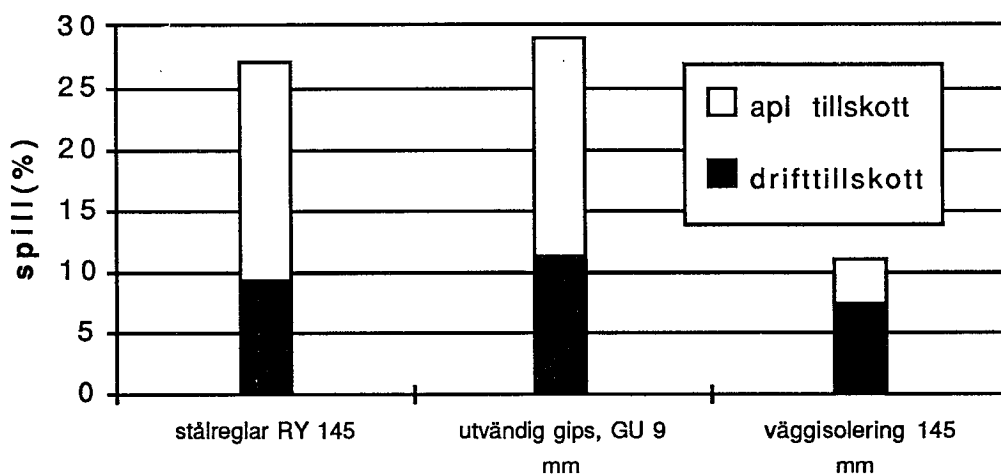
**Planering, beredning:** Samtidigt som byggnadsarbetena pågått har affärsverksamheten varit igång som vanligt vilket inneburit vissa svårigheter vid planering och uppläggning av arbetet.

**Material som mätts:** Stålreglar, utvändig gips och väggisolering

## Mätresultat

Material	Enhet	Nettomängd	Driftmängd	Totalmängd
stålreglar RY 145	m'	1170	1277	1490
utvändig gips, GU 9 mm	m2	931	1 038	1 197
väggisolering 145 mm	m2	906	970	1002

Figur 41. Uppmätta materialmängder



Figur 42. Spill i procent av nettomängden

### Kommentarer till mätningar

#### Stålreglar

I nya utfackningsväggar har man använt RY-reglar, 145 mm (ej lagervara). Reglarna köptes i två längder, 308 st med  $l = 4$  m (1232 m') och 120 st med  $l = 2,15$  m (258 m'). Leverans har skett vid två tillfällen. Merparten lagrades vid inbyggnadsstället och resterande del lagrades på en del av en parkeringsplats som man tillåtits disponera.

Spillet var 27 %. Främsta anledningen till drifttillskottet var omlottskarvning. Två 4 meters reglar skarvades till 6,60 m vilket gav ett överlapp på 1,40 m. Enligt leverantören skulle överlappet vara minst 0,8 m. Sammanlagt gav överlappen utöver anvisning ett drifttillskott på 92 m. Av reglar med längden 2,15 m kapade man ca 5 cm/regel vilket gav 6 m kappspill.

Arbetsplatstillskottet stod för största delen av spillet, ca 210 m'. Av dessa utgjordes 50 m' av reglar som blivit över och 10 m' av längder som kasserats. Orsaken till resterande 150 m' kunde ej härledas men det mest sannolika var att en del blivit stulet och några reglar kasserats på grund av utrymmesbrist.

## Gips

Mätningar har gjorts av utvändig gips (GU-skiva, 9 mm). Två dimensioner, 1,2x3 m<sup>2</sup> och 1,2x2,4 m<sup>2</sup>, har använts. GU-skivan har använts i utfackningsväggar, fläktrum och trapphus. Skivorna levererades i stuvar på pallar och var ej inplastade. Lagring skedde inomhus samt på upplagsplats (parkeringsplatsen) under presenning.

Drifttillskottet bestod främst av kaspill som uppstått vid vägganslutningar samt ursparingar vid öppningar. I fläktrummet blev kaspillet särskilt stort på grund av att gips sattes i två omgångar. Vid första omgången lämnades ca 0,5 m som gipsades senare. Arbetsplatstillskottet berodde bl a på att några skivor skadades i hanteringen på arbetsplatsen (ca 14 m<sup>2</sup>) och att en skiva fuktskadades (3 m<sup>2</sup>). Övriga 142 m<sup>2</sup> gick ej att härleda. Trapphuset var färdigt då mätningarna påbörjades och det är möjligt att det här gått åt mer än vad resultaten anger.

## Isolering

Stenullsisolering med tjockleken 145 mm har mätts i utfackningsvägg. Två olika storlekar har använts, 60x120 cm<sup>2</sup> och 58x120 cm<sup>2</sup>, beroende på användning mellan stålreglar eller träreglar.

Främsta anledningen till drifttillskottet var kaspill vid tillskärning av passbitar samt kaspill vid fönster och dörrar. Arbetsplatstillskottet berodde på att några skivor fuktskadats på taket (fläktrummet), en bal försvann (troligen stöld), och några bitar kasserats.

## 4.4 Sammanställning av spillprocent utifrån gjorda mätningar

I avsnittet ovan har mätresultatet från varje enskild arbetsplats redovisats. För att få en något mer samlad bild av storleksordningen på det materialspill som uppmätts har medelvärdet för respektive materialslag beräknats, se fig. 43.

Medelvärdena är framräknade genom att spillprocenten från samtliga studerade arbetsplatser lagts samman och dividerats med antalet arbetsplatser. På samma sätt har medelvärdet för drifttillskott och arbetsplatstillskott beräknats.

### Ex 1. Armering:

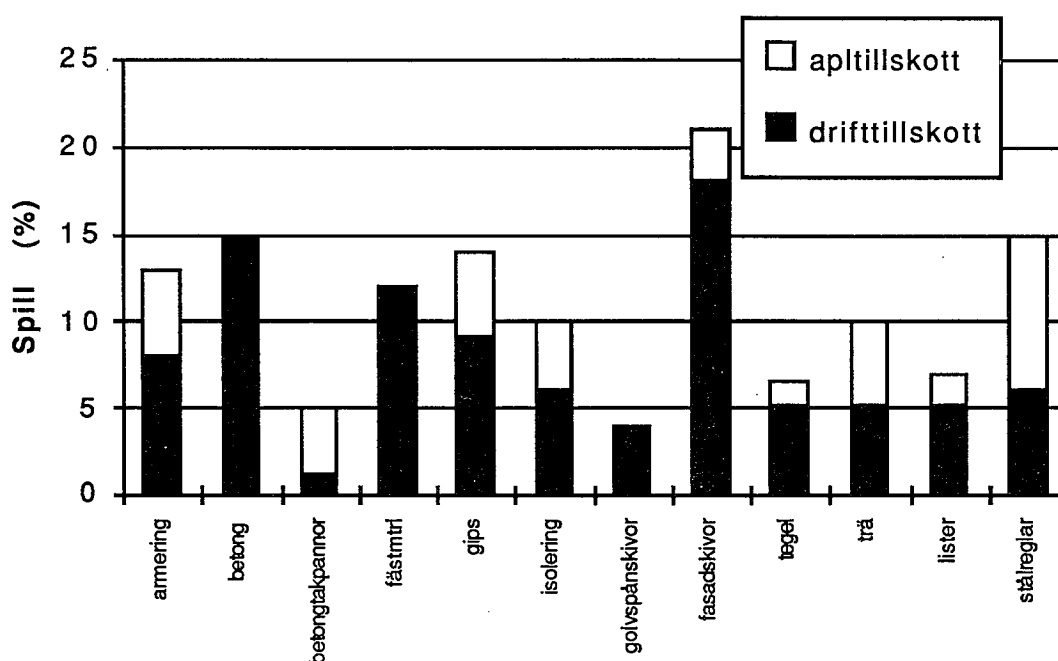
$$\text{medel spill (\%)} = \frac{\text{arm tot \% apl 1} + \text{arm tot \% apl 2} + \text{arm tot \% apl 8} + \text{arm tot \% apl 9}}{4}$$

Beräkningssättet skiljer sig ifrån det som använts i "Materialförbrukning på byggarbetsplatsen" (Larsson B.), 1983 då medelvärdena av mätningarna beräknades utgående från varje enskild mätning.

## Ex 2. Armering (enl studien -83):

$$\text{medel spill (\%)} = \frac{\text{arm}\%_{\emptyset 8_{\text{apl } 1}} + \text{arm}\%_{\emptyset 10_{\text{apl } 1}} + \text{arm}\%_{\emptyset 12_{\text{apl } 1}} + \text{arm}\%_{\emptyset 16_{\text{apl } 1+n}}}{4+n}$$

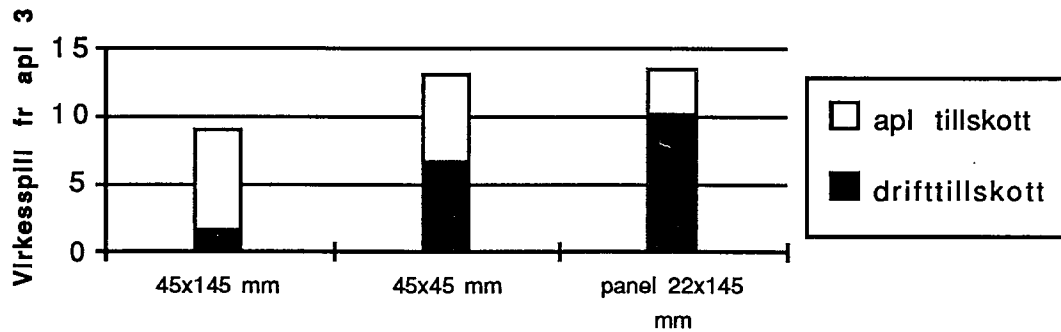
Det beräkningssätt som valts torde ge en något mer korrekt medelvärde. Med beräkningsförfarande enligt Ex 1 blir inte en dimension som uppvisar mycket stort spill, men kanske bara används i ringa mängd på en arbetsplats, utslagsgivande för resultatet. När det gäller t ex armering är spillet på vissa dimensioner mycket stort. Vid en arbetsplats uppmättes spillet av  $\emptyset 8$  till 303 % på grund av att en mycket stor andel använts som monteringsjärn. Den totala mängden  $\emptyset 8$  som använts var dock mycket liten i förhållande till den totalt förbrukade mängden armering på arbetsplatsen.



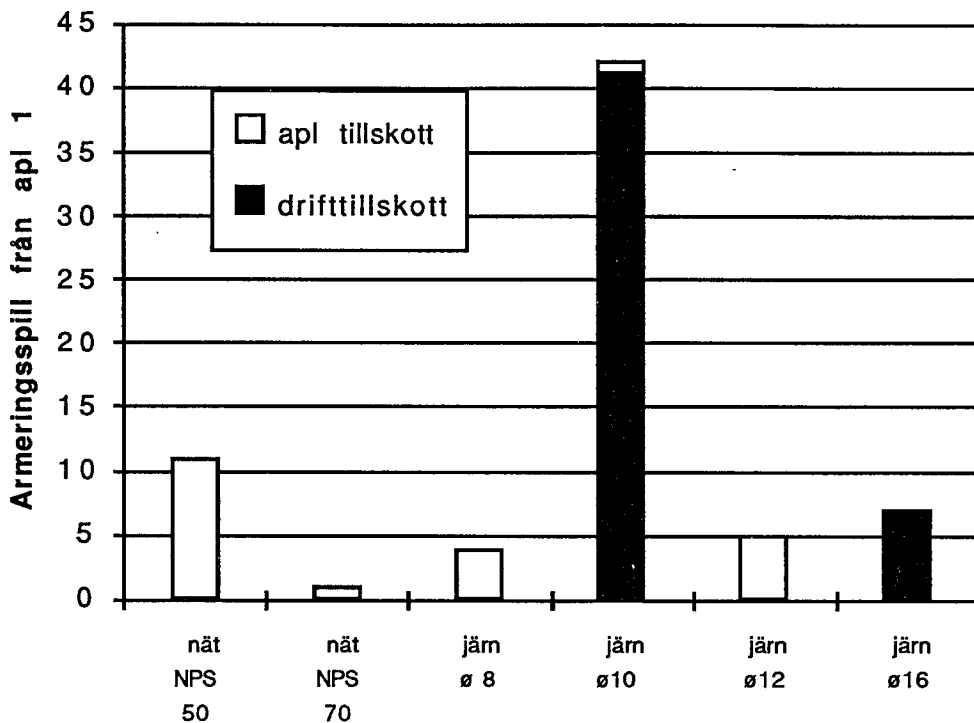
Figur 43. Medelvärden från de 14 arbetsplatserna. Värdena skall ej ses som riktvärden, därtill är underlaget för litet, utan visar på tendenser. Dörrar, fönster och fogmassa är ej med då spillet av dessa material är svårbedömt. OBS! Medelvärdet på betong är beräknat på gjutning av bottenplattor, grundmurar och plintar och ej gjutning av väggar och valv.

Som framgår av fig. 43, varierar spillet mellan olika materialslag. När det gäller armering bör det poängteras att även monteringsjärnen räknats som spill. Skälet är att de redan i den tidigare studien räknats som ett drifftillskott, (Larsson B, 1983). Andelen monteringsjärn har utgjort mellan 2% - 5 % av det totala armeringsspillet på arbetsplatserna.

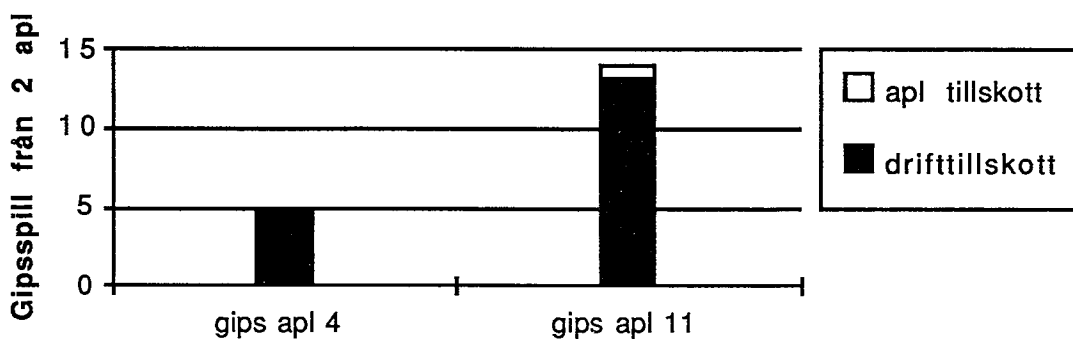
Spillet varierar mellan olika dimensioner inom samma materialslag, fig. 44, 45.



Figur 44. Virkesspill från en och samma arbetsplats. Framför allt drifttillskotten varierar. Av 45x145 har alla stolpar köpts exaktkapade.



Figur 45. Armeringsspill från en arbetsplats. Det höga drifttillskottet av ø 10 beror främst på användning av järnen som monteringsjärn.



Figur 46. Gipsspill från två ombyggnadsobjekt.



En jämförelse mellan olika arbetsplatser visar att spillet varierar inom samma materialslag, fig. 46.

Något klart samband mellan spilletts storlek och typ av objekt kan ej urskiljas. Dock kan märkas en tendens till något högre materialspill vid ombyggnadsprojekt än vid nyproduktion. Den slutsats som kan dras är att det är arbetsplatsernas speciella förutsättningar, t ex projekteringsnivå, planeringsgrad, engagemang bland medarbetare etc, snarare än objektstypen som är avgörande för spilletts storlek.

## 4.5 Resultat av intervjuer

Intervjuerna har gjorts i syfte att få arbetsplatsens syn på hur olika faktorer inverkar på materialförbrukningen. Vid intervjutillfällena deltog platschef, arbetsledare och lagbas. Diskussion fördes kring 26 olika frågor. Resultatet av intervjuerna har sammanställts och redovisas i följande sju viktiga punkter.

- Projektering
- Planering och arbetsberedning. Kvalitetsplaner och uppföljning
- Inköp, inköps- och leveransplaner
- Mottagningskontroll
- Mellanlagring och upprättande av arbetsplatsdispositionsplan
- Informationsutbyte på arbetsplatsen
- Platsledningens och övriga medarbetares engagemang

### 4.5.1 Projektering

Redan i detta skede, då byggnadens förutsättningar bestäms, skulle materialanvändningen kunna effektiviseras. Följande frågor ställdes till produktionsledet:

**Vilken inverkan har projekteringen på materialförbrukningen?**

**Sker erfarenhetsåterföring till projektören?**

**Inverkan av entreprenadtyp?**

*"Skrynkbyggen är ett helsike. Tänk efter före!", utbrast någon. På samtliga arbetsplatser menade man att projekteringen hade stor inverkan på*

materialåtgången. Man upplevde att många problem som borde varit lösta vid projekteringen fick lösas på platsen. *"Det kan till och med bli så",* sa en arbetsledare, *"att har man inte gjort en ordentlig arbetsberedning kan man gå på pumpen rejält på grund av att det material som föreskrivits inte går att använda. Då står man där med fel grejer som till sist hamnar i containern"*. Sena revideringar var också en källa till spill om materialet redan levererats till platsen.

Majoriteten hade uppfattningen att projektörerna borde tänka mer i termer om modulmått för att minimera materialförbrukningen. En platschef uttryckte sig dock så här, *"Rent teoretiskt kan man placera dörrar och fönster så att man får väldigt lite spill men det kanske inte blir så trevliga hus. Det viktigaste är att man projekterar rätt från början, kvaliteten måste börja från början"*.

Erfarenhetsåterföringen från produktionen till projektören var som regel närmast obefintlig. *"Frågan är vad de vill ha reda på"*, sa någon. Projekteringsmissar följdes generellt upp på arbetsplatserna för att i slutändan regleras ekonomiskt. Ansvar för att delge projektören dessa uppgifter var främst beställarens.

På samtliga arbetsplatser förordades ett avslutsmöte med projektören och genomgång av vad som fungerat bra och mindre bra. En platschef tyckte att entreprenören "åtminstone" i skriftlig form borde delge projektören erfarenheter från produktionsskedet.

På frågan om entreprenadtypens inverkan på materialförbrukningen trodde man att spillet blev mindre vid totalentreprenader. Vid totalentreprenader gavs möjligheter till helhetssyn, särskilt om produktionsledet haft möjlighet att medverka. Mätningarna ger dock inget belägg för dessa teorier.

#### **4.5.2 Planering och arbetsberedning. Kvalitetsplaner och uppföljning**

Mätningarna tyder på att graden av planering före och under produktionen har betydelse för materialåtgången. Följande delfrågor ställdes angående planering i produktionsskedet:

- Hur har planeringen varit före byggstart?**
- Hur har planeringen fungerat under byggtiden?**
- Har arbetsberedningar gjorts kontinuerligt?**
- Hur inverkar valet av metod?**
- Har man upprättat och använt kvalitetsplaner?**
- Hur har uppföljning av materialförbrukning fungerat?**

Endast 2 byggarbetsplatser ansåg sig ha haft god tid för planering före byggstart. På övriga arbetsplatser hade en stor del av den inledande planeringen fått göras sedan man väl kommit till platsen. *"När bygget väl är igång har man aldrig tid att sitta ensam och planera. Det viktigaste är att bestämma hur materialet*

*skall levereras, vilka dimensioner som skall tas hem och i vilka mängder. Har man väl planerat detta grundligt fungerar det lättare sedan",* menade en platschef.

Vissa objekt ansågs vara svårare att planera än andra. Som exempel nämndes att det vid produktion av t ex småhus var relativt lätt att specificera exakt materialåtgång medan det var betydligt svårare vid ombyggnad. Framförhållningen och planeringen var sämst vid ombyggnadsobjekten, främst på grund av ofullständiga och sena handlingar.

*" Man borde planera ihop med yrkesarbetarna mycket mer",* tyckte en platschef. Endast vid 4 arbetsplatser var lagbasen med i planeringen före byggstart.

Hur fungerade planeringen under byggtiden? Förutom den fortlöpande planeringen som utfördes av arbetsledningen försökte man på flertalet arbetsplatser ha regelbundna planeringsmöten. Det tycks ha fungerat på de större arbetsplatserna. Vid mötena diskuterade man bl a leveranser, lagring av material och kritiska moment. En målsättning var också att någon eller några yrkesarbetare skulle delta i denna planering. Tyvärr fungerade inte detta på alla arbetsplatser. En allmän uppfattning var att lagbasen oftare deltog i planeringen vid nybyggnad än vid ombyggnad.

På nästan samtliga arbetsplatser gjordes arbetsberedningar kontinuerligt. Arbetsberedningarna utfördes vanligen inför nya aktiviteter av arbetsledare ihop med respektive lag. De var oftast inte skriftliga. *"Skriftlig arbetsberedning är ytterligare en ny grej som är på tapeten. En arbetsberedning för mig behöver inte vara skriftlig. Det kan vara att man står och diskuterar problem. Men det kommer nog att bli mer och mer skriftliga arbetsberedningar framöver",* ansåg en arbetsledare. Den allmänna inställningen var att noggrant genomförda arbetsberedningar ofta lett till att materialåtgången minimerats.

Majoriteten var överens om metodvalets betydelse för materialförbrukningen. I första hand var det dock tidsåtgången som styrde valet av metod och det var viktigare än materialförbrukningen.

På frågan om man arbetade efter kvalitetsplaner svarade samtliga ja men bara ett par arbetsplatser tyckte att det fungerade tillfredsställande. Någon uttryckte sig så här, *"Att sy ihop en kvalitetsplan är inte svårt men att få det att fungera rullande är svårare".* Man kunde inte svara på om kvalitetsarbetet haft någon effekt på materialåtgången.

Vad gällde uppföljning under produktionstiden gjordes ekonomiska prognoser och avstämningar regelbundet på samtliga arbetsplatser. Däremot gjordes ingen specifik uppföljning av materialspill. Endast vid extrem åtgång i förhållande till produktionskalkylen analyserades orsakerna. Majoriteten ansåg dock att enkla uppföljningssystem för materialförbrukning vore önskvärt.

### 4.5.3 Inköp, inköps- och leveransplaner

I inköpsskedet fattas viktiga beslut som kan påverka materialåtgången totalt sett. Följande frågor ställdes:

**Hur har inköp gått till på arbetsplatsen?**

**Vem har bestämt inköp?**

**När var inköps- och leveransplaner färdiga?**

**Har man haft fortlöpande kontakt med inköpare?**

**Har man haft speciella leverantörskontakter?**

**Hur levererades materialet till arbetsplatsen?**

Vid majoriteten av arbetsplatserna har arbetsledningen skött de löpande inköpen, dvs beställningar av dagligvaror och beställningar av material som styrts genom centrala avtal såsom, virke, gips, isolering, armering och betong. Udda och större inköp som skåpsinredningar, vitvaror, fönster m m gjordes av inköpare. Detta ansågs rätt eftersom inköparen ofta hade bäst kontakter med denna typ av leverantörer.

Vikten av att platschefen var med vid upphandlingarna betonades. En platschef uttryckte sig lite drastiskt och sa, "*Inköp får ej köpa något som jag inte godkänner*". Den allmänna inställningen var att platschefens tidigare erfarenheter av materialinköp bidrog till att eliminera eventuella felval. Platschefen valde gärna en materialleverantör som han haft goda relationer med och goda erfarenheter av sedan tidigare, även om prisnivån var något högre medan inköparna oftare lät priset avgöra valet.

Ungefär hälften av arbetsplatserna hade upprättat inköps- och leveransplaner före byggstart utifrån vilka avropen gjordes. Leveransplanerna upprättades av arbetsledningen i samarbete med inköparen. Generellt tycks planerna ha fungerat tillfredsställande.

Samarbetet med inköpare har varierat från arbetsplats till arbetsplats. Några har haft bättre kontakt med inköparen under själva byggtiden än andra. På samtliga arbetsplatser var man överens om vikten av erfarenhetsåterföring till inköpare.

Leverantörssamverkan tyckte man generellt var mycket viktig. Genom ett ökat samarbete med leverantörer/tillverkare lyckades man ofta hitta kostnadseffektiva lösningar. En platschef uttryckte sig så här angående ökat samarbete, "*I lågkonjunkturen har vi insett att vi behöver leverantörerna och de behöver oss*".

På frågan om hur materialet levererats till arbetsplatserna och hur detta inverkat på materialförbrukningen, svarade samtliga att man genom att beställa färdigkapat material, levererat i rätt mängd vid rätt tidpunkt kunde spara mycket material. Ökade kostnader till följd av dessa leveranssätt trodde man sig tjäna in genom arbetstidsbesparingar. "*Lägg kostnaden där den är lägst. Det*

*är inte alltid den är lägst på arbetsplatsen, utan hos leverantören/tillverkaren", ansåg en platschef.*

Vid några arbetsplatser ansåg man att yrkesarbetarna i större utsträckning borde medverka vid inköp av material till arbetsplatsen.

#### **4.5.4 Mottagningskontroll**

Med mottagningskontroll menas att det material som kommer till arbetsplatsen kontrolleras med avseende på kvalitet och kvantitet. Vid eventuella felaktigheter måste detta regleras på ett eller annat sätt. Antingen genom att leverantören kompenserar för eventuellt bortfall eller genom att en mindre mängd material beställs vid nästa tillfälle. Följande fråga ställdes:

##### **Hur har mottagningskontroll skett på arbetsplatserna?**

De flesta arbetsplatserna utförde mottagningskontroller av ömtåligt material och material med hög ytfinish. Skåp och snickerier packades upp och kontrollerades. Glaspartier kontrollerades med avseende på att rätt antal levererats och att inga synliga skador förekom. Av erfarenhet visste man väl vilka material som behövde kontrolleras extra noga. Främst kontrollerades kvaliteten. En platschef menade att det sällan var fel på kvantiteten utan oftare på kvaliteten.

Mängden virke, armering och betong kontrollerades sällan. Man gjorde i regel bara snabba uppskattningar av om mängderna stämde. Vid en arbetsplats gjordes stickprov av virke någon gång emellanåt. Generellt kontrollerades dock virkets kvalitet noga och som framgått av mätningarna var reklamationer av dåligt virke vanligt förekommande.

Skivmaterial och isolering kontrollerades med avseende på att rätt antal kollin levererats. Tegel likaså. Däremot kontrollerade man inte hur många stenar som var trasiga i pallarna. Det skulle, enligt de flesta, ta alldeles för lång tid.

På frågan vem som ansvarat för mottagandet på arbetsplatsen svarade samtliga att den som tagit emot materialet och skrivit på följesedeln även ansvarat för att det placerats på rätt ställe och täckts på rätt sätt. Det ansågs viktigt att de som skulle använda materialet själva tog emot det. Vid tre arbetsplatser var det kranförare eller traktorförare, som väl kände till upplagsplatser och tidpunkt för leverans, som mottog materialet.

På de flesta arbetsplatserna tycktes arbetsledningen lita på att leverantören skickade rätt kvantiteter. Vid de mottagningskontroller som genomförts under mätningarna har det dock framkommit att kvantiteterna inte alltid stämt enligt följesedlar. Till en arbetsplats skickades vid flera tillfällen mer virke, mindre armering och mer betong än vad som stod på följesedlarna. Till två andra arbetsplatser skickades i regel mer betong än vad som beställts.

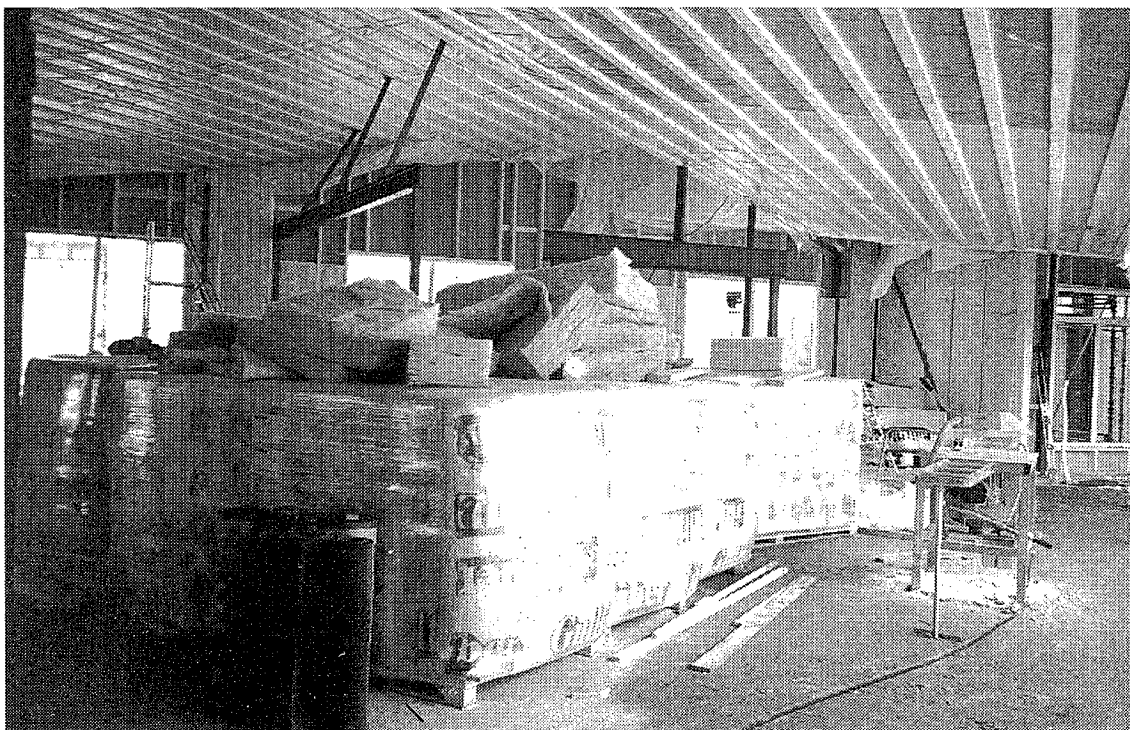
#### 4.5.5 Mellanlagring och upprättande av arbetsplatsdispositionsplan

Sättet att lagra material på arbetsplatsen har stor betydelse för den totala materialförbrukningen. Vid lagring utomhus uppkommer lätt skador på ömtåligt material och likaså vid omflyttningar av material. Små lager är att föredra. Följande fråga ställdes:

**Hur har mellanlagring gått till på arbetsplatsen och har någon arbetsplatsdispositionsplan upprättats?**

Enligt majoriteten var sättet att lagra material beroende av en rad faktorer, som t ex hur ömtåligt det var, hur stöldbegärligt, objektets läge och tillgång till upplagsytor. Hänsyn måste tas till varje arbetsplats specifika förutsättningar.

Den allmänna inställningen var att allt känsligt material (t ex gips, spånskivor, dörrar och snickerier) skulle lagras inomhus. Om möjligt skulle materialet lyftas direkt till inbyggnadsstället. I de fall materialet inte kunde lagras annat än utomhus skulle man tillse att det emballerades ordentligt före leverans och pallades och täcktes väl på arbetsplatsen.



*Figur 47. Lagring av isolering på pallar inomhus*

Man talade också om vikten av att ta hem material till arbetsplatsen i rätt tid, dvs inte förrän vid användningen. Små lager ansågs vara bästa sättet att undvika stölder, skador och onödig förbrukning.

På samtliga arbetsplatser ansåg man det viktigt att minimera antalet omflyttningar för att undvika skador på materialet. Vid trånga arbetsplatser eller

arbetsplatser där material ej kunnat lagras inomhus var det dock svårt att undvika. På några av ombyggnadsobjekten, framför allt de där byggnadsarbeten pågått på flera ställen samtidigt, pågick ständigt omflyttningar av material.



Figur 48. Lagring av gips inomhus på bockar

Samtliga arbetsplatser hade gjort mer eller mindre detaljerade arbetsplatsdispositionsplaner (APD-planer) över kranplacering, materialupplag, tillfällig byggel och bodplacering. "Det är A och O att göra en noggrann och väl genomtänkt APD-plan för att materialhanteringen skall fungera", ansåg en platschef.

På hälften av arbetsplatserna hade man haft någon typ av stöldskydd. Endast ett fåtal stölder på materialsidan, främst av isolering, noterades men desto fler på maskinsidan. I stort sett varje arbetsplats hade någon gång under byggtiden råkat ut för stöld av småmaskiner.

#### 4.5.6 Informationsutbyte på arbetsplatsen

Många fel uppstår på grund av missförstånd eller bristande informationsutbyte mellan medarbetare. I materialsammanhang kan brister i kommunikationen t ex leda till att fel material används för uppgiften, materialet utnyttjas på ett felaktigt sätt o s v. Följande fråga ställdes:

**Hur har informationsutbytet fungerat på arbetsplatsen?**

På många av arbetsplatserna, framför allt de större, hade man regelbundna lagbasmöten som protokollfördes. Protokollen gick sedan vidare till UE och yrkesarbetare. På några av dessa arbetsplatser gick platschefen dessutom igenom protokoll och tidplan med laget en bestämd dag i veckan. På de mindre arbetsplatserna fanns inga fastlagda mötesrutiner utan lagen informerades fortlöpande .

Vid flertalet byggarbetsplatser, framför allt de mindre, förekom en konstant dialog mellan arbetsledningen och yrkesarbetarna. Arbetsledarna gick alltid igenom nya moment med respektive lag.

Endast vid 2 arbetsplatser tyckte man att kommunikationen fungerat dåligt, främst beroende på platschefernas bristande förmåga att lämna ifrån sig information. Man var överens om att brister i informationen kunde ge upphov till onödiga missar i produktionen och ibland onödigt materialspill. Några konkreta exempel kunde dock ej ges.

#### **4.5.7 Platsledningens- och övriga medarbetares engagemang**

Kunskaper om hur material bör hanteras på byggarbetsplatserna för att minska materialförbrukningen tycks inte saknas men engagemanget för denna typ av frågor varierar. Följande frågor ställdes:

**Vilka kunskaper har platsledningen om materialspill och vilket engagemang har man för att minska det?  
Hur engagerade är yrkesarbetarna?**

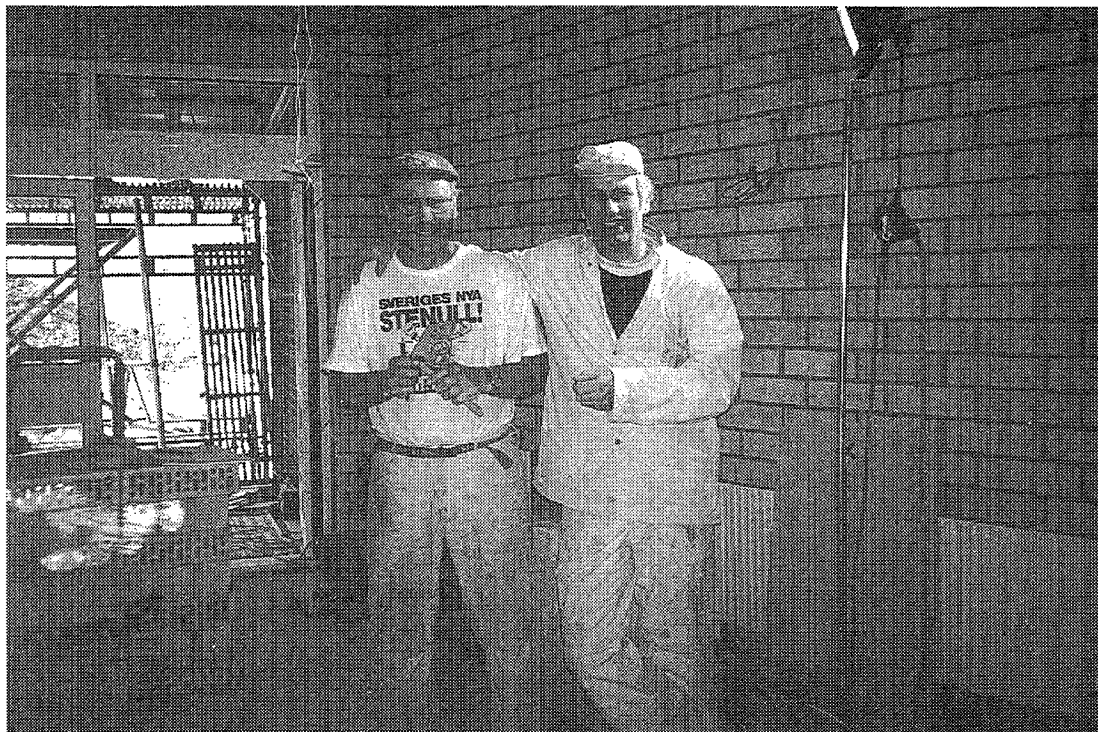
Många menade att tiden utgjorde en starkt begränsande faktor för hur mycket energi som lades på att försöka minimera spillet. *"Engagemanget varierar från person till person" ,ansåg någon. "Yrkesarbetarnas engagemang för att minska spillet är generellt dåligt" , tyckte en lagbas och tillade "Det är viktigt med platsledningens engagemang för att yrkesarbetarna skall bli intresserade". "Ett stort engagemang ser man på de arbetsplatser där alla varit med och planerat tillsammans från början, kanske inte just specifikt vad gäller material men det kommer med automatiskt" , menade en platschef.*

Vid två av byggföretagen hade nya lönesystem s k, resultatlönesystem, införts där även materialförbrukningen ingick. Yrkesarbetarna hade i och med införandet fått bättre insyn i ekonomi, större ansvar för materialplanering o s v. Samtliga tillfrågade trodde att denna typ av lönesystem ledde till ökat engagemang och därmed minskat materialspill. De vanliga ackordsystemen ansågs leda till högre spillprocent.

Vid några arbetsplatser tycktes engagemanget och delaktigheten vara större än vid andra. Det framgick tydligt att alla hjälptes åt för att nå uppsatta mål. Vid dessa arbetsplatser deltog samtliga medarbetare aktivt i materialplaneringen.



Både platschefer, arbetsledare och yrkesarbetare hävdade att engagemanget och intresset för att spara material ökat betydligt på senare år, främst beroende på rådande lågkonjunktur men också till följd av en ökad miljömedvetenhet.

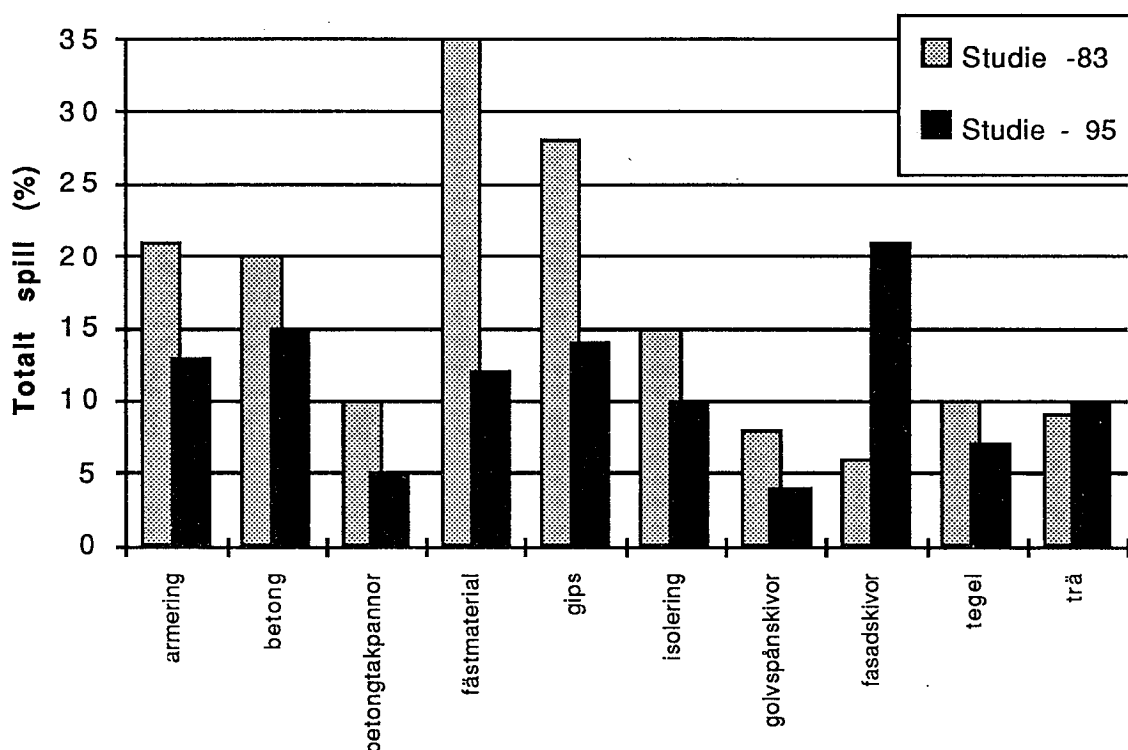


*Figur 49. Två som trivs med sitt arbete*

## 5. JÄMFÖRELSE MED TIDIGARE STUDIE

Ett av syftena med projektet har varit att jämföra de spillprocent som erhållits 1994-1995 med de värden som erhöles vid studien 1981-1983 fig. 50, fig. 51, fig. 52.

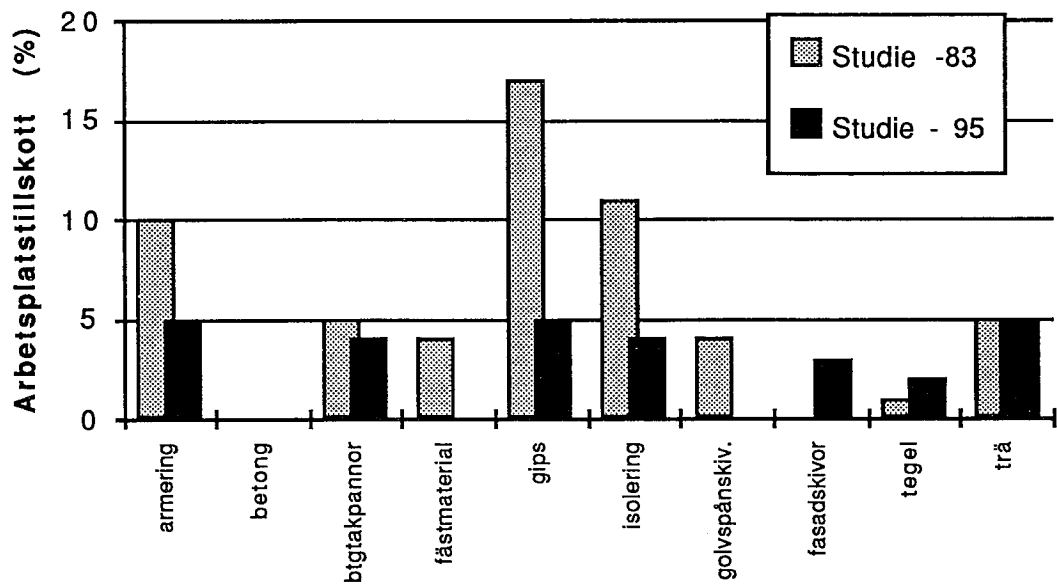
De objekt som studerats 94-95 skiljer sig något från de som studerats 81-83. Med antagandet att det är arbetsplatsens speciella förutsättningar snarare än objektstypen som är av betydelse för spillens storlek kan jämförelsen dock anses vara relevant. Det är emellertid viktigt att som tidigare påpeka att jämförelsen pekar på en tendens och inte en absolut sanning, därtill är underlaget för litet.



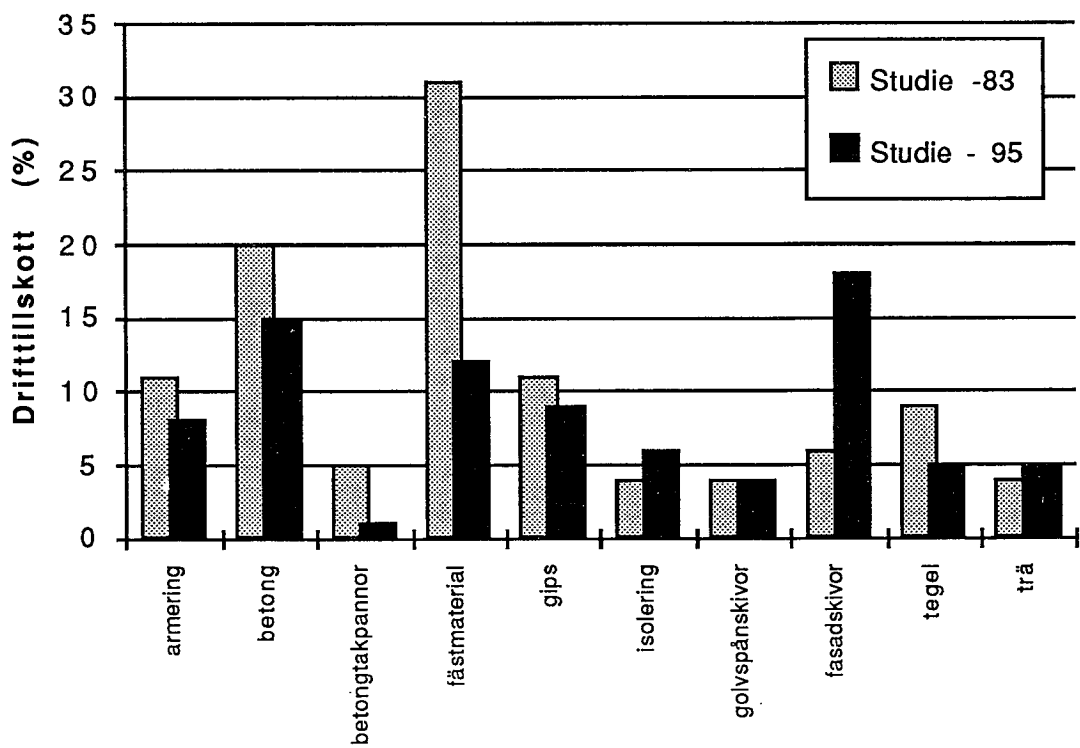
Figur 50. Jämförelse av spillprocent mellan studien -83 och studien -95.  
OBS! Texten på sid 63-64 bör läsas för att jämförelserna skall kunna tolkas på rätt sätt.

Jämförelsen i fig. 50 visar att materialsпилlet generellt sett har minskat.

Av fig. 51 framgår det att det framför allt är arbetsplatstillskotten som har minskat. En förklaring till detta är att materialet hanteras på ett varsammare sätt än tidigare. Av uppföljningarna och intervjuerna har det tydligt framgått att medvetenheten ökat vad gäller inköp, lagring och hantering av materialet på byggarbetsplatserna.



Figur 51. Jämförelser av arbetsplatstillskott



Figur 52. Jämförelser av drifttillskott

Jämförelser av drifttillskotten enligt fig. 52 ger inget entydigt svar. En minskning tycks ha skett när det gäller armering, betong, betongtakpannor, fästmaterial, gips och tegel. För golvspånskivor ligger drifttillskottet kvar på samma nivå. För betong, isolering och trä tycks drifttillskotten vara något högre. Skillnaderna är dock så små att de kan sägas hamna inom felmarginalens gränser. För fasadskivor tycks däremot drifttillskottet vara betydligt högre vilket kommenteras nedan.

På arbetsplatserna var närmare 80 % av de intervjuade övertygade om att spillet hade minskat. Skälen till minskningen ansågs främst bero på att lågkonjunkturen tvingat fram en ökad kostnadsmedvetenhet men också på det alltmer ökade intresset för resurshushållning och miljöfrågor.

Nedan analyseras skillnaderna för varje enskilt material.

#### Armering

Både arbetsplatstillskott och drifttillskott är lägre än vid tidigare studie. Det är svårt att med säkerhet definiera vad detta beror på eftersom mätningar på endast en arbetsplats utfördes i studien - 83. På denna arbetsplats studerades åtgång av armering i grundplattor och armeringen klipptes och bockades på platsen. Några av skälen till minskningen är troligen att man vid två av de nu aktuella objekten köpt färdigbockad armering samt att man på en arbetsplats där all armering bockats för hand tycks ha haft en mycket skicklig armerare. Vid jämförelsen framgår däremot tydligt att spillet precis som tidigare är störst av dimensionerna  $\varnothing 8$  mm KS 500 och  $\varnothing 10$  mm KS 500 som i hög grad används som monteringsjärn.

#### Betong

Spillet är något mindre än tidigare vid gjutning av bottenplattor, grundmurar och plintar. Vid tidigare studie mättes endast åtgång vid gjutning av plattor på mark. Det höga drifttillskottet beror främst på oexakta makadamhöjder men också felbeställningar och felaktig utsättning förekommer. Vid gjutning av väggar och valv blir spillet mindre (4 % har uppmätts i denna studie).

#### Betongtakpannor

Främst har drifttillskottet minskat jämfört med den tidigare studien. Skälet är att få pannor skadats i mellanhanteringen på arbetsplatserna och vid själva läggningen. Uppföljningar har gjorts vid två mindre arbetsplatser vilket innebär att man beställt relativt få pannor och således haft lite i lager. Pannorna har lagrats kort tid utan omflyttningar innan de lyfts upp på taken och lagts ut i buntar.

#### Fästmaterial

Mätning av karmskruv har endast utförts vid en arbetsplats vilket jämförs med den enda mätning av bult som gjordes i den tidigare studien. Jämförelsen är alltså inte riktigt relevant. Av uppföljningen framgick emellertid att drifttillskottet vad gäller karmskruv var relativt stort.

### Fasadskivor

Drifttillskottet är högre än tidigare. Vid tidigare studie mättes Steniskivor på ett större fasadrenoveringsobjekt (ca 5000m<sup>2</sup>). De nu aktuella mätningarna utfördes på Perstorpsskivor respektive Minerit vid två mindre arbetsplatser där relativt små ytor bekläddes. Arbetena karaktäriserades av mycket skarv- och hörnpassningar. Arbetplatstillskottet är fortfarande litet eftersom materialen är relativt tåliga.

### Gipsskivor

Spillet har halverats jämfört med -83. Det är särskilt arbetsplatstillskottet som minskat vilket tydligt hänger samman med förbättrad hantering på arbetsplatsen. Vid de arbetsplatser där gipset lagrats inomhus, företrädesvis vid inbyggnadsstället, blev spillet minst. Yrkesarbetarnas skicklighet hade också stor betydelse för gipsåtgången vilket också konstaterades i den tidigare studien.

### Golvspånskivor

Drifttillskottet är lika stort som - 83. Endast en mätning har gjorts. På denna arbetsplats lagrades spånskivorna inomhus och inga skivor skadades i hanteringen. Arbetsplatstillskottet blev således noll.

### Isolering

Arbetsplatstillskottet har minskat medan drifttillskottet är obetydligt högre. Emballaget har förbättrats betydligt på senare år. Endast på en arbetsplats blev isoleringen fuktskadad under lagringen. En annan förklaring till minskningen kan vara en ökad medvetenhet om att köpa mindre kvantiteter åt gången och korta lagringstiderna. På de arbetsplatser som studerats har man haft förhållandevis små lager.

### Tegel

Drifttillskottet har minskat medan arbetsplatstillskottet är så gott som oförändrat. Murning sker på samma sätt idag som tidigare och detsamma gäller transport och mellanlagring. Att spillet är mindre beror troligtvis mycket på murarnas skicklighet. I den tidigare studien mättes tegelförbrukningen endast vid en arbetsplats där murning utförts av elever.

### Trä

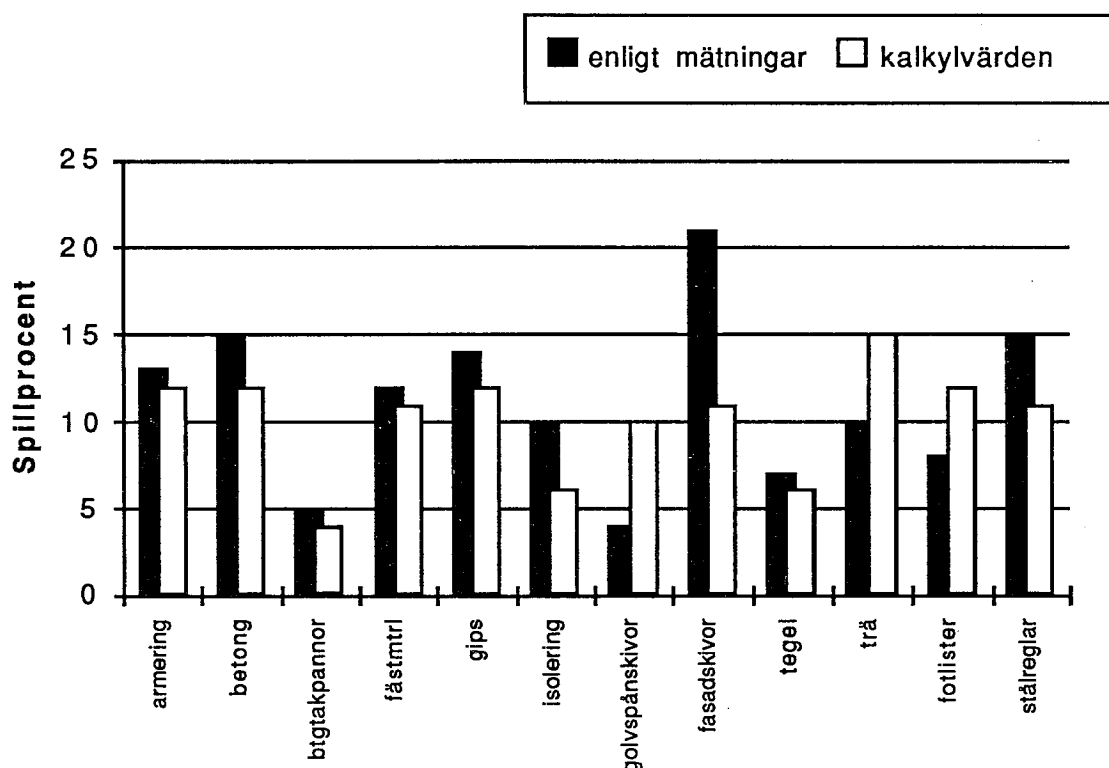
Spillprocenten är i det närmaste lika stora som vid tidigare studie. Även fördelningen mellan drifttillskott och arbetsplatstillskott är densamma. Detta kan tyckas märkligt med tanke på att man i något högre grad än tidigare köper trävaror färdigkapade eller i modullängder. Hanteringen och lagringen ute på arbetsplatserna tycks inte ha förändrats nämnvärt. Kvaliteten på det levererade virket tycks däremot enligt majoriteten på arbetsplatserna ha blivit sämre. Två av arbetsplatserna räknade en med bortsortering av dåligt virke på mellan 3 - 5 % av inköpt mängd.

## 6. KALKYLSKEDETS MATERIALFÖRBRUKNINGSTAL

Liksom i föregående studie har en jämförelse gjorts av hur den uppmätta materialförbrukningen stämmer med den kalkylerade. Har erfarenhetsåterföringen från byggarbetsplatsen till kalkylatorn förbättrats?

Sammanlagt 12 svarsblanketter skickades ut till kalkylatorer på 4 av de medverkande företagen.

Diagrammet nedan visar medelvärden för de procentsatser som angavs av kalkylatorerna samt uppmätta medelvärden.



Figur 53. Jämförelse mellan kalkylerat spill och uppmätt spill. Observera att spillprocenten för betong gäller gjutning av bottenplattor, grundmurar och påplintar. För gjutning av väggar och valv ligger både uppmätt och kalkylerat spill på ca 4 %.

Medelvärdet av kalkylvärdena ligger generellt något lägre än de uppmätta värdena förutom vad gäller trä, fotlister och golvspånskivor. Skillnaden avseende trä kan bero på att kalkylatorerna främst uppgivit påslag för fallande längder medan mätningarna utförts på både fallande och exaktkapade längder. Jämförelsen mellan uppmätt spill och kalkylerat spill avseende golvspånskivor skall tas med en nypa eftersom endast en mätning utförts. Detta gäller även fästmaterial och i viss mån fasadskivor.

Det bör påpekas att man i kalkylskedet inte alltid använder sig av bestämda värden som påslag. Ofta varierar påslagen från objekt till objekt beroende på objektets typ, storlek, läge, komplexitet etc.

## 7. KOSTNADSUPPFÖLJNING

I följande kapitel redovisas de direkta kostnaderna för materialspillet, dvs inköpskostnaden för spillet samt hur stor andel detta utgör av materialkostnaden. Ett resonemang förs också kring lönsamheten vad gäller att använda färdigkapat material eller standarddimensioner och fallande längder. Överskottens andel av materialspillet har uppskattats. Slutligen redogörs för produktionsledets inställning till olika materials besparingspotentialer.

### 7.1 Vad kostar materialspillet byggarbetsplatsen?

Totalkostnaden för materialspillet, innefattande bl a faktorer som tid för planering, lagringskostnad, kostnad för extra hantering och borttransport har inom ramen för detta projekt inte varit möjligt att bestämma. För detta krävs omfattande tidsstudier av materialhanteringen från leverans av materialet fram till borttransport till tippen. Däremot har värdet av spillet, baserat på inköpspriset, beräknats utifrån uppgifter om arbetsplatsernas produktionskostnader, totala inköpskostnader för material och inköpskostnad för enskilda material. Utgifterna har sammanställts i tabell 1.

Mot bakgrund av kostnadssammanställningen i tabell 1 är det viktigt att betona att nollspill inte nödvändigtvis är eftersträvänsvärt. Man får inte glömma bort den sk marginalkostnadsprincipen. Vid en viss gräns kostar det mer att spara material än vad materialet är värt. Under en viss gräns kan det t ex tänkas att ökad tid för planering och hantering ger upphov till högre kostnader. Det är däremot viktigt att så långt som möjligt optimera materialanvändningen. Var denna gräns går är mycket svårt att bedöma. Vid vissa arbetsplatser kan den optimala materialanvändningen vara lägre än andra på grund av att man haft rätt förutsättningar. Lite förenklat skulle man dock, utifrån resultaten av mätningarna, kunna säga att man med relativt enkla medel kan krympa arbetsplatstillskotten ner mot noll. Det är däremot inte allmänt givet att drifttillskotten lika lätt minimeras utan ökade kostnader.

Tabell 1. Total materialkostnad (allt till arbetsplatsen inköpt material), materialkostnad (mätt material), inköpsvärdet av spillet på mätt material samt dess andel av total materialkostnad för respektive arbetsplats. Samtliga kostnader redovisas exklusive moms.

Materialslag	Arbetsplats	prod kostnad	tot material-kostnad	material-kostnad	spill (%)	Värdet av spillet	procent av tot mtrikostnad
Armering	1	21 075 000	5 835 000	200 000	8	16 000	0,30
	2	32 000 000	6 500 000	550 000	5	27 500	0,40
	8	28 000 000	7 060 000	430 000	17	73 100	1,00
	9	15 000 000	3 600 000	10 700	22	2 300	0,10
Betong	8	28 000 000	7 060 000	1 000 000	21	210 000	3,00
	9	15 000 000	3 600 000	78 600	14	11 000	0,30
	13	27 100 000	10 000 000		4		
Btgtakpannor	10	9 500 000	3 500 000	51 000	5	2 600	0,10
	12	13 750 000	5 100 000	50 500	6	3 000	0,10
Fasadskivor	1	21 075 000	5 835 000	82 620	12	9 900	0,20
	6	23 000 000	6 000 000	80 311	30	24 000	0,40
Fogning	12	13 750 000	5 100 000		100	5 800	0,10
Fönster	5	50 000 000	9 834 000			1 300	0,01
	6	23 000 000	6 000 000	850 000	1	4 000	0,10
Gips	3	20 000 000	7 500 000	139 000	10	13 900	0,20
	4	7 260 000	1 100 000	94 670	5	4 700	0,40
	6	23 000 000	6 000 000	260 000	10	26 000	0,40
	11	18 000 000	1 939 000	221 000	14	31 000	1,60
Golvspånskiv	4	7 260 000	1 100 000	30 000	4	1 200	0,10
Isolering	3	20 000 000	7 500 000	153 000	5	7 700	0,10
	7	81 000 000	20 122 000	83 700	5	4 200	0,02
	11	18 000 000	1 939 000	33 600	14	4 700	0,20
	12	13 750 000	5 100 000	34 000	14	4 800	0,10
Karmskruv	6	6 000 000	6 000 000	6 610	12	800	0,01
Lister	5	50 000 000	9 834 000	65 000	3	2 000	0,02
	6	23 000 000	6 000 000	58 500	8	4 700	0,10
	11	18 000 000	1 939 000	57 000	8	4 600	0,20
	13	27 100 000	10 000 000		8		
Ståltrejlar	13	27 100 000	10 000 000				
Tegel	1	21 075 000	5 835 000	190 000	6	11 400	0,20
	5	50 000 000	9 834 000	240 000	7	16 800	0,20
	10	9 500 000	3 500 000	144 400	6	8 700	0,20
Trä	3	20 000 000	7 500 000	870 000	12	104 000	1,40
	4	7 260 000	1 100 000	10 000	6	600	0,10
	6	23 000 000	6 000 000	33 500	19	6 400	0,10
	7	81 000 000	20 122 000	48 000	8	3 800	0,02
	9	15 000 000	3 600 000	167 000	10	16 700	0,50
	13	27 100 000	10 000 000				

Tabell 1 visar att spillet från armering, betong, gips, och trä står för de största andelarna av arbetsplatsens totala materialkostnad.



## 7.2 Färdigkapat eller standarddimensioner/fallande längder

Genom att t ex köpa armering färdigbockad och färdigklippt eller gips, fasadskivor, isolering och virke helt konfektionerat (färdigskuret från fabrik för att passa i olika väggfack) är det teoretiskt möjligt att uppnå nollspill. Detta gäller självklart förutsatt att planering, lagring, hantering, information etc skötts på rätt sätt. Generellt går det emellertid inte att säga att totalkostnaden minskar vid köp av färdigkapat material. Inköpspriset är idag såpass mycket högre än vid köp av standarddimensioner/fallande längder att den, om inte rätt förutsättningar finns, åter upp förtjänsten av minskat spill, intjänad tid och minskad hantering av restprodukter. Det visar bl a undersökningar som gjorts av isolering och gips internt på företagen.

I några av de internundersökningar som gjorts jämförde man totalkostnaderna för användning av konfektionerad isolering respektive isolering i standardformat. Slutsatserna blev att för att nå optimala effekter av konfektionerad isolering krävs bl a:

- Beslut att använda konfektionerad isolering redan i tidigt projekteringsskede
- Rätt utformning. Rationella väggtyper med långa serier
- Rätt nivå på litterering i kombination med noggrann information till medarbetare på arbetsplatsen.
- En kombination av konfektionerad och konventionell metod

Ur arbetsmiljöhänseende är den konfektionerade isoleringen klart bättre. Främst på grund av att dammhalten i luften minskar.

Valet att köpa färdigkapat eller standarddimensioner måste avgöras från fall till fall. Vid stor upprepningsseffekt, exempelvis vid serieproduktion eller då ett stort antal likartade väggtyper förekommer, fås fördelar genom att använda färdigkapat material. Vid enstaka produktion med flera olika väggtyper, öppningar och vinklar kan det vara mer fördelaktigt att använda standardstorlekar. Det är viktigt att antalet olika littra hålls nere, ju färre sorter desto enklare blir hanteringen.

Framtidens allt mer höjda krav på resurshushållning kommer med största säkerhet att bidra till ökad användning av färdigkapat material. Det ständigt stigande kostnaderna för avfallshantering ökar också trycket på att minimera spill på byggarbetsplatsen. Med ökande efterfrågan fås sannolikt effekter i form av sänkta priser på konfektionerat material.

### 7.3 Kostnad för överskottsmaterial

Av det arbetsplatstillskott som uppmätts vid mätningarna har en del berott på att material blivit över. De vanligaste orsakerna har varit att man beställt lite "extra" för att gardera sig mot driftstopp eller att man i något skede (projektering, kalkyl, produktion) felbedömt materialåtgången. Projekteringsmissar och revideringar har också bidragit till materialöverskott.

I möjligaste mån försöker man ta tillvara överblivet material för användning på andra byggarbetsplatser. Finns möjligheten att lagra överskotten i förråd eller liknande lagras det där tills någon annan arbetsplats behöver det. Det händer också att man kan sälja tillbaka materialet till leverantören. Ofta kasseras dock överskottsmaterial, antingen på grund av det stått för länge på arbetsplatsen och förstörts eller för att hanteringen och transporter blir dyrare än kassation. Att ringa runt till andra arbetsplatser och leverantörer för att avyttra material upplever många arbetsledare som mycket tidskrävande.

De överskott som uppmätts på flera av byggarbetsplatserna har sammanställts i tabell 2.

Tabell 2. Överskott av material från studerade arbetsplatser

Materialslag	Arbetsplatser	Sort	Totalt inköpt mängd	Överskott	Överskottets inköpsvärde	% av totalt inköpt mängd	Till vad har det använts ?
Armering		1 nät	11 551 kg	270 kg	1 350 kr	2,30%	?
		järn	32 235 kg	683 kg	2 253 kr	2,10%	?
		2 järn	162 573 kg	152 kg	500 kr	0,10%	I gengjutn efter kran
		8 nät	49 518 kg	5945 kg	29 725 kr	12,00%	?
		järn	49 433 kg	2720 kg	8 900 kr	5,50%	?
		9 järn	3 337 kg	36 kg	120 kr	3,60%	?
Btgtakpannor		10	21 000 st	571 st	856 kr	2,70%	beställare tar över
		12	20 850 st	665 st	997 kr	3,20%	troligen nästa etapp
Fasadskivor		6 Minerit	1043 m <sup>2</sup>	37 m <sup>2</sup>	2 849 kr	3,50%	till nästa bygge
Isolering		11	201 m <sup>2</sup>	20 m <sup>2</sup>	600 kr	10,00%	troligen nästa etapp
		12	865 m <sup>2</sup>	48 m <sup>2</sup>	1 883 kr	5,60%	troligen nästa etapp
Lister		5 fotlist	2 300 m'	15 m'	225 kr	1,00%	?
		6 fotlist	3 900 m'	100 m'	1 500 kr	2,60%	?
		11 fotlist	1 759 m'	43 m'	645 kr	2,40%	?
		foder	1 854 m'	7 m'	100 kr	0,40%	?
Ståltregrar		14	1 490 m <sup>2</sup>	50 m'	1 000 kr	3,40%	?
Tegel		1	55 890 st	192 st	326 kr	0,30%	?
		10	65 260 st	1080 st	1 836	1,70%	beställare tar över
Trä		4 råspont	2 400 m'	31 m'	310 kr	1,30%	?

Ur tabellen kan utläsas att mellan 1-12 % av inköpt materialmängd blev över. Överskotten från några arbetsplatser kom till användning i andra etapper, på nästkommande byggen eller överläts till beställare. Av de överskott som markerats med frågetecknet har troligen en stor andel kasserats.

Kostnaden för de kvantiteter som beställs extra måste naturligtvis vägas mot ökade kostnader för störningar som kan uppkomma vid underskott på material. Underskott av betong vid gjutningar kan exempelvis leda till stora kostnader på grund av högre pris för små mängder, väntetider och kranstopp.

Genom noggrann specificering av mängder och en väl utförd arbetsberedning kan överskotten minimeras. När det gäller relativt lättillgängliga material som armering, virke, isolering och gips är ett sätt, som ofta tillämpas, att stämma av återstående mängder före sista leveransen och därefter beräkna slutligt behov.

## 7.4 Vilka material har störst besparingspotential ?

Även om materialsplet sjunkit finns det anledning att tro att det skulle kunna bli ännu mindre. För att få produktionsfolkets uppfattning om vilka material som har störst besparingspotential ställdes frågan under arbetsplatsintervjuerna. Svaren varierade. Nedan följer några av kommentarerna.

- *De dyra materialen går att spara på. Det är inte lika stimulerande om du bara kan spara lite. (Platschef)*
- *Specialsaker och betong. Betong är mycket dyrt att komplettera och dyrt att göra sig av med. Sak samma gäller armering. Mycket hantering innan man får bort det. (Platschef)*
- *Betong vid platta på mark, går alltid åt för mycket. Det försvinner ej så mycket nu när man har duk på makadamen. Containerkostnad går att spara på om man får mindre spill. Sophantering lägger man miljontals kronor på. (Platschef)*
- *Teoretiskt går det att spara material om alla våningar har samma höjd och man har samma längd på alla gipsskivor, men så är det ju aldrig. (Lagbas)*
- *Likadant med isolering. Du kan ju få den skräddarsydd men på ett sådant här ställe fungerar det inte. Det kostar ju också lite extra. (Arbetsledare)*
- *Dörrar och fönster är dyra om något går sönder. (Lagbas)*
- *Torrbruk/spackel är mycket känsligt för lagring och kostar mycket. Om man beställer fel mängd betong ger det upphov till stora kringkostnader. (Platschef)*
- *Form, armering och betong, tveklöst. (Platschef)*
- *Isolering gäller att sätta inom lås och bom. Sådant som är lätt att stjäla. Vi tog hit fabriksleveranser av isolering men hade tjänat på att ta lagerleveranser. (Platschef)*

- *Användning av alternativa material. (Lagbas)*
- *Hade det funnits tid och plats att rigga upp förråd hade det varit enklare att hålla ordning på materialet samt att skydda det mot stölder. (Platschef)*

Inställningen bland framför allt platschefer är att det finns besparingspotentialer. De material som särskilt lyfts fram är armering, betong och isolering. Enligt tidigare beräkningar, sid 67, är kostnaden för spillet på armering och betong förhållandevis hög.

## 8. REKOMMENDATIONER

I detta kapitel ges rekommendationer för att minimera materialspill. Inledningsvis ges arbetsplatsernas egen syn på vad som karaktäriserar arbetsplatser med låga spillprocent. Därefter tas övergripande faktorer upp som har betydelse för materialförbrukningen och slutligen ges rekommendationer för vart och ett av de olika materialslagen.

### 8.1 Arbetsplatsernas syn på vad som är karakteristiskt för en arbetsplats med låga spillprocent

Vid intervjuerna med platsledning och yrkesarbetare fördes bl a en diskussion kring vad man trodde var karakteristiskt för arbetsplatser med låga spillprocent. Svaren skilde sig obetydligt mellan dem och kan sammanfattas enligt följande (procentsatserna inom parentes anger hur många som svarat lika):

- *God planering, ordning och reda.* (80 %)
- *Stort informationsutbyte och engagerad personal, en arbetsplats där alla känner stort ansvar .* (80 %)
- *Kort mellanlagringstid, rätt lagring, få omflyttningar, rätt mängd, leveranser i rätt tid, mindre leveranser, måttanpassning.* (67%)
- *Rent bygge.* (44 %)
- *Objektets art och läge. Bostadshus med stor upprepning ger liten överförbrukning medan ombyggnader ger stor överförbrukning.* (22%)
- *Skickliga yrkesarbetare.* (22 %)
- *Rätt metod och rätt material för det. Nyfikenhet som leder till nya lösningar* (22 %)
- *Rätt kemi mellan arbetsledning och yrkesarbetare.* (10 %)

Av svaren framgår tydligt att en majoritet anser att god planering, ordning och reda samt stort informationsutbyte och engagerad personal är karakteristiskt för arbetsplatser med lågt materialspill. En stor andel trycker också på vikten av korta mellanlagringstider, få interntransporter, mindre leveranser och måttanpassning. Svaren stämmer väl överens med de iakttagelser och slutsatser som gjorts utifrån mätningarna.

## 8.2 Övergripande faktorerers betydelse för reduktion av materialspill

Resultaten av materialspillsmätningarna har ställts i relation till arbetsplatsernas speciella förutsättningar. Sambanden mellan vissa faktorer och spillprocenten har studerats. Några viktiga samband har tydligt kunnat urskiljas. Nedan har en sammanställning gjorts av ett antal övergripande faktorer som tycks ha stor betydelse för att uppnå optimal materialanvändning.

### Projektering

Genom att t ex måttanpassa väggar till modulmått eller genom att ej föreskriva för många olika sorter och dimensioner kan vinster göras på materialsidan. En väl utförd projektering minskar risken för ändringar med materialspill som följd. Mest vikt bör läggas vid att få projekteringen mer produktionsanpassad. Förutsättningarna är:

- väl utförd projektering och färdiga handlingar vid byggstart
- undvik revideringar
- ökad samverkan i ett tidigt skede mellan projektör och entreprenör för att dra nytta av varandras kunskaper.
- ökad erfarenhetsåterföring till projektören vilket förutsätter en vilja från dennes sida att medverka i materialförbrukningsfrågor.

### Planering och arbetsberedning

God planering före och under byggtiden är en förutsättning för att låga spillprocent skall uppnås. Många anser sig sakna den tid som krävs för detta. Tiden för planering är emellertid inte avgörande för hur litet materialspillet blir. Det handlar om att göra rätt planering.

Man bör så tidigt som möjligt, före produktionsstart, planera för:

- hur materialet skall levereras (förpackat efter arbetsplatsens förutsättningar, våningsvis eller lägenhetsvis, storlek på leveranser, när materialet skall levereras)
- vilka dimensioner som skall levereras (måttanpassat material?)
- hur mycket material som skall gå åt och specificera detta
- hur materialet skall lagras på arbetsplatsen
- leveranser och upprätta leveranstidplan
- hur interntransporter skall ske och upprätta en detaljerad APD-plan

Under produktionsskedets gång:

- gör noggranna arbetsberedningar tillsammans med yrkesarbetare.
- ha återkommande planeringsmöten och planera så mycket som möjligt ihop med yrkesarbetare. (leveranser, nya moment, lagring av material, hur undvika spill etc)

- följ upp materialförbrukningen så att en erfarenhetsbank kan skapas (kan t ex stå med som en punkt i kvalitetskontrollen)

### **Leverans, mellanlagring och internhantering**

Rätt leveranssätt, mellanlagring och internhantering är av stor betydelse för att förhindra skador och stölder av material samt för att minimera eventuella överskott. Följande rekommendationer är tämligen vedertagna och har bekräftats av undersökningen:

- beställ rätt mängd, varken mer eller mindre (slutreglering vid sista leveransen)
- beställ mindre kvantiteter att levereras i rätt tid. Just-in-time om det är möjligt
- gör noggrann mottagningskontroll och reklamera alltid felaktiga leveranser.
- lagra ömtåligt material inomhus eller, pallat, väl emballerat och täckt utomhus. Transportera direkt till inbyggnadstället om möjligt (går att avtala om leveranser direkt till inbyggnadsstället med leverantören)
- ha kort mellanlagring för att förhindra stölder och skador
- undvik omflyttningar av material på arbetsplatsen
- utnyttja materialterminaler som mellanlager

### **Engagemang**

Även de sk "mjuka faktorerna" är av stor betydelse. En fras som väl de flesta känner igen är "om gubbarna är nöjda går bygget bra och är de missnöjda går bygget dåligt". Enligt mätningarna verkar det också som om materialspillet minskar med ökat engagemang och delaktighet. Engagemang beror av många olika faktorer som personkemi, intresse, kunskaper, motivation osv. Förutsättningar för att skapa engagemang på arbetsplatserna kan t ex vara:

- planera tidigt driften tillsammans med yrkesarbetare
- skapa väl fungerande samarbete och mellan arbetsledning och yrkesarbetare under produktionen
- intressera samtliga medarbetare för materialfrågor
- engagera arbetsledningen
- skapa förtroende
- öka det egna ansvaret, delegera uppgifter

### **Informationsutbyte**

Många missar i materialhanteringen går att undvika genom ett väl fungerande informationsutbyte, vilket också är en förutsättning för att få engagerade medarbetare.

- skapa en naturlig plats för utväxling av information (t ex genom stormatsal)
- ständig dialog medarbetare emellan

En mängd faktorer inverkar på materialförbrukningen av vilka endast ett fåtal kunnat studeras. Förutom ovanstående fem viktiga faktorer har en analys också gjorts av hur objektstyp, läge, arbete i fältverkstad, användande av kvalitetssystem, nya lönesystem och lagsammansättning (egna eller anvisad arbetskraft) inverkat på spillprocenten.

### **Objektstyp**

Ett samband mellan objektstyp och storleksordning på materialspill har inte kunnat fastställas. Däremot är det känt att det vid nyproduktion av seriekaraktär är betydligt enklare att detaljplanera och specificera materialen än vid ombyggnad. Av studien har dock framgått att man vanligen har sämre framförhållning och planeringsmöjligheter när det gäller ombyggnader än vid nyproduktion. Detta kan i sin tur leda till ökat materialspill. På flera arbetsplatser menar man att "vanan" att planera ombyggnader saknas.

### **Läge**

Vid trånga arbetsplatser måste större vikt läggas vid planering av upplagsplatser, leveransstorlekar och tidsbestämda leveranser. Av utrymmesskäl finns det kanske bara plats för en enda avfallscontainer vilket är ett incitament för att minimera avfall och därmed spill. Trångt belägna arbetsplatser drabbas inte i lika hög grad av stölder som stora avsides belägna arbetsplatser. På arbetsplatser med gott om utrymme för upplag ses en tendens till att beställa större volymer vilket också ökar risken för stölder och skador.

### **Fältverkstäder**

Mätningar av materialspill har gjorts vid två arbetsplatser där tillverkning av bl a väggelement vid småhusproduktion skett i fältverkstad. Vid båda arbetsplatserna har stomvirke till stor del köpts exaktkapat och gips och isolering i våningshöga skivor. Vid framför allt en av dessa arbetsplatser (nr 3) kan ett lägre spill än det framräknade medelvärde konstateras.

### **Kvalitetssystem enligt ISO 9000**

Samtliga arbetsplatser har i större eller mindre omfattning arbetat efter kvalitetssystem. Få tycker dock att de fungerat tillfredsställande. Något klart samband mellan effektivare materialanvändning och väl fungerande kvalitetssystem har ej kunnat konstateras.



## **Nya lönesystem med incitament för materialbesparing**

Lönesystemens inverkan på materialförbrukningen har analyserats. Två av de sju företag där materialspillsmätningar utförts hade infört nya lönesystem, sk resultatlönesystem. Sammanlagt gjordes tre studier på dessa företag, samtliga ombyggnader. Trots de incitament för materialbesparing som resultatlönen utgjort var inte materialförbrukningen lägre på dessa arbetsplatser, snarare tvärt om. Möjligen kan detta förklaras av att lönesystemen ganska nyligen införts.

### **Anvisad arbetskraft**

Vid två arbetsplatser bestod lagen till större delen av anvisad arbetskraft, d v s arbetslösa byggnadsarbetare från olika företag, som anställdes under en sexmånadersperiod. Trots olika arbetskulturer fungerade detta bra på båda arbetsplatserna. Någon negativ eller positiv inverkan på materialspillen har inte konstaterats.

## **8.3 Rekommendationer för varje enskilt material**

### **Armering**

Armering studerades på 4 arbetsplatser varav 2 köpte armeringen färdigklippt och färdigbockad och 2 klippte och bockade armeringen på arbetsplatsen. Spillet blev ungefär lika stort vid båda metoderna. Arbetsplatsernas förutsättningar hade stor inverkan på förbrukningen. Till en mycket trång arbetsplats köptes all armering färdigklippt och färdigbockad. Man hade att hålla reda på en mängd klipplängder och byglar. Under byggets gång gjordes också ett antal revideringar och ändringar i utförandet. Spillprocenten blev totalt 17,5 %. Vid en annan arbetsplats skötte en armerare både klippning, bockning och beställning av armering utifrån delvis egenhändigt upprättade armeringsspecar. Spillprocenten blev endast 5 %.

En viss mängd järn (ca 5 % av armeringsjärnen) går generellt åt som monteringsjärn, framför allt av dimensionerna  $\varnothing 8$  mm och  $\varnothing 10$  mm Ks 500. Huruvida detta egentligen är spill eller inte kan diskuteras. I denna studie har det bedömts som ett drifttillskott. Pengar avsätts inte alltid för monteringsjärnen i kalkylen varför armeringskontot sällan går ihop. Mätningarna visade också att det generellt blev en del armering över på arbetsplatserna, framför allt vid de arbetsplatser som köpt armeringen färdigklippt och färdigbockad. En förutsättning för att leverantören skall köpa tillbaka armering är att järn och nät är fria från rost och smuts och att järnen utgörs av hela raka längder.

### **Rekommendation**

Minimering av armeringsspill förutsätter en väl genomförd projektering samt god planering och framförhållning på arbetsplatsen. Färdigklippt- och färdigbockad armering förutsätter att lagring kan ske på ett ur hanterings-synpunkt rationellt sätt, man skall inte behöva leta efter järnen. Antalet olika klipp längder och byglar bör så långt det är möjligt minimeras. Denna produktionsanpassning måste göras redan i projekteringskedet. Vid klippning och bockning på arbetsplatsen varierar både spillet och tiden för utförandet med armerarnas skicklighet. Positiva effekter uppnås genom att lägga en del av beställningsansvaret på ansvarig armerare. Generellt måste erfarenhetsåterföringen till kalkylatorerna öka.

### **Betong**

Mätningarna visade att spillet blev störst vid gjutning av bottenplattor, plintar och grundmurar framför allt till följd av felaktiga makadamhöjder samt vid motgjutningar på grund av svårigheten att exakt bedöma åtgången. Vid gjutningar av väggar och valv blev spillet däremot litet.

En viss mängd blir över efter varje gjutning, ca 100-200 l. Ännu större överskott fås vid felbeställningar. Man beställer gärna mer betong än nödvändigt för att gardera sig mot eventuellt driftstopp. Mängden som levereras från betongstationen avviker ofta från beställd mängd. Detta framgick av de mottagningskontroller som gjorts. Två av arbetsplatserna hävdade att de ofta fick för mycket betong. En arbetsplats fick för lite betong vid ett av tre tillfällen och för mycket vid två av tre. Kostnaden för att göra sig av med överskottsbetong är mycket hög.

### **Rekommendation**

Kontrollera att rätt mängd kommer till arbetsplatsen och påtala avvikelser för leverantören. Beställning av betong bör föregås av en noggrann beräkning av åtgången. Beställ inte mer betong än nödvändigt. Rätt makadamhöjder vid gjutning av bottenplattor, plintar och grundmurar är en förutsättning för att spillet skall kunna minimeras.

### **Betongtakpannor**

Vid de två arbetsplatser som mätts blev spillet litet. Det är tveksamt om det kan bli så mycket lägre. Betongpannorna är känsliga och går lätt sönder när man trampar på dem eller tappar dem. En platschef uppskattade att det vid flyttning av pallar gick sönder ca 5-6 pannor i varje pall.

### **Rekommendation**

En förutsättning för att minimera spillet är att materialet hanteras varsamt på arbetsplatsen. Pannorna bör levereras så sent som möjligt, mellanlagras så kort tid som möjligt och antalet interntransporter bör minimeras. Köp av färdigkapade pannor till husändar kan löna sig.

## **Dörrar & Fönster**

På de arbetsplatser som studerats har det ej förekommit något egentligt spill på varken fönster eller dörrar. Däremot noterades att samtliga arbetsplatser fick reklamera både fönster och dörrar på grund av skador som uppstått i transporten. Vid en arbetsplats justerades gångjärn på 40 dörrar på grund av de satts på felaktig höjd. Leverantören ersatte i samtliga fall arbetsplatserna men det är tveksamt om man fick kompensation för all störningstid. Oftast är leveranstiden på både fönster och dörrar lång vilket innebär att störningar av denna typ kan ge upphov till stora kringkostnader. Förutom reklamationer krossades på båda de arbetsplatser som studerats m a p fönster ett antal fönsterrutor i hanteringen. Reparationskostnaderna uppgick till 1000-1500 kr per ruta exklusive moms.

## **Rekommendation**

Tillse att fönster och dörrar är rätt emballerade vid transport till arbetsplatsen. Kontrollera tidigt att det inte är skador på fönster eller dörrar. Materialet bör förvaras inomhus eller i uppvärmda containers (gäller framför allt dörrar). För att underlätta hanteringen bör man beställa fönster och dörrar förpackade på för arbetsplatsen lämpligt sätt, t ex våningsvis eller lägenhetsvis. Alltför många timmar läggs på att sortera och transportera fönster och dörrar. Dela upp leveranserna i mindre volymer vid fler leveranstillfällen.

## **Fästdon**

Det är svårt att ge några generella rekommendationer vad gäller fästdon eftersom endast en mätning av karmskruv utförts.

## **Rekommendation**

Bästa sättet att undvika spill på olika typer av fästmaterial är att hålla god ordning i förrådscontainrar och beräkna åtgången så noggrant som möjligt. Lagg ansvaret för fästmaterial på laget.

## **Fasadskivor**

Två arbetsplatser studerades med avseende på fasadskivor. Vid den ena arbetsplatsen klädde man in en mängd småytor med Minerit. Ett stort spill uppmättes varav drifttillskottet utgjorde större delen. Vid den andra arbetsplatsen kläddes fasaden delvis med Perstorpsskivor. Spillet var hälften så stort. Monteringens föregicks här av noggrann beredning och något större ytor kläddes in. Generellt tycks det som inklädnad av mindre ytor och hörn- och skarvpassningar ger betydligt större spill.

## **Rekommendation**

Fasadskivorna är i regel dyra i inköp och köpet bör föregås av noggrann planering och beredning. Det kan vara totalt sett mer lönsamt att köpa fasadskivorna exaktkapade även om det är något dyrare. Vid inklädnad av större ytor kan det vara lönsammare att använda standarddimensioner.

### **Fogmassa**

Vissa svårigheter föreligger att bestämma exakt åtgång av fogmassa eftersom man sällan i förväg känner till fogars bredd och djup. Det är vanligt att fogningsarbete uppkommer som man inte räknat med från början vilket innebär 100 % spill.

### **Rekommendation**

Man bör undvika att använda fogning som ett sätt att gömma skönhetsfel till följd av slarvigt utfört arbete.

### **Gipsskivor**

Av de fem arbetsplatser som studerats har man använt våningshöga skivor vid två och standardskivor vid tre. De beräkningar som gjorts visade att drifttillskottet låg ca 2 % lägre då våningshöga skivor (tidsvinster har ej beräknats) användes. Spillet blev också något mindre då bredden 900 mm användes. Yrkesarbetarnas skicklighet och erfarenhet har stor betydelse för gipsåtgången. Skickliga hantverkare åstadkommer mindre spill.

Materialförbrukningen styrs av de föreskrifter som gäller för användandet. Gyproc och Hus AMA föreskriver hur gipsskivorna får skarvas mm. Nu finns det dock system som gör det möjligt att skarva gipsen på annat sätt än tidigare. Gyproc har utvecklat ett nytt system, Gyproc ERGOnomic, som ger andra möjligheter. Man har också tagit fram särskilda överstycken till dörrar med bredden 910 mm och 1010 mm som om så önskas kapas till rätt höjd. För att undvika sprickbildning anbringas ett plåtband mellan regel och gips.

### **Rekommendation**

Gips tillhör de väderkänsliga materialen. Skivorna suger lätt upp fukt om de lagras länge utomhus. I möjligaste mån bör gipsen därför lagras inomhus, helst vid inbyggnadsstället för att undvika transportskador. Gips som måste lagras utomhus bör levereras ordentligt inplastad till arbetsplatsen. Tillse dock att kondens inte uppstår innanför plasten. Skador uppstår lätt av truckgafflar och lyftstroppar vid lastning och lossning varför antalet transporter på arbetsplatsen bör minimeras. Mätningarna har visat att denna typ av åtgärder haft stor betydelse på materialförbrukningen. Om gipsen sätts i dubbla lager kan man utnyttja mindre bitar i undre lagret då det är tillåtet. Småbitar, kappspill från håltagningar i t ex dörrar, kan ofta utnyttjas till slitsar och schakt. Beställ exaktkapade skivor där förutsättningar för detta finns. Lagg lite tid på att specificera exakt åtgång. Justera eventuellt mängder vid slutleverans.

### **Golvspånskivor**

Endast en mätning har gjorts och den visade på ett litet spill, endast 4 %. Det är tveksamt om spillet kan bli så mycket lägre. Förutsatt att lagringen sköts på rätt sätt behöver det inte bli mer än några korta ändbitar över.

### **Rekommendation**

Golvspånskivor är känsliga för fukt och ömtåliga för stötar varför lagring bör ske inomhus. Om skivorna ändå måste lagras utomhus bör lagringstiden vara kort och skivorna täckas med presenning på ett sådant sätt att luftväxling sker. Vid transport och lagring skall spånskivorna vara staplade på stabilt och plant underlag. Då behåller de sin planhet.

### **Isolering**

Mätningar gjordes på 5 arbetsplatser. Av dessa användes våningshöga skivor på tre arbetsplatser och standardstorlekar på övriga två. I genomsnitt blev drifttillskottet ca 4 % lägre på de arbetsplatser som använt våningshöga skivor (tidsvinster har ej beräknats). På en av arbetsplatserna där våningshöga skivor använts i utfackningsväggar blev materialspillet endast 5 % . En noggrann arbetsberedning föregick isoleringsarbetet och yrkesarbetarna instruerades i hur de skulle skära isoleringen för att minimera spillet. Ett visst isoleringsspill måste uppkomma på grund av att skarvbitar enligt föreskrifter ej får ersätta hela format.

### **Rekommendation**

Isolering är ett mycket stöldbegärligt material och bör därför lagras så kort tid som möjligt. Att beställa stora kvantiteter och sedan upptäcka att det har försvunnit material när man behöver det blir mycket dyrare än att beställa mindre kvantiteter åt gången. Emballagesystemen har blivit mycket bättre och ger bra väderskydd men är dock ingen fullständig garanti mot inläckage. Fundera kring den tillskärning som ger minst spill. Använd exaktkapade skivor där detta är lämpligt. Specificera exakt åtgång och justera eventuell mängd vid slutleverans.

### **Lister**

Fotlist och foder studerades vid 4 arbetsplatser. Fotlister köptes generellt fallande och dörrfoder färdigkapade. Vid samtliga arbetsplatser blev spillet av fotlist mellan 7-8 % medan spillet på foder blev ca 3 %. Fotlist ger ett visst kaspill eftersom man enligt regler, t ex hus AMA, endast får skarva där så är nödvändigt. Det är inte ovanligt att man i mitten av förpackningar, framför allt av fallande längder, hittar småbitar. Detta är praktiskt taget omöjligt att upptäcka vid leveransen eftersom man helst inte vill bryta förpackningarna före användning. Beställs alla listerna i samma längd är det betydligt lättare att utföra mottagningskontroll.

### **Rekommendation**

Lister är känsliga för fukt och temperaturrörelser och bör lagras inomhus i obrutna förpackningar.

### **Tegel**

Tegel lagras och hanteras på samma sätt som tidigare. Ingen stor spridning av spillprocent kunde noteras vid mätningarna. Pallarna innehåller i regel

skadade stenar redan vid leveransen. Teglet är ömtåligt och går lätt sönder, exempelvis när pallarna välter. Huggning av stenar leder också till spill. Olika metoder för huggning kan ge mer eller mindre spill. Enligt studierna gick färre stenar till spillo genom att använda sk "giljotin" vid huggningen (gällde såväl massivsten som hålsten). Murning med "munkförband" och "fritt förband" (med iläggning av koppstenar), gav något mera spill. Murarnas skicklighet och erfarenhet har betydelse för materialåtgången.

### **Rekommendation**

Tegel är relativt ömtåligt och bör lagras och hanteras varsamt. Använd hjälpmedel, t ex giljotin, för att minimera det spill som uppkommer vid huggning. Massivtegel går lättare sönder vid huggning än håltegel.

### **Trä**

Virkesspill mättes vid 6 arbetsplatser. Vid varje arbetsplats studerades ett flertal dimensioner. Stolpar av grövre dimensioner köptes generellt färdigkapade eller modulkapade och av dessa blev spillet litet. Hammarband och syll köptes vanligen i fallande längder vilket gav ett högre spill. Av klenare dimensioner som t ex 45x45 - 45x95 mm var spillet störst, delvis beroende på att dessa dimensioner oftare användes till annat än avsett. Dåligt virke levereras ofta till arbetsplatserna vilket betyder att en viss mängd (enl arbetsplatserna själva 3 - 5%) sorteras ut och kasseras. Det ger, förutom ökat spill, upphov till stor irritation på byggarbetsplatsen.

### **Rekommendation**

Mycket tid och material kan sparas genom att köpa virket i lämpliga längder och i mindre leveranser, t ex våningsvis eller lägenhetsvis. Tänk således noga igenom leveranssättet före beställning. Kontrollera virkets kvalitet och fuktkvot vid leverans och reklamera alltid dåliga sändningar. Trä är känsligt för värme och fukt och deformeras lätt. Lagringen spelar därför stor roll och virket bör ströas, pallas och täckas noga. Utomhus skall virket ligga ca 0,3 - 0,5 m över marken. Ofta levereras virke bandat och plastat i buntar. Virke under "press" kastar mindre varför det bör behållas buntat tills det skall användas. Om kondens bildas skall plasten tas bort omedelbart. Långvarig lagring på arbetsplatsen medför ökad risk för deformationer. Det är vanskligt att låta virket ligga på arbetsplatsen över semestern och tro att det skall gå att använda när man kommer tillbaka. Reglera slutmängd i sista leveransen.

## 9. SLUTSATSER

Uppföljningen visar en tendens till att materialspillen från de vanligaste materialen på byggarbetsplatserna har minskat under perioden 1983 - 1995.

Tabell 3. *Andel spill från 12 av de 15 materialslag som studerats 1994-1995 samt antal arbetsplatser som ingått i studien för varje enskilt material*

Materialslag	Medelvärde spill	Antal arbetsplatser
Armering	13%	4
Betong	15%	3
Betongtakpannor	5%	2
Karmskruv	12%	1
Gips	14%	5
Isolering	10%	5
Golvspånskivor	4%	1
Fasadskivor	21%	2
Tegel	7%	3
Trä	10%	6
Lister	7%	4
Stålreglar	15%	2

Minskningen tycks främst bero på att arbetsplatstillskotten sjunkit, d v s spill till följd av lagringsskador, hanteringsskador, stölder och överskott. Några av skälen till detta verkar vara att materialen hanteras varsammare, mindre kvantiteter åt gången beställs, ökad grad av lagring direkt vid inbyggnadsstället, ökad frekvens av beställning av våningsförpackat och lägenhetsförpackat material. Överhuvudtaget tycks medvetenheten vara stor om vikten att hushålla med byggmaterialen. Den främsta förklaringen till denna ökade medvetenhet är givetvis den ständiga jakten på minskade kostnader till följd av lågkonjunkturen. En annan förklaring är ett allmänt ökat intresse för resurshushållning och miljöfrågor.

Även om spillet blivit lägre än tidigare finns det fortfarande stort utrymme för ytterligare sänkning. Av mätningarna har det t ex framgått att arbetsplats-tillskottet minimerats, framför allt vad gäller ömtåliga material, vid direkt-leveranser fram till inbyggnadsstället. På detta sätt minskar också risken för stölder.

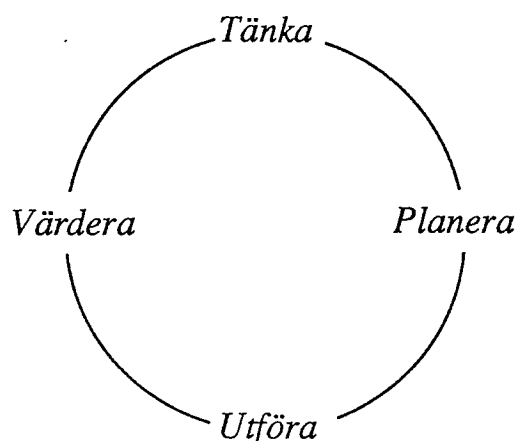
Drifftillskotten, dvs spill som uppkommer vid inbyggnadsstället (kapspill) är svårare att minimera. Mätningarna visar att yrkesarbetarnas skicklighet och erfarenhet har stor inverkan på storleken på denna typ av spill. Noggrant utförda arbetsberedningar och rätt metodval bidrar också till minskade drifftillskott. Måttanpassat material minskar spillet liksom tidsåtgången för tillverkning och montering, men är också dyrare i inköp. Med rätt förutsättningar på arbetsplatsen, t ex tillverkning av seriekaraktär och noggrann information till berörda medarbetare, är köp av måttanpassat material att föredra.

Det är inte säkert att nollspill är eftersträvansvärt. Vid en viss nivå kostar det antagligen mer i t ex planeringsinsatser att spara material än vad materialet är värt. Denna brytpunkt, den "optimala materialförbrukningen", har i detta projekt ej kunnat fastställas men med allra största säkerhet varierar den från arbetsplats till arbetsplats beroende på arbetsplatsens förutsättningar.

### Rekommendation

En av de viktigaste förutsättningarna för att uppnå minimalt spill kan sammanfattas så här:

**Engagemang och delaktighet i byggprocessen så tidigt som möjligt bland samtliga medarbetare, skapar förutsättningar för en optimal material-användning och en bra slutprodukt.**



*... är en förutsättning för att människor skall kunna ta ansvar...*  
ur "En bättre arbetsplatskultur" (Grahm Å, Rylander H.), 1991



## 10. MATERIALSPILLSSTUDIER I NÅGRA ANDRA LÄNDER I EUROPA

En litteraturstudie har genomförts bl a i syfte att få reda på hur man i några andra länder i Europa arbetar med att minska materialspillet på byggarbetsplatserna samt om materialspillsstudier liknande denna genomförts. Information har också hämtats från tekniska attachéer och företagsrepresentanter i England, Tyskland och Norge. En fokusering har gjorts på länderna Norge, Danmark, England, Tyskland och Frankrike. Vad gäller materialhantering bedrivs framför allt forskning kring återvinning och återanvändning i dessa länder.

Norge: Några speciella studier av materialspill har ännu ej gjorts. För att minska materialförbrukningen fokuserar man precis som i Sverige på att köpa in rätt materialmängder till arbetsplatsen. Färdigkapat virke är ett exempel.

Danmark: Bygge- og Boligstyrelsen gav i juni 1993 ut en rapport, "Byggelogistik 1", som beskriver erfarenheterna av systematisk materialstyrning vid första etappen av ett bostadsbygge i allmännyttans regi. Man konstaterade att materialspillet i många fall berodde på bristande arbetsplanering, bristande leveranstidplaner, projekteringsfel och andra mänskliga fel. Vad gäller forskning- och utveckling har den i Danmark framför allt kommit att inriktas på åtgärder för att underlätta avsättningen för återvunnet byggmaterial.

England: Vid BRE, Building Research Establishment, har två studier gjorts avseende materialförbrukning. I den ena, "Waste of building materials", definieras direkt och indirekt spill från byggarbetsplatser. Den indikerar vad arkitekter, leverantörer, kalkylatorer, chefer och arbetsledning kan göra för att minska spillet. Den andra rapporten, "Materials control to avoid waste" visar att man genom noggrann materialstyrning kan minimera spillet och effektivisera materialanvändningen i byggandet.

Tyskland: Redan vid bygglovsansökan måste byggherren göra en plan över avfall som skall tas omhand. Lokala återvinningsföretag slussar materialet vidare till byggnadsindustrin, till återvinning eller till en överskottsmarknad. Åtgärder för att förebygga mängden avfall från byggarbetsplatser är ett allt mer aktuellt forskningsområde. I Tyskland köps inget material färdigmonterat, allt byggs på plats. Arkitekten samordnar byggprojekten och olika hantverkare anlitas för varje byggdel, grund, stomme, tak etc. På grund av bristande samordning mellan dessa aktörer fungerar samarbetet i regel dåligt.

Frankrike: I Frankrike arbetar byggbranschen efter två linjer för att minska avfallsproduktionen från byggarbetsplatser "Bygg- och rivningsmaterial i kretsloppet" (Johansson B), 1995.

- mindre andel avfall vid produktion och byggprocess
- återvinning

De långsiktiga målen är att utveckla nya material som ger kvantitativt mindre avfall och är miljömässigt bättre samt att ta fram metoder och tekniker som minimerar avfall och hanteringsarbete vid byggnadsarbeten.

## REFERENSLITTERATUR

Andreasson, S, Giljegård, N, Hammarlund, Y. Metoder för mätning av materialförbrukning. Institutionen för byggnadsekonomi, CTH nr 4 1975

Asplund, E, Danielson, U. MA-bygg. Idéer och reflexioner om material administration. SBUF, 1986

Brottsförebyggande rådet. Stöld på byggarbetsplats. Utredningsenheten, 1987:1

Charlot- Valdieu, C. Les dechets de demolition ou de chantier: Etat des lieux. OTEB 1993

Eriksson, B. Utveckling av fältverkstäder. FoU-Väst rapport 9501

Elandersson, L, Jönsson, P. Sågat Virke. Materialadministration. LUTVDG/TVBP - 3024/1990

Grahm, Å, Rylander H. En bättre arbetsplatskultur. Byggförlaget, 1991

Hallengren, J, Wallin, J. Materialadministration vid ombyggnad. Institutionen för byggnadsekonomi och byggnadsorganisation, CTH 1992:4

Johansson, B. Bygg- och rivningsmaterial i kretsloppet. BFR T7: 1995

Johansson, D, Johansson, H, Wall, E. Materialflödet mellan leverantör och byggarbetsplats. Ekonomihögskolan i Växjö, 1993

Larsson, B. Materialförbrukning på byggarbetsplatsen. Rapport nr 11 Institutionen för byggnadsekonomi och byggnadsorganisation, CTH 1983

Larsson, A. Underleverantörssystem i förändring. Geografiska aspekter på "just-in-time" tillverkning. Handelshögskolan vid GU, Choros 1993:4

Lundquist, B, Asplund, E, Danielsson, U, Moström, L. Byggandet i kretsloppet. Stiftelsen REFORSK 1994

REPAB Konsult AB. Tillskottskostnader vid materialleveranser. SBUF-projekt anslagsnummer 2023, 1993

Sahlin, F, Åhman P. Återvinning av restprodukter från byggarbetsplatsen. FoU-Väst rapport 9101

SBUF informerar. Bättre materialhantering på bygget. Nr 90:20

Westman, P. Konfektionerad isolering. En utvärdering av ett leveransserviceelement i samarbete med Siab och Gullfiber. Inst för teknisk logistik, LTH, projektarbete 5270/1993

## Sammanställning av spillprocent utifrån gjorda mätningar

<u>Material</u>	<u>Objekt</u>	<u>Apl</u>	<u>Tot(%)</u>	<u>Drift(%)</u>	<u>Apl(%)</u>
Arm, nät	Nyprod.	1	2	0	2
Arm, järn (prefab.)	Nyprod.	1	10	8	2
Arm, järn	Nyprod	2	5	5	0
Arm, nät	Om- och tillb.	8	16	2	14
Arm, järn (prefab.)	Om- och tillb.	8	19	12	7
Arm, järn	Tillb.	9	22	15	7
Btg K 30-40	Om- och tillb.	8	20	20	0
Btg K 30	Tillb.	9	10	10	0
Btg K 25-30 (end vägg och valv)	Nyprod.	13	4	4	0
Btgtakp.	Nyprod.	10	5	1	4
Btgtakp.	Nyprod.	12	6	1	5
Dörrar		5,6,11	0	0	0
Fasadskivor, Perstorp	Nyprod.	1	12	11	1
Fasadskivor, Minerit	Omb.	6	30	25	5
Fogmassa	Omb.	6	0	0	0
Fogmassa	Nyprod.	12	-	-	-
Fönster		5,6	0	0	0
Gips (längdanpassade)	Nyprod.	3	10	8	2
Gips	Omb.	4	5	5	0
Gips (längdanpassade)	Omb.	6	10	6	4
Gips	Omb.	11	14	13	1
Gips, Gu 9 mm	Om- och tillb.	14	28	12	16
Golvspånskivor	Omb.	4	4	4	0
Isol. 45mm (vån.höga)	Nyprod.	3	6	6	0
Isol. 145 " (vån.höga)	Nyprod.	3	5	5	0
Isol. 170 " (vån.höga)	Nyprod.	7	5	4	1
Isol. 30 "	Omb.	11	12	5	7
Isol. 70 "	Omb.	11	14	2	12
Isol. 95 "	Omb.	11	15	5	10
Isol. 70 " (brandskydd)	Omb.	11	22	7	15
Isol. 170 " (vån.höga)	Nyprod.	12	14	7	7

Isol. 145 "	Om- och tillb.	14	11	7	4
Karmskruv	Omb.	6	12	12	0
List, fot	Om- och tillb.	5	6	5	1
List, foder	Om- och tillb.	5	0	0	0
List, fot	Omb.	6	8	5	3
List, fot	Omb.	11	9	4	5
List, foder	Omb.	11	6	4	2
List, fot	Nyprod.	13	8	8	0
Tegel, massiv	Nyprod.	1	4	2	2
Tegel, hål (stor)	Nyprod.	1	10	-	-
Tegel, massiv	Om- och tillb.	5	7	7	0
Tegel, hål	Om- och tillb.	5	7	6	1
Tegel, hål (stor)	Nyprod.	10	6	5	1
Trä 45x145 (stor del exaktkapat)	Nyprod.	3	9	2	7
Trä 45x45 (stor del modullängd)	Nyprod.	3	13	6	7
Trä 22x145 (panel) (uttagna längder)	Nyprod.	3	14	10	4
Trä 22x95 (råspont)	Omb.	4	6	5	1
Trä 22x95 (råspont)	Omb.	6	19	8	11
Trä 45x170 (modullängd)	Nyprod.	7	7	4	3
Trä 45/20x145 (fallande)	Nyprod.	7	10	10	0
Trä 45x95 (fallande)	Nyprod.	7	8	8	0
Trä 45x170-195	Tillb.	9	44	6	38
Trä 45x120 (exaktkapat)	Tillb.	9	12	10	2
Trä 28x70 glespanel	Tillbyggnad	9	0	0	0
Trä 45x170 (75% fallande)	Nyprod.	13	8	8	0
Trä 45x195 (80% modullängd)	Nyprod.	13	6	6	0
Stålreglar 170 (3 meters längd)	Nyprod.	13	4	4	0
Stålreglar 195 (85 % exaktkapat)	Nyprod.	13	4	4	0
Stålreglar 145	Om- och tillb.	14	27	9	18

FoU-Väst är ett utskott inom Byggmästareföreningen Väst som varit verksam i ett flertal utvecklingsprojekt av olika karaktär sedan 1981. Målet med FoU-Västs verksamhet är branschspecifik kunskapsuppbyggnad. För kundens bästa skapar denna förutsättningar för en effektiv produktion, genomförd med rätt kvalitet och nödvändiga miljöhänsyn, till rimliga totalkostnader.

## Målet uppnås genom

- att initiera och stödja FoU-projekt inom angelägna områden
- att samverka med högskolor och universitet
- att öka intresset i branschen för forskning och utveckling
- att aktivt följa FoU-insatser och försöka förutse FoU-behov
- att bidra till informationsspridning om avslutad, pågående och planerad FoU
- att samverka mellan flera företag i varje enskilt projekt

Byggmästareföreningen Väst har en samordnande roll i verksamheten som i övrigt drivs från egna lokaler förlagda till Chalmers Teknikpark.

## Ledamöter

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Jan-Olof Johansson, ordf.<br><i>Platzer Bygg Göteborg AB</i><br>031/776 40 00 | <input type="checkbox"/> Ingvar Olofsson, vice ordf.<br><i>Skanska Teknik AB</i><br>031/771 10 00             |
| <input type="checkbox"/> Kjell Axelson<br><i>Siab AB</i><br>031/14 06 00                               | <input type="checkbox"/> Nils-Olof Sandell<br><i>Betongsprutnings AB BESAB</i><br>031/52 09 00                |
| <input type="checkbox"/> Sune Almqvist<br><i>Hyrmaskiner Göteborg Aktieföretag</i><br>031/51 34 40     | <input type="checkbox"/> Carl-Gustaf von Schmalensée<br><i>JM Byggnads- och Fastighets AB</i><br>031/35 90 40 |
| <input type="checkbox"/> Bo Carlsson<br><i>Färdig Betong Göteborg AB</i><br>031/18 71 10               | <input type="checkbox"/> Karin Sjöbris<br><i>SBS Entreprenad AB</i><br>031/65 34 20                           |
| <input type="checkbox"/> Gert Freiholtz<br><i>Peab Entreprenad Väst AB</i><br>031/773 83 00            | <input type="checkbox"/> Göran Winberg<br><i>F O Peterson &amp; Söner Byggnads AB</i><br>031/80 59 00         |
| <input type="checkbox"/> Rolf Jonsson<br><i>NCC AB</i><br>031/771 50 00                                | <input type="checkbox"/> Lars Enderlein<br><i>Byggmästareföreningen Väst</i><br>031/20 04 60                  |
|  | <input type="checkbox"/> Pär Åhman, sekr.<br><i>Byggmästareföreningen Väst</i><br>031/20 04 60                |