

Ett projekt
inom
FoU-VÄST



RAPPORT

9501

Utveckling av fältverkstäder



Bengt Eriksson

INNEHÅLL

| | |
|-----------------------------------------------------------|----|
| Förord..... | 1 |
| Sammanfattning..... | 2 |
| 1 Bakgrund..... | 4 |
| 2 Syfte..... | 5 |
| 3 Historik..... | 6 |
| 4 Fältverkstäder. Inventering av olika utföranden | 7 |
| 4.1 Olika användningsområden | 7 |
| 4.1.1 Väderskydd vid betongarbeten | 7 |
| 4.1.2 Armeringsstationer | 7 |
| 4.1.3 Fältverkstad för rör- och elarbeten | 7 |
| 4.1.4 Sågstationer m m | 8 |
| 4.2 Väggelementtillverkning i fältverkstäder | 9 |
| 4.2.1 Inventering av olika utföranden | 9 |
| 4.2.2 JM:s fältverkstad i Kullavik | 9 |
| 4.2.3 Fältverkstad i garagebyggnad | 12 |
| 4.2.4 Skanskas fältverkstad i Olseröd, Kungälv | 14 |
| 4.2.5 Siab:s fältverkstad i Karlstad | 16 |
| 4.2.6 NCC:s fältverkstad Hästen, Varberg | 18 |
| 4.3 Väderskydd för fältverkstäder | 20 |
| 4.3.1 Tältkonstruktioner | 20 |
| 4.3.2 Stål- och plåtkonstruktioner | 26 |
| 4.3.3 Träkonstruktioner | 26 |
| 5 Utveckling av fältverkstad i Eklanda | 27 |
| 5.1 Utformning av fältverkstaden | 27 |
| 5.1.1 Grundläggande tankegångar | 27 |
| 5.1.2 Placering av fältverkstaden | 27 |
| 5.1.3 Stomme. Tältduk | 31 |
| 5.1.4 Golv | 35 |
| 5.1.5 Kraftförsörjning, belysning, värme | 35 |
| 5.1.5.1 Kraftförsörjning | 35 |
| 5.1.5.2 Belysning i väggelementhallen | 36 |
| 5.1.5.3 Belysning i bjälklagshallen | 36 |
| 5.1.5.4 Värme | 36 |
| 5.1.6 Montering | 36 |
| 5.2 Tillverkning av väggelement. Produktionsetapp 1 | 37 |
| 5.2.1 Väggelement. Konstruktionsutformning | 37 |
| 5.2.2 Materialhantering | 38 |
| 5.2.2.1 Inlastning av material | 38 |
| 5.2.2.2 Arbetsstationer | 41 |
| 5.2.2.3 Utlastning | 44 |
| 5.2.2.4 Förrådscontainer | 45 |

| | | |
|---------|---------------------------------------------------------------------|---|
| 5.2.3 | Arbetsätt | 4 |
| 5.3 | Erfarenheter från utformning och uppbyggnad av fältverkstaden | 4 |
| 5.3.1 | Utformning av fältverkstaden | 4 |
| 5.3.2 | Uppbyggnad av fältverkstaden | 4 |
| 6 | PAVIC-systemet för metodstudier av väggelement..... | 4 |
| 6.1 | Beskrivning av PAVIC | 4 |
| 6.2 | Elementtillverkning i fältverkstaden. Produktionsetapp 2 | 4 |
| 6.2.1 | Utformning av fältverkstad | 4 |
| 6.2.2 | Arbetsgång vid tillverkning av byggnadselement | 4 |
| 6.2.3 | Arbetsutförande vid tillverkning av väggelement | 4 |
| 6.3 | Mätning och analys av elementtillverkning | 5 |
| 6.3.1 | Mätningmetoder | 5 |
| 6.3.1.1 | Registrering av elementtillverkningen | 5 |
| 6.3.2 | Analys av elementtillverkning | 5 |
| 6.3.3 | Detaljanslys av arbetet vid olika stationer | 5 |
| 6.3.4 | Sammanställning trästomme | 5 |
| 6.3.5 | Gipsningsarbete | 5 |
| 6.3.6 | Isolering och kortlingar | 6 |
| 6.3.7 | Sågning av regler i fältverkstaden | 6 |
| 6.4 | Förbättringsåtgärder | 6 |
| 6.5 | Husmontage | 6 |
| 6.5.1 | Generell beskrivning av arbetsgången | 6 |
| 6.6 | Analys av monteringsarbetet | 6 |
| 6.6.1 | Iakttaga problem | 6 |
| 6.7 | Diskussion husmontage | 6 |
| 7 | Produktionshjälpmedel - Utvärdering | 6 |
| 7.1 | Lyftbord | 6 |
| 7.2 | Väggställ | 6 |
| 7.3 | Lyftanordning | 7 |
| 7.4 | Spikmaskin | 7 |
| 7.5 | Kap/klyvsåg | 7 |
| 7.6 | Fönsterlift | 7 |
| 7.7 | Isolersågning | 7 |
| 7.8 | Vakuumlift | 7 |
| 7.9 | Handmaskiner | 7 |
| 7.10 | Kompressor | 7 |
| 8 | Fältfabrikens materialadministration | 7 |

| | | |
|---------|------------------------------------------------------------------|----|
| 8.1 | Avgränsningar för detta kapitel | 74 |
| 8.2 | Materialflöde fram till fältfabriken | 74 |
| 8.2.1 | MA-kostnader | 75 |
| 8.2.1.1 | Kapitalkostnad | 75 |
| 8.2.1.2 | Lagerutrymmeshyra | 76 |
| 8.2.1.3 | Inkurans och svinn | 76 |
| 8.2.1.4 | Administrationskostnader | 76 |
| 8.3 | Analys av MA-kostnader | 76 |
| 8.3.1 | Wilsonformeln | 76 |
| 8.3.2 | ABC-analyser | 78 |
| 8.4 | Materialflöde från fabriken | 79 |
| 8.5 | Utveckling av materialflödet | 79 |
| 9 | Inköp, leveranser och kvalitetskontroller | 81 |
| 9.1 | Inköp | 81 |
| 9.2 | Leveranser | 81 |
| 9.3 | Kvalitet | 81 |
| 9.4 | Inköpens påverkan på de totala kostnaderna | 82 |
| 9.5 | Inköp i framtiden | 82 |
| 10 | Projektering | 84 |
| 10.1 | Samverkan Arkitekt - Konstruktion - Produktion | 84 |
| 10.2 | Jämförelse med generalentreprenad | 84 |
| 10.3 | Betydelsen av produktionsvänliga konstruktioner | 84 |
| 11 | Ekonomisk utvärdering av fältfabriken i Eklanda..... | 85 |
| 12 | Arbets-skador - Rehabilitering | 87 |
| 12.1 | Arbets-skador i byggbranschen | 87 |
| 12.1.1 | Byggbranschens arbetsolyckor | 87 |
| 12.1.2 | Byggbranschens arbets-sjukdomar | 88 |
| 12.1.3 | Träarbetarnas arbets-skador | 89 |
| 12.2 | Speciellt belastande moment i byggnadsarbete | 90 |
| 12.2.1 | Arbete uppåt | 90 |
| 12.2.2 | Böjda och vridna arbets-ställningar | 90 |
| 12.2.3 | Knästående arbete | 91 |
| 12.2.4 | Att bära och lyfta | 91 |
| 12.2.5 | Vibrationer | 91 |
| 12.3 | Vanliga besvär från rörelseapparaten vid belastningsskador | 92 |
| 12.4 | Kostnader för samhälle och företag | 93 |
| 12.5 | Rehabiliteringsansvaret | 94 |
| 12.5.1 | Arbets-givarens ansvar | 95 |

| | | |
|--------|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 12.5.2 | Försäkringskassans roll | 9 |
| 12.5.3 | Övriga rehabansvariga | 9 |
| 12.6 | Rehabilitering i det egna företaget | 9 |
| 12.7 | Rehabilitering med extern hjälp | 9 |
| 12.7.1 | Bygg Hälsan AB:s program för yrkesinriktad rehabilitering | 9 |
| 12.7.2 | Rygginstituten i Ladvik, Sundsvall och Växjö | 9 |
| 12.7.3 | Rygghälsan i Göteborg | 9 |
| 12.7.4 | Övriga | 9 |
| 13 | Fältverkstaden - Ergonomisk utvärdering och intervjuer | 9 |
| 13.1 | Lyftbord | 9 |
| 13.2 | Spikpistoler | 10 |
| 13.3 | Lyftanordningar | 10 |
| 13.4 | Handverktyg | 10 |
| 13.5 | Intervju direkt efter arbetet i fältverkstaden | 10 |
| 13.6 | Intervju efter två månader i ordinarie arbete | 10 |
| 14 | Ergonomisk undersökning i projektet "Utveckling av fältverkstäder" | 10 |
| 14.1 | Sammanfattning | 10 |
| 14.2 | Problemformulering | 10 |
| 14.3 | Material - Försökspersoner | 10 |
| 14.4 | Metod | 10 |
| 14.5 | Resultat | 10 |
| 15 | Slutsatser | 11 |
| 15.1 | Utformning av fältverkstad för väggelementtillverkning | 11 |
| 15.2 | Produktionshjälpmedel | 11 |
| 15.3 | Metodstudier med PAVIC | 11 |
| 15.4 | Ergonomisk undersökning. Rehabilitering | 11 |
| 15.5 | Rehabilitering kontra ackord | 11 |
| | Litteraturlista | 11 |
| | Bilaga 1 | 11 |
| | Bilaga 2 | 11 |
| | Bilaga 3 | 11 |

Förord

Projektet "Utveckling av fältverkstäder" har genomförts inom FoU-Väst med stöd från Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (SBUF) samt Arbetsmiljöfonden.

Denna rapport behandlar de studier som utförts vid Skanska Västs fältfabrik Eklanda i Mölndal.

Projektet har genomförts av en arbetsgrupp bestående av:

| | |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Projektledare | Bengt Eriksson, Skanska Teknik AB |
| Projektadministratör | Pär Åhman, Byggmästareföreningen Väst |
| Projektgrupp | Sune Ahlmqvist, Byggmaskinutveckling AB Thomas Dinäss, Skanska Väst AB Gunnar Lönnberg, Skanska Väst AB Jan-Olov Johansson, Platzer Bygg AB Anders Foss, Bygg Hälsan AB |

Projektgruppen har varit sammansatt av specialister på olika områden. Sune Ahlmqvist har svarat för utvärdering av produktionshjälpmedlen. Thomas Dinäss och Gunnar Lönnberg har deltagit i planering av produktionen samt utformningen av verkstaden. Thomas har även bidragit med synpunkter på materialadministration, inköp, leveranser, kvalitetskontroll samt ekonomisk utvärdering. I detta arbete har också Ulf Hellman från Skanska Väst AB deltagit. Jan-Olov Johansson har lett arbetet med metodstudier. Detta arbete, PAVIC-filmning samt analys, har utförts av Michael Morin från Chalmers Tekniska Högskola Institutionen för Byggandets Systemteknik. Ansvariga för kapitlen som behandlar arbetsskador, rehabilitering samt ergonomi har varit Anders Foss och Lena Dahlquist från Bygg Hälsan.

Till samtliga deltagare som bidragit vid genomförandet av projektet vill jag rikta ett varmt tack.

Göteborg i april 1995

Bengt Eriksson

Sammanfattning

Rapporten inleds med en överblick över olika användningsområden för fältverkstäder. Där beskrivs väderskydd vid betongarbeten, armeringsstationer, fältverkstäder för rör- och elarbeten samt sågstationer. En mer ingående beskrivning ägnas sedan åt fältverkstäder för tillverkning av vägg- och bjälklagselement av trä till bostadshus. Där anges exempel på olika utföranden. Fältverkstadens storlek, produktionshjälpmedel, materialhantering och arbetssätt har anpassats efter produktionens storlek samt övriga förutsättningar, som givetvis är olika för varje arbetsplats. Dessutom beskrivs olika typer av väderskydd för fältverkstäder. Där redovisas de olika tältkonstruktioner som finns tillgängliga på den svenska marknaden.

Denna rapport beskriver i första hand de studier som utförts vid Skanskas fältverkstad Eklanda i Mölndal.

Vid planeringen av fältfabriken i Eklanda, ville man skapa en effektiv och kostnadsmedveten arbetsplats med tonvikt på god arbetsmiljö. Här redogörs för de tankegångar som legat till grund för utformningen av fältverkstaden. Det ges även en detaljerad beskrivning av uppbyggnaden av Hakis väderskyddshall med tillhörande golvkonstruktion i väggelementhallen. Hallen har utrustats med kraftförsörjning till belysning, värme, verktygsmaskiner samt till övriga produktionshjälpmedel, såsom hydrauliskt arbetsbord, telfer m m. Inlastning av material, lagring av material inne i verkstaden, tillverkningen av väggelementen samt utlastningen planeras så effektivt som möjligt för att nå minimal tidsåtgång.

Två olika produktionsetapper har behandlats i rapporten. Produktionsetapp 1 startade i januari 1991 och avslutades i januari 1993. Vid produktionsetapp 1 tillverkades bjälklagselement och ytterväggselement. Bjälklagselement tillverkades i bjälklagshallen på rullbord. Ytterväggselementen tillverkades i väggelementhallen på det höj- och sänkbara arbetsbordet och i väggställen. Elementen utfördes med utvändigt panel. Den invändiga gipsskivan monterades på plats, efter det att ytterväggselementen monterats i byggnaden. Erfarenheter från produktionen av väggelementen redovisas i rapporten.

Vid produktionsetapp 2 byggdes enbart väggelement. Denna studie startade i januari 1994 och avslutades i november 1994. Ytterväggselementen utfördes här med utvändigt och invändigt gipsskiva monterad i fältverkstaden. Utvändigt fasadmateriäl utgjordes i detta fall av Serporock fasadsystem.

I rapporten studeras tillverkningsprocessen i verkstaden (produktionsetapp 2) med hjälp av PAVIC-analys (Productivity Analysis with Video and Computer). Här redovisas en ny teknik med vilken man kan utföra metodstudier. Produktionsprocessen videofilmas. Därefter analyseras filmen med hjälp av videobandspelare och dator. De olika arbetsmomenten vid tillverkningsprocessen registreras. Tidsåtgången för dessa redovisas i diagram. Varje arbetsmoment detaljstuderas och tidsåtgången för de olika arbetsoperationerna redovisas i form av stapeldiagram. Störningar i produktionen härleds och förbättringsåtgärder föreslås.

PAVIC-studien omfattar även arbetet med montering av ett tvåvåningshus. Tidsåtgången för de viktigaste arbetsmomenten redovisas. Vissa problem vid montaget registreras och förbättringsåtgärder diskuteras.

Produktionshjälpmedel såsom lyftbord, väggställ, telfer, spikmaskiner, såg, fönsterlyft, isoleringssåg, vakuumlyft m m utvärderas. Fördelar och nackdelar diskuteras. Dessutom redovisas alternativa lösningar.

Även materialflödet till fabriken studeras. Kostnader för materialadministration, dvs kapitalkostnader, lagerutrymmeshyra, inkurans och svinn samt administrationskostnader analyseras.

Inköp, leveranser samt kvalitetskontroll är andra leverantörsberoende frågor som behandlas i rapporten.

De speciella förutsättningar som gäller vid projektering av bostadshus, byggda av prefabricerade element, belyses.

Kostnaden för tillverkning av väggelement av trä i fältfabrik jämförs med kostnaden för traditionellt platsbygge. Intressant är de besparingar som kan göras vid produktion i fältfabrik.

Arbets-skador i form av ryggbesvär samt olika typer av förslitningsskador orsakar stora kostnader för samhället och stort lidande för de drabbade. Genom att undvika obehagliga arbetsställningar och tunga lyft med hjälp av ergonomiskt riktiga hjälpmedel, kan arbetssituationen förbättras. I rapporten utvärderas vissa produktionshjälpmedel, såsom lyftbord, spikpistoler, fönsterlyft, vakuumlyft, isoleringssåg m m, ur ergonomisk synvinkel.

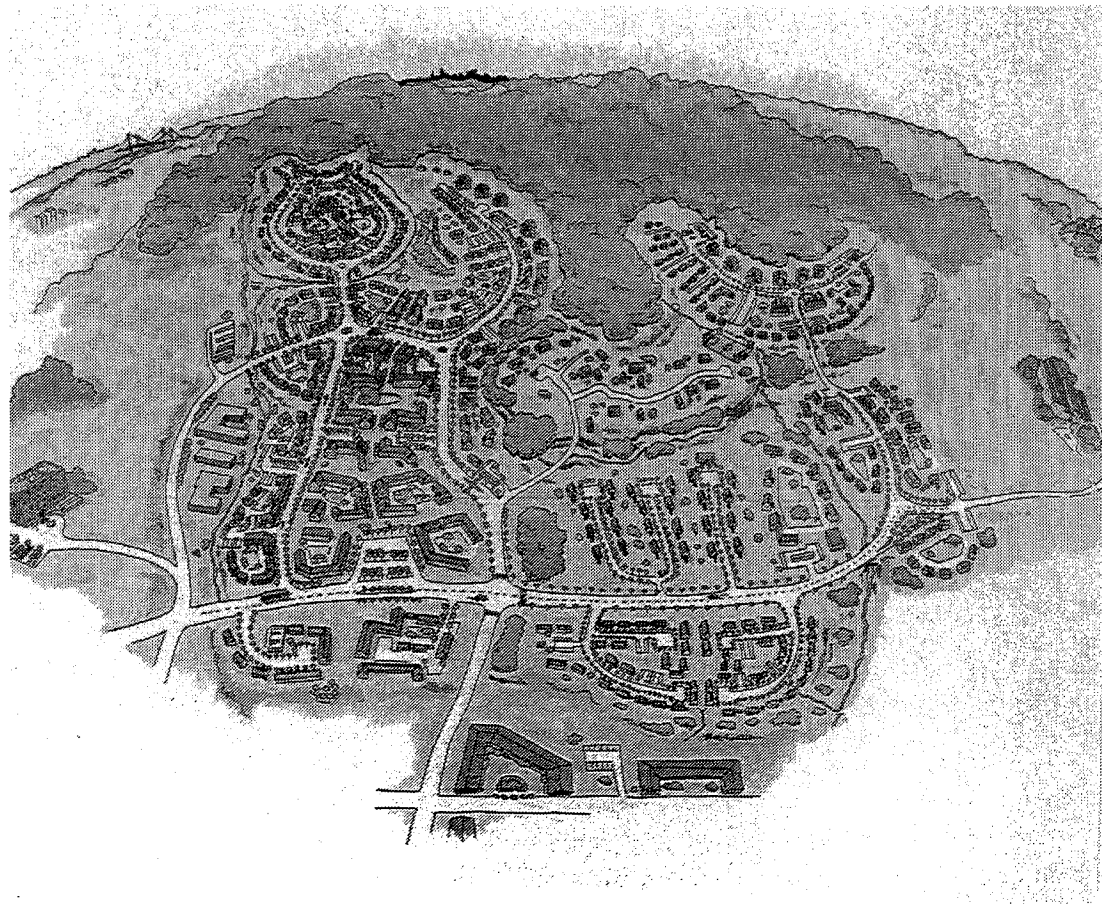
Stor tyngd läggs i rapporten åt rehabilitering av personer med förslitningsskador. Dessa ingår i ett arbetslag om fyra personer, varav två med förslitningsskador. Deras arbete följs av sjukgymnast från Bygg Hälsan under fem månader, dels i det ordinarie arbetet, dels i arbetet i fältverkstaden. Upplevda besvär registreras enligt Borgs CR-skala. En ny modell av arbetsplanering provas i fabriken, där alla roterar mellan olika arbetsuppgifter. De arbetsskadade kan därvid undvika ensidiga arbetsställningar och även välja ut de arbetsmoment som bedöms vara de bästa med hänsyn till arbetsskadans art.

1 Bakgrund

Vid utbyggnad av ett nytt bostadsområde, Eklanda i Mölndal, har Skanska byggt upp en fältfabrik för tillverkning av vägg- och bjälklagselement av trä. Skanska Fastigheter Väst, Stiftelsen Mölndalsbostäder och HSB Mölndal skall här tillsammans bygga totalt 1400 bostäder av olika slag. Utbyggnaden sker i etapper över en längre tid, ca 10 år. Byggnationen påbörjades i januari 1991. I området uppförs såväl småhus som flerfamiljshus. Merparten av flerfamiljshusen utgörs av tvåvåningshus men även punkthus på fem våningar ingår. Förutom bostadshus byggs daghem samt en skola, Eklandaskolan, som inrymmer förskola samt låg- och mellanstadieskola. I de angränsande områdena, Eklanda Dal och Eklanda Park, kommer det att byggas kontor och verksamhetslokaler för ca 3000 personer med olika former av servicefunktioner som hör till.

Utbyggnaden av Eklanda utgör på grund av sin storlek och långa byggtid ett lämpligt objekt för utvärdering av produktionen i en fältverkstad. Som utgångspunkt för planeringen av fältverkstaden har använts erfarenheter vunna inom Skanska Väst från tidigare produktion i fältverkstäder.

Arbetsplatsen Eklanda bygger en ny typ av fältfabrik. Grundläggande vid planeringen har varit att uppföra en fältfabrik, som ej är beroende av en stationär kran eller hjullastare.



Figur 1 Bostadsområdet Eklanda, Mölndal

2 Syfte

Projektet syftar till att i samarbete med Bygg Hälsan skapa god arbetsmiljö ur ergonomisk synvinkel. Rätt arbetsställning skapas med höj- och sänkbart arbetsbord. Tunga lyft undviks med fönsterlyft, vakuumlyft samt telfer. Även den fysiska miljöns betydelse studeras. Därvid utvärderas betydelsen av verksamhet under tak, plana golv, uppvärmning, god belysning, avgasfria redskap och maskiner samt slussar vid in- och utlastning.

Syftet med denna studie är att utveckla system för lättbyggda och ändamålsenliga fältfabriker. Målet har varit att förena god arbetsmiljö med god ekonomi.

Förbättrad kvalitet erhålls vid produktion under tak där samtidigt virket lagras på uppstolpat golv, fritt från markfukt.

Syftet har även varit att sprida kännedom om PAVIC (Productivity Analysis with Video and Computer) - ett modernt sätt att utföra metodstudier på och därmed analysera materialhanteringen vid olika systemlösningar.

3 Historik

Att täcka in och ge temporärt skydd för väder och vind på byggarbetsplatser, har historiskt varit ett stort problem. Ingen rationell och flexibel lösning fanns att tillgå. Man var hänvisad till klumpiga konstruktioner med tunga presenningar utan ljusgenomsläpp.

Under 60-talet utvecklades mera ändamålsenliga tältkonstruktioner av bl a AB Smireco och PMH International AB. Dessa användes framför allt som väderskydd vid betongarbeten.

Den utveckling som lett fram till fältverkstaden i Eklanda startade i början av 70-talet. Då började man prefabricera väggelement av färdigkapat virke. Väggarna spikades ihop på bottenplattan och restes därefter med handkraft. Det var endast regelverket som byggdes på bottenplattan. Isolering, vindskydd, panel, fönster m m monterades efteråt.

I slutet på 70-talet började man bygga väggelement på arbetsbord. Väggarna isolerades, fönster monterades, vindskydd och panel spikades på. Elementen transporterades och monterades på plats i byggnaden med hjälp av mobilkran.

Detta system utvecklades och förfinades på ett antal objekt i början av 80-talet. Vid tillverkningen användes färdigkapat virke, färdigkapad isolering samt målad färdigkapad panel. Elementen spikades amman med hjälp av spikmaskiner. Dock byggdes allt under bar himmel.

I slutet av 80-talet började man bygga tak över fältfabriker för tillverkning av väggelement. Fältfabriken i Olseröd som beskrivs på sidorna 14-16 var en av de första. Till övertäckning användes HAKI:s väderskyddshall.

De första HAKI-väderskyddshallarna uppfördes under 1986. I början var det enkla hallar av typen väderskydd för betong- och murningsarbeten, för armerings- och sågstationer samt för materialupplag. Bland de första riktigt stora fältverkstäderna som uppförts med HAKI-material var just fältfabriken i Eklanda som beskrivs i denna rapport.

4 Fältverkstäder. Inventering av olika utföranden

4.1 Olika användningsområden

En fältverkstad kan vara allt ifrån en arbetsplats bestående av ett arbetsbord på två bockar, till en arbetsplats för ett flertal personer som utför olika arbetsmoment i byggprocessen.

4.1.1 Väderskydd vid betongarbeten

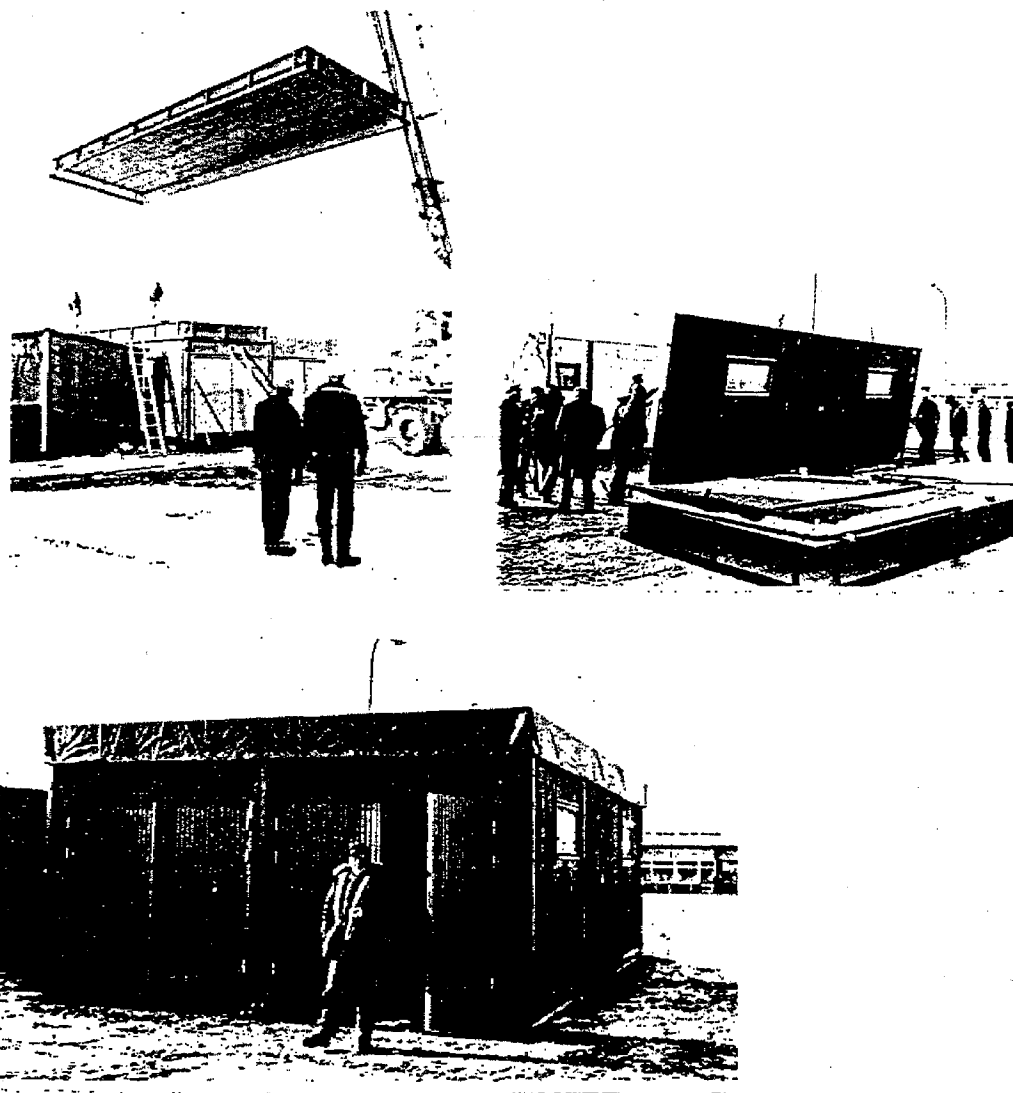
Väderskyddshallar används vid olika slags betonggjutningar, exempelvis gjutning av betongplattor. Betongplatta på mark med stålglättad yta kan då utföras utan störning av regn. Under härdningsprocessen skyddas betongplattan från en för snabb uttorkning av blåst vid varm väderlek. Under vinterförhållanden med risk för frysning finns möjlighet till uppvärmning av fältverkstaden med infrastrålvärme under härdningsprocessen. Väderskyddshallar bidrar till en bättre arbetsmiljö. Verksamheten kan pågå under svåra väderleksförhållanden och fördyrande arbete med snöröjning undviks. Väderskydd vid betonggjutning av grundplatta och valv har studerats i ett utvecklingsprojekt. SBUF dnr 8034 (Efraimsson H et al, 1991).

4.1.2 Armeringsstationer

Ett annat användningsområde för fältverkstäder är armeringsstationer för tillverkning av armeringselement. Vinster i form av förbättrad ergonomisk arbetsmiljö för armerare, effektivare produktion i uppvärmt och vindskyddat utrymme och förbättrad produktionskapacitet erhålls. Ett produktionssystem bestående av en fältverkstad för svetsning av armeringselement samt ett lyftok för transport och utläggning, har framtagits och utvecklats. (Glimeskär B et al, 1989).

4.1.3 Fältverkstad för rör- och elarbeten

En fältverkstad för underentreprenörer typ rör, el och liknande har utvecklats av JM Byggnads- och Fastighets AB i samverkan med Martinsson Bygg AB i Burträsk. En fältverkstad på 6x8 m monteras på en timma. De korta resningstiden åstadkommes genom att golv, tak och väggelement sätts samman med snäpplås. Belysning, kraftuttag m m finns redan på plats och ansluts genom att allt elektriskt pluggas in centralt med kabelsko på ytterväggen. Fältverkstaden beskrivs i tidningen Byggindustrin (Johansson S, 1983). Nedanstående bilder är hämtade från denna artikel.



Figur 4.1 Montering av fältverkstad för rör- och elarbeten

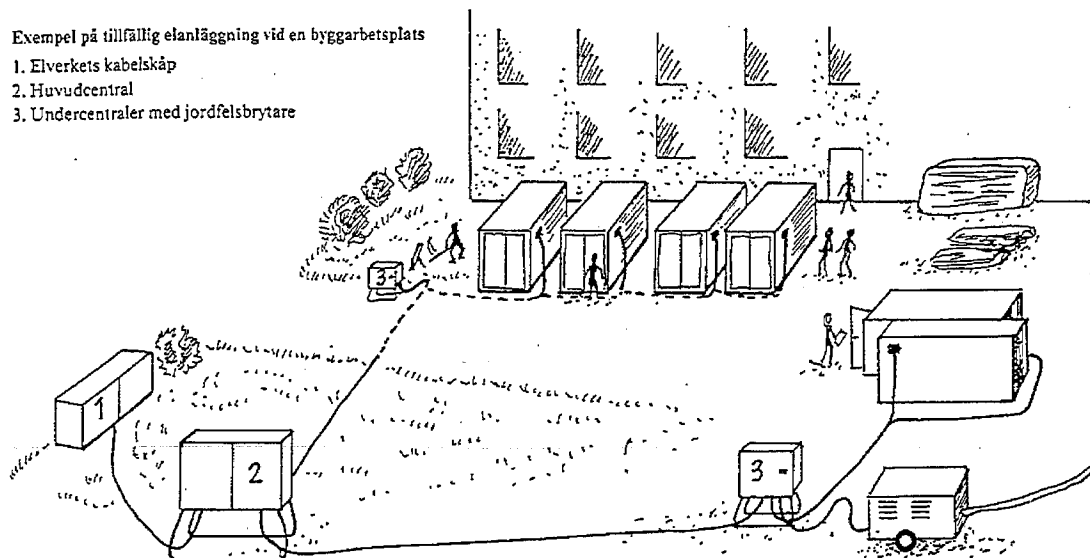
4.1.4 Sågstationer m m

Mindre fältverkstäder, typ sågstationer m m, inreds ofta i verkstadscontainrar. Med hänsyn till risk på skador på elkablar, som ansluts till containern, framhålls vikten av att installera jordfelsbrytare. (Pettersson J, 1990).

Ett exempel på fältverkstäder vid en byggarbetsplats illustreras i nedanstående figur 4.2, där det också visas hur elanläggningen bör utföras med jordfelsbrytare.

Exempel på tillfällig elanläggning vid en byggarbetsplats

1. Elverkets kabelskåp
2. Huvudcentral
3. Undercentraler med jordfelsbrytare



Figur 4.2 Fältverkstäder i containrar

4.2 Väggelementtillverkning i fältverkstäder

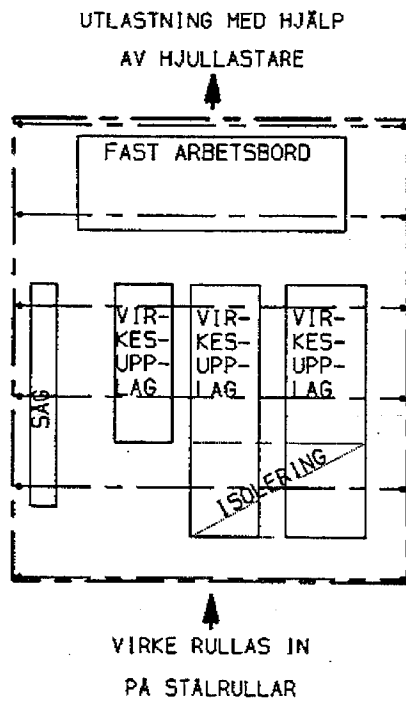
4.2.1 Inventering av olika utföranden

Inventeringen omfattar endast fältverkstäder för tillverkning av väggelement av trä för bostadsbyggande. Dessutom begränsas inventeringen till fältverkstäder utförda i västra Sverige. Nedanstående redovisning avser att exemplifiera olika typer av fältfabriker, för såväl större som mindre produktion. På grund av rådande lågkonjunktur inom bostadsbyggandet, har studiebesök endast kunnat utföras på JM:s fältfabrik i Kullavik samt för fältverkstad i garagebyggnad. I övrigt redovisas fältfabriker som varit i drift några år tidigare. Utformningen av dessa fältfabriker samt arbetssätt vid tillverkning av väggelementen, baseras på intervjuer med platschefer, på bildmaterial och videofilmer.

4.2.2 JM:s fältverkstad i Kullavik

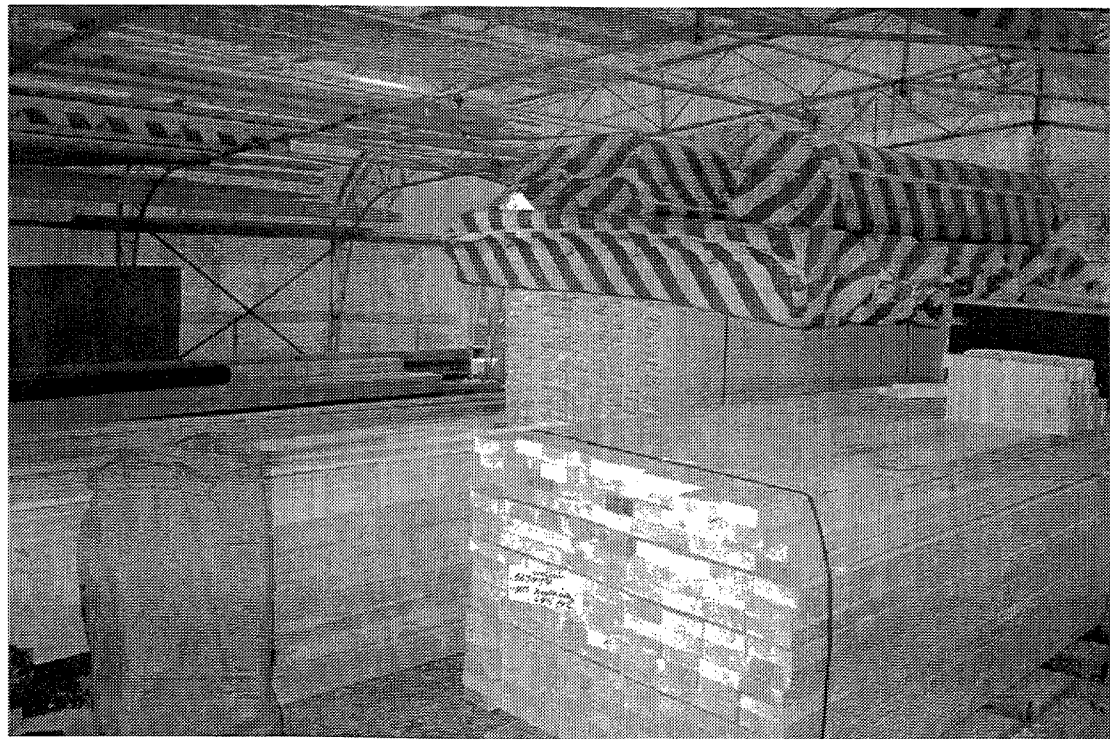
Kostnaden för uppförandet av en fältfabrik måste avpassas till produktionens storlek. JM:s fältfabrik i Kullavik är ett exempel på en fältfabrik för tillverkning av väggelement till 12 st parhus (24 lägenheter).

Fältfabrikens utformning framgår av figur 4.3. Ytermått 10x12 m. 6 st stålramar med spännvidden 10 m. De två ramarna i gavlarna var förankrade med dragband till 2 tons motvikter.



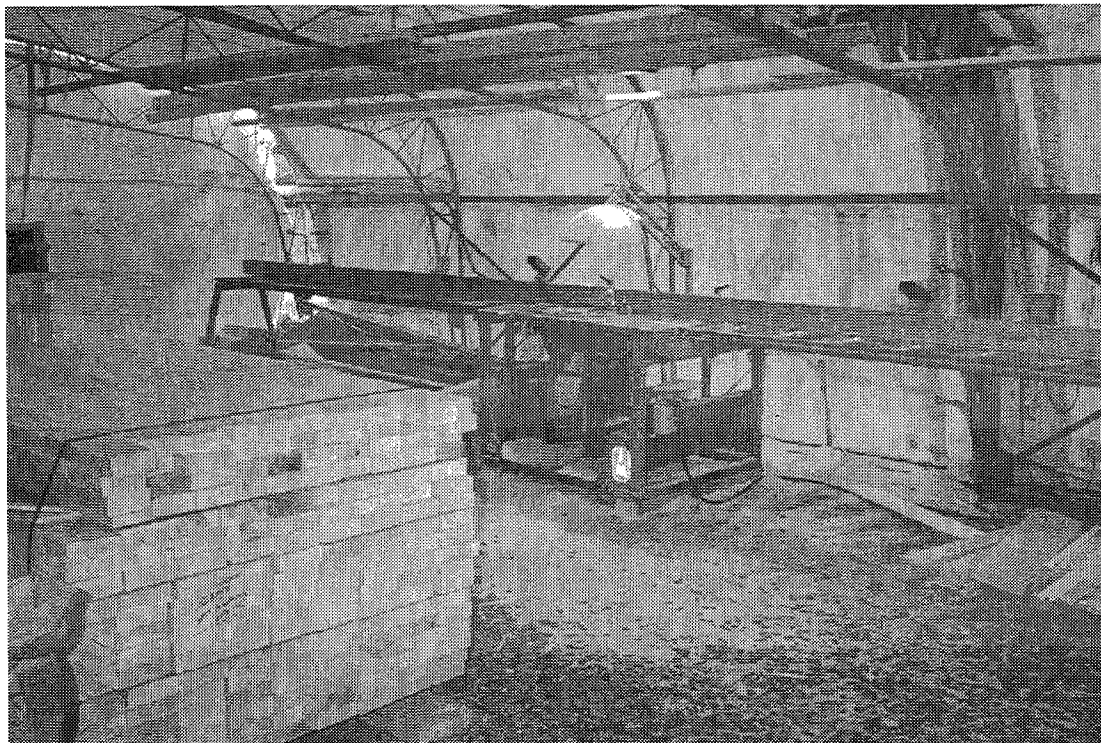
Figur 4.3 Fältfabrik i Kullavik

Virket rullades in från gaveln och lagrades i fältfabriken som figur 4.4 visar. Stolpar 45x120 levererades färdigkapade. Övrigt virke levererades i fallande längder.



Figur 4.4 Lagring av virke och isolering

Tillsågning av virke utfördes på såg typ Bröderna Ahlm. Se figur 4.5.



Figur 4.5 Byggsåg

Elementen byggdes på fast bänk avpassad för en maximal elementlängd av 7 m. Se figur 4.6. Ytterväggs-elementen byggdes av stolpar 45x120 samt 45x45 tvärs stolparna, isolering, vindtätande duk, luftningsläkt samt 22+22 panel. Ångspärr och invändig gips monterades på plats efter det att huset var tätt.

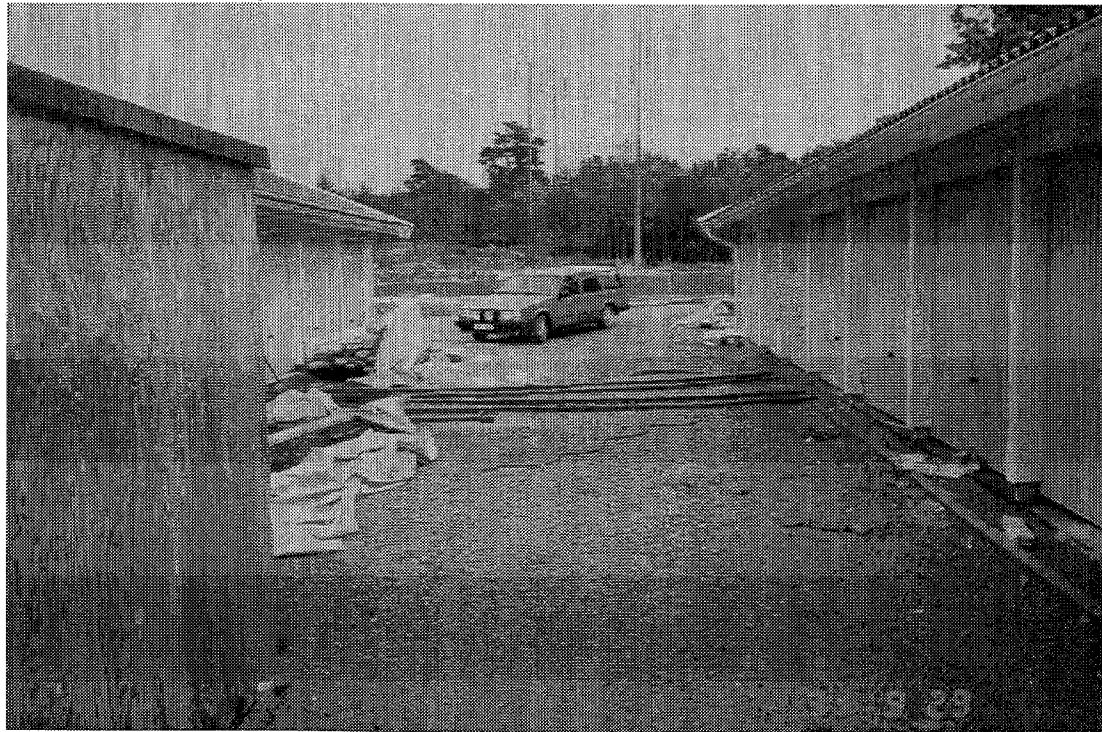


Figur 4.6 Arbetsbord

Utlastning av elementen gjordes med hjälp av hjullastare. Elementen mellanlades utomhus under presenningar. Därefter transporterades elementen till montageplatsen med hjullastare. Elementen lyftes på plats med kran. Takstolar monterades separat och råsponten spikades därefter på traditionellt sätt. Fönster lyftes in för hand och fästes med speciellt bleck (Myresjö). Väggar monterades på två dagar. Gavlar avmallades. Fasadpanelen sågades upp för takstolarna. Väggelementen var försedda med avväxlingsplanka i ö k, varvid takstolarna inte behövde placeras centriskt över stolparna. En vecka efter det väggarna monterats var huset tätt.

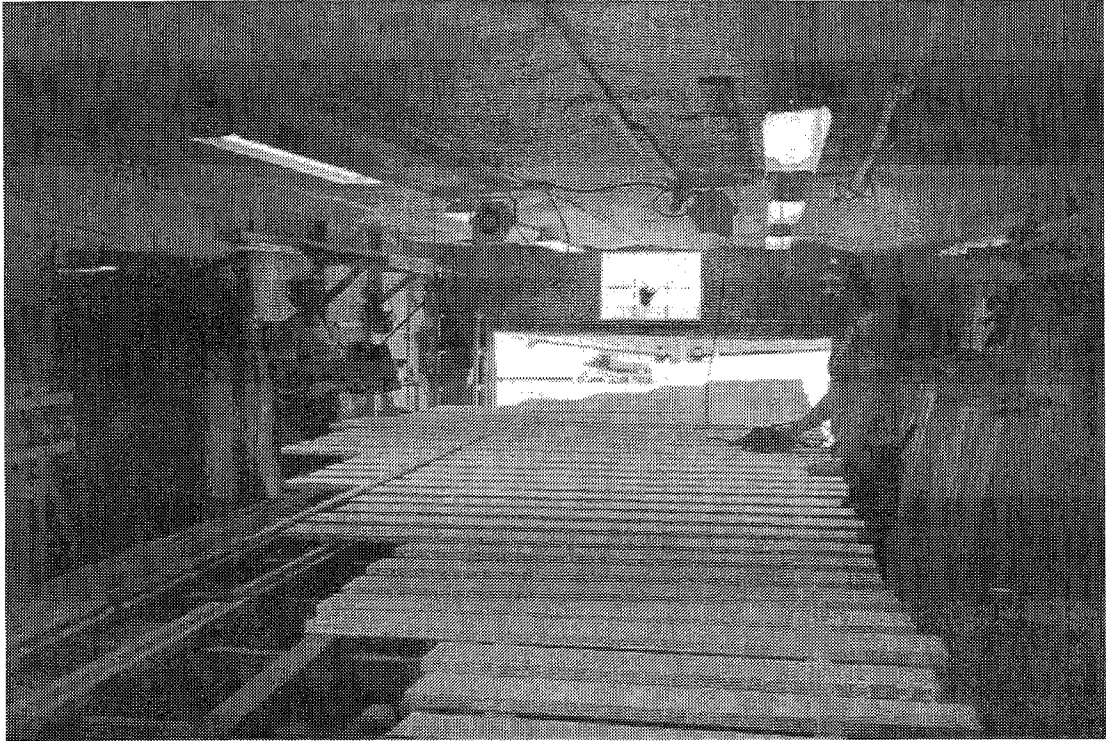
4.2.3 Fältverkstad i garagebyggnad

Vid utbyggnad av bostadsområden ingår i allmänhet garagebyggnader utförda exempelvis såsom figur 4.7 visar. Genom att bygga garagebyggnaden först, kan denna sedan utnyttjas som fältfabrik för tillverkning av väggelement till övriga bostadshus.



Figur 4.7 Fältfabrik i garagebyggnad

Garagebyggnaderna är byggda med portarna mot varandra. I den högra garagelängan lagras virke, isolering, fönster m m. Detta transporteras på smalspårsvagn på räls över till fältverkstaden, som inryms i den vänstra garagelängan. Figur 4.8.



Figur 4.8 Tillverkning av gavelement på arbetsbord

Garaget är utfört med låg port på gaveln. Se figur 4.9. Vid uttransport rullas arbetsbordet med det färdigbyggda väggelementet ut på räls. Därefter lyfts elementet av med hjullastarens kran och mellanlagras under presenning.



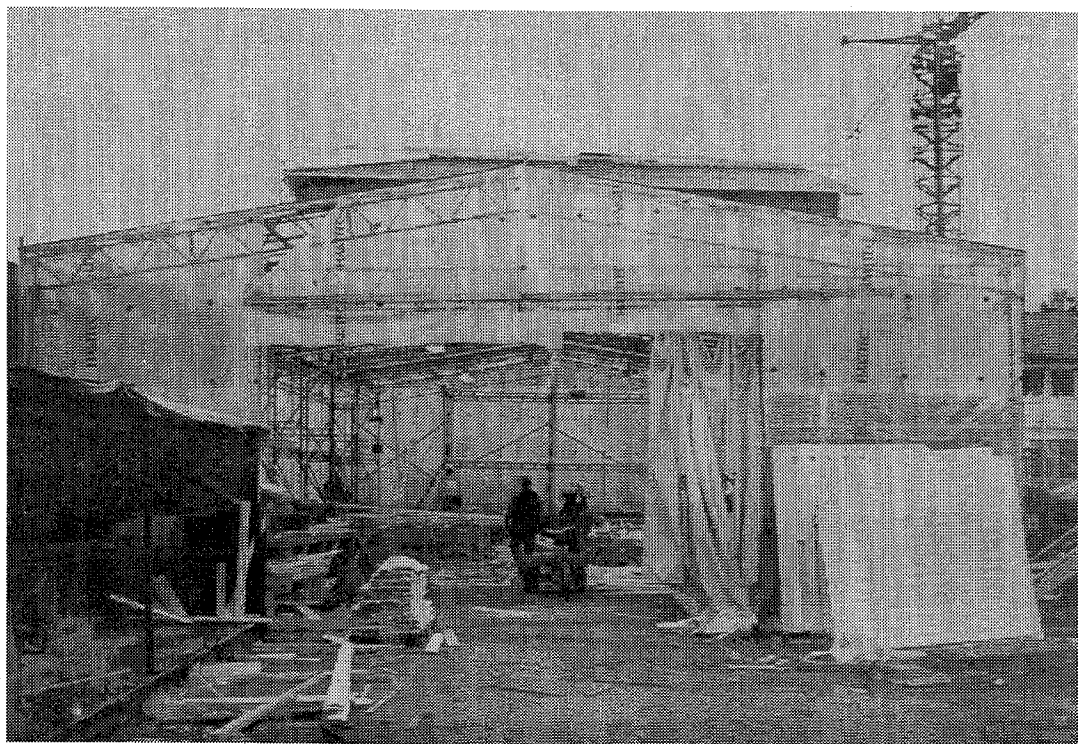
Figur 4.9 Garagegavel med låg port

Fyra dagar i veckan byggs väggelement. Den femte dagen förbereds nästa veckas produktion. Virke och isolering sågas till. Allt ingående material till de aktuella väggarna transporteras från förrådet till fältverkstaden.

Garagebyggnaden, som är isolerad, värms upp under den kalla årstiden. Till fördelarna hör också att garagebyggnaden är betydligt mer inbrottssäker än fältverkstäder inrymda i olika typer av tältkonstruktioner. Den här beskrivna garagebyggnaden utgör ett exempel på ett enkelt sätt att utföra en fältverkstad till låg kostnad. Dock finns flera nackdelar. Arbetsplatsen är trång, med låg takhöjd och i avsaknad av naturligt ljus.

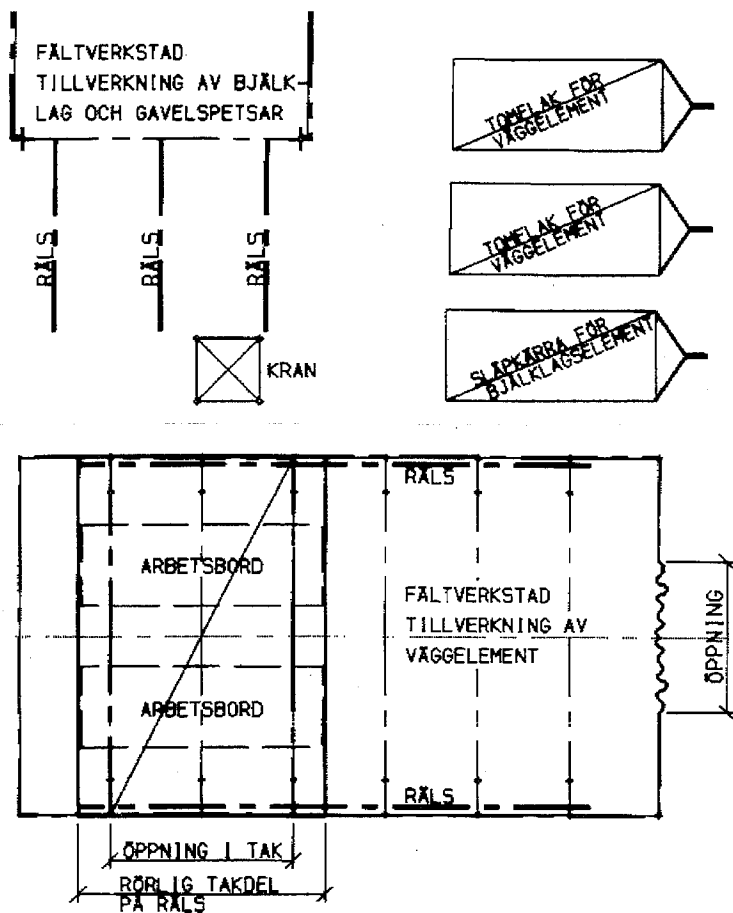
4.2.4 Skanskas fältverkstad i Olseröd, Kungälv

Fältverkstaden var uppbyggd av Hakis ordinarie ställningskomponenter. Väggar och tak täcktes med Hakis väderskyddsduk. Se figur 4.10. Portöppningen täcktes med presenning, som hängde i byglar försedda med 2 st hjul. Dessa rullade i en C-skena, varvid presenningen lätt kunde dras åt sidan.

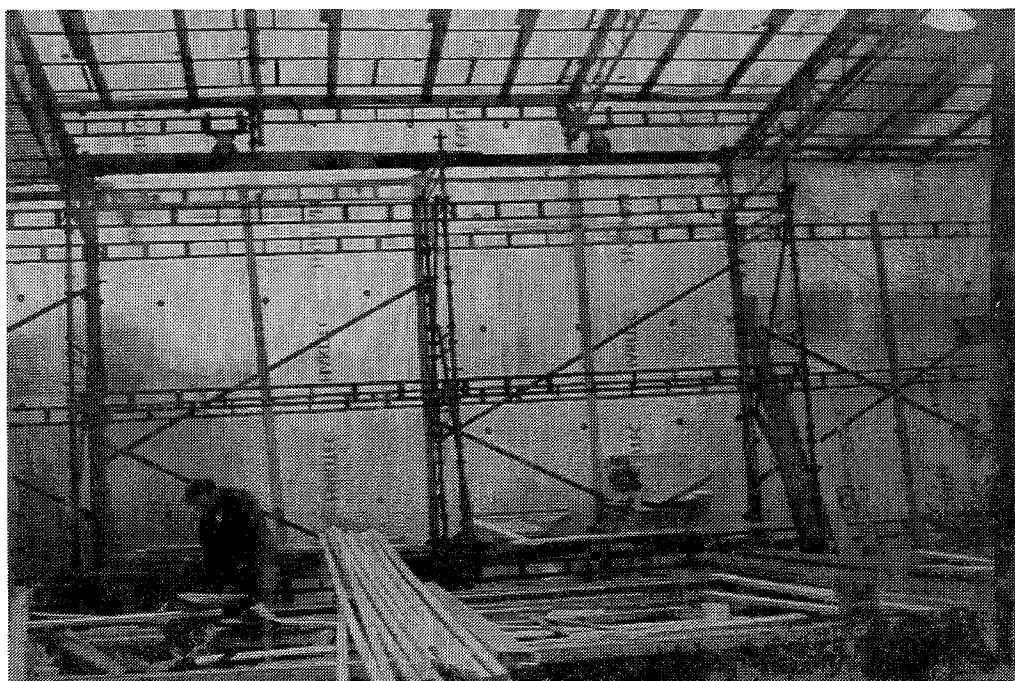


Figur 4.10 Fältverstad, Olseröd, Kungälv

Som golv i fältfabriken fungerade en avgrusad plan. Stommen utgjordes av Hakis fackverksbalkar, c/c 3,05 m med 12 m spännvidd, upplagda på dubbla spiror avsträvade med snedstag. Hallen var utformad med en öppning i tak, 6x12 m. Denna täcktes av en rörlig takdel på räls, som kunde rullas åt sidan. Se figur 4.11 samt figur 4.12.



Figur 4.11 Fältverkstad med rörlig takdel på räls. Plan 1:250



Figur 4.12 Takdel på räls

Väggelementen tillverkades på 2 st fasta arbetsbord. Virke lastades in med hjullastare genom portöppningen intill arbetsborden. Allt virke levererades i färdigkapade längder. Panelen var dessutom färdigmålad. Isolering och fönster var lägenhetsförpackade och togs in i öppningen i fältverkstaden. Kranen användes vid inlyftning av fönster till bordet. Därigenom undveks tunga lyft vid montage av fönster till väggelementet. All isolering levererades i färdigkapade längder. Vid borden arbetade två arbetslag. Allt virke spikades med spikpistoler.

Efter det att väggelementet var färdigbyggt, lyftes detta ut genom taköppningen. Kranen placerade elementen på flakvagnar. Samtliga element till ett hus tillverkades på en dag. Varje kväll kördes väggelementen ut till montageplatsen och täcktes med presenning. Varje morgon startade montaget. Ett hus monterades per dag. Taket utfördes i volymselement. Huset blev således tätt efter en dags montage. Därefter monterades den invändiga gipsskivan till tak- och väggelementen.

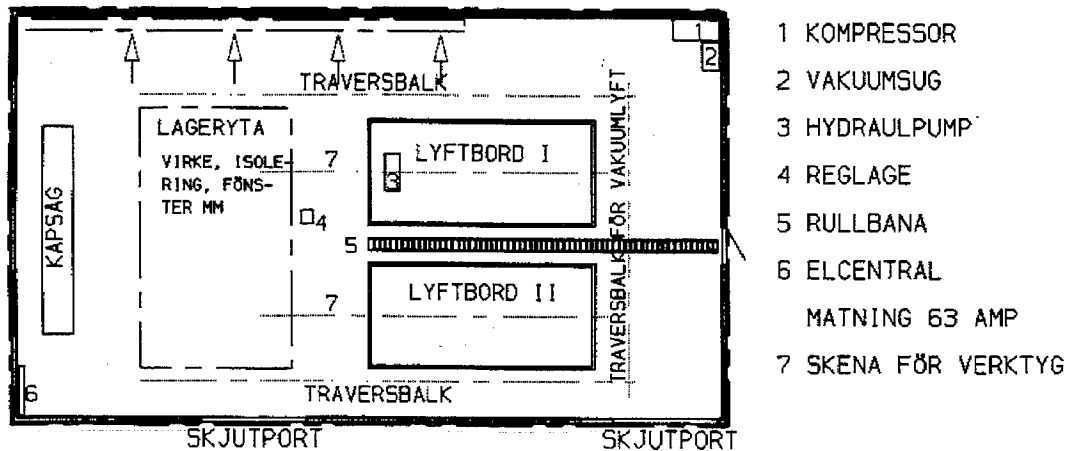
Vid montage varje dag kunde fel på elementen återrapporteras till fältfabriken och omedelbart rättas till. Detta var en stor fördel jämfört med färdigköpta element från stationär fabrik, där ett fel kunde upprepas på 40 likadana element. Arbetet i fältfabriken åstadkom en jämn produktion av väggelementen, oberoende av snö, regn och vind. Till nackdelarna hörde dock vissa problem vintertid med isbildning på rälsen, vilket försvårade avrullningen av det rörliga taket.

I ett intilliggande tält tillverkades bjälklagsselement samt gavelspetsar på arbetsbord försedda med hjul. När elementen var färdigbyggda rullades dessa på rälsen ut ur tältet och lyftes med kran till släpkärran respektive flakvagnarna för vidare uttransport till montageplatsen med hjälp av hjullastare.

4.2.5 Siab:s fältverkstad i Karlstad

I Karlstad har Siab byggt en fältfabrik för tillverkning av väggelement. Här har byggts ca 500 våningshöga väggelement. (Wahlsten P O, 1992) Vägglängden varierar mellan 2 till 6 m.

Fabriken har utförts med golv av platsgjuten betong med ingjutna värmeslingor. Väggar och tak är byggda av element, så att fabriken snabbt kan monteras ned och flyttas. Hallens utformning framgår av figur 4.13.



Figur 4.13 Siab:s fältfabrik i Karlstad. Plan 1:200

Väggarna är utförda av isolerade träelement med invändig skiva av plywood och utvändigt med träpanel. Taket är byggt av 2,4 m breda volymselement. Dessa är utvändigt försedda med korrugerad plåt på åsar och trätakstolar. Mot insidan är takelementen utförda med isolerat undertak. Fri takhöjd har valts till 3,2 m.

Värmslingorna i golv har dimensionerats så, att en temperatur av ca +10 till +15°C kunnat hållas vintertid (vid -20°C ute). Verkstaden har utförts med mekanisk ventilation. Tillverkningen under tak samt ventilation och uppvärmning av lokalen har skapat förutsättningar för att kunna sänka fuktkvoten i virket till låga värden. Fuktkvoten har sänkts från ca 18% till 6%.

Väggelementen byggs på hydrauliska vändbord. Elementen byggs med utvändigt och invändigt gipsskiva, färdigmonterade i fabriken. Gipsen skjuts fast med spikpistoler. Dessa hänger i balansblock ned från taket. Gipsskivor och fönster lyfts med hjälp av travers och vakuumsug från lagerplatsen till arbetsbordet.

Det färdiga elementet reses därefter till vertikalläge och transporteras ut på rullbanan. Elementen lyftes sedan med hjullastarens kran till väggställ. Där mellanlagras 4-5 st väggelement under presenning i väntan på montering. Hanteringen av väggelement har kunnat utföras utan skador på gipsen. I fabriken arbetar fyra män som producerar 4 st väggelement om dagen (6 m långa).

Målsättningen har varit att skapa en arbetsmiljövänlig och effektiv fältfabrik. Tungt lyft har undvikits med hjälp av travers och vakuumsug. Arbete under tak, ergonomiskt riktiga arbetsställningar, varma golv, bra belysning, mekanisk ventilation, bullerdämpad kompressor m m har skapat trivsel och god arbetsmiljö.

Verkstaden, inklusive utrustning, har kostat 350.000 kronor. Trots dessa investeringar, har tillverkningen varit klart lönsam jämfört med traditionellt platsbyggda väggar. Kostnadsbesparing är därvid ca 15%.

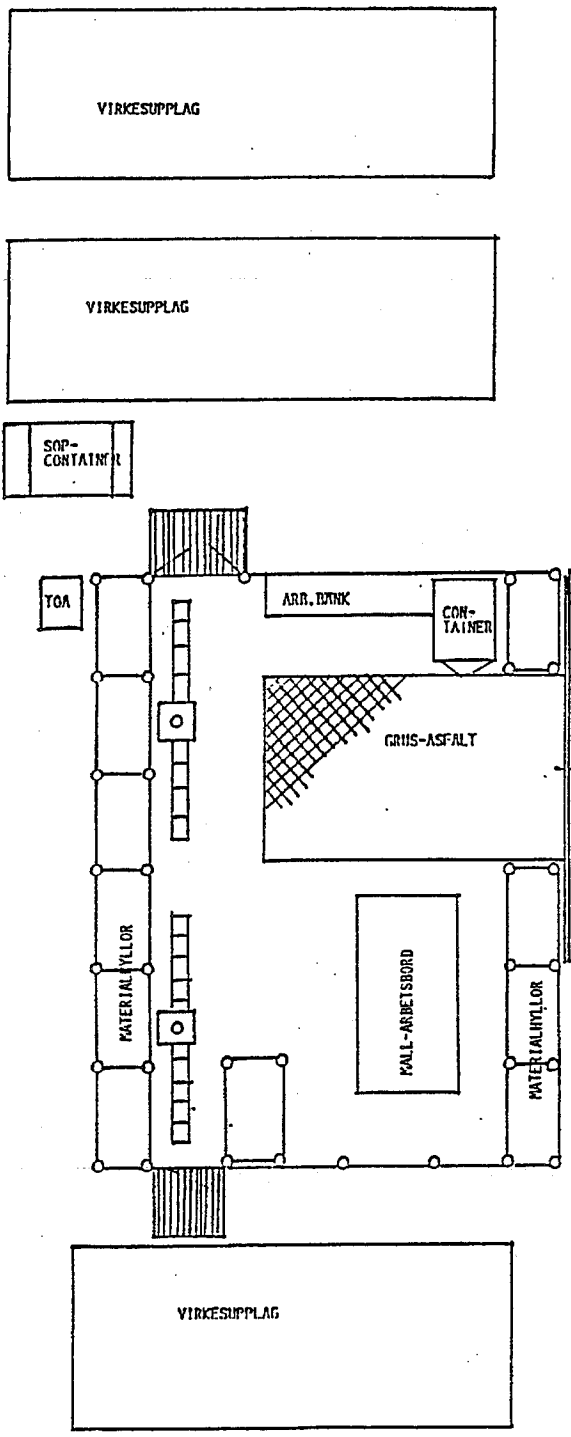
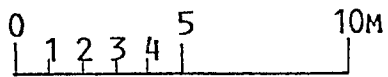
4.2.6 NCC:s fältverkstad Håsten, Varberg

Fältverkstadens utformning samt omkringliggande upplagsytor för materialhantering framgår av figur 4.14. Fältverkstaden (18x14 m) byggdes med Haki-konstruktion och Hakitec-duk. I pelarkonstruktionen av dubbla spiror användes Haki-systemets tvärbalkar som upplag för hyllor, vilka utnyttjades såsom materialupplag. Fältverkstadens gångytor försågs med plyfagolv och körytorna med asfalt/grus. Lokalen uppvärmdes med infravärme från tak, placerad över arbetsstationerna. Rätt belysning monterades. Verkstaden utrustades med två Ahlmsågar med spånsug samt fast arbetsbord. Ett flyttbart och uppvärmt gipsbord tillverkades. Därifrån transporterades gipsskivorna till fältverkstaden med hjullastare. Denna lyfte in gipspaketet direkt på arbetsbänken så att rätt arbetshöjd erhöles. Gipsen hölls torr med hjälp av infravärme från taket. Handverktyg och maskiner förvarades i container.

Vid utvärderingen av fältverkstaden noterades följande fördelar.

- Inget driftstopp
- Självständigt arbete i samverkan
- Minimalt spill
- En satsning på förebyggande arbetsskador
- God arbetsmiljö
- Hög kvalitet
- Bra lönsamhet
- Fungerande materialhantering
- Systematisk erfarenhetsåterföring

Besparingar i form av minskat spill har uppmätts för virke och gips. Därvid har normalt virkesspill på 10% kunnat minskas till 4,7%. För gips har normalt spill minskats från 10% till 5%.



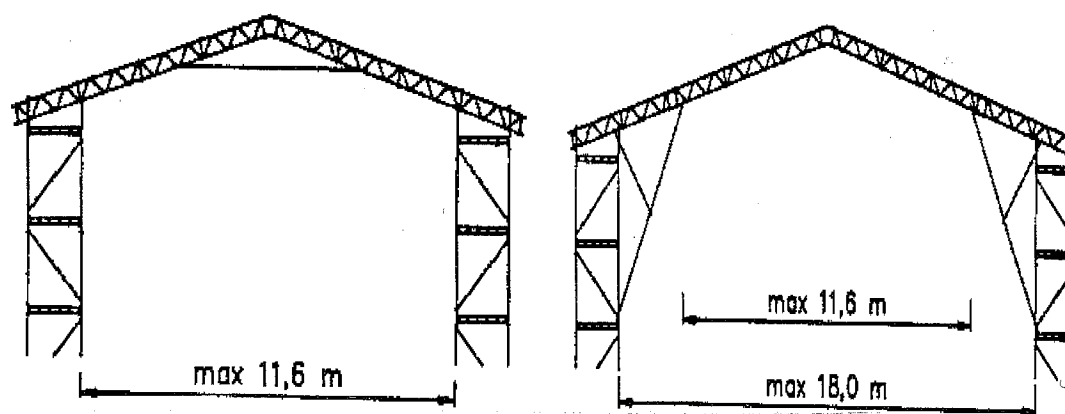
Figur 4.14 NCC:s fältverkstad Håsten, Varberg

4.3 Väderskydd för fältverkstäder

4.3.1 Tältkonstruktioner

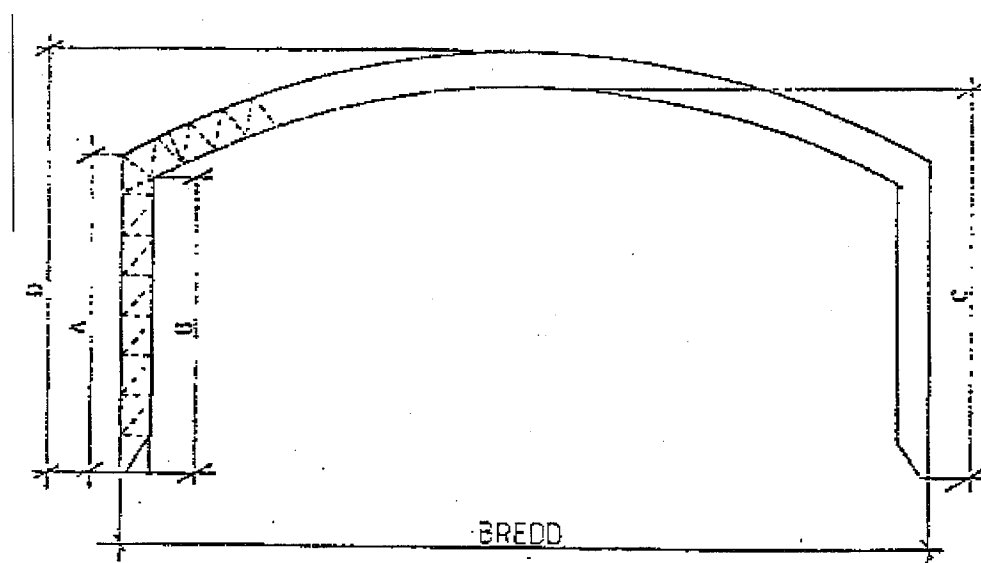
Olika typer av tältkonstruktioner används i dag i allt större utsträckning som skyddade arbetsplatser för betongarbetare, armerare, snickare och andra hantverkarer. Fältverkstäder anpassas i storlek till de aktuella byggnadsobjekten och till olika användningsområden. Nedan följer en sammanställning av de modulsystem och spännvidder för olika typer och fabrikat som finns tillgängligt på den svenska marknaden. Uppgifterna är sammanställda från Svensk Byggekatalog och aktuella broschyrblad.

| | |
|----------------------|-------------------------------------------|
| <i>Fabrikat</i> | HAKI Väderskydd |
| <i>Adress</i> | Box 102, 280 63 SIBBHULT |
| <i>Telefon</i> | 044-482 50 |
| <i>Stomme</i> | HAKI:s ordinarie ställningskomponenter |
| <i>Grundläggning</i> | Bottenskruv. Inhängda tyngder i stämptorn |
| <i>Spännvidd</i> | Max 18 m. Figur 4.15 |
| <i>Facklängd</i> | 3,05 m eller kortare |
| <i>Tältduk</i> | HAKITEC. Armerad LD-polyetenfolie |



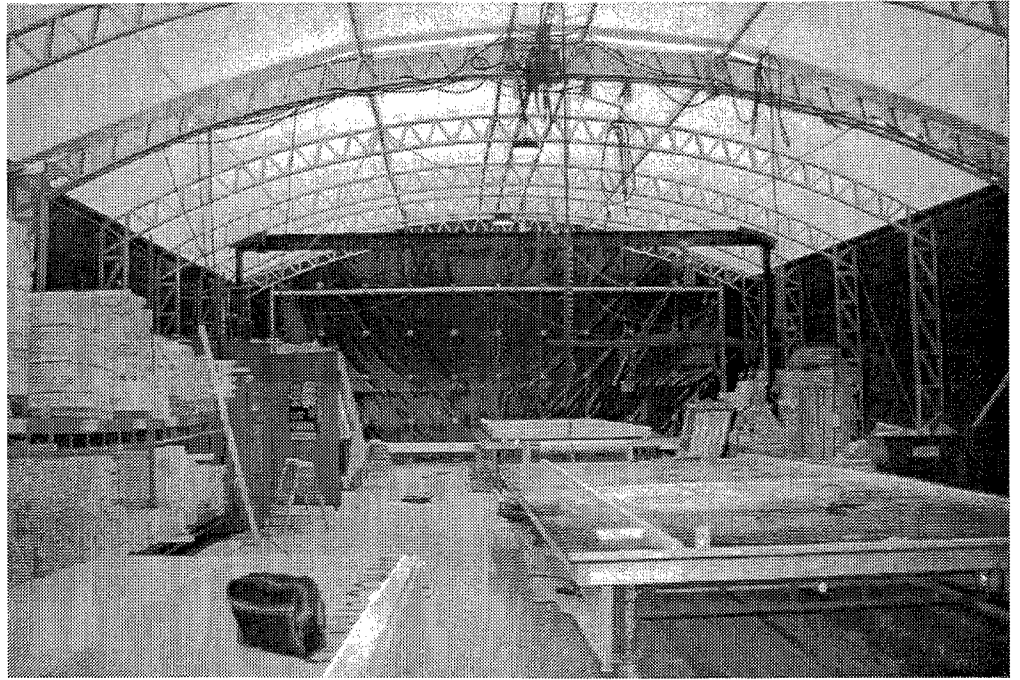
Figur 4.15 HAKI Väderskyddshall

| | |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| <i>Fabrikat</i> | JP Plasthallar |
| <i>Adress</i> | Borrgatan 27, 211 24 MAHLMÖ |
| <i>Telefon</i> | 040-93 61 65 |
| <i>Stomme</i> | Stålfackverk |
| <i>Grundläggning</i> | Jordankare. Prefabricerad förankringssockel |
| <i>Spännvidd</i> | Typ JP Lagerhall. Bredd 10, 12, 15, 20 och 30 m. Figur 4.16 och figur 4.17 |
| <i>Spännvidd</i> | Typ JP väderskydd. Bredd 7,5 - 10 m. Figur 4.18 |
| <i>Facklängd</i> | 6 m |
| <i>Tälduk</i> | PVC-belagd polyester, 710 resp 850 g |
| <i>Utrustning</i> | Kan vid behov utrustas med avfuktningssystem |

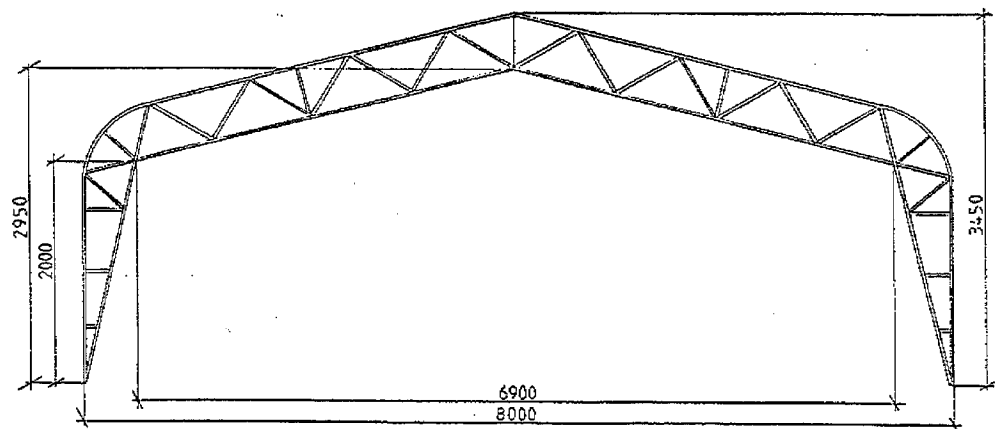


| A | B | C | D |
|------|------|------|------|
| 3000 | 2750 | 5960 | 4560 |
| 3500 | 3250 | 4440 | 4860 |
| 4000 | 3750 | 4960 | 5360 |
| 4500 | 4250 | 5440 | 5660 |
| 5000 | 4750 | 5960 | 6360 |
| 5500 | 5250 | 6440 | 6860 |

Figur 4.16 JP Lagerhall

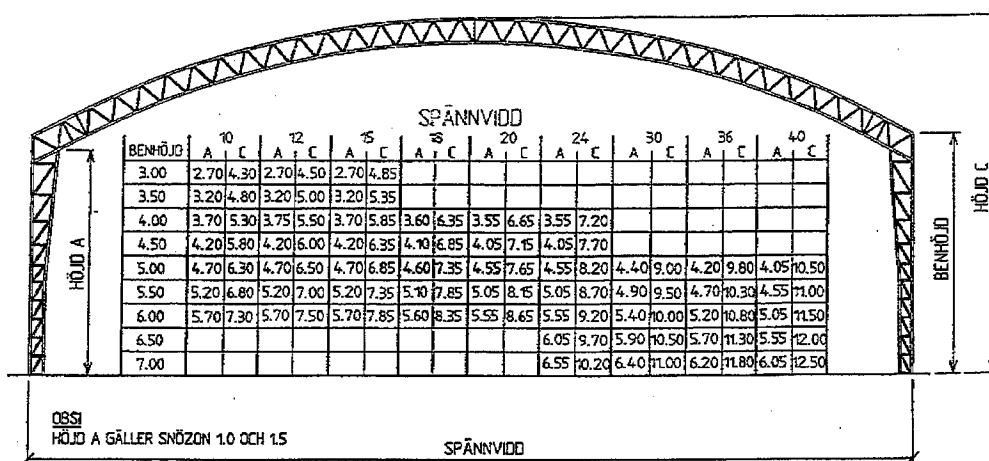


Figur 4.17 JP Lagerhall



Figur 4.18 JPVäderskydd, typ II

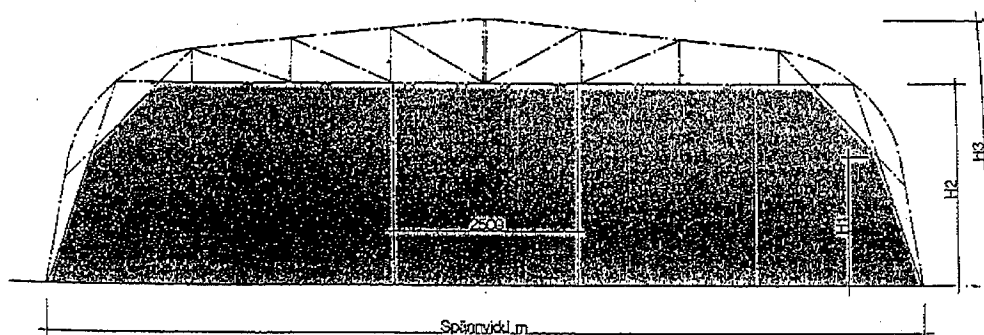
| | |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fabrikat | PMH International AB |
| Adress | Box 1514, 271 00 YSTAD |
| Telefon | 0411-138 00 |
| Stomme | Stålstomme |
| Grundläggning | Jordspik alternativt befästningsrör för de mindre spännvidderna 10-20 m och betongsockel för 20-40 m |
| Spännvidd | Spännvidder och höjd enligt figur 4.19 Facklängd 4 m |
| Tältduk | PVC-duk, 700 g |
| Utrustning | Kan vid behov utrustas med avfuktningssystem |



Figur 4.19 PMH-hallen

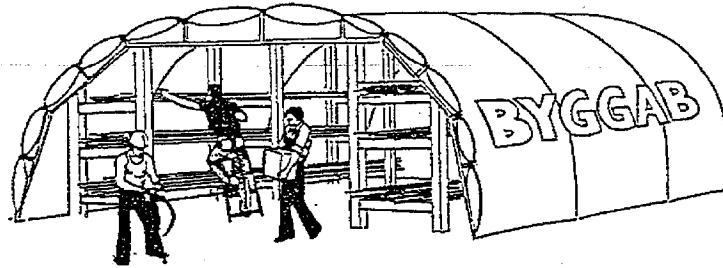
Spännvidd PMH Allvädersskydd. Bredd 10, 12, 13, 15 och 17 m
Facklängd 6 m. Figur 4.20

Tältduk PVC-belagd syntetväv



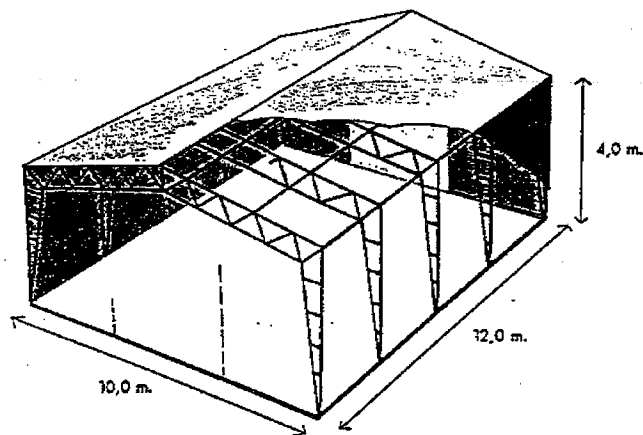
Figur 4.20 PMH Allvädersskydd

| | |
|----------------------|-----------------------------------|
| <i>Fabrikat</i> | Gunnar Robertsson K B |
| <i>Adress</i> | Vasagatan 18, 411 24 GÖTEBORG |
| <i>Telefon</i> | 031-11 12 02 |
| <i>Stomme</i> | Stålstomme |
| <i>Grundläggning</i> | Förankring med jordspik |
| <i>Spännvidd</i> | Bredd 8 m, längd 6 m. Figur 4.21 |
| <i>Tältduk</i> | PVC-belagd polyester, flamskyddad |



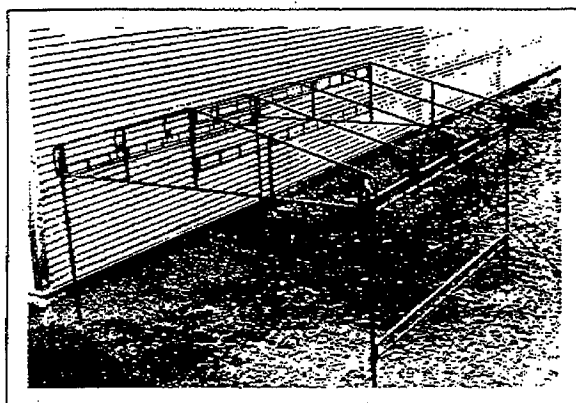
Figur 4.21 Arbetstält Gunnar Robertsson K B

| | |
|----------------------|-------------------------------|
| <i>Fabrikat</i> | Scanmaskin AB |
| <i>Adress</i> | Box 2078, 424 02 ANGERED |
| <i>Telefon</i> | 031-94 36 30 |
| <i>Stomme</i> | Varmgalvaniserad stålstomme |
| <i>Grundläggning</i> | Betongelement, jordförankring |
| <i>Spännvidd</i> | Bredd 10 m, längd 12 m |
| <i>Facklängd</i> | 3 m |
| <i>Tältduk</i> | PVC-belagd polyesterväv |



Figur 4.22 Scano bygghall

| | |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Fabrikat</i> | Skagerholms Fabriks AB |
| <i>Adress</i> | Stengatan 17, 280 63 SIBBHULT |
| <i>Telefon</i> | 044-481 89 |
| <i>Stomme</i> | Stålrör |
| <i>Grundläggning</i> | |
| <i>Spännvidd</i> | TS 3. Bredd 3 m, facklängd 3 m. Figur 4.23 TS 4. Bredd 4 m, facklängd 3 m. TS 6.05. Bredd 6,05 m, facklängd 3 m. |
| <i>Tältduk</i> | Presenning eller kapellväv |



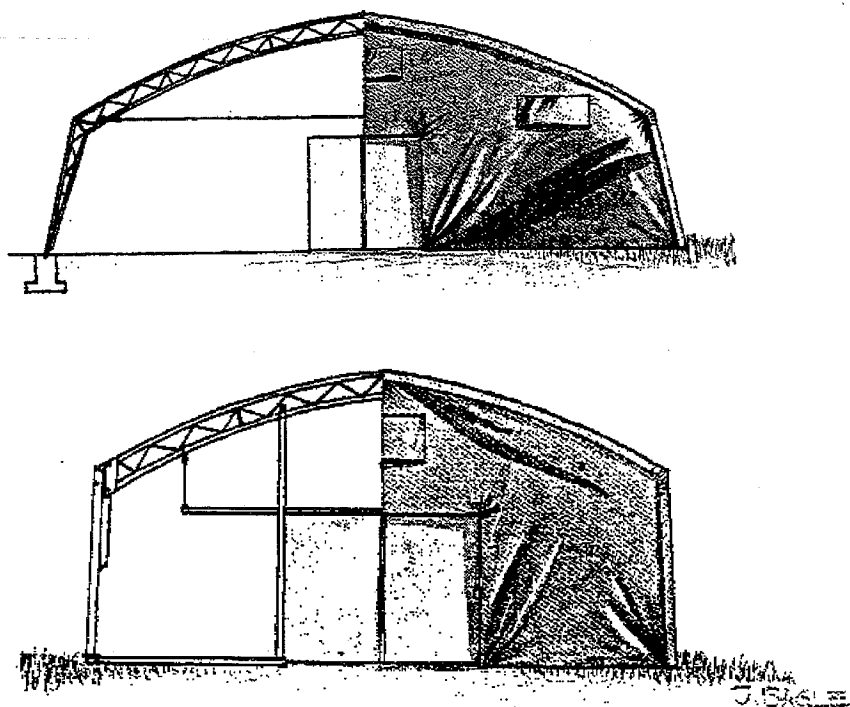
Figur 4.23 Väderskydd Skagerholms Fabriks AB

| | |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Fabrikat</i> | AB Smireko |
| <i>Adress</i> | Box 55, 746 22 BÅLSTA |
| <i>Telefon</i> | 0171-540 20 |
| <i>Stomme</i> | Fackverksbågar av stål |
| <i>Grundläggning</i> | Förankring varierar mellan kätting, jordankare och spännband |
| <i>Spännvidd</i> | Typ Smireco-väderskydd. Bredd 7-18,5 m. Facklängd 6 m Typ Smireco-hall. Bredd 5-20 m. Facklängd 2,5 m |
| <i>Tältduk</i> | Flamskyddad armerad PVC |
| <i>Utrustning</i> | Kan vid behov utrustas med hjul |



Figur 4.24 Väderskydd AB Smireco

| | |
|----------------------|---------------------------------------------------|
| <i>Fabrikat</i> | Welltec AB |
| <i>Adress</i> | Box 130, 662 00 ÅMÅL |
| <i>Telefon</i> | 0532-140 20 |
| <i>Stomme</i> | Fackverksbåge. Varmförzinkat stål |
| <i>Grundläggning</i> | Jordspik, jordankare, plintar med ingjutningsgods |
| <i>Spännvidd</i> | Bredd 6-20 m, figur 4.25 |
| <i>Tältduk</i> | PVC-belagd polyesterväv |



Figur 4.25 Welltec plasthall

4.3.2 Stål- och plåtkonstruktioner

På byggarbetsplatsen har containrar använts i mycket stor utsträckning som provisoriska verkstäder under byggnadstiden. På ett mycket enkelt sätt kan man hjälp av containrar bygga fältfabriker av varierande storlek. Två rader med containrar ställs upp med öppningarna mot varandra. Det fria avståndet mellan containrarna väljs till 6-8 m och täckes sedan med korrugerad takplåt. Genom att lägga ut stålbalkar mellan containrarna kan fältverkstadens bredd ökas. Gavlarna täcks sedan in med inhängda presenningar.

4.3.3 Träkonstruktioner

Siabs fältverkstad i Karlstad, som redovisas i kapitel 4.2.5, utgör ett exempel på fältfabrik utförd av en monterbar träkonstruktion bestående av isolerade tak- och väggelement.

5 Utveckling av fältverkstad i Eklanda

5.1 Utformning av fältverkstaden

5.1.1 Grundläggande tankegångar

För att skapa en rationell arbetsplats som är effektiv, kostnadsmedveten, arbetsmiljövänlig samt flexibel, krävs dels att tidigare erfarenheter tas tillvara, dels ett nytänkande där nya idéer testas. De tankegångar som varit grundläggande vid planeringen av Eklandafabriken kan sammanfattas i följande sex punkter.

- 1) Fabriken skulle planeras för god arbetsmiljö.
- 2) Fabriken skulle inte vara beroende av en stationär kran.
- 3) Fabriken skulle ej heller utnyttja hjullastare för annat än uttransport vid monteringstillfällena.
- 4) Utformningen av fabriken skulle ges hög flexibilitet för varierande användning under lång tid.
- 5) Placering av fabriken skulle kunna utföras på orörd mark, d v s utan att dyrbar markplanering, asfaltering eller betonggjutning behövde göras.
- 6) Fabriken skulle byggas av hyrmaterial, som snabbt kunde monteras upp och efter användningstiden demonteras och återanvändas.

5.1.2 Placering av fältverkstaden

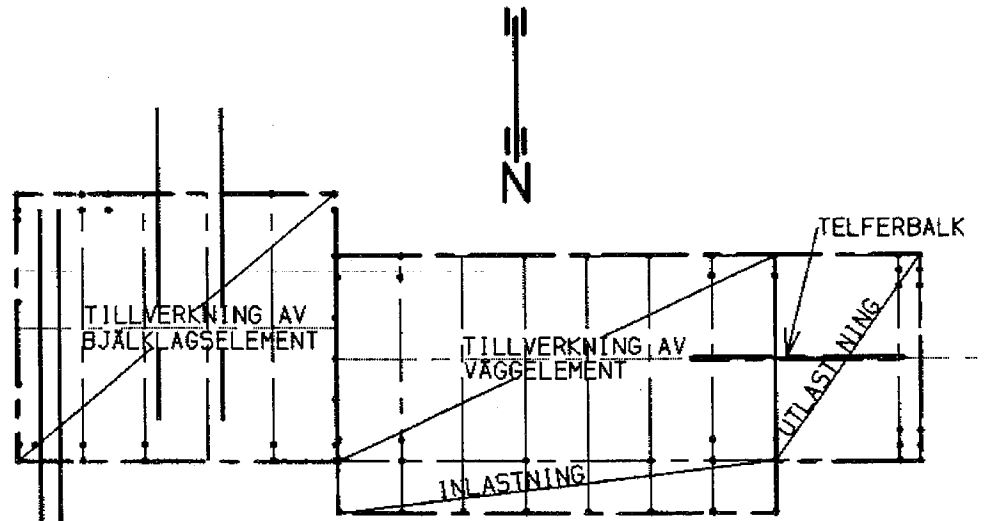
Fältverkstaden placerades centralt i området för de första utbyggnadsetapperna. Därvid placerades verkstaden fritt från planerad nybyggnation på en framtida parkeringsplats. Verkstaden orienterades med långfasaden parallellt med tillfartsvägen så att de markytor som skulle hårdgöras kunde utnyttjas vid fordonstransport för in- och utlastning.

Fältverkstaden utformades med en hall för tillverkning av bjälklagselement med planmått 13x15 m, samt en hall för väggelementtillverkning med planmått 10x18 m. Därtill tillkommer ytor för in- och utlastning. Se figur 5.1.

Vid planering av Eklandafabriken valdes att bygga en tältkonstruktion med hjälp av Hakis standardkomponenter. Se figurer 5.2-5.6. Verkstaden kunde då ges en flexibel lösning, där takhöjder och spännvidder kunde avpassas för den aktuella tillverkningen. Hallen kunde enkelt byggas till vid förändring av produktionen. Stommen kunde snabbt monteras ned och flyttas till en ny plats inom byggnadsområdet. Efter avslutad produktion återsändes Hakimaterialet till förrådet och återanvändes på nytt.

Det uppstolpade golvet gavs en höjd över mark, så att lastkajshöjd erhöles vid utlastningen. I bjälklagshallen valdes att utnyttja den hårdgjorda parkeringsytan som golv. I golvet byggdes in räls för rullbord.

Utrymmen för inlastning och utlastning avskildes från verkstaden med Hakitec-duk. Detta för att åstadkomma slussar och därmed undvika vinddrag genom verkstaden.

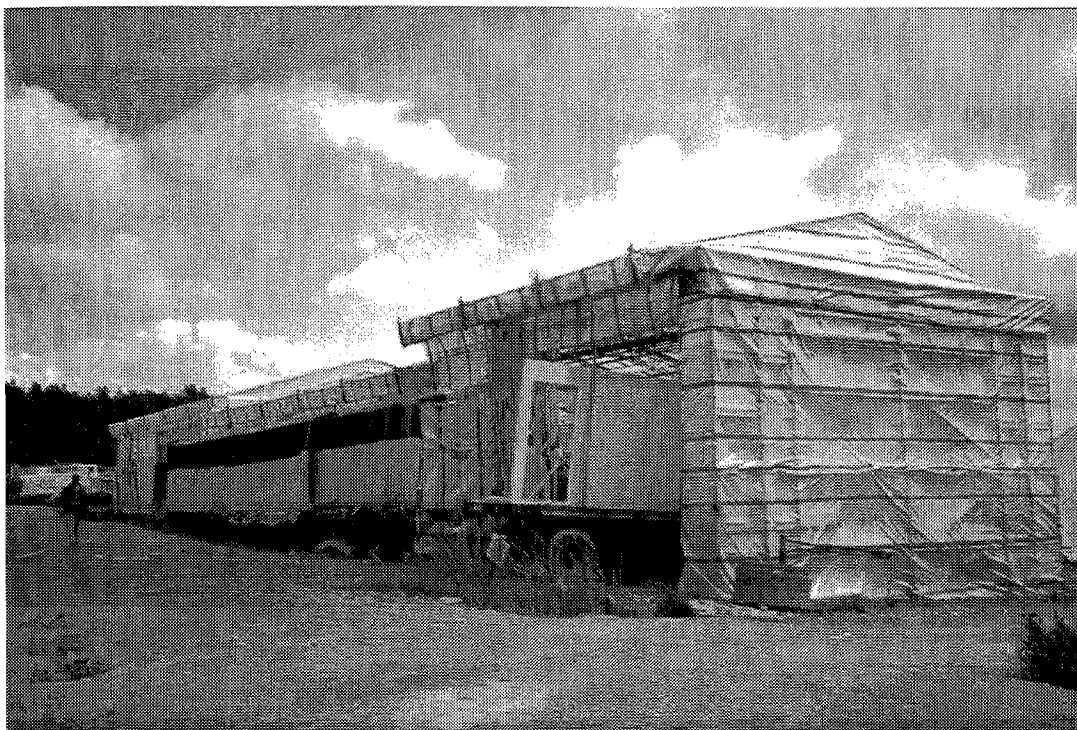


Figur 5.1 Fältverkstad i Eklanda. Plan 1:400

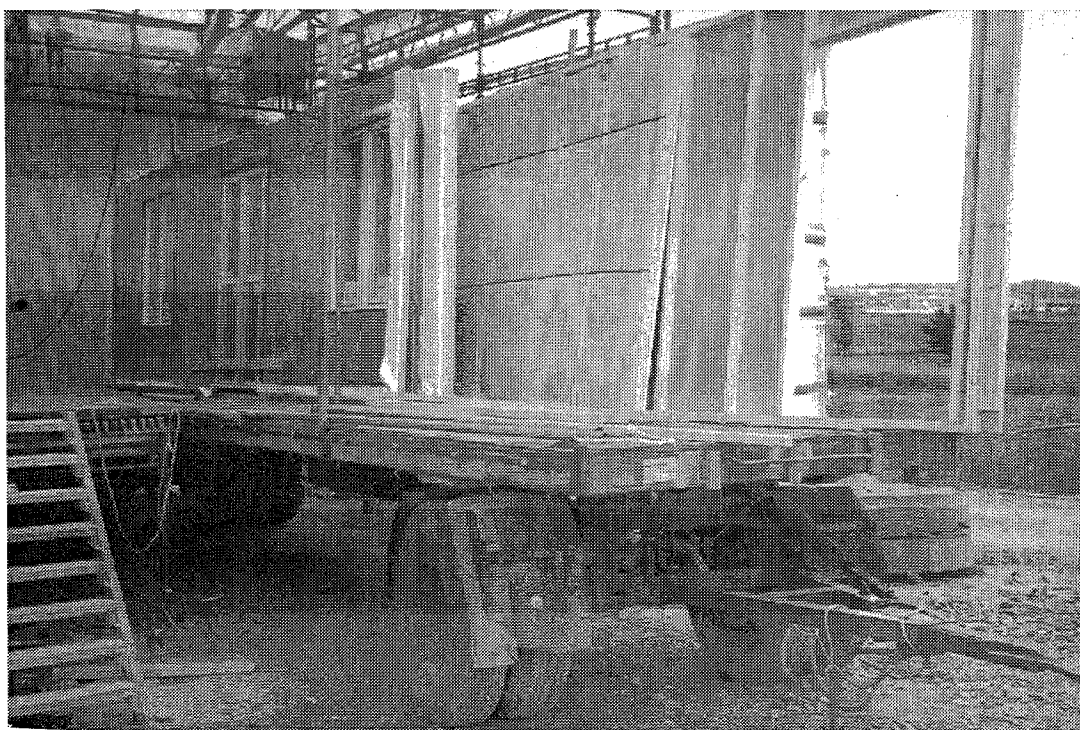


Figur 5.2 Väggelementhall

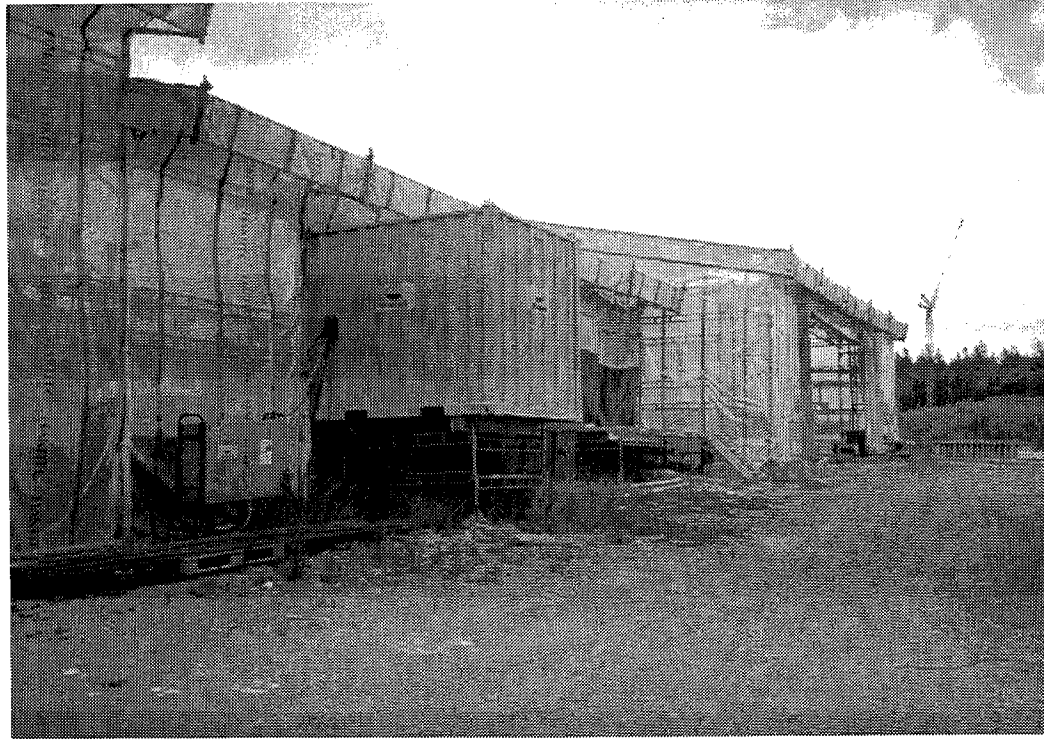
om



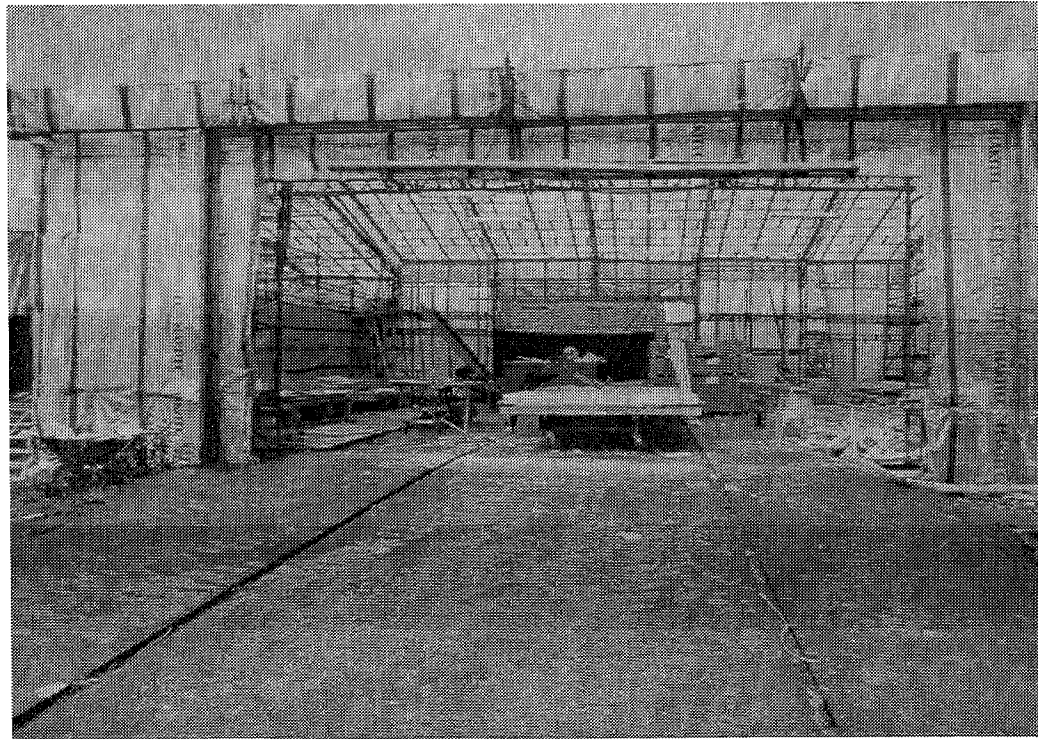
Figur 5.3 Fasad mot norr



Figur 5.4 Utlastning från väggelementhall



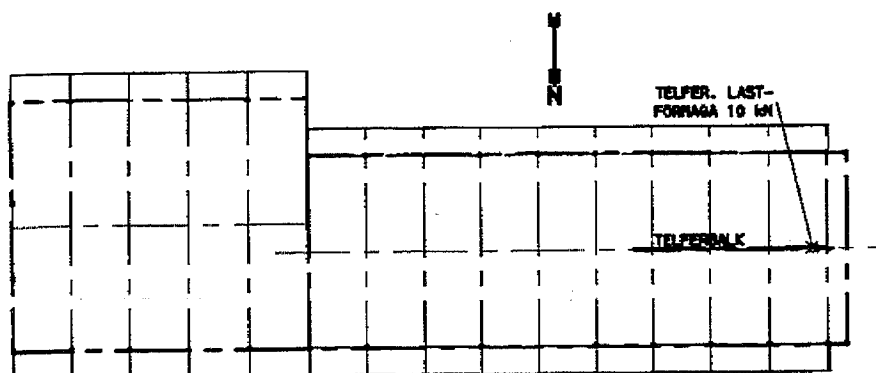
Figur 5.5 Fasad mot söder



Figur 5.6 Utlastning från bjälklagshall

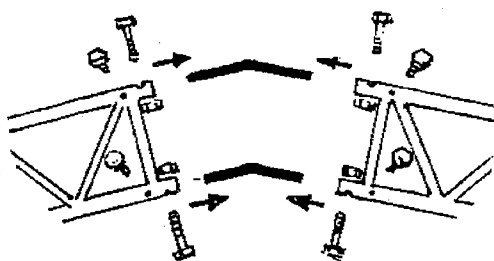
5.1.3 Stomme. Tältduk

Stommen byggdes av ramar c 3,05 m. Se figur 5.7, takplan.



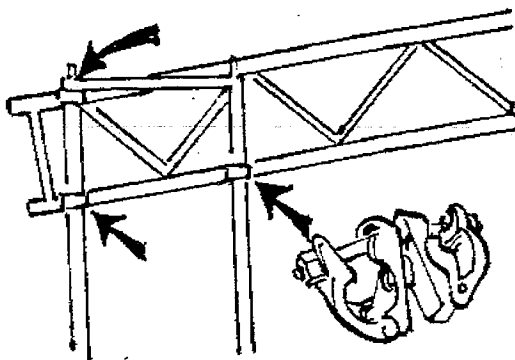
Figur 5.7 Takplan 1:400

Takbalkar utgjordes av Haki fackverksbalkar med taklutning 15°. Med hjälp av skarvrör kopplas balkarna samman till takstolar. Se figur 5.7.



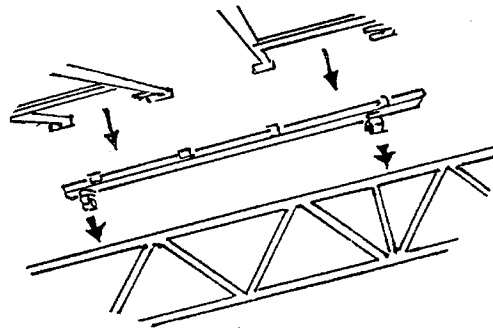
Figur 5.8 Kopplingsdetalj vidnock

Balkarna monterades till stolpar med variabla kopplingar. Se figur 5.9.



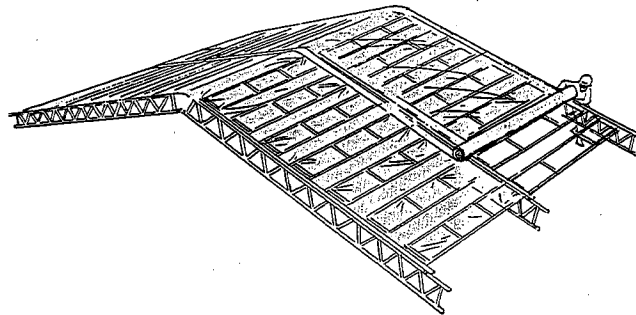
Figur 5.9 Kopplingsdetalj vidupplag

Ovan fackverksbalkarna monterades fästbalkar och skyddsräckesramar c 900-1000 mm som stöd för takduken. Se figur 5.10.



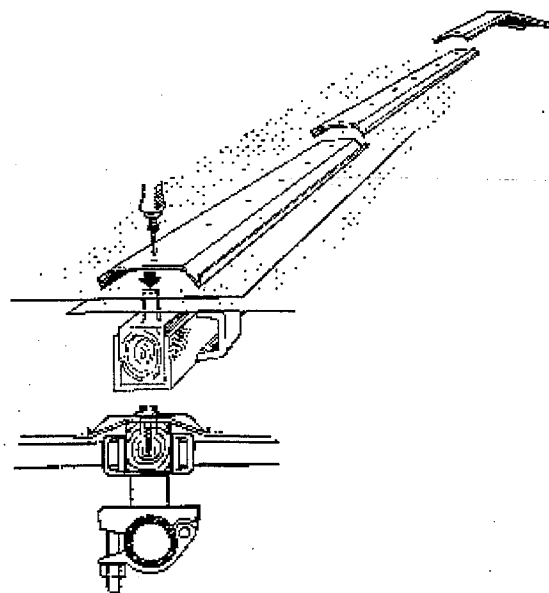
Figur 5.10 Fästbalkar och skyddsräckesramar

Hakitec-duken rullades ut på taket såsom figur 5.11 visar.



Figur 5.11 Utrullning av Hakitec-duk

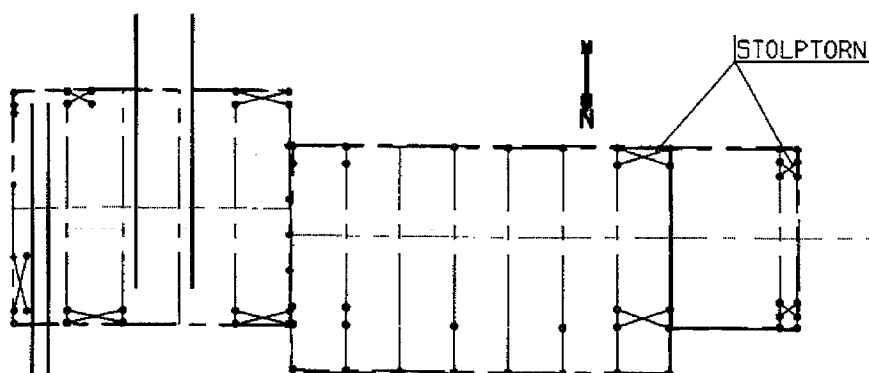
Hakitec-duken infästes därefter till takbalken. Se figur 5.12.



Figur 5.12 Infästning av Hakitec-duk

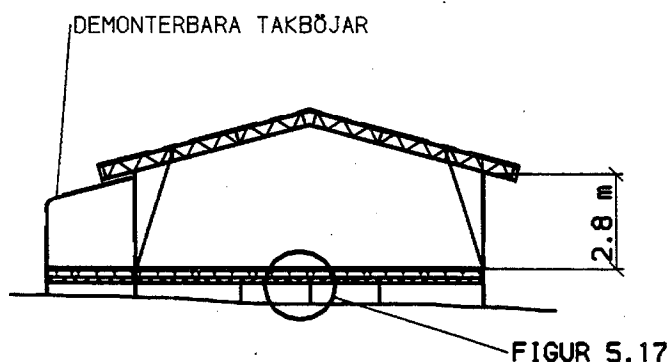
Vid takfoten lämnades en springa öppen mellan tak- och vägghuken. Den kalla luftströmmen som pressas in under takduken vid vindtryck mot fasader, förhindrar kondens mot takduken.

Placering av stolpar (Hakispiror på bottenskruvar) framgår av figur 5.13, plan.



Figur 5.13 Plan 1:400

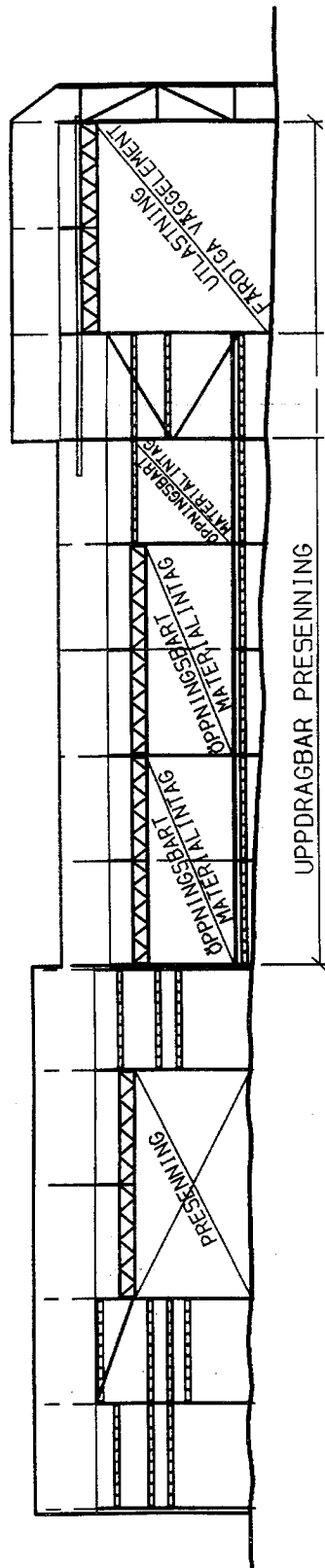
För att åstadkomma större produktionsyta i väggelementhallen utformades ramarna med sneda trycksträvor. Se figur 5.14.



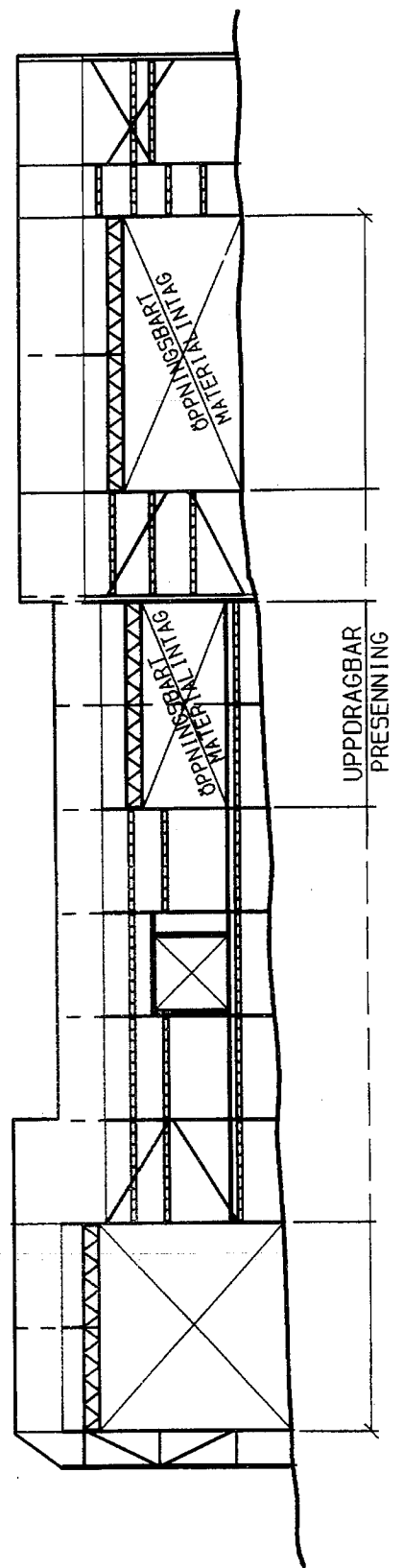
Figur 5.14 Sektion 1:200

Tältet stabiliserades av stolptorn med diagonalstag. Stolptornen belastades med inhängda vikter från betongfyllda bensinfat. Som tak över inlastningen användes specialtillverkade takböjar. Vid in- och utlastning rullades presenningen upp. (Se figur 5.14). Vid inlastning av stora virkeslängder kunde takböjarna demonteras så att 6 m breda öppningar erhöles.

Fasaderna är byggda av spiror och längdbalkar. Dessa täcktes sedan med Hakitec väderskyddsduk. Duken infästes till stommen med elastiska fästdon, gummistroppar. Över öppningar i fasaden vid utlastning, materialintag m m, hade monterats fackverksbalkar. Öppningen täcks sedan av inhängda presenningar. Utförande av långfasader framgår av figurer 5.15 och 5.16.

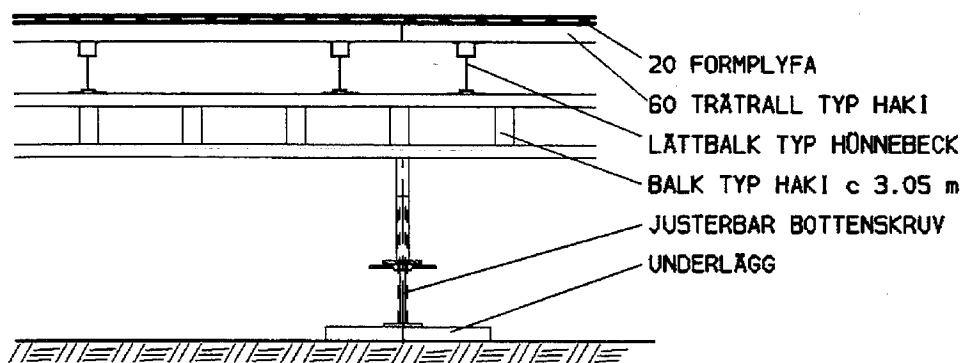


Figur 5.15 Fasad mot norr 1:200



5.1.4 Golv

En av de grundläggande idéerna vid planeringen av väggelementhallen har varit att utföra denna på ett uppstolpat trägolv på orörd mark. Någon avjämning med hänsyn till marklutningar behövde då inte göras. Det uppstolpade golvets höjd över markytan varierade mellan 0,5 m till 1,2 m. Höjden 1,2 m vid lastkaj har därvid varit utgångspunkt för höjdsättningen. Golvets konstruktion framgår av figur 5.17.



Figur 5.17 Golv i väggelementhallen

Golvets konstruerades för en jämnt utbredd last av 3 kN/m^2 . Genom att bygga trägolvet åstadkom man många fördelar. Golvet är behagligt att gå på och att arbeta på. Det är lätt att hålla rent, vilket bidrar till effektivare produktion och till ökad trivsel. Framför allt möjliggörs förflyttning av material med hjälp av pallyftare. Genom att träpanel, trästolpar, fönster m m, som lagras på golvet, inte är direkt utsatt för markfukt, vinnns ökad kvalitet.

Eldragningen kan göras under golvet. Således försörjs travers, såg, arbetsbord, olika handverktyg m m på detta sätt, med el vid de olika arbetsstationerna. Även tryckluft dras under golvet. Därvid försörjs spikpistolerna vid arbetsbordet med tryckluft från kompressor.

Under vintertid förses väggelementhallen med värme underifrån. Vissa zoner vid arbetsstationerna är utförda med springor i golv. Genom att värmen tillsätts underifrån, fås en behaglig miljö. Värmen tillsätts luftutrymmet under golvet med ett 16 kW värmeaggregat. Utrymmet är tätt runt om. Detta har åstadkommit genom att tältduken grävts ned i marken. Utrymmet isoleras sedan runt om med isolermattor. Efter användningen kan trätrall, balkar m m återanvändas.

5.1.5 Kraftförsörjning, belysning, värme

Installationen fördelas på kraft, belysning och värme.

5.1.5.1 Kraftförsörjning

- En byggsåg, så kallad Bröderna Ahlm. Gjerde typ 1803 motor 3 kW, 400 V.
- En spånsug, fabrikat Ernex, 0,75 kW, 400 V.

- En kompressor, 600 liter/minut, 3 kW, 400 V.
- En telfervagn, fabrikat Demag, typ EKPC 84 4/1 F4, 5,5 kW, 400 V.
- Ett elhydrauliskt lyftbord med två saxliftar à 1.000 kg. Effekt 1,1 kW/styck, 400 V.

Dessutom försörjning av el till diverse handverktyg. Hela anläggningen matas v 25/32 A, centralt placerade i förrådscontainer. Motorkabel REVE 5x6 mm².

5.1.5.2 Belysning i väggelementhallen

- Åtta lysrörsarmaturer, fabrikat Glomax, typ GUN 236, kopplingsklass JP 44, 2x36 W.
- En Halogenstrålkastare placerad över utlastningen, 500 kW, 230 V. Dessutom extra lysrörsarmaturer vid byggsågen och arbetsbordet. Därvid rekommenderas en ljusstyrka av 300 lux vid sågen samt 200 lux vid övriga arbetsstationer.

Samtliga armaturer är placerade 4 m över golv.

5.1.5.3 Belysning i bjälklagshallen

- Nio lysrörsarmaturer, Glomax, typ GUN 236, JP 44.

Samtliga armaturer är placerade 4,5 m över golv.

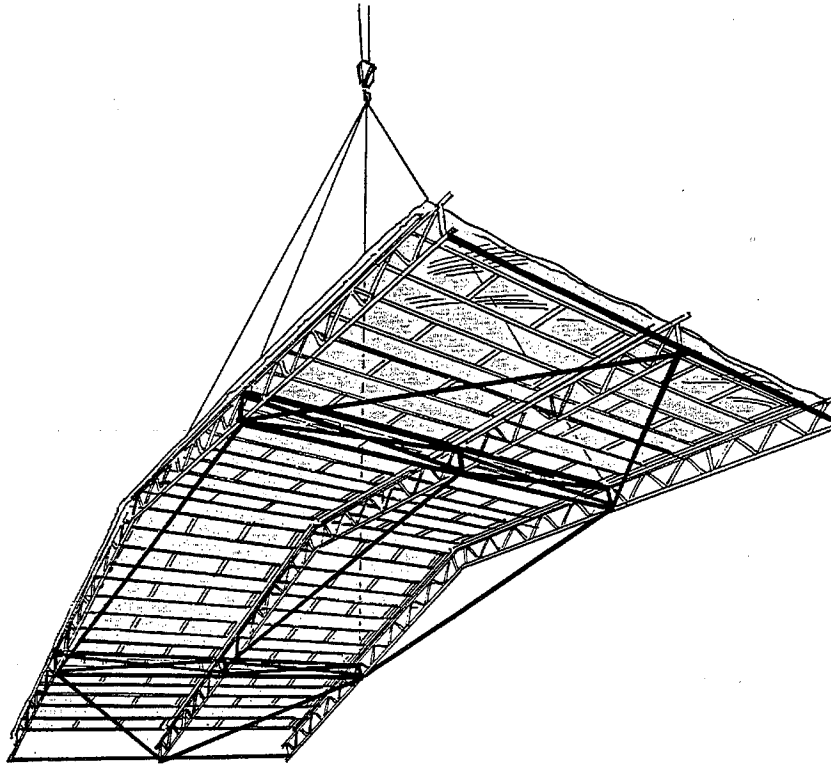
5.1.5.4 Värme

Uppvärmning med hjälp av värmeaggregat som placerats under golv. Installera kapacitet 16 kW, som kan utökas till 80 kW vid behov.

5.1.6 Montering

Tältet samt det uppstolpade golvet byggdes av två man på tio arbetsdagar.

Först byggdes golvet. Bottenskruvar och golvbalkar justerades i våg med hjälp laser. Därefter monterades Hünnebecksbalkar, trätrall, samt golvsivor av plywood. För uttransport av material utnyttjades hjullastare. På bjälklaget förflyttades trä med pallyftare. Därefter monterades stolptorn, spiror, trycksträvor samt väggre. Över portöppningar utfördes fackverksbalkar. Taket byggdes färdigt på marken. Takelement som bestod av två fack lyftes på plats med hjälp av kran. Se figur 5.



Figur 5.18 Montering av takelement

Takelementen monterades med ett 3 m fack fritt mellan takelementen. Detta innebar att takåsarna (skyddsräckesramarna) i detta fack måste krokas i uppe på taket. Detta fack täcktes sedan med Hakitec-duk, som infästes med plåtar enligt detalj 5.12.

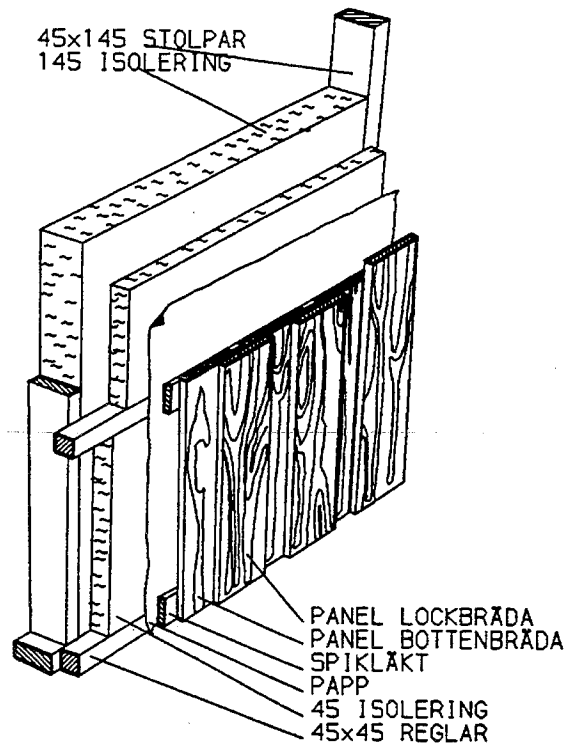
5.2 Tillverkning av väggelement. Produktionsetapp 1

5.2.1 Väggelement. Konstruktionsutformning

Produktionsetapp 1 omfattade tillverkning av takelement, bjälklagselement, innerväggs- samt ytterväggselement till 56 st tvåvånings bostadshus. Här nedan beskrivs endast produktionen av ytterväggselementen.

Väggelementens längder varierade upp till maximalt 6 m. Elementhöjd för övervåning respektive undervåning var 2441 mm respektive 2413 mm. Totalt tillverkades 560 st element i väggelementhallen, fördelade på 448 ytterväggselement och 112 innerväggselement.

Väggelementens utformning framgår av figur 5.19.



Figur 5.19 Ytterväggselement

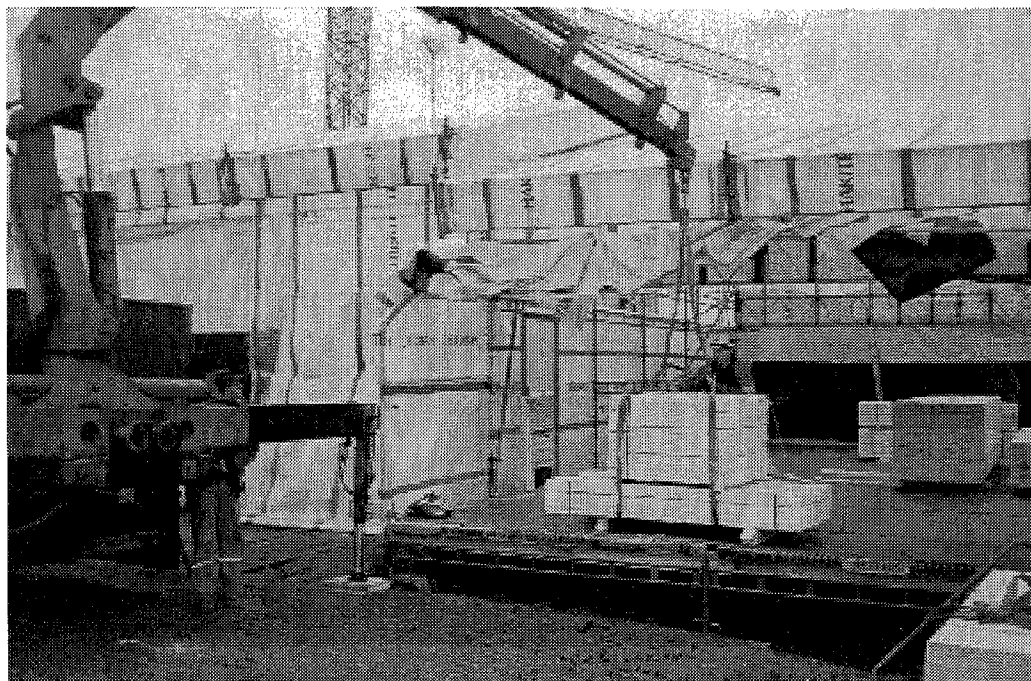
Den invändiga ångspärren och gipsskivan monterades till väggelementet efter det elementet monterats på plats i byggnaden.

5.2.2 Materialhantering

5.2.2.1 Inlastning av material

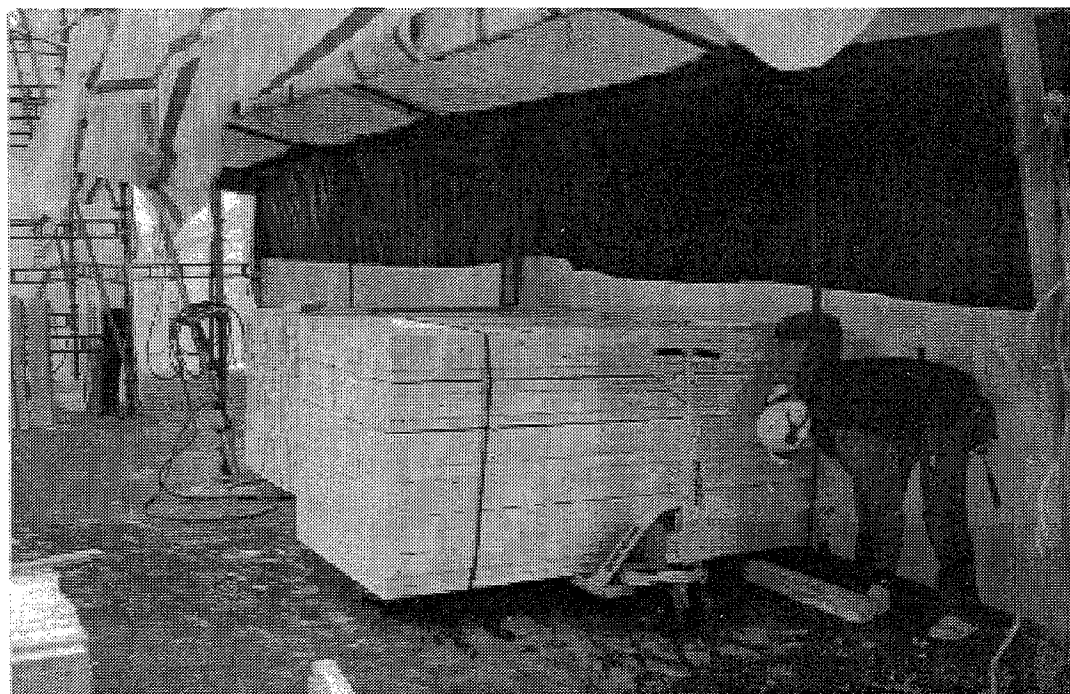
Inlastning sker från långfasaden till en lagringsyta av 2,5x18 m. Vid inlastning av stora virkeslängder kan takbjörarna (cc 3,05 m) monteras ned. Avlastning av virke kan då ske såsom figur 5.20 visar. Inlastningen sköts då av chauffören med hjälp av lastbilens kran. Inlastningsytan är avskärmd från produktionslokalen med tältduk som förhindrar drag genom hallen. Inlastningen kan således utföras utan att produktionen vid arbetsstationerna störs. Alternativt kan inlastning utföras med hjälp av hjullastare.

Lagring av material planeras så att den totala tidsåtgången att hämta material till arbetsstationerna blir så liten som möjligt. Det material som det åtgår mest av skall således lagras närmast arbetsbordet. Figur 5.22 visar hur materialet placerats på golvet i väggelementhallen.

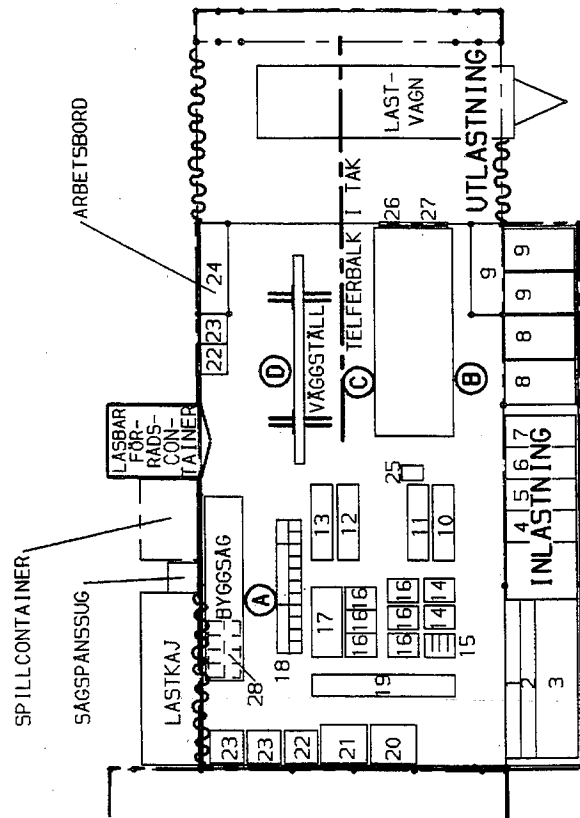


Figur 5.20 Avlastning av virke från lastbil

Virke, isolering, fönster m m förflyttas i tältet med hjälp av pallyftare. Se figur 5.21



Figur 5.21 Hantering av material med hjälp av pallyftare



- 1 45x45 FALLANDE LÅNGDER
- 2 45x70 FALLANDE LÅNGDER
- 3 45x145 FALLANDE LÅNGDER
- 4 45x45 STOLPAR, FÄRDIGKAPADE
- 5 45x70 STOLPAR, FÄRDIGKAPADE
- 6 45x145 STOLPAR, FÄRDIGKAPADE Ö.V
- 7 45x145 STOLPAR, FÄRDIGKAPADE B.V
- 8 145 ISOLERING BV/ÖV
- 9 PAPPRULLÄR, MASONITREMSOR, PLAT BV
- 10 PANEL BOTTENBRÄDA ÖV
- 11 PANEL LOCKBRÄDA ÖV
- 12 PANEL BOTTENBRÄDA BV
- 13 PANEL LOCKBRÄDA BV
- 14 TILLSAGAD ISOLERING UNDER FÖNSTER
- 15 STÄLL FÖR TILLSAGAD ISOLERING
- 16 KORTLINGAR
- 17 FÖNSTERSMYGAR
- 18 LADA FÖR SPILLBITAR
- 19 SMYG, FALLANDE LÅNGDER
- 20 70-ISOLERING
- 21 45-ISOLERING
- 22 DÖRRAR
- 23 FÖNSTER
- 24 FODER TILL FÖNSTER OCH DÖRRAR DREV, PLÅTAR
- 25 STÄLL FÖR VERKTYG, KAPMALLAR, PÄRM MED RITNINGAR OCH KAPNOTER MM
- 26 RULLE MED PLASTFOLIE
- 27 RULLE MED PLASTBAND
- 28 LADA FÖR SPILLBITAR (UNDER SÄGBORD)

Figur 5.22 Skala 1:200
Väggelementtillverkning. Produktionstapp 1

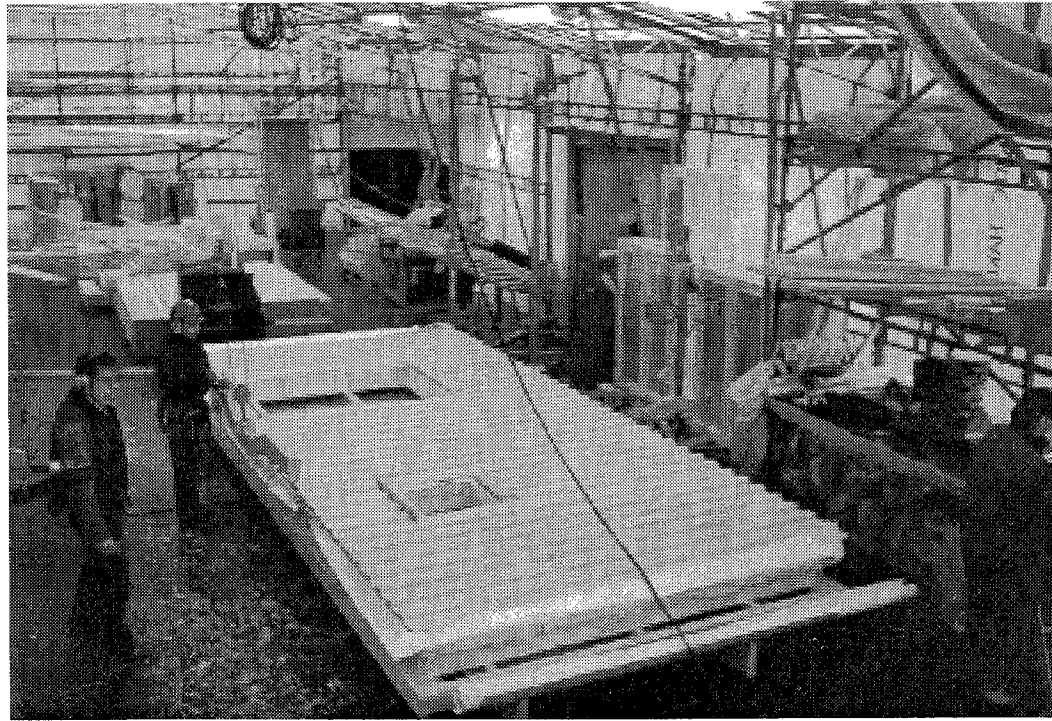
5.2.2.2 Arbetsstationer. Tillverkning

Fyra snickare arbetade med väggelementtillverkning vid fyra arbetsstationer markerade A, B, C och D på figur 5.22.

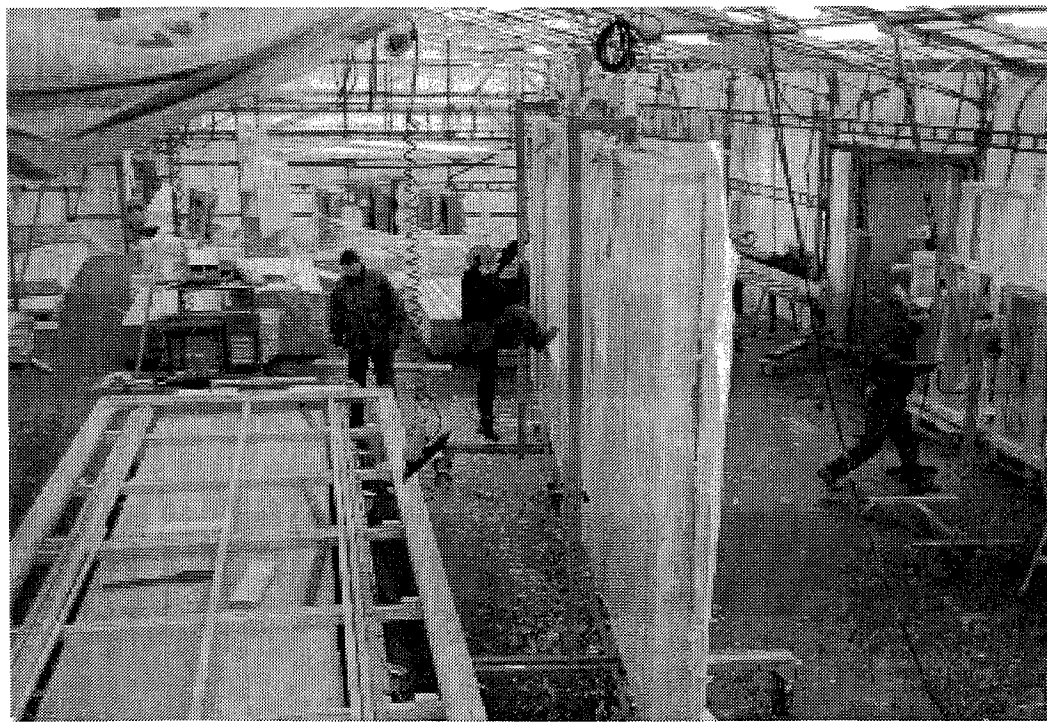
Tillverkningen förbereds genom att med utgångspunkt från ritningarna färdigställa kapnotor, d v s en detaljerad specifikation av antal, dimensioner och längder på virke, isolering m m som skulle ingå i de aktuella väggelementen. Vid arbetsstation A tillsågs kortlingar av olika dimensioner, bröstningsstolpar, lister till foder och fönstersmygar samt isolering. Dessa lagrades sedan på pallar 14-17. Därvid fastspikades en kortling av varje typ på lagerpallarna med måttangivelse. Virket placerades ut på bestämda platser på lagerpallar. En fördel med trägolvet är att dessa placeringar kunde märkas ut på golvet. Genom att se till att dessa lagerpallar alltid är fyllda, skapades förutsättningar för en effektiv produktion.

Lagringspall 14 var utformad som ett ställ, där isolering över och under fönster finns tillskuren. Spillbitar av olika virkesdimensioner sorterades in i fack efter virkeslängder i lådor (18 och 28). Efter hand som dessa lådor fylldes med spillbitar, tillskars kortlingar av dessa. Övriga småbitar som sedan blev över, kastades i den skräpcontainer som fanns placerad utanför tältet. Detta förfaringsätt minimerade spillet. Pallar 6, 7, 8, 10, 11, 12 samt 13 var färgmarkerade. Pallar med virke för övervåning var markerad med röd färg. Pallar för undervåning med blå färg. Denna färgmarkering kommer igen även på måttribborna.

Arbetet vid arbetsbordet (arbetsstation B och C) startade med att ställa in den rammall inom vilket väggelementet byggdes. Bordet var justerbart i bredd för olika höjder på väggelementen. I bordets längsled inlades en måttribba vid syll och hammarband med stolparnas kantavstånd inmarkerade. På måttribban fanns även information om fönsters placering, extra kortlingar för radiatorer, märke för placering av lyftband m m. Tillverkningen började med att lägga in syll- och hammarband. Dessa tillsågs i längd efter måttribban. Spillbitar sorterades in i låda 18. Därefter lades de färdigkapade stolparna in efter måttribban. Dessa sköts fast med spikpistoler. Isoleringen som levererades i färdigkapade längder lades in. 45x45 monterades tvärs stolparna, 45 isolering lades in, papp rullades ut och fästes till 45-reglarna. Luftningsläkt och den färdigkapade panelen fästes med spikpistol till 45-reglarna. Panelen sköts fast endast inom bekvämt avstånd från ytterkanten. Med hänsyn till den ogynnsamma belastning på rygg m m, som är följden att sträcka sig in över elementet för att skjuta fast läkt och bräder i mittzonen, utfördes detta arbete efter det att väggelementet rests upp och placerats vertikalt i väggställen. Resning av väggelementet gick till så att arbetsbordet rullas fram till telfern. Lyftoket krokades i väggelementet såsom figur 5.23 visar. Väggelementet restes och placerades vertikalt i väggstället. Väggstället, som var försett med hjul, hade då först rullats fram till telfern. Se figur 5.24. Isoleringen hölls inne av påspikade plastband under tiden som elementet rests upp.

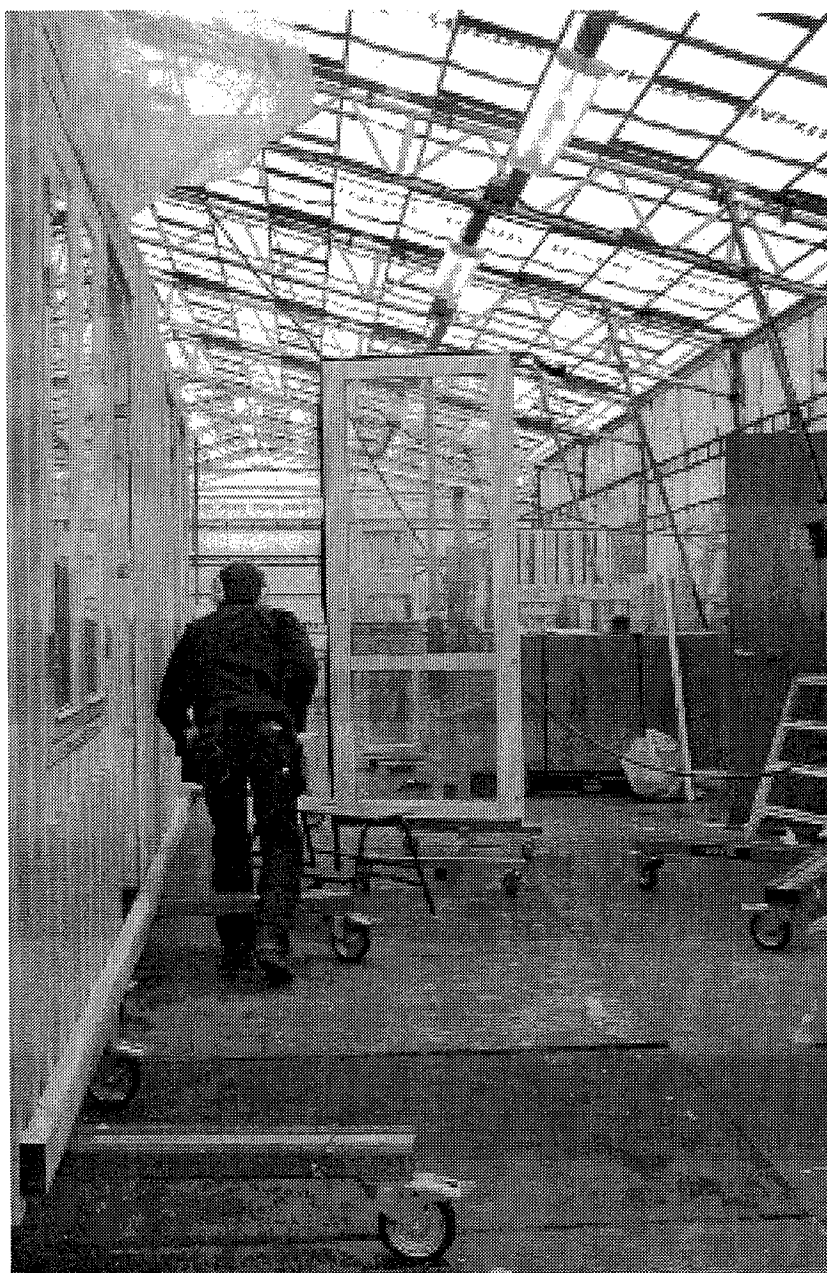


Figur 5.23 Lyftning av väggelement med hjälp av telfer



Figur 5.24 Placering av väggelement i väggställ

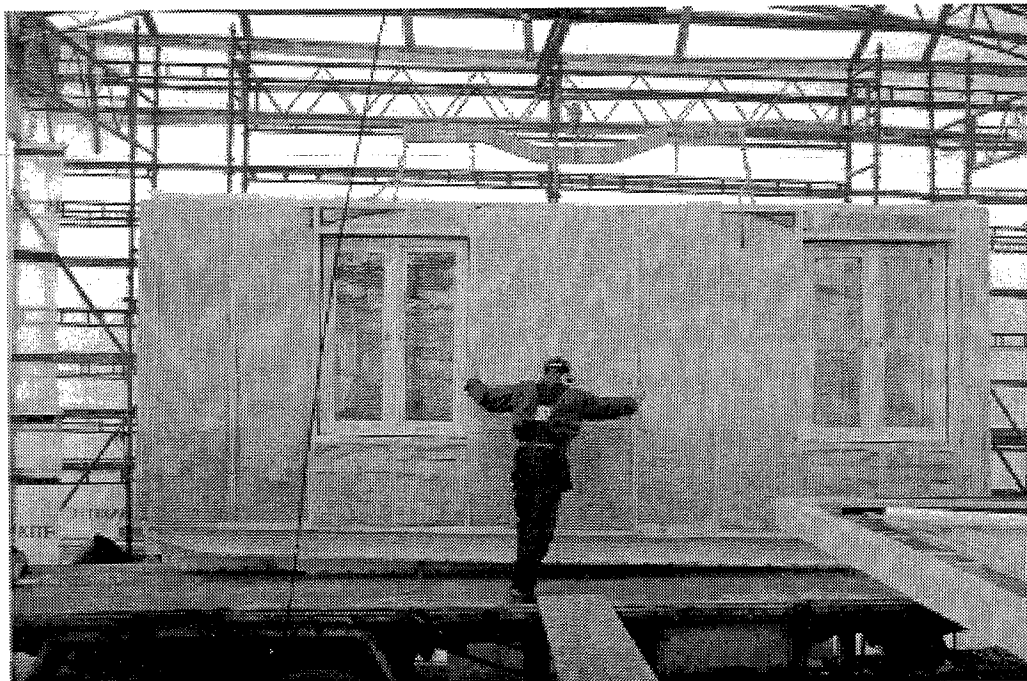
Väggelementet byggdes sedan färdigt i vertikalt läge i väggställen (arbetsstation D). Kompletteringsspikning utfördes. Fönster och dörrar monterades in. Se figur 5.25. Fönster monterades från utsidan med hjälp av fönsterlift. Det invändiga fönsterdrevet (klätt med polyetenfolie) fästes till fönstret innan montaget. Fönstret placerades sedan på bottenklossar, vilka injusterats i våg med hjälp av vattenpass. Därefter drevades färdigt runt om. Fönstret öppnades och fönsterkarmen fästes i sida till trästommen med justerbar karmskruv.



Figur 5.25 Fönster och dörrar monteras

5.2.2.3 Utlastning

Utlastningen av det färdigbyggda väggelementet skedde med hjälp av telfern. Elementet placerades på lastvagnen som figurer 5.26 och 5.27 visar. Fönsterble skyddades under mellanlagringen på vagnen med påspikad läkt. På vagnen kunde lagras maximalt 8 st väggelement. Väggarna placerades på vagnen i den ordning som monteringen skall ske, d v s med det första väggelementet ytterst.



Figur 5.26 Väggelement placeras på vagn



Figur 5.27 Mellanlagring under tak på lastvagn

5.2.2.4 Förrådscontainer

I anslutning till väggelementhallen finns en uppvärmd och låsbar container som inretts med hyllor. Här förvaras verktyg, spik, lim, tape, sjukvårdsmaterial m m. Dessutom förvaras olika slags elektriska verktygsmaskiner såsom cirkelsågar, sticksågar, bormaskiner, karmskruvdragare o s v. I containern finns också elcentralen.

5.2.3 Arbetsätt

I tältet arbetade fyra snickare, varav en med ryggbesvär. För att undvika ensidigt arbete tillämpades arbetsrotation. Alla måste därvid kunna alla arbetsmomenten. Den i arbetslaget med ryggont kan därvid stå längre tid vid de enklare arbetsuppgifterna. Han kan förbereda arbetet genom att färdigställa kapnotor, kapmallar, måttribbor m m. Han kan serva laget med tillsågning av kortlingar, foder, bräddor till fönstersmygar, korta panelbitar över och under fönster, de isolerbitar som måste tillsäras m m. Arbetsrotation kan också genomföras så, att man byter arbetslag, d v s det arbetslag som arbetar utomhus med montage kommer in och arbetar i fältverkstaden.

5.3 Erfarenheter från utformning och uppbyggnad av fältverkstaden

5.3.1 Utformning av fältverkstaden

Fältverkstaden byggdes med olika nivåer på taket i bjälklagshallen, väggelementhallen och utlastningen. Se figurer 5.15 och 5.16. Motivet till detta var att hålla nere takhöjden och därigenom minska påverkan av vindlaster så mycket som möjligt. Tältkonstruktionen har utsatts för vindlaster motsvarande 25-30 m/sek utan att några problem uppstått. Uppbyggnaden bör därför kunna förenklas genom att välja samma taknivå i de tre avdelningarna. Därvid undviks dubbla balkar vid dessa nivåskillnader.

Höjden i väggelementhallen bör höjas även med hänsyn till hanteringen vid uttransport av väggelementen. Höjden 4 m vid nock bör höjas till 4,5 m.

Specialtillverkade takböjar över inlastning bör slopas och tältet breddas till 13 m, d v s ges samma bredd som bjälklagshallen. Förfarandet med uppdragning av presenning och demontering av takböjar bör förenklas. Portar bör kunna utföras av enkla träramar klädda med presenningar eller korrugerad plåt. Dessa hängs sedan i byglar försedda med 2 st hjul, vilka rullar i en C-skena så att porten lätt kan rullas åt sidan.

Antalet portöppningar bör begränsas till en 6 m öppning i varje långsida. I övrigt räcker 3 m öppningarna. Port i fasad mot söder planerades in för att öka flexibiliteten. Under produktionsetapp 1 har denna utnyttjats för att transportera ut och in extra tillverkning av bockar, trappor, räcken, takhuvar, balkongelement m m. D v s sådan produktion som inte var inplanerad från början. Denna flexibilitet är viktig då produktionen hela tiden förändras vid nya produktionsetapper.

Utlastningens bredd kan minskas ned, då endast en vagn använts vid utlastningen.

5.3.2 Uppbyggnad av fältverkstaden

Byggandet med Haki standardkomponenter kunde utföras på ett enkelt och rationellt sätt. Dock är montering av fästbalkar och skyddsräckesramarna på takstolarna på taket ett arbetskrävande och tungt arbetsmoment som borde kunna förbättras. Dessutom vore det önskvärt med monteringsanvisningar för olika typhallar enligt Hakis modulsystem

6 PAVIC-systemet för metodstudier av väggelement

Det finns flera sätt att samla in produktionsdata. Den enklaste metoden är att direkt ute på arbetsplatsen utföra manuella registreringar med hjälp av stoppur. En annan metod är att filma det som sker på arbetsplatsen och utifrån detta material utföra registreringarna.

Det finns flera fördelar med filmning framför manuella fältstudier. Därvid kan nämnas:

- möjligheten att kunna studera det filmade förloppet flera gånger
- en enda person kan utföra alla registreringarna
- man får större möjligheter att finna orsaker till störningar i produktionen.

PAVIC-systemet (Productivity Analysis with Video and Computer) har tagits fram för att man på enkelt och snabbt sätt skall kunna ta fram produktionsdata från olika byggprojekt. Denna information utgör en viktig del vid planering och anpassning av en byggarbetsplats. Vid byggarbetsplatsen förekommer liknade problem som vid en stationär industri, där ett av huvudproblemen är att anpassa olika resurser så att balans i produktionen råder. Byggverksamheten brottas dessutom med andra problem:

- produktionsvolymen varierar över tiden
- anskaffande av arbetskraft
- stor transportvolym
- störningar vid dåligt väder (snö, regn, blåst, kyla m m)
- organisationens storlek och sammansättning varierar med byggobjektets storlek.

6.1 Beskrivning av PAVIC

En PAVIC-analys utförs i två steg, i den första fasen videofilmas de aktuella arbetsmoment som skall analyseras, nästa steg innefattar själva analysen då videofilmen analyseras med en speciell analysutrustning. Denna analysutrustning utgörs av en videobandspelare som är kopplad till en dator. Både dator och videobandspelare är specialutrustade för att ge möjlighet att se videobilden på datorskärmen samt att medge styrning av videobandspelaren från datorn. Genom detta arrangemang kan analysen av elementtillverkningen utföras vid datorn och dessutom med en hög noggrannhet (1/25 sekund). Analysen kan antingen utföras som en kvalitativ eller kvantitativ studie beroende på vad som analyseras och vad resultaten skall användas till.

I datorns analysprogram har man möjlighet att definiera ett antal "registreringsknappar" som motsvarar de moment man vill studera. Genom att sedan markera start och stop för de olika momenten fås tider för registreringarna. Dessa kan sedan föras över till exempelvis EXCEL för vidare analys.

PAVIC-systemet erbjuder också stora möjligheter för dokumenteringen av elementtillverkningen, då man kan "klippa ut videobilder" ur videofilmen och sedan använda dessa vid dokumenteringen.

6.2 Elementtillverkning i fältverkstaden. Produktionsetapp 2

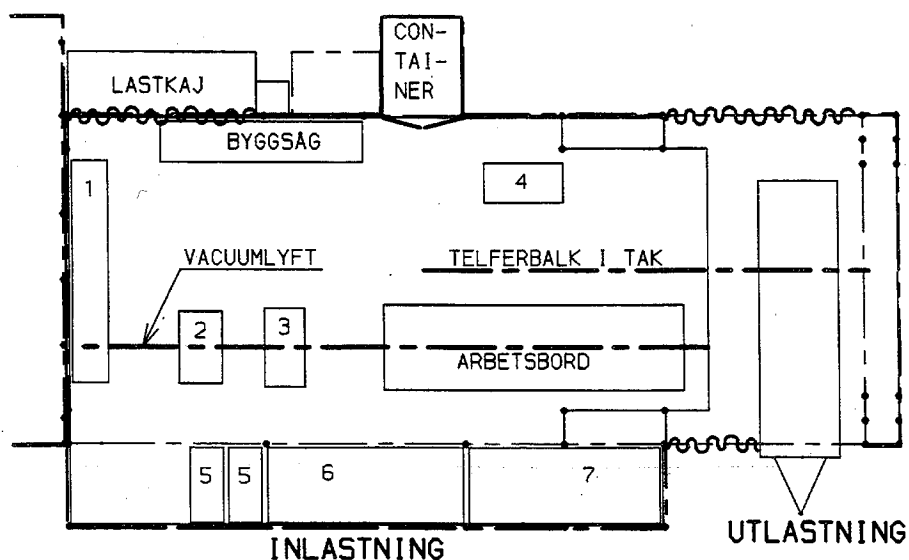
6.2.1 Utformning av fältverkstad

Väggelementhallen i fältverkstaden Eklanda finns beskriven i kapitel 5. Där redog även för tillverkningen av väggelement vid produktionsetapp 1.

Vid produktionsetapp 2 tillverkas en annan typ av ytterväggselement. Elementet består av:

- 9 mm utvändig gipsskiva
- stolpar 45x120 c 600
- 120 mineralullsisolering
- ångspärr
- 13 mm gips

I denna produktionsetapp monteras således ångspärr och gipsskivor på elementet i fältverkstaden. Utvändigt fasadmateriäl utgörs i detta fall av Serporock fasadsystem. Väggelementen har en maximal längd av 9 m, d v s 3 m längre än vid produktionsetapp 1. Arbetsbordet byggs om och förlängs till 9,0 m. För att få rum med arbetsbordet byggs golvet ut ca 1,5 m vid lastkajen i utlastningsdelen. I verkstaden arbetar nu ett nytt arbetslag om fyra snickare. Figur 6.1 visar utformningen av väggelementtillverkningen vid produktionsetapp 2.



Figur 6.1 Väggelementtillverkning. Produktionsetapp 2 Skala 1:200

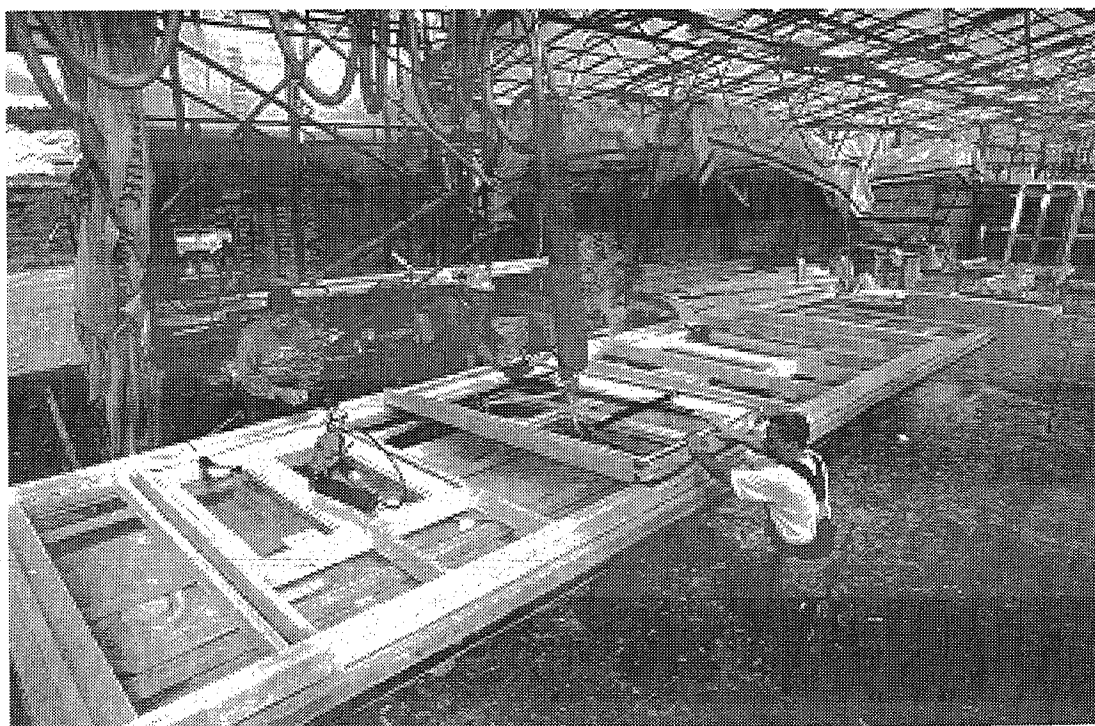
- | | |
|--------------------------|--------------------------------|
| 1 Fönster, fönsterdörrar | 5 Stolpar 45x120, färdigkapade |
| 2 Förmontage fönster | 6 Virke, fallande längder |
| 3 13 mm gipsskivor | 7 Isolering |
| 4 9 mm gipsskivor | |

6.2.2 Arbetsgång vid tillverkning av byggnadselement

Tillverkningen av väggelementen utförs vid två arbetsstationer. Vid den ena stationen monteras fönster till väggreglar som sedan lyftes på plats vid den andra stationen, arbetsbordet. Där sker sedan färdigställandet av elementen. Arbetet vid arbetsbordet genomförs i huvudsak på följande sätt: Utläggning av syll och hammarband i arbetsbordet, iläggning av regler/stolpar, iläggning av fönster som är förmonterade på regler, fästning av lyftöglor. Därmed är trästommen klar. Nästa arbetsmoment utgörs av gipsning samt därefter vändning av elementet. Därpå följer isolering, elinstallering, utläggning av diffspärr och slutligen invändig gips. Elementet är nu färdigt och lyfts ut med hjälp av telfern till transportvagnen som utnyttjas som elementlager.

Förutom dessa arbetsoperationer tillkommer flera andra, bland annat sågning av kortlingar, regler, syll och hammarband. Vidare tillkommer sammanfogning och uppmärkning av syll och hammarband samt även fastskjutning av regler runt fönster. Andra uppgifter som är nödvändiga för tillverkningen är mottagning och uppställning av material.

6.2.3 Arbetsutförande vid tillverkning av väggelement



Figur 6.2 Elementtillverkning

Man börjar med att sätta ihop syll, hammarband och ytterstolpar till en ram. I denna lyfts sedan in fönster förmonterade i träramar samt övriga stolpar enligt mått på elementritningen. Se figur 6.2. Därefter insättes kortlingar för infästning av radiatorer, skåp m m. Nästan all spikning sker med spikpistol. I nästa moment monteras utegipsskivorna.

Mätning och tillkapning ingår i detta arbete. Gipsskivorna skärs ut med kniv och knäcks för hand. Efter det att man passat in och skruvat fast gipsskivorna vände elementet med telfern.

Nu vidtar isoleringsarbetet. Isoleringen är inköpt exaktkapad för den aktuella vägghöjden. Tillskärning av mindre bitar, exempelvis över- och under fönster görs med kniv. Några längre inpassningsbitar sågas med virkessågen. Nästa arbetsmoment är utläggning av diffusionsspärren. Därefter monteras den invändiga gipsskivan. Man lade ut gipsskivorna, passade in dem, korrigerade eventuella fel och skruvade slutligen fast dem med skruvdragaren. Det gick till så att en av snickarna gick upp på det nu nästan klara väggelementet och skruvade uppifrån.

När elementet nu var klart rullade man bort arbetsbordet en bit och kopplade det till telfern, för att kunna lyfta upp det. Med hjälp av telfern kunde man sedan transportera elementet, lite på sned på grund av utrymmesbrist, bort till ena korten för att där ställa upp det på elementvagnen i väntan på montering.

6.3 Mätning och analys av elementtillverkning

6.3.1 Mätningmetoder

Vid analysarbetet med elementtillverkningen i fältverkstaden kan flera typer av analyser genomföras. Därvid kan nämnas produktivitetsstudier, arbetsmiljö- och ergonomistudier. I den nedanstående beskrivningen kommer fokus att riktas mot själva tillverkningsprocessen i form av metodstudier samt till en del åt arbetsmiljöaspekter.

6.3.1.1 Registrering av elementtillverkningen

Som framgår av ovanstående beskrivning ingår åtskilda arbetsmoment i elementtillverkningen. Vid en första registreringsomgång som baseras på materialsammanfogningen har följande arbetsoperationer valts att analyseras närmare: trästomme, gips, isolering samt övrigt, d v s arbetsoperationer kopplade till olika material.

Följande indelning av arbetsoperationerna har använts.

Mätning, uppritning, ritningsläsning avser arbete som är förknippat med måttagning, uppritning samt ritningstolkning etc.

Skära, såga avser sågning, tillskärning eller tillpassning av materialet

Fästa, justera materialet justeras och/eller fästs

Spika, skruva avser sammanfogningen av materialen, till exempel häftning, spikning, skruvning, limning etc

Material hantering avser de transporter som materialet genomgår, dock enbart som utförs i själva fältverkstaden.

Diskussion innefattar diskussion och "snack" mellan arbetarna samt även kortare vilopauser (svårt att avgöra skillnaden mellan vila med snack och jobbdiskussion)

Annat. Övriga moment som inte innefattas av ovanstående arbetsoperationer, exempelvis vändning och uttransport av element, annan verksamhet, raster etc Posterna **fästa, justera och spika, skruva** kan vara svåra att skilja åt och därför kommer dessa att läggas samman till en gemensam post vid redovisningen av analysen.

Utifrån dessa indelningsgrunder analyseras elementtillverkningen med hjälp av PAVIC-systemet (se även Beskrivning av PAVIC).

6.3.2 Analys av elementtillverkning

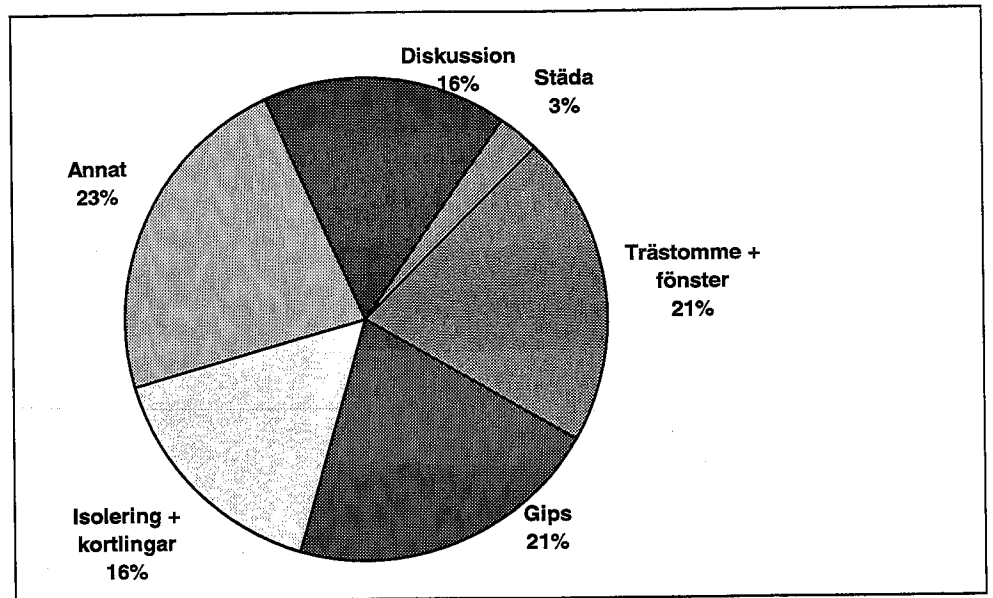
Analysen är en stickprovstudie av den elementtillverkning som utfördes den 28/6 1994 då ett väggelement av typen *vägg 1 öv* producerades. Elementet mäter 8,5 meter och har 3 fönster. Det är försett med gips på båda sidor. Analysen har utförts med PAVIC-systemet och följande mätdata har erhållits (tid i minuter).

| Benämning | Stolpar | Syll hamm | Fönster | Trästomme | Gips | Isol kortl | Totalt |
|--------------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Måtn/ ritläs/ uppritt | 4,2 | 13,5 | 3,6 | 21,4 | 14,7 | 8,6 | 44,6 |
| Fästa/ just/ skruv/ spik | 10,1 | 1,9 | 44,5 | 56,5 | 58,1 | 40,3 | 154,9 |
| Såga/ skära | 0,2 | 0,9 | 3,1 | 4,2 | 20,2 | 22,4 | 46,8 |
| Material hant | 13,0 | 4,7 | 8,6 | 26,3 | 14,2 | 12,5 | 53,0 |
| Hämta maskin | 1,4 | 1,1 | 2,7 | 5,2 | 8,0 | 4,0 | 17,2 |
| Diskussion | 17,8 | 4,9 | 11,3 | 34,0 | 31,9 | 23,1 | 89,0 |
| Annat | 19,1 | 3,0 | 27,2 | 49,5 | 37,7 | 35,7 | 122,9 |
| Fönster hant | 9,5 | 0,0 | 10,9 | 20,4 | 0,2 | 0,3 | 21,0 |
| Element hant | 0,0 | 0,0 | 6,9 | 6,9 | 14,0 | 6,2 | 27,1 |
| Papp | 4,5 | 0,0 | 0,0 | 4,5 | 3,1 | 0,0 | 7,6 |
| Plast | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 8,4 | 0,0 | 8,4 |
| El | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 6,2 | 5,3 | 11,4 |
| Skruvplåt | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,1 | 0,0 | 4,1 |
| Lyftöglor | 1,8 | 0,0 | 0,0 | 1,8 | 0,0 | 0,0 | 1,8 |
| Övrigt | 3,3 | 3,0 | 9,5 | 15,9 | 1,6 | 23,9 | 41,4 |
| Städa | 8,8 | 0,0 | 7,0 | 15,8 | 0,0 | 0,0 | 15,8 |
| Totalt | 65,8 | 30,0 | 101,1 | 197,0 | 184,8 | 146,5 | 544,1 |

Tabell

Sammanställning av arbetstid för väggelementet, vägg 1 öv Hus 52-54 v.

Av tabellen framgår att den totala arbetstiden för att framställa väggelementet, vägg 1 öv Hus 52-54 v, är ungefär 9 mantimmar där diskussion och vila står för 1,5 timmar. Om mätningarna sammanställs i diagramform kan de relativa andelarna för respektive materialslag utläsas.



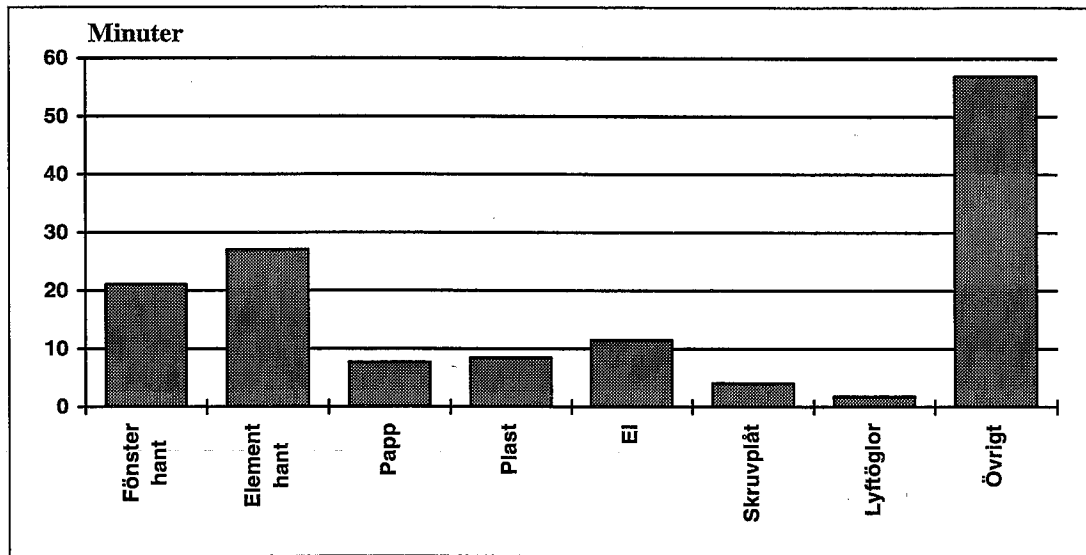
Figur 6.3 Total arbetstid

Ovanstående diagram beskriver hur den totala arbetstiden har fördelats mellan de olika posterna vid elementtillverkning. Posten **trästimme + fönster**, innefattar arbetet för tillverkning av syll och hammarband som ingår i trästimmen för elementet. Till denna post har också arbetet med att montera reglar runt fönstren lagts.

Gips avser det arbete som är förknippat med gipsningen samt montage av diffusionsspärr. Posten **isolering + kortlingar** innefattar både isoleringsarbetet och montage av kortlingar för radiatorer. Anledningen till att dessa arbeten har slagits samman är att det är svårt att separera dem åt då de beror av varandra.

Posten **annat** innefattar arbetsmoment som är nödvändiga för tillverkningen men som inte inkluderas i någon av de övriga posterna, exempelvis vändning och uttransport av element, elinstallationer, städning etc.

Den sista posten **diskussion**, innefattar både vila och diskussion. Denna indelning har valts för att det inte går att avgöra på videofilmen vad som är diskussion som arbete och vad som är allmänt "snack" i samband med vila. Denna post är dock anmärkningsvärt stor, vad det beror på kan inte denna analys ge svar på.



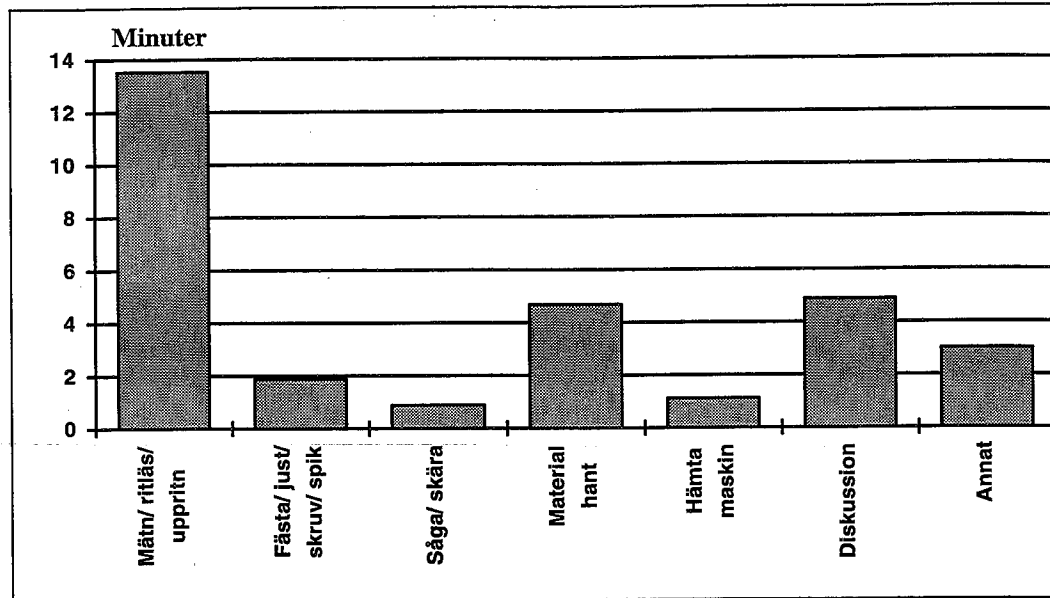
Figur 6.4 Sammanställning av allt som tillhör Annat

Ovanstående diagram är en sammanställning av det arbete som sammanfattas under posten **annat**.

| | |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hantering av fönster | gjordes vid detta stickprovstillfälle med hjälp av en "fönsterlyft", en slags vagn försedd med wire. Denna fönsterlyft ersattes senare med vakuumlift som löper i en skena i taket på fältfabriken. |
| Elementhantering | Vändning och uttransport av väggelement. |
| Papp | Fästa papp längs alla sidor på vägginsida. |
| Plast | Utläggning av plastfolie |
| El | Det tilläggsarbete som snickarna måste utföra på grund av elinstallationer, t ex borring för eldon. |
| Skruvplåt | Tillklippning av plåt för skarvning av gipsskivor utanför träreglar. |
| Lyftöglor | Rep som utnyttjas för lyft av element. |
| Övrigt | Arbeten som inte faller inom någon av de övriga posterna. |

6.3.3 Detaljanalys av arbetet vid olika stationer

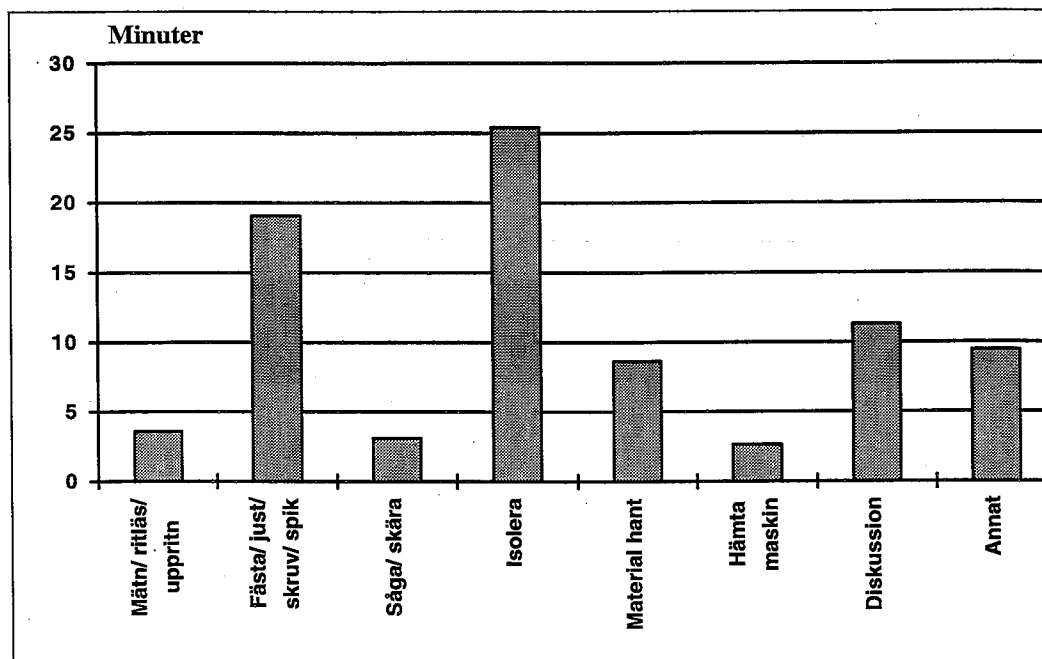
Under kategorin trästomme finns tre delmoment, nämligen: förtillverkning av syll och hammarband, förtillverkning av fönster samt träarbete vid arbetsbordet med stolpar och reglar. Vi börjar med att studera syll och hammarband.



Figur 6.5 Syll, hammarband

Av diagrammet framgår det att det tar ungefär 25 minuter utan diskussion att framställa en syll och ett hammarband. Vi kan också se att mätning, ritningsläsning och uppritning står för den helt dominerande posten. Varför är denna post så omfattande? Det kan bero på flera faktorer, exempelvis att det är en ny elementtyp, svårtolkade ritningar m m. Den tid det tar att markera upp var reglarna skall ligga kan dock vara väl investerad tid för det fortsatta arbetet vid arbetsbordet. En lämplig åtgärd för att minska denna post är att använda en "mätsticka" där de olika måtten finns markerade. Denna metod användes vid produktionsetapp 1. Jämför kapitel 5.2.2.2.

I figur 6.6 redovisas hur arbetet med att fästa regler runt fönstren utförs.

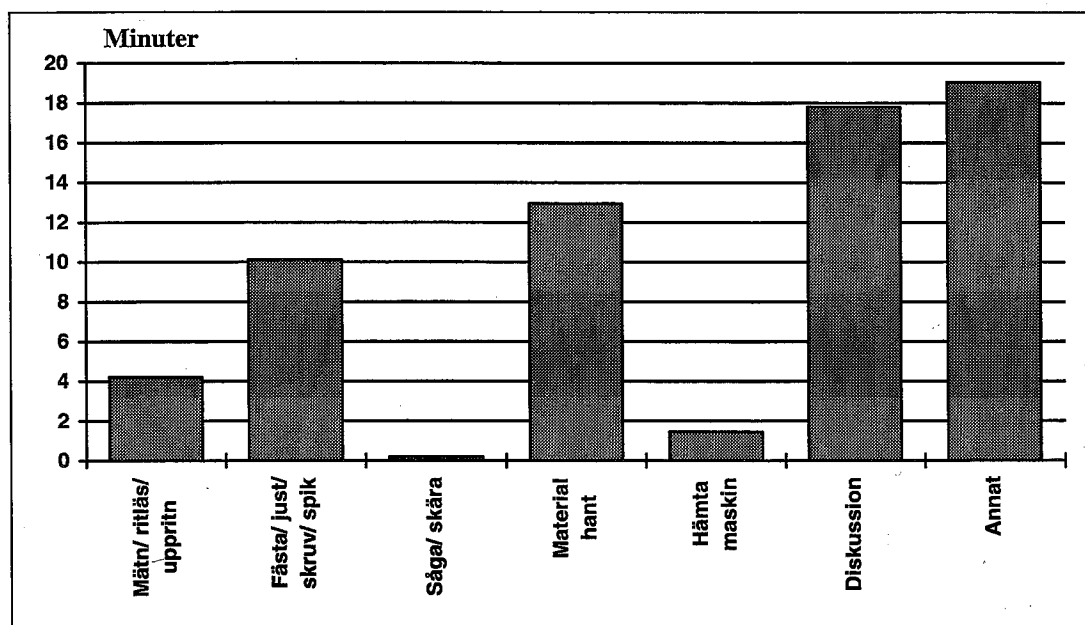


Figur 6.6 Fönster 3 st

Den största posten vid prefabriceringen av fönsterelementen är isoleringsarbete, alltså fästa isolering runt fönsterkarmen samt dreva, när reglarna är monterade. Att **fästa / justera** är den nästa största är inte så märkligt då arbetet består i att montera regler runt fönstret. Dock kan 8% materialhantering förefalla mycket när det är lite material att hantera (4 regler + 1 kortling per fönster).

Annat arbete utgörs av 40% fönsterhantering, 25% elementhantering samt 35% övrigt arbete. Vid fönsterhanteringen användes den mobila fönsterlyften.

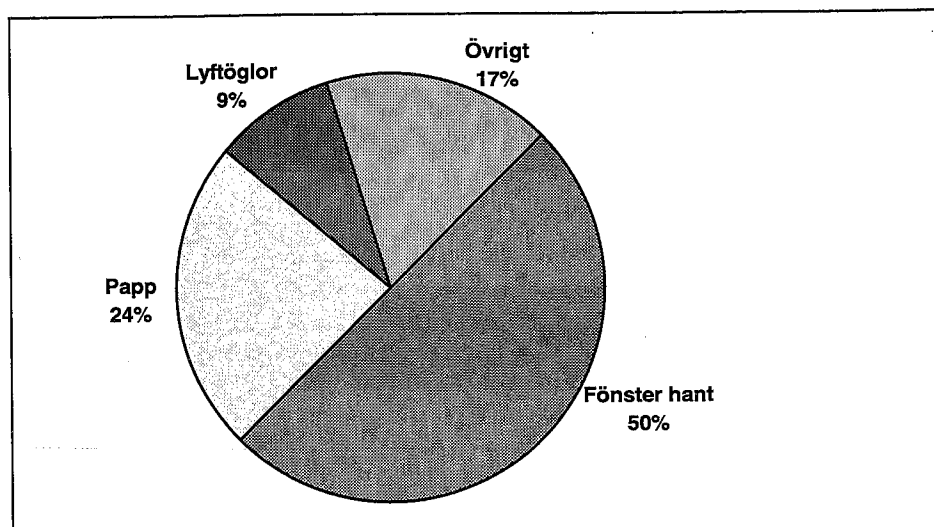
De förtillverkade fönsterelementen monteras sedan vid arbetsbordet där trästommen färdigställs.



Figur 6.7 Träregling vid arbetsbord

Posten **diskussion** är anmärkningsvärt stor vid detta arbete, så omfattande diskussioner eller vila är inte nödvändigt i denna omfattning för montagearbetet. Att posten **materialhanteringen** är större än sammanfogningen av träreglarna är förvånande då materialupplaget låg alldeles intill saxbordet. En förklaring till detta är att virket är "skevt och vint" och att det måste kontrolleras innan det läggs på plats. Det innebär också att spikningen av reglarna utfördes mycket effektivt. Man bör dock undersöka materialhanteringen noggrannare för att förbättra arbetet med uppreglingen av trästommen.

Posten **annat** är också omfattande vid sammansättningen av trästommen. Nedan har arbetet specificerats noggrannare.

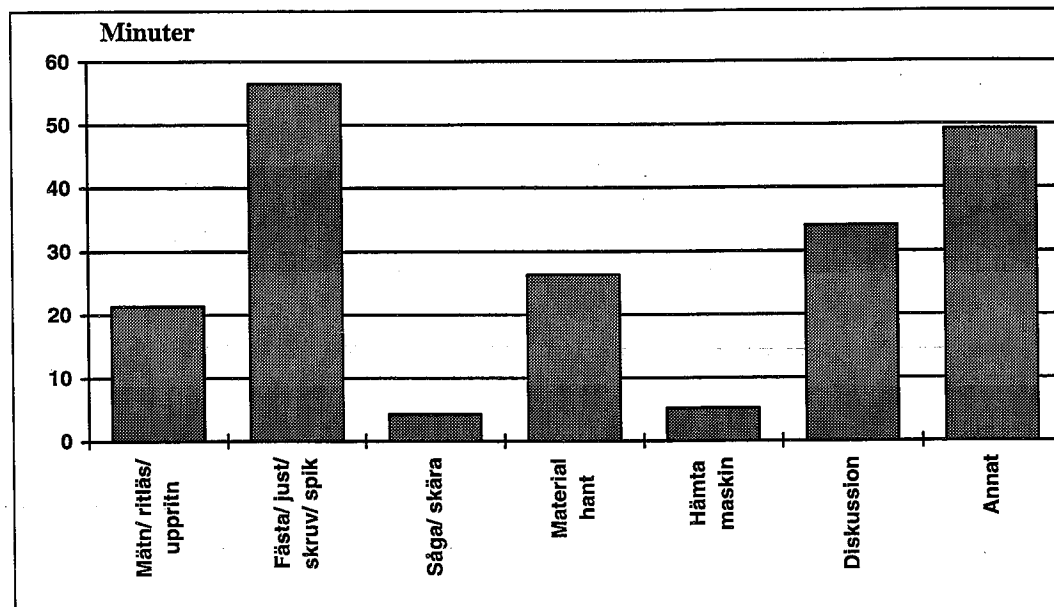


Figur 6.8 Annat arbete vid saxbordet

Fönsterhanteringen är den klart dominerande posten, hanteringen utfördes med de mobila fönsterlyften. Denna fönsterlyft har senare ersatts med en vakuumlyft som underlättar fönsterhanterandet.

6.3.4 Sammanställning trästomme

Arbete med trästommen som omfattar prefabriceringen av syll och hammarband, fönsterenhet samt sammanfogning och uppreglingen av stomme vid arbetsbordet, visas sammanslaget i nedanstående diagram.



Figur 6.9 Trästomme

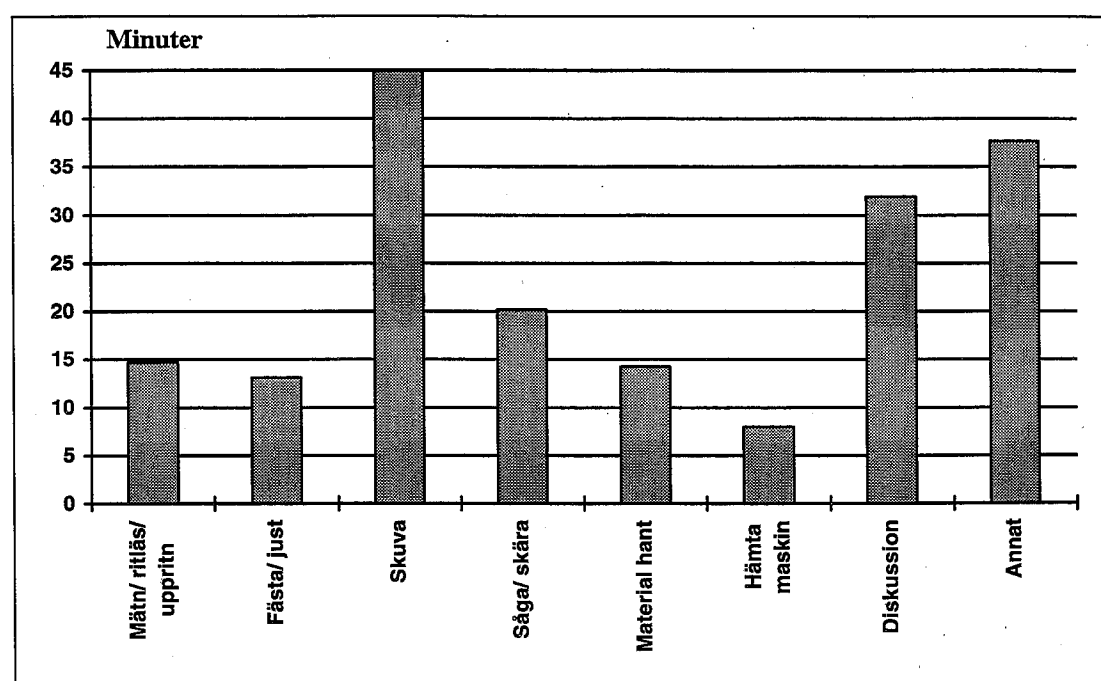
Av diagrammet framgår att det är påfallande mycket mättningsarbete, närmare bestämt 21 minuter. Det är förvånande då det handlar om serieproduktion av väggelement, någon form av mätsticka borde kunna utnyttjas. Även posten materialhantering är omfattande med tanke på att produktionen utförs i en verkst

Till denna post kan också fönsterhanteringen läggas, då kommer materialhanteringen utgöra 29% av arbetet med trästommen. Materialhanteringen måste undersökas mer i detalj, den bör kunna förbättras avsevärt.

Av **annat arbete** som är nödvändigt för att elementtillverkningen skall fungera utgör hantering av element och fönster hela 55%. Elementhanteringen försvåras då elementen är längre än tältets bredd vilket medför att elementen måste flyttas fram och tillbaks för att kunna transporteras ut från fältfabriken.

6.3.5 Gipsningsarbete

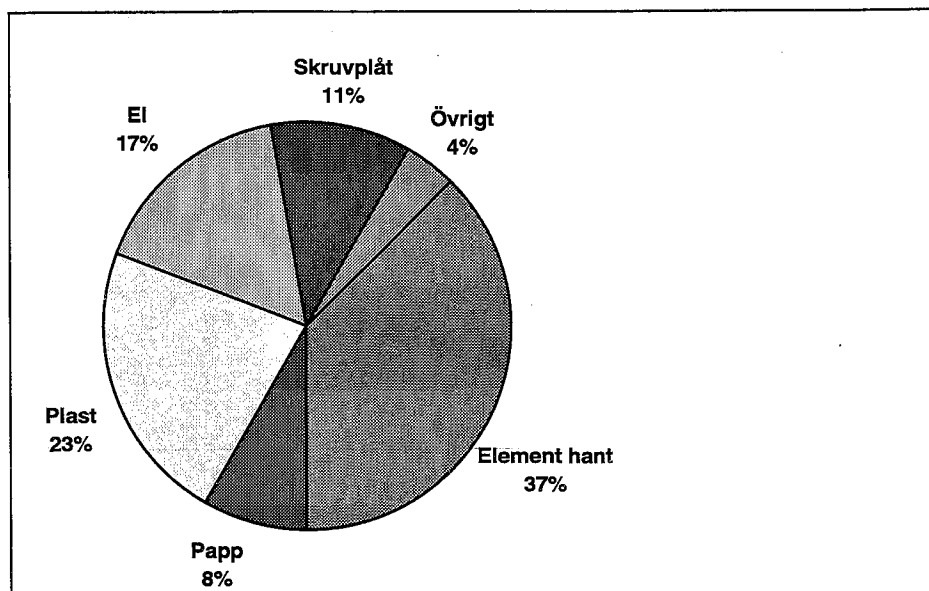
Gipsningsarbete omfattar själva gipsningen samt även fastsättning av diffusionspärr.



Figur 6.10 Gips

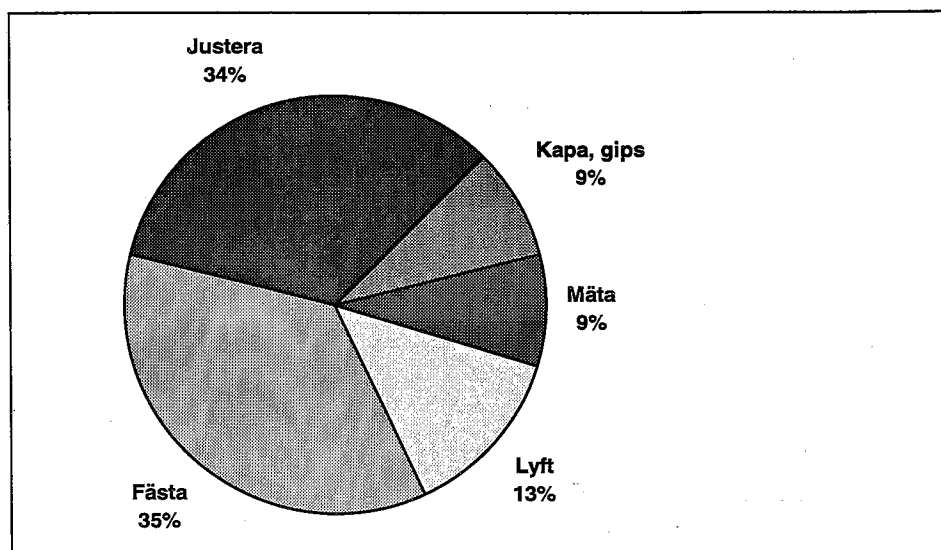
Hela gipsningsarbetet utförs på 3 mantimmar exklusive diskussion. Den största arbetsinsatsen utgörs av att skruva gips, det är dock svårt att särskilja detta moment från fästningen och justeringen av gipsskivorna och därför borde dessa poster slås samman i en gemensam post. Posten **mätning och uppritning** utgör en relativt stor andel, det kan till en viss del förklaras med att gångavståndet mellan gipsvagn och element är upptill 10 meter. Även materialhanteringen är beroende av detta avstånd. Vilken effekt skulle en extra gipsvagn vid den andra kortsidan på väggelementet få på dessa poster? Det är således önskvärt att PAVIC-filma och analysera detta förfaringsätt.

Av **annat arbete** står **elementhanteringen** för den största andelen. Vad gäller posten **el** avser den endast det arbete som utförs av snickarna på grund av elinstallationerna, borra för eldon, genomföringar. **Plast** är utläggning av diffusionspärr.



Figur 6.11 Annat gips

För att få en uppfattning om vad vakuumliften har för påverkan på elementtillverkningen, har ytterligare ett stickprov från elementtillverkningen gjorts. Följande iakttagelse gjordes.



Figur 6.12 Totaltid gipsarbete med vakuumlift

I detta diagram kan vi utläsa hur man, inom gipsarbetena, fördelar sin arbetstid. De stora posterna är som synes **justering och fästning**. Både **mätning** och **lyft** är relativt små poster. Detta kan vi hänföra till att metoderna i dessa fall är väl utvecklade. Vid lyftning av gipsskivor har man sin lyft och vid mätningen har man en specialkonstruerad mätsticka. I posten **lyft** har vi också tagit in de lyft man gör för hand, av gipsskivor. Det är dessa som tar den största tiden av denna post. Tittar vi närmare på posten **justering** så innefattar denna dels att lägga skivorna till rätta då man placerat dem på arbetsbordet och dels att nästa fast dem i stommen. Detta är en anmärkningsvärt stor post som tar hela en tredjedel av all gipsarbetstid.

Då det tar lång tid att placera in gipsskivorna på plats, föreslås att man utför en kant på ena sidan av arbetsbordet. Man skulle kunna lägga ner skivorna mot kanten och endast behöva justera dem i en riktning. Denna kant skulle även kunna verka stabiliserande så att gipsplattorna lättare låg stilla. Detta i sin tur skulle kunna medverka till att man eventuellt kan minska nästandet eller rentav slopa det helt och hållet, vilket medför tidsbesparingar.

Fästandet tar 35 % av den totala gipstiden. Om denna tid är det inte mycket att säga. Arbetsuppgiften är monoton och belastar samtidigt ryggen. Det medför att även om själva fästandet är effektivt så upplever vi det som om antalet vilopauser ökar efter det att man skruvat gips.

Snickaren hämtar gipsskivor från en fyrhjulskärria vid verktygscontainern och bär dessa fram till arbetsbordet. När snickaren lägger upp skivan på saxbord böjs och belastas hans rygg kraftigt. Vilken effekt har en höjning respektive sänkning av bordet på arbetsbelastningen för snickaren?



Figur 6.13 Vy över tältdelen med golvbeläggning

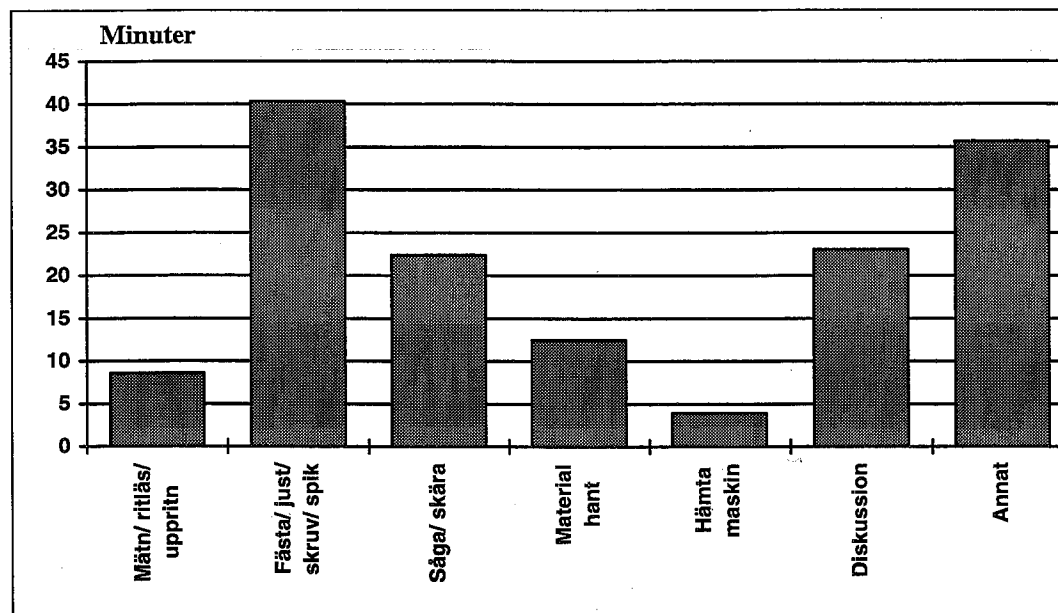
Förslag till förbättring är att ställa gipsvagnen så att vakuumliften kan användas, detta medför dock att fönsteruppreglingen måste flyttas. Detta kan åstadkommas genom att förlänga upphängningsskenan för vakuumliften. Alltså, utnyttja nuvarande uppställningsytor för fönster och dörrar. Detta förslag påverkar även spikpistolerna som används vid fönsteruppreglingen. Detta problem löses antingen genom att förlänga den ena spikpistolsskenan eller genom att ordna en extra anslutning för spikpistolerna vid uppreglingsplatsen.

En nackdel med denna utformning av elementtillverkningen är att avståndet mellan saxbordet och fönsteruppreglingen ökar och därmed transporttiden. Men i och med att det är färre antal fönster än gipsskivor som ingår i ett element, är det viktigare att gipsskivorna placeras närmast arbetsbordet.

Det finns i sammanhanget ett viktigare problem med materialupplagen, nämligen virkesupplaget som är placerat på motsatt sida om virkessågen. Detta medför att virke som skall sågas måste transporteras förbi elementtillverkningen över till såg

6.3.6 Isolering och kortlingar

När väggelementet har gipsats på ena sidan och element har vänts börjar elektriker med elinstallationerna, därefter kan elementet isoleras. I samband med isoleringsarbetet fästs kortlingar för värmeradiator, detta arbete sker i samspel med isoleringsarbetet och därför redovisas det tillsammans med isoleringsmomentet.



Figur 6.14 Isolering och kortlingar

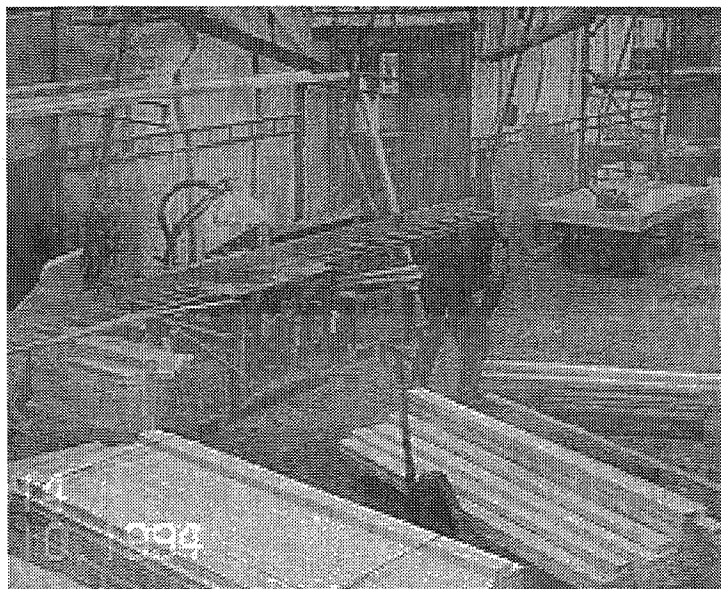
Vid isoleringsarbetet är det relativt lite tid som läggs på materialhantering. Det tycks på att isoleringen har en bra placering. När det gäller kortlingarna hämtas träreglar vid träupplaget för att därefter transporteras till sågen och åter till elementet. Den dåliga placeringen av sågen relativt träupplaget förefaller märklig då allt trä som skall sågas måste transporteras över halva fältfabriken och dessutom mellan gipsvagn och elementbordet. En annan sågplacering måste övervägas för effektiv elementtillverkning. Posten **såga och skära** skulle då minska påtagligt.

I själva isoleringsarbetet finns det inte så mycket att förändra och de verkar fungera tillfredsställande (omfattande datainsamling för exakt besked).

Posten **annat arbete** är tämligen omfattande och här har det varit svårt att specificera vilken typ av arbete det rör sig om. Elementhanteringen står för 18% och elarbetet för 15%, återstående arbete utgör hela 67% av olika slag. Huruvida det är möjligt att minska denna post är svårt att uttala sig om.

6.3.7 Sågning av reglar i fältverkstaden

Sågen stod placerad i tältdelen med plyfagolv. Reglarna låg på en pall till vänster om sågen, lyftes upp och sågades till, den överskjutande biten slängdes bort och den färdigsågade regeln lades på en annan SJ-pall till höger om sågen. Denna pall transporterades sedan med manuell palltruck till materialupplaget för övrigt virke. En ny pall med reglar hämtades varefter proceduren upprepades.



Figur 6.15 Kapning av träreglar

Vi har valt att studera sågningen utifrån två aspekter. Dels i form av en metodstudie och dels utifrån en ergonomisk synvinkel.

Metodstudien av kapningen av träreglarna gav följande resultat.

Sågcykel 1491 sek, 77 st = 19,4 sek per regel

Materialhantering 307 sek, 2 förflyttningar

Annat 569 sek (9,5 min)

Total observationstid 2367 sek (39, 5 min)

(Sågning + materialhantering) / Total observationstid = 76%

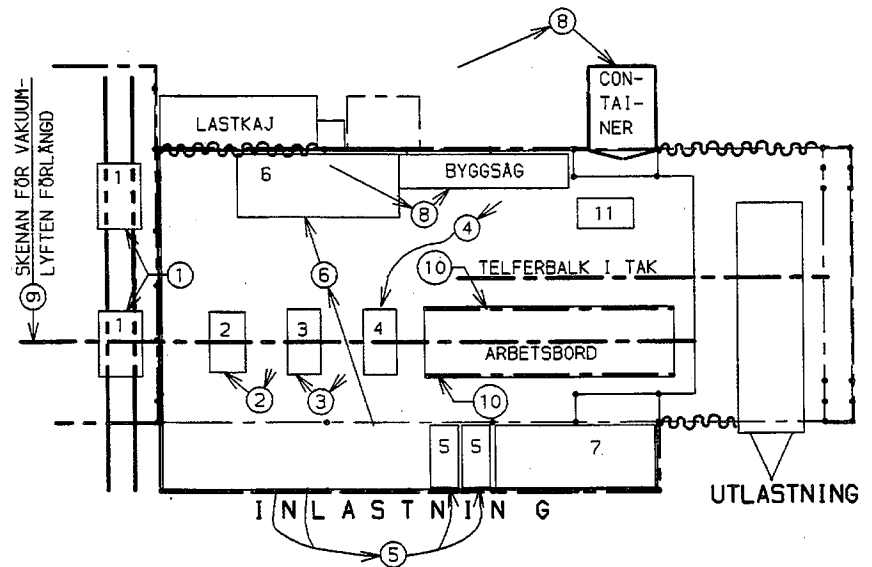
Den andra aspekten angående ergonomin i tillkapningsarbetet. Denna snickare sköter lyft och vridningar på ett föredömligt sätt, böjda knän, rak rygg och handen som avlastar mot låret samt lugna rörelser. Man kan dock inte utgå från att alla är lika noggranna. Man kan också anta att under stressigare förhållanden så ökar felbeteendet.

Om man i verkstaden haft utrymme att ställa pallarna så att reglarna låg längs med sågen samt höja upp dem så att man inte behövde böja sig, så tror vi att förutom de i längden slitsamma lyften och vridningarna skulle upphöra så skulle också arbetet gå fortare. Detta skulle kunna uppnås dels genom att man organiserade om ytorna i verkstaden, dels genom att man använde en pallstaplare för okapat råmaterial samt pall på fyrhjulsvagn för färdigkapat material. Denna pallstaplare även andra positiva konsekvenser vad gäller materialhanteringen genom att man skulle kunna utnyttja lagret i höjded via ställkonstruktioner.

6.4 Förbättringsåtgärder

PAVIC-analysen har resulterat i att följande förändringar av produktionen har utförts på arbetsplatsen.

Figur 6.1 visar utgångsläget som videofilmades och som sedan analyserades. De utförda förändringarna redovisas i figur 6.16 med numrerade pilmarkeringar.



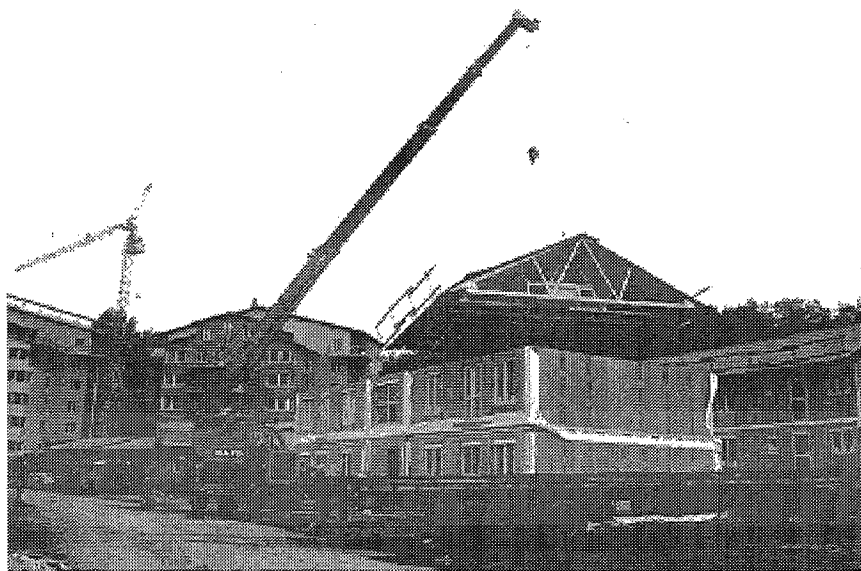
Figur 6.16 Skala 1:200.

Väggelementtillverkning. Förändring av produktionen efter PAVIC-analysen

- 1 Fönster och fönsterdörrar flyttas in i bjälklagshallen och lagras där på vagnar. Dessa rullas på räls, vilken är utdragen utanför byggnaden för att förenkla inlastningen.
- 2 Stationen för förmontage av fönster flyttas mot bjälklagshallen. Detta skapar utrymme för att få in vagnen (4) med 9 mm gipsskivor i produktionslinjen och därmed kunna utnyttja vakuumlyften för montage av gipsskivorna.
- 3 13 mm gipsskivor.
- 4 9 mm gipsskivor.

- 5 Färdigkapade stolpar för under- och övervåning.
- 6 Virke för syll- och hammarband flyttas och placeras intill byggsågen. För att underlätta hanteringen av virket, kommer man att anskaffa en pallstaplare till detta virkeslager.
- 7 Isolering.
- 8 Placeringen av containern flyttas. Detta möjliggör flyttning av byggsågen. Plats ges då för virket i position 6. Detta lastas sedan in genom intagsöppningar vid lastkajen.
- 9 Skenan för vakuumlyft förlängs in i bjälklagshallen. Inlyftning av fönster till montagestationen (2) möjliggörs efter denna förändring.
- 10 Förfarandet med måtribba infälld i arbetsbordet (se beskrivning i kapitel 5.2.2.2) återinförs.
- 11 En mobil städvagn typ "Starke Arvid" anskaffas.

6.5 Husmontage



Figur 6.17 *Montering av tak*

Analysen avser montage av tvåvåningshus bestående av fyra lägenheter. Studien som utfördes den 12:e och 14:e september, avsåg att studera de olika arbetsmomenten som utförs vid monteringen av ett hus. Grundplattan samt trapphuset är gjutna då monteringen startar. Väggelementen med fönster, bjälklaget och taket är förtillverkade och levererades på en vagn till montageplatsen.

Detta medför att arbetslaget för att montera ett hus endast utgörs av två snickare, en elektriker och en kranförare. Denna arbetsstyrka servas av arbetsledning och materialleveranser under monteringsgången.

Den första dagen monteras först ytterväggarna och sedan innerväggarna på plan 1 samt bjälklaget på andra våningen. Dag två monteras väggarna på plan två och till sist läggs taket på plats.

6.5.1 Generell beskrivning av arbetsgången

De viktigaste arbetsmomenten vid montagearbetet

Påkrokning av elementet, som står färdigt på en lastvagn. Detta moment utförs av snickare.

Förberedelser för montering, genom att elementet lyfts upp en liten bit över marken så att en snickare kan ta bort emballaget i underkant.

Elementet lyfts upp helt och svängs iväg till området över grundplattan.

Där tas det emot av de båda snickarna och det svåra och tidskrävande momentet med inpassning och justering följer. Stagnation och upplodning görs (gäller för väggelementen).

Elementet kan nu krokas av.

Kranen svänger därefter tillbaka för att hämta upp nästa element, varvid cykeln upprepas.

6.6 Analys av monteringsarbetet

Vi har valt att dela in monteringsförloppet i fyra huvuddelar; Plan 1, Bjälklag, Platta och Tak. I metodstudien har vi konstruerat en aktivitetscykel. I en aktivitetscykel ingår alla de arbetsmoment som tillsammans krävs för att få ett element på plats. En allmän post kallad "Övrigt" upprättades också för de aktiviteter som ej kan hänföras till någon av cykelns fem huvudaktiviteter.

Varje aktivitetscykel innehåller följande moment.

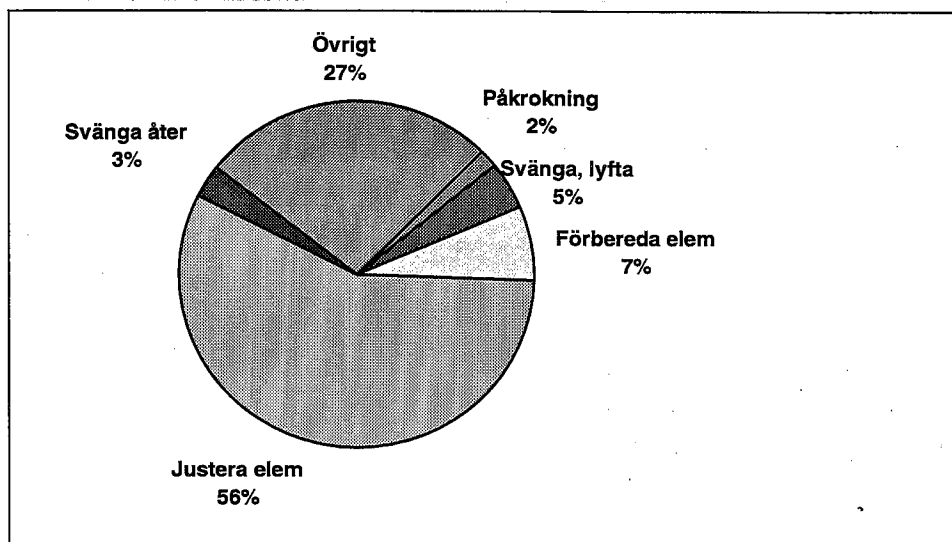
- Kroka på elementet
- Svänga och lyfta elementet
- Förbereda, ta bort emballage i underkant
- Justera elementet på plats
- Svänga tillbaka kranens krok

En strikt uppdelning och tidtagning av momenten ger följande tabell, där den totala arbetsinsatsen för varje moment finns redovisad i minuter.

| | Påkrökning | Svänga, lyfta | Förbereda elem | Justera elem | Svänga åter | Övrigt | Totalt |
|----------|------------|---------------|----------------|--------------|-------------|--------|--------|
| Plan 1 | 11 | 31,8 | 48,4 | 392,3 | 22,1 | 186 | 692 |
| Bjälklag | 27,1 | 43,6 | 20,6 | 37,5 | 21,9 | 38 | 189 |
| Plan 2 | 27,7 | 25,3 | 28,3 | 123,1 | 18,4 | 200 | 422 |
| Tak | 20,5 | 13 | 22,6 | 24,2 | 4 | 107 | 191 |

Tabell . Total monterings-tid, enhet: minuter

Nedanstående diagram illustrerar fördelning mellan de olika arbetsindelningarna. Som framgår utgör Justera element den största andelen, men även posten Övrigt är omfattande.



Figur 6.18 Fördelning mellan de olika arbetsmoment, för montage av hela huset

Plan 1

I arbetet med plan 1 ingår montering av ytter- och innerväggar, justering av elrör, montering av gummilister på väggarnas överkant, på vilka bjälklaget sedan skall vila. Den totala tiden som ägnas åt arbete med plan 1 är 46% av den totala monterings-tiden. Det är tre personer som monterar plan 1.

Bjälklag

Bjälklaget går relativt fort att montera och motsvarar 13% av den totala monterings-tiden. Det var 3 st arbetare som monterade bjälklaget.

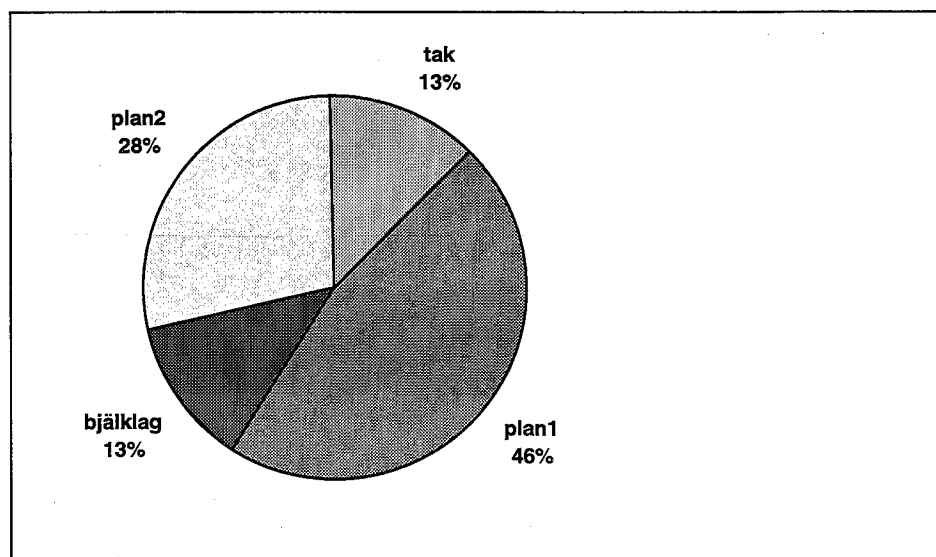
Plan 2

Plan två monteras på samma sätt som plan 1. Noteras bör dock, att den sammanlagda tiden för justeringar av väggelementen på plan 2 är hälften mot vad den är på plan 1

Vi antar att elrören är den största orsaken till den längre justeringstiden på plan 1. Montering av plan 2 tar 28% av den totala monterings-tiden. De var 2 st som arbetade med att montera plan 2.

Tak

Vid montering av taket kunde vi ej urskilja vad som gjordes, eftersom sikten var skymd. Taket tog 13% av den totala monterings tiden. De var 2 st som arbetade med att montera taket.



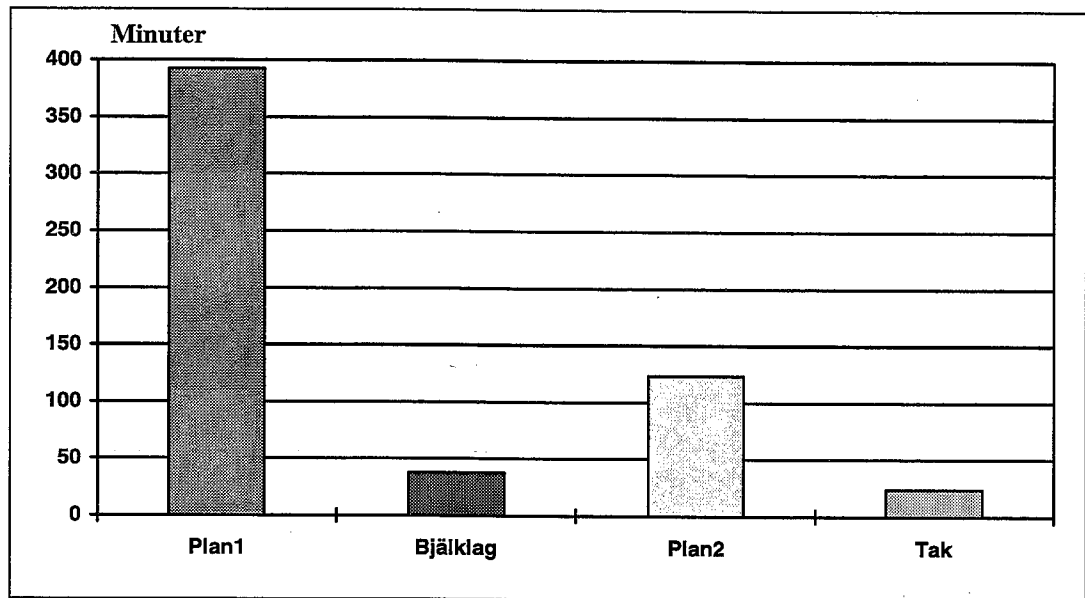
Figur 6.19 Fördelning av arbetstid mellan husdelar

Av ovanstående diagram framgår att nästan hälften av den totala monterings tiden läggs på att montera plan 1.

6.6.1 Iakttagna problem

Vi har kunnat iaktta några problem av olika karaktär:

Elrörens placering i ytterväggarna till plan 1 gör att monteringen av dessa ytterväggar blir tidskrävande. Inpassning och justering av elementen kräver tre man + kranförare och utgör en stor del av tiden "justera" i metodstudien. Dragningen av elrören är en dålig teknisk lösning tidsmässigt sett. Detta har man uppmärksammat på bygget och en annan konstruktionslösning har begärts. För att kunna jämföra monterings tiderna av tänkta ytterväggar utan elrör, med de befintliga väggarna med elrör, har vi i vår studie valt att jämföra "cykeltiderna" för montering av ytterväggarna på plan 1 och plan 2. Jämförelse mellan cykeltiderna på plan 1 och 2 visar att plan 1 tar i medeltid 34 minuter medan plan 2 tar 18 minuter. Detta borde bero på att elrören på plan 1 är svåra att få på plats. Vi jämförde alla olika byggnadsdelar och fann då att plan 1 tog längst tid medan taket var den minst tidskrävande, se figur 6.19.



Figur 6.20 Jämförelse mellan elementgruppernas justeringstider.

Förbättringar

De förbättringar vi kom fram till med denna PAVIC analys är:

- Elrörens placering kan kanske göras med en annan lösning, att exempelvis ansluta dessa via hammarbanden istället för syllen. Man kan även medföra att beroendet av elektrikers tillgänglighet minskar. Framför allt skulle en betydande tidsvinst göras, exakt hur stor denna blir är dock svår att förutsäga.
- För att minska justeringstiden har vi ett förslag att montera även gummilisterna i fältverkstaden, om så behövs vid dålig passning kan man täta med silicon eller liknande.

6.7 Diskussion husmontage

Vid PAVIC analys har vi funnit att det är svårt att finna momentens exakta start och stopptid. Dessutom varierar aktiviteternas karaktär, d v s. situationerna varierar tidvis kraftigt då monteringsförhållandena skiljer sig från element till element. (Läge i förhållande till kranen, inpassning mot redan monterade element, elementstorlek, etc.)

Vi anser att man kanske borde se monteringen av ett helt hus som en enda stor cykel där vissa större delar ingår (plan 1, bjälklag, plan 2, tak). Med detta synsätt kunde man sedan intressera sig för att jämföra hela monteringsförloppet mellan husen för att se vissa framsteg, nya lösningar, återkommande fel, etc.

Att posten **justera** är den största tidskrävande faktorn beror dels på att vi inkluderat även stagnation av elementet i denna post. Exakt vad som gjordes var svårt att se på grund av kameraplaceringen. Långa stunder kunde arbete ske bakom väggarna och i bästa fall kan man då urskilja en hjälm som skymtade fram då och då. Det idealiska hade förstås varit att filma rakt uppifrån!

7 Produktionshjälpmedel - Utvärdering

Maskiner och utrustning som använts i projektet Eklanda har getts en gemensam benämning: "produktionshjälpmedel". De produktionshjälpmedel som har använts är av såväl standard, modifierade samt specialtillverkade maskiner och utrustning för att tillgodose de krav och förväntningar som ställts i projektet.

7.1 Lyftbord.

För att tillverka väggelement har ett hydrauliskt lyftbord specialtillverkats för att tillgodose de tankegångar som har funnits om en rationell tillverkning med relativt enkla medel. Lyftbordet har försetts med hjul för att lätt kunna förflyttas. Detta lyftbord har under andra etappen i projektet förlängts för att klara c:a 9.0 meter långa väggelement. Produktionen har i första etappen gått till så att väggblocken har tillverkats halvfärdiga på lyftbordet för att därefter med lyfttelfer lyftas över till speciella väggställ (beskrives separat senare) där fönster monteras samt väggen färdigställs. I andra etappen har produktionen varit förändrad så tillvida att väggblocken har varit gipsade på båda sidor vilket inneburit att man har först gjort ena sidan färdig samt därefter vänt väggblocket med lyfttelferns hjälp och därefter färdigställt blockets andra sida på lyftbordet. Med denna metod har man också monterat fönster liggande på lyftbordet. Som skydd mot oavsiktlig avfyring med spikpistol har diskuterats en säkerhetsanordning för att eliminera den risk för skador som finns då två man arbetar på var sin sida om bordet. Denna detalj har tillverkats men har ännu ej hunnit bli utprovad i projektet.

Fördelar med lyftbord enligt ovanstående

- Med endast ett lyftbord uppnår man maximal produktionskapacitet på en liten yta genom att lyfta över väggblocken som halvfabrikat till väggställ för att där färdigställas. (Detta gäller dock endast etapp 1 i projektet).
- Kostnaden för lyftbord är mycket lägre än motsvarande alternativa lösningar, hänsyn är då inte tagen till totalekonomin för tillverkning. Lyftbordet är lätt flyttbart genom att det är hjulförsett, detta kan vara en fördel för att enkelt kunna ställa om till alternativ och eller förändrad produktion.

Nackdelar med lyftbord enligt ovan

- En begränsning i produktionskapaciteten vid tillverkning där väggblocken måste färdigställas helt på lyftbordet.
- Hantering av väggblocken efter färdigställande sker genom lyft med telfern. Detta kan innebära en säkerhetsrisk.
- All tillverkning sker horisontellt, med naturligtvis både fördelar och nackdelar.

Alternativa lösningar

- Hydrauliska vändbord, som användes parvis och där produktionen sker i två steg. Fördelen med detta bord är att man ej behöver lyfta väggblocken, nackdelen kan vara kostnaden som är väsentligt högre. En kostnadsjämförelse mellan ett hydrauliskt vändbord och det specialtillverkade lyftbordet typ "Eklanda" finns redovisad i kapitel 15.2.
- Helt fasta tillverkningsbord (gigg), detta är en enkel och billig lösning där man dock blir mycket begränsad i flexibilitet och möjligheter till ändrad produktion.

7.2 Väggeställ

Som komplement till ovanstående lyftbord har tillverkats 4 st väggeställ för att färdigställa och komplettera väggblocken efter förtillverkning på lyftbordet. Dessa väggeställ är hjulförsedda för att kunna flyttas lätt. Se figur 5.24. Konstruktionen har fungerat tillfredställande under första etappen, där dock vissa ändringar var önskvärda och borde utföras. Ett väggeställ har också modifierats men har ej utprovats ordentligt.

Det finns ytterligare synpunkter beträffande förbättring av säkerheten för dessa väggeställ som endast har hamnat på idéstadiet.

Ytterligare modifieringar har diskuterats. Ett exempel är att sammanbinda två väggeställ för att uppnå bättre stabilitet samt att komplettera med någon typ av fast ställning för att nå upp till överkant på väggblocken utan att använda fristående ställningar. Väggeställerna har ej använts i etapp två på grund av ändrade förutsättningar vid tillverkningen av väggblocken.

Fördelar med väggeställ

- Att kunna flytta undan väggblock från lyftbordet så att sluttillverkning kan ske vertikalt.
- En enkel och billig lösning som ger optimal tillverkningskapacitet på en liten yta.

Nackdelar med väggeställ

- Vissa problem med stabilitet för att erhålla en bra säkerhet.
- Har ej fungerat helt bra med montage av fönster vertikalt etc.
- Vid tillverkning av mycket långa väggblock är det troligen ett problem med stabilitet etc. (detta har dock ej provats).

Alternativa lösningar

Så vitt är känt, finns idag inga liknade väggeställ som användes vid tillverkning i fältverkstäder på byggarbetsplatser.

7.3 Lyftanordning

En elektrisk telfer med lyftkapacitet på 1000kg har använts på Eklandaprojektet. Telfern är upphängd i en åkvagn som löper i en telferbalk.

Fördelar med elektrisk telfer

- En enkel billig och beprövad lyftanordning.
- Relativt enkelt montage i olika typer av hallar.

Nackdelar med elektrisk telfer

- En begränsning i detta projekt har varit att telfern varit upphängd på ett sätt som gör att förflyttning endast kan ske i längsled (en dimension). Detta kan innebära problem vid vissa typer av lyft.
- Säkerheten vid lyft när man reser upp och vänder väggblocken kanske inte alltid är den bästa och säkraste metoden.

Alternativa lösningar

- En bättre men betydligt dyrare lösning är en telfer monterad i en traversbalk som går att förflytta i både längs och tvärlängd (två dimensioner). Denna lösning ställer dock betydligt större krav på den hall etc. som användes.
- En annan möjlig lösning kan vara pelarsvängkran. Det finns tyvärr vissa begränsningar i räckvidd med denna metod. En pelarsvängkran kan också vara monterad på en åkvagn där förflyttning i längsled kan ske, därmed ökas räckvidden.
- Vid användning av hydrauliska lyftbord elimineras lyftbehovet helt vid tillverkning av väggblocken som då rullas ut stående (lutade) på rullbanor efter färdigställande.

7.4 Spikmaskin

I projektet har använts tryckluftdrivna spikmaskiner levererade från Aspelin Stormbull. Maskiner av standardutförande har använts. Spikmaskinerna har upphängts i så kallade balansblock som utbalanserar vikten på maskinen, dessa balansblock har i sin tur löpt i "C-skenor" som monterats i taket på hallen. En modifiering beträffande upphängningen av spikmaskinen har utförts på arbetsplatsen och har fungerat väl. En bygelformad wire har monterats, som underlättar när man byter från vertikal till horisontell spikning.

Alternativa lösningar

Det finns en mängd olika fabrikat och typer av spikmaskiner med marginella skillnader, dessa har dock ej provats i projektet.

7.5 Kap/klyvsåg

I fältverkstaden har använts en kap/klyvsåg av fabrikat: "Ahlm-sågen". Denna sågutrustning består av en modifierad gjerdesåg (den vanligaste byggsågen) som är monterad i ett stativ och som gör sågen skjutbar i tvärsled. Sågutrustningen består dessutom av rull och justerbord som är avancerade och lämpade för fast uppställning vid serietillverkning etc.

Utanför hallen, i anslutning till byggsågen, har uppställts en skräpcontainer som placerats så att sågspill etc. kan slängas direkt i containern. Till sågen har också kopplats en spånsug för att ta hand om spån, sågdamm m m för att skapa en god arbetsmiljö.

Fördelar "Ahlm-såg"

- En stationär, avancerad såg anpassad för produktion med många justerings- och inställningsmöjligheter.
- Gjerdesågen ("grundmaskinen"), är en mycket vanlig och välkänd byggsåg i branschen.

Nackdelar "Ahlm-såg"

- Inga noterade nackdelar förutom att sågen är avsedd för fast uppställning, och därmed svårare att flytta vid alternativ produktion.

Alternativa lösningar

Det finns inte några alternativa lösningar som är acceptabla, varken praktiskt eller ekonomiskt.

7.6 Fönsterlift

Vid montage av fönster har använts en modifierad fönsterlift av Profilproduktors tillverkning. Montage av fönster (och dörrar) har skett med väggblocken stående i väggställen. Denna lift har fungerat för sitt ändamål, men behöver utvecklas vidare för att anses vara helt bra. Vad gäller montage av dörrar i väggblock är denna detalj ej löst på ett tillfredställande sätt med denna metod.

Fördelar med fönsterlift

- Fönster (och dörrar) monteras med väggblocken stående, detta anses vara förenat med vissa fördelar.
- Ett relativt billigt produktionshjälpmedel.

Nackdelar med fönsterlift

- Den typ av lift som har använts anses ej färdigutvecklad.
- Drevningen kan inte förmonteras.

Alternativa lösningar

- Det finns på marknaden flera alternativa typer av fönster/dörrliftar som dock ej har testats i detta projekt.
- Montage av fönster och dörrar kan ske med andra metoder som beskrives senare.

7.7 Isolersågning

Vid kapning/sågning av mineralullsisolering har i projektet testats att såga med befintlig byggsåg ("Ahlm-sågen"). Detta har fungerat tillfredställande förutom problem med att ta hand om isolerdamm/spill vid sågning som är ett stort miljöproblem. På prov har tillverkaren av sågen tagit fram prototyp på en annan typ av överskydd för att eliminera dessa problem, dock med ett resultat som ej är tillfredställande.

Fördelar med Ahlm-sågen

- Att använda samma byggsåg som för övrig produktion även till kapning av isolering.
- En billig lösning.

Nackdelar med Ahlm-sågen

- Ett svårt problem att lösa är omhändertagande av isolerdamm/spill.
- Denna typ av sågar är ej avsedda att såga isolering med.

Alternativa lösningar

- Det finns på marknaden olika typer av isolerskärbord där isoleringen skäres manuellt.
- Även elektriska sticksågar, så kallade "skumplastsågar" kan användas.
- Det har även studerats på plats en speciellt framtagen isolersåg som dock ej har använts och provats på arbetsplatsen.

7.8 Vakuumlyft

I andra etappen av projekt Eklanda har använts en vakuumlyft för att lyfta och montera gipsskivor vid tillverkning av väggblocken liggande på lyftbordet. Det har även monterats fönster med denna metod. Viss försiktighet får dock iakttas vid lyftning av fönster. Därvid kontrolleras fönsterglasets infästning. Detta gäller speciellt kittade glasrutor.

Rent tekniskt består denna lyft av en elektriskt driven vakuumpump kopplad till en i telfern upphängd "sugslang". Denna har i undre ändan sugklockor monterade vilka skapar lyftförmågan.

Denna metod har använts med mycket goda resultat och erfarenheter.

7.9 Handmaskiner (småmaskiner)

I projektet har dessutom använts elektriska småmaskiner av olika fabrikat och typer. Detta kommer ej att redovisas närmare med anledning av att skillnaderna mellan de fabrikat och typer som finns på marknaden anses mer vara fråga om personliga värderingar om vad som är bra eller dåligt och skulle vid en redovisning då bli mycket subjektiv. Som alternativ till elektriska småmaskiner kan tryckluftdrivna d:o användas. Dessa maskiner anses mycket driftsäkra och användes i stor utsträckning inom industrin. Dessa har dock ej testats i detta projekt.

7.10 Kompressor

En mindre transportabel elektrisk kompressor har använts för spikmaskiner etc. Denna kompressor har placerats i utrymmet "under golvet" för att minska ljudnivån i tillverkningshallen och därmed erhålla en bättre arbetsmiljö.

8 Fältfabrikens materialadministration

I detta kapitel beskrivs och kommenteras materialflödet till och från fältfabriken. Eftersom det råder många olika meningar om vad materialadministration egentligen omfattar, kan det vara lämpligt att ge en definition av begreppet.

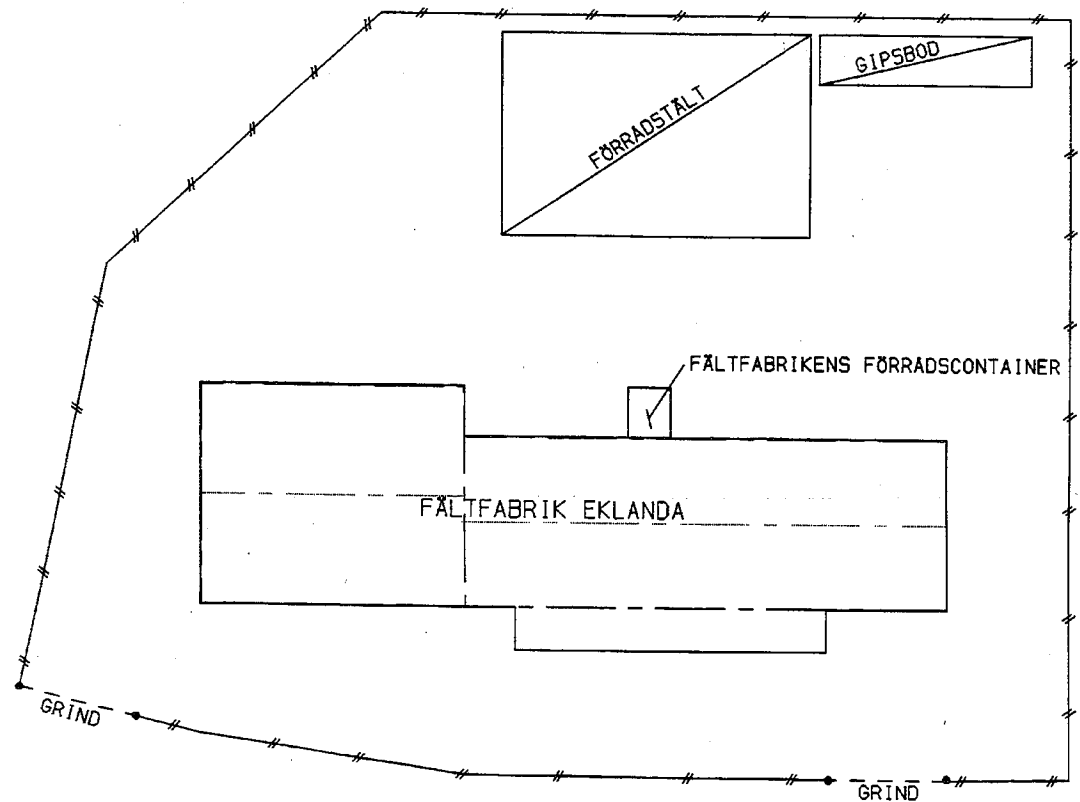
Materialadministration (MA) är "strategiska, taktiska och operativa aktiviteter i anslutning till materialflödet". (Person et al, 1991).

8.1 Avgränsningar för detta kapitel

I detta kapitel kommer inte administrationen inuti fältfabriken att behandlas. Vi kommer i detta kapitel ej heller att behandla Skanskas leverantörers MA. Det som kommenteras avgränsas därigenom till införskaffning och lagring av råvaror och inköpta förmontage från det att leverantören ej längre ansvarar för det och fram till fältfabriken, samt till aktiviteterna mellan väggelementets färdigställande och montering av huset.

Hanteringen av material inne i själva fältfabriken behandlas i kapitel 5 och 6 i denna rapport.

8.2 Materialflöde fram till fältfabriken



Figur 8.1 Situationsplan. Fältverkstad Eklanda

Material från leverantören lastas av med hjullastare vid framkomsten till Eklanda. Därefter finns det olika lagringsmöjligheter.

Monteringsmaterial (Skruv och spik etc.) lagras i större mängd till att börja med i Eklandas centrala förrådscontainer. Därefter transporteras det, oftast i något mindre mängder, till fältfabrikens förrådscontainer.

Virke lagras företrädesvis inne i fältfabriken. Virke till andra delar av bygget lagras utomhus under presenningar. Vid brist eller behov av ovanliga dimensioner, används sådant virke även i fältfabriken och transporteras då dit med hjullastare eller för hand.

Mineralull lagras i första hand i det förrådstält som är beläget intill fältfabriken. Därifrån transporteras det pallvis till fältfabriken med hjullastare.

Gips lagras under tak med öppna väggar intill förrådstältet. Därifrån körs det i satser om cirka 30 skivor in till fältfabriken.

Fönster lagras på pallar i förrådstältet. De körs sedan pallvis till fältfabriken. När Skanska beställer fönster från tillverkaren Myresjöfönster ställs krav på att de skall vara lastade på pallar lägenhetsvis. Varje pall skall märkas med lägenhetsnummer. Detta krav uppfyller Myresjöfönster endast delvis. Fönsterdörrar står nästan alltid tillsammans på en pall för sig och oftast ingår det en pall med fönster till flera olika lägenheter vid leveransen.

Övrigt material t ex plast, papp och drev lagras i tältförrådet såväl som inne i fältfabriken.

8.2.1 MA-Kostnader

Skillnaden i total kostnad på att köra en full, en halvfull eller en tom lastbil är egentligen inte så stor. Därför blir transportkostnaden per transporterad enhet mindre ju mer närmare lastbilens lastkapacitet man fyller. Eftersom leverantören är den som oftast står för transportererna ger de flesta leverantörer stora mängdrabatter, bl a i syfte att utnyttja lastfordonen maximalt. Sålunda blir det lönsamt att köpa stora mängder vid få tillfällen. Hela besparingen genom mängdrabatter kan dock inte ses som nettovinst eftersom inköpen medför lagringskostnader. Ibland kan det vara direkt olönsamt att utnyttja mängdrabatter.

Lagringskostnaderna består i huvudsak av:

- Kapitalkostnad
- Lagerutrymmeshyra
- Inkurans och svinn
- Administrationskostnader

8.2.1.1 Kapitalkostnad

Den tid som lider mellan det att varorna köps tills dess de används, orsakar de kapitalbindning. Råvaruförrådet genererar inga pengar, till skillnad från andra placeringsmöjligheter.

8.2.1.2 Lagerutrymmeshyra

Varorna upptar plats i lagringsutrymmen som måste hyras eller köpas. Denna kostnad kan bli stor, i synnerhet vid lagring av skrymmande varor. Vid lagerhållning av ett mycket stort antal produktvarianter kan det bli nödvändigt att ge varje variant utrymme i ett bestämt fack, för att inte oreda skall uppstå. Detta betyder att lagringskapaciteten måste motsvara maximal lagring, d v s ungefär dubbelt så stor som medelnivån på mängden varor som faktiskt förvaras där. Även om inte alltför stor mängd varianter lagras kan det vara lämpligt att förvara dem på bestämda platser, eftersom detta underlättar administrationen. Det blir då lätt att se om en vara håller på att ta slut.

8.2.1.3 Inkurans och svinn

Många varor tål inte hur lång lagring som helst. Virke kan slå sig och isolering kan bli fuktig. Andra orsaker till inkurans kan vara stöld, hanteringsskador och att varan blir omodern. I fråga om ett bygge kan det sistnämnda t ex röra sig om att man byter bygghet och inte längre behöver en viss produkt.

8.2.1.4 Administrationskostnader

Ju större lager desto mer arbete med att hålla reda på allt dess innehåll. Mycket stora lager förutsätter datorsystem för att det skall vara möjligt att hålla reda på när olika detaljer behöver beställas.

8.3 Analys av MA-kostnader

Det finns många olika sätt att räkna ut med vilken frekvens beställningar skall göras och med vilka kvantiteter. Ett av de enklaste och vanligaste är Wilsonformeln. Denna formel och en metod för att avgöra hur MA-ansträngningar bör fördelas, ABC-analys, presenteras här.

8.3.1 Wilsonformeln

Ofta är mängdrabatterna så stora i förhållande till lagringskostnaden att det intuitivt går att se att det lönar sig att köpa större mängder. Dessutom innebär många inköp av mindre kvantiteter ökade kostnader inom andra områden: transportkostnader, administration av beställningar, faktureringskostnader. Dessa kostnader brukar sammanfattas under begreppet ordersärkostnad eller påfyllningskostnad.

Lagerhållningskostnaden brukar anges som produktens pris per enhet multiplicerad med en uppskattad lagerränta. Lagerräntan kan uppgå till 30-50% och innehåller såväl kapitalkostnad som lagerhyra, svinn och inkurans. För att få fram den årliga lagerhållningskostnaden för hela lagret, måste lagerhållningskostnaden multipliceras med den genomsnittliga lagernivån. För enkelhets skull brukar den anges till halva beställningskvantiteten.

Matematiskt uttryckt blir lagerhållningskostnaden per år:

$$\text{Lagerhållningskostnad/år} = \frac{h \times q}{2}$$

h = Lagerkostnad per enhet och år
q = Beställningsmängd

Genom att multiplicera antalet påfyllningar med påfyllningskostnaden per gång, kan den årliga påfyllningskostnaden beräknas. Antalet påfyllningar per år fås fram genom att dividera årsbehovet med beställningskvantiteten. Matematiskt får vi:

$$\text{Beställningskostnad/år} = \frac{s \times r}{q}$$

r = årsbehov i antal enheter
s = påfyllningskostnad per gång (kallas även ordersärkostnad)

Den totala årliga kostnaden för materialadministrationen blir

$$\text{MA-kostnad} = \frac{h \times q}{2} + \frac{s \times r}{q}$$

Grafiskt kan denna kostnadsfunktion framställas som i figur 8.2.

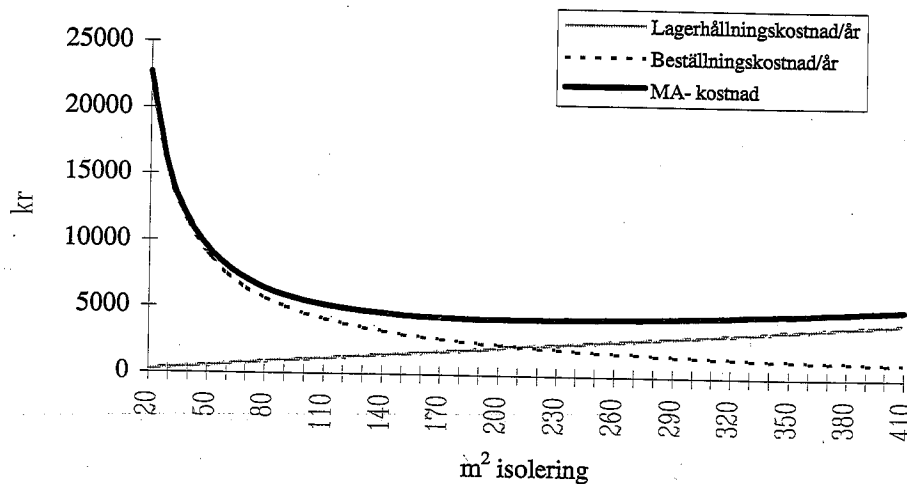


Fig. 8.2. Den årliga totala MA-kostnaden för isolering.

Den ekonomiskt optimala beställningsmängden fås då beställningskostnaden och lagerhållningskostnaden sammanfaller. Ur detta villkor kan den så kallade Wilsonformeln härledas¹.

$$\text{EOQ} = \sqrt{2 \times r \times s / h}$$

EOQ = Ekonomiskt optimal beställningskvantitet

¹ Wilsonformeln kan även härledas med hjälp av derivering.

Användning av Wilsonformeln förutsätter att framtida behov är kända. Kvaliteten på prognoserna är avgörande för möjligheten att erhålla den riktiga beställningsmängden (Person et al, 1991). Det är sällan möjligt att beställa exakt den ekonomiskt optimala beställningskvantiteten. Det är då bättre att överskrida EOQ än att underskrida den, vilket är lätt att se i figur 8.2.

Som tidigare nämnts, ges ofta mängdrabatter. Detta innebär att man inte kan använda Wilsonformeln endast, utan att jämföra med vad som händer om det går att få rabatt. Vi använder isoleringen som exempel.

Exempel

En viss typ av isolering kostar 50 kr/m². Vid köp för minst 20.000 kr ger tillverkaren en rabatt på 20 %. För 20.000 kr kan Skanska köpa 400 kvadratmeter av den givna isoleringen. Fältfabriken tillverkar väggar till 30 hus/år och varje hus innehåller i snitt 150 m² isolering. Varje beställning kostar 100 kr i administration och lagerräntan uppskattas till 40%. Vid en jämförelse fås nedanstående resultat:

$$EOQ = 212 \text{ m}^2$$

Minimal mängd för att få rabatt: 400 m²

| | | |
|---------------------|--------------------|--------------------|
| Beställningsmängd | 212 m ² | 400 m ² |
| Årlig MA-kostnad | 4 243 kr | 4 325 kr |
| Årlig inköpskostnad | 225 000 kr | 180 000 kr |
| Summa: | 229 243 kr | 184 325 kr |

I detta exempel är det alltså mycket tydligt att det lönar sig att köpa material med rabatt, trots att MA-kostnaderna är högre. Faktum är att även en rabatt på under 1% vid denna låga brytpunkt, lönar sig att utnyttja. För att uppnå lägsta möjliga MA-kostnad är det dock viktigt att köpa en så liten mängd material som möjligt utan att underskrida gränsen för att få rabatt. För mängder över 400 m² blir MA-kostnaden högre ju mer man beställer, förutsatt att inte leverantören ger ytterligare rabatter vid ännu större inköpsmängder. Nästan alla fältfabrikens leverantörer ger mängdrabatter i nivå med dem som ges för isolering. Därigenom sätts Wilsonformeln ur spel. Det är dock viktigt att tänka på att kostnaderna bara ökar ju mer en beställning överskrider gränsen för att få rabatt.

8.3.2 ABC-analyser

Olika typer av material har olika höga MA-kostnader. Stora MA-kostnader har varor med högt värde, varor som är svårlagrade (stöldbegärliga, ömtåliga etc.) och varor som är skrymmande eller tunga. För att få ner de totala MA-kostnaderna med minsta möjliga resursinsats, är det lämpligt att koncentrera uppmärksamheten på de varor som har högst MA-kostnad. Ett vanligt sätt att dela in varor för att ta reda på var koncentrationen skall ske, är att göra en ABC-analys. De dyraste varorna får ingå i A-kategorin medan de billigare utgör B och C-kategorierna.

Styrningsansträngningarna inriktas på A-produkterna och i viss mån på B-produkterna, medan C-produkternas styrning blir enklaste möjliga. Ett typiskt förhållande mellan A-produkterna och de övriga, är att de utgör 20% av antalet inköpta varor men hela 80% av deras värde.

I fallet fältfabriken utgör fönstren ensamt ca 65 % av materialkostnaden för en husvägg. Fönster är uppenbarligen den av beställningsvarorna som kräver mest uppmärksamhet om man ser till kapitalkostnaden. De hanteringsproblem som är förknippade med fönstren (tung, ömtåliga) gör dem även ur lagringssynpunkt viktiga att koncentrera sig på.

Skanska Eklanda har försökt att få Myresjöfönster att anpassa sina leveranser efter fältfabrikens speciella behov. Satsning lägenhetsvis är det viktigaste exemplet på hur man vill skapa ett smidigare materialflöde in i fabriken samt minska platsbehovet för lagring på fabriksgolvet. Beträffande beställningskvantiteterna, ger Myresjöfönster så stora rabatter på större fönsterbeställningar, att det inte är ekonomiskt försvarbart att minska beställningskvantiteterna och därmed förrådsstorleken.

8.4 Materialflöde från fabriken

När väggen är klar inne i fabriken lyfts den ut på ett lastbilsflak i fältverkstadens utlastningsdel. Se figur 5.22. När alla väggar är klara, dras släpet med hjullastare till byggplatsen och huset monteras.

8.5 Utveckling av materialflödet

Idag köps i huvudsak allt virke in exaktakat. Till syll, hammarband och kortlingar används fallande längder. Isoleringen kommer kapad i rätt längd men måste ofta justeras ytterligare för att passa i väggen. För att få ihop fönster till en vägg krävs det att tre pallar med fönster står inne i fabriken. En lägenhetspall, en pall med fönsterdörrar och en samlastad pall med udda fönster till olika lägenheter. Många enklare sorteringsåtgärder skulle kunna lösas redan före leverans och då av leverantören:

- Satsning av fönster där en pall skulle motsvara hela behovet till ett begränsat antal väggar. På denna pall skulle då samtliga fönster till en lägenhet stå, men inte fler.
- En förenkling vore det om virket kunde satsas på ett sådant sätt, att allt virke som behövs till en vägg låg tillsammans.

Båda dessa åtgärder medför att behovet av lagringsutrymme minskas avsevärt. En annan aspekt är att tillverkningen i fältfabriken går snabbare från materialleverans till leverans av färdig vägg. Spillet blir mindre om virket är exaktakat.

Eftersom en del av det arbete som annars utförs av fältfabrikens personal förs över på leverantören, kommer priset att stiga på materialet. Denna kostnadsstegring skall vägas mot de vinster som fältfabriken gör på förändringarna.

Leverantören av byggmaterial behöver inte ta ut något extra för att sortera virket lägenhetsvis, förutsatt att kvantiteterna är tillräckligt stora. Att lägga sorteringen i händerna på leverantörerna medför dock risker. Om något saknas blir konsekvenserna mycket svårare än om man kapar virket själv eller lagrar fönster i en sort per pall. Risken finns att den saknade artikeln i en sats hämtas ur en annan sats och att man därigenom skjuter problemet framför sig och skapar oordning. Alternativet är att stoppa produktionen. Konsekvenserna av detta kan bli mycket kostsamma.

9 Inköp, leveranser och kvalitetskontroller

Detta kapitel behandlar leverantörsberoende frågor. Beroende på hur och varifrån material till fältfabriken köps in, påverkas slutproduktens kvalitet och kostnad.

9.1 Inköp

Slutproduktens kostnad beror i stor utsträckning på varifrån materialet köps in. Den tydligaste möjligheten att påverka råvarukostnaden är att försöka sänka inköpspriset, men det finns även andra kostnader som påverkas av hur inköpen görs. Dessa kostnader avgörs av hur leveranserna sker och av kvaliteten på det levererade godset.

9.2 Leveranser

Olika leverantörer satsar olika mycket på kundservice. En del vinnlägger sig om att kunna leverera på mycket kort varsel och tvingas därigenom att ha stora lager. Andra fokuserar på sin egen kapitalbindning och skapar kundorderstyrda produktionssystem utan färdigvarulager. Centralt för en kund är dock inte bara leveranstiden utan också leveranspålitligheten respektive leveranssäkerheten.

Leveranspålitlighet avser leveranstidens tillförlitlighet. Det brukar finnas ett samband mellan leveranstid och leveranspålitlighet - ju längre leveranstid, desto större risk för förseningar och desto längre förseningar.

Hög leveranssäkerhet innebär att leveranserna innehåller rätt varor i rätt mängd och utan skador. Leveranssäkerhet är ett begrepp som är nära knutet till kvalitet.

Leveranspålitlighet och leveranssäkerhet är begrepp som inte är direkt tillämpbara på förhållandet mellan fältfabriken och dess kund, d v s monteringen. Däremot har de betydelse för relationen med leverantörerna. Det kan tyckas självklart att leveranssäkerheten alltid skall vara 100%, men delar av fältfabrikens förrådsbehov orsakas av att man inte kan lita på att leverantören verkligen levererar korrekt. Även leveranspålitligheten påverkar förrådsbehovet, eftersom dålig leveranspålitlighet innebär att fältfabriken måste gardera sig mot förseningar.

Om kunden kan identifiera behov långt i förväg och har god kontroll på förrådets innehåll, spelar leveranstidernas längd egentligen ingen roll. Leveranstidens betydelse ökar dock i takt med att man avstår från att planera sin produktion och administrera sina förråd. Kostnaden för ökad planering och förrådsadministration skall vägas mot kostnaden för expressbeställningar samt de rabatter som går förlorade om man inte beställer i god tid.

9.3 Kvalitet

Brist på kvalitet orsakar kostnader. Om fältfabriken får en leverans av felaktiga varor har Skanska rätt att skicka tillbaka den. Trots detta orsakar kvalitetsbristen stora kostnader.

Exempel

Virke kommer ibland i vridet tillstånd från leverantören. Detta virke sorteras ut och returneras. Alternativet till att skicka tillbaks virket, är att vrida det rätt vid monteringen av väggen och med hjälp av fästelement få det att stanna kvar i rätt tillstånd. (Detta gäller vid små vriddeformationer). Om virket skickas tillbaks till leverantören, uppstår i huvudsak tre kostnader.

- 1 Arbetstid för utsortering och emballering.
- 2 Kostnaden för det lager som fältfabriken måste hålla sig med för att undvika brist då delar av leveranserna måste skickas tillbaks.
- 3 Administrationskostnad för att bevaka att Skanska krediteras för det returnerade virket.

Om virket behålls orsakas också kostnader.

- 1 Mer komplicerad tillverkning.
- 2 Risk för att slutprodukten inte håller tillräcklig kvalitet och därigenom får ett lägre värde. Kostnader kan orsakas genom att väggelementet måste justeras i efterhand eller t o m kasseras.
- 3 Om delar av virket är så vridet att det inte kan användas överhuvudtaget, men ändå behålls, uppstår kostnader för kassation.

Som nämndes i kapitlet om leveranser, orsakar kvalitetsbristerna förrådsbehov eftersom fältfabriken måste ha en buffert för att förhindra produktionsstopp om en leverans måste returneras.

9.4 Inköpens påverkan på de totala kostnaderna

Detta kapitel har beskrivit på vilket sätt inköpen påverkar produktionen och vilka kostnader som påverkas av hur och varifrån inköpen görs. Priset bör inte vara det enda som får styra valet av leverantör. Kostnaderna för felaktiga leveranser kan nämligen vida överstiga prisskillnaderna mellan olika leverantörer.

9.5 Inköp i framtiden

Informationsteknikens utveckling har påverkat företagens arbetssätt under 80- och 90-talen. Även sättet att göra inköp på har förändrats. Efterhand som företag inom olika branscher har insett hur stora kostnader som är förknippade med inköp, har viljan att förenkla rutinerna stigit. Genom att låta en storkund kunna göra beställningar via dator och telenät istället för via brev eller telefon har man kunnat reducera kostnaderna drastiskt i alla led av beställningsprocessen. Systemen går ut på att kunden kopplar in sig på leverantörens lagerdator och lägger beställningar direkt utan att diskutera med någon försäljare. Ofta får kunden tillgång till information om lagernivåer, både vid beställningstillfället och framåt i tiden.

Nackdelen med att knyta upp sig med leverantören kan vara att beroendet ökar. Det måste därför gå att lita på att kunden respektive leverantören inte utnyttjar sin position eller den information som samarbetet genererar.

En annan trend inom industrin är decentraliseringen av ansvar för administration. Inom exempelvis många av ABB:s företag har man infört målstyrda grupper som i många avseenden klarar sig själva. De har exempelvis själva ansvaret för att beställa material till de produkter som de producerar. Inom ramen för 3T-projektet som drivs inom Skanska ligger även en strävan efter att införa målstyrda grupper. Detta kommer med all säkerhet att påverka även inköpsbeteendet inom Skanska.

10 Projektering

10.1 Samverkan Arkitekt-Konstruktion-Produktion

På Eklanda tillämpas totalentreprenad och det är samverkan mellan arkitekter, konstruktörer och arbetsledare vid denna entreprenadform som kommer att beskrivas i det här kapitlet. Därvid behandlas i första hand de speciella förutsättningar som gäller vid byggnation med prefabricerade träelement.

I ett så tidigt skede som möjligt, d v s under arkitektens arbete med förslagshandlingar, informerar projektingenjören om den produktionsmetod som man tänker använda för de aktuella hustyperna. Efter det att arkitektens 100-delsritningar fastlagts och godkänts, anges huvudprinciperna för träelementens utformning och uppdelning i väggelement, bjälklagselement samt takelement (volymselement). Väggarnas uppdelning i element, d v s var skarvarna skall placeras, diskuteras med arkitekt, konstruktör, vvs- och elprojektören. Maximal längd på väggelementen ur hanteringssynpunkt är ca 10 m. Skarven mellan ytterväggsselementens över- och undervåning väljs om möjligt så, att den stående panelen i de båda våningarna får samma längd. Detaljlösningar på skarvarna mellan elementen utformas. Fönsters placering i väggen (i förhållande till väggliv) samt takfotens utformning är detaljer där utformningar är beroende av den aktuella produktionsmetoden, d v s vid tillverkning av träelement i fältfabrik.

De elementritningar som använts vid tillverkningen i fältfabriken upprättas av den arbetsledare som ansvarar för produktionen i fältfabriken. Som underlag finns i detta skede ritningar från arkitekt, konstruktör, vvs- samt elprojektör. Samtidigt utgör väggelementritningarna underlag för beställning av virke, isolering, gips m m. Arbetet med elementritningarna tar ca 40-80 timmar per hustyp.

10.2 Jämförelse med generalentreprenad

Vid en generalentreprenad kopplas producenten in först då både A- och K-ritningarna är klara. Med denna entreprenadform är det normalt svårare att få produktionsförenklande konstruktionsförändringar till stånd än vid en totalentreprenad.

10.3 Betydelsen av produktionsvänliga konstruktioner

Den största delen av produktionskostnaden fastläggs redan i konstruktionsfasen. Då fastställs vilka material som skall användas och i stor utsträckning vilka metoder som måste användas vid produktionen. Att låta representanter för produktionen vara med i tidiga skeden av konstruktionsprocessen och genast bygga in för produktionen nödvändiga egenskaper hos produkten ger flera fördelar:

- Ledtiden från idéstadium till färdig produkt minskar.
- Risken för att konstruktören ritar detaljer som sedan inte kan tillverkas rationellt minskar.

I en del japanska företag, främst inom bilindustrin, måste konstruktörerna tillbringa en viss tid per år i produktionen. Detta görs för att de skall inse betydelsen av att konstruera produktionsvänligt.

11 Ekonomisk utvärdering av fältfabriken i Eklanda

I detta kapitel jämförs kostnaderna för att tillverka väggar i fältfabrik med att tillverka dem traditionellt, dvs på platsen.

Material utgör den största kostnaden i ett väggelement. Materialkostnaden är oberoende av om väggen tillverkas i fältfabrik eller på platsen. Intressant att notera är att kostnaden för fönstren utgör hela 65% av den totala materialkostnaden, se figur 11.1.

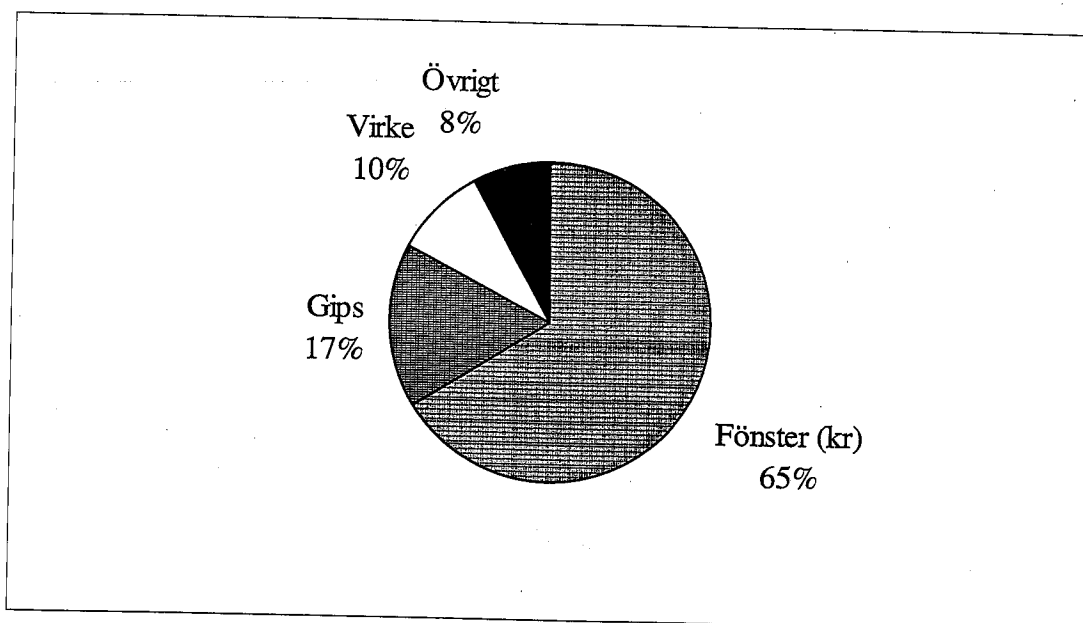


Fig. 11.1. Olika materials kostnadsandel av den totala materialkostnaden för ett genomsnittligt väggelement.

För att upprätta en fältfabrik krävs en del utrustning. Denna utrustning kan dels hyras, dels köpas. Köpt utrustning kostar pengar vare sig den används eller ej och kostnaderna i form av kapitalkostnad och värdeminskning. Den hyrda utrustningen kan lämnas tillbaka till uthyraren om längre produktionsuppehåll görs. Vid kortare uppehåll är detta knappast möjligt varför kostnaderna för hyrd utrustning här betraktas som halvfasta. Arbetstiden och materialkostnaderna är direkt kopplade till hur mycket som produceras och därmed helt rörliga. I figur 11.2 framgår fördelningen av de olika kostnaderna vid platsbygge respektive elementbygge i fältfabrik.

Vid produktion i fältfabriken ökar de fasta och halvfasta kostnaderna men i gengäld sjunker arbetstiden per producerad väggyta. Fasta kostnader för fältfabriken utgörs av etableringskostnader, hårdgöring av mark för transportvägar, golv i väggelementhallen, telfer, lyftok, skenor i tak, presenningar m m.

Halvfasta kostnader är bland annat hyra av Hakiställning, container, byggsåg, rullbord, stoftavskiljare, lastflak, skräpcontainer, suglift m m

Den intressanta frågan blir då om arbetskostnaden blir så mycket mindre i fältfabriken att det motiverar de investeringar som krävs. Som figur 11.2 illustrerar blir det 22% billigare att tillverka väggen i fabrik, trots ökningen av de fasta och

halvfasta kostnaderna. I jämförelsen bortses från alla de kostnader som alltid är förknippade med byggen och som drabbar båda byggmetoderna lika.

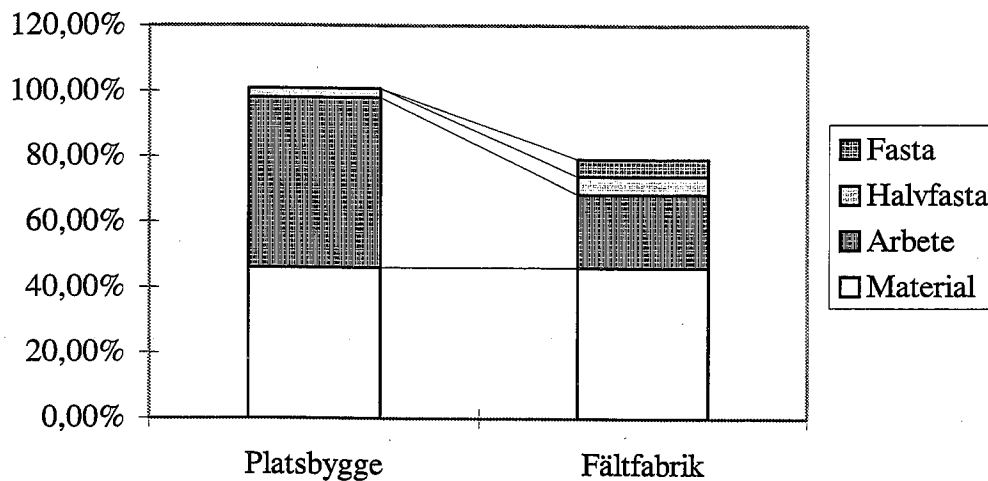


Fig. 11.2. Jämförelse mellan kostnaderna för att producera en vägg på platsen och att tillverka den i fälthabrik.

En vinst som fälthabriken ger, men som sällan kommer med i en ekonomisk beräkning är arbetsmiljöförbättringarna och minskningarna av arbetsskador. Dessa aspekter på fälthabriken diskuteras i kapitel 12, 13 och 14 i denna rapport men borde även tas upp i en diskussion om ekonomi och lönsamhet. Arbetsskador kostar pengar för företaget eftersom de orsakar sjukskrivningar och nedsatt arbetskapacitet.

12 Arbetsskador - Rehabilitering

12.1 Arbetsskador i byggbranschen

Arbetsskador uppdelas i tre olika kategorier, nämligen arbetsolyckor, arbetssjukdomar samt färdolyckor, dvs skador som uppkommer vid resa till och från arbetet.

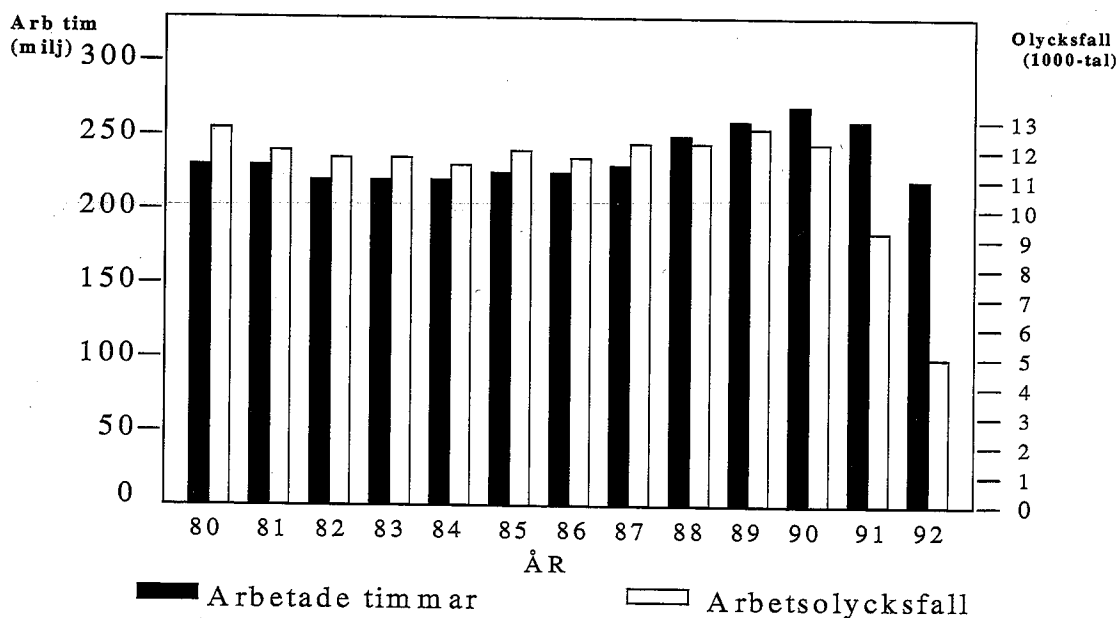
Skillnaden mellan arbetsolycka och arbetssjukdom är att vid en olycka kan man ange exakt tidpunkt då skadan inträffade medan man vid sjukdom har svårt att precisera skadetillfället. Exempelvis klassificeras en överbelastningsskada som olycka om man t ex vid ett lyft råkar ut för ett ryggskott, och som sjukdom om värken "kommer smygande" och man inte kan ange något exakt skadetillfälle.

Antalet anmälda arbetsolyckor i byggbranschen, liksom i övriga näringslivet, har mellan 1989 till 1992 mer än halverats. Orsakerna till detta är flera, varav förbättrad arbetsmiljö är en. Redan under slutet av högkonjunkturen märktes en nedgång i olycksfallsfrekvensen. Denna har förstärkts av konjunkturedgången. Antalet anmälningar av olyckor vilka medfört kortare sjukskrivningar har minskat kraftigt. En orsak till detta är förmodligen sjuklöneperioden som infördes 1992.

Det är dock fortfarande så att alla arbetsskador ska anmälas. Den anställde är skyldig att meddela eventuell arbetsskada till sin arbetsgivare. Arbetsgivaren är i sin tur skyldig att göra anmälan till Försäkringskassan.

12.1.1 Byggbranschens arbetsolyckor

Från att under hela 1980-talet ha inkommit runt 12 000 olycksfallsanmälningar årligen har antalet sjunkit till 5 000 under 1992 (ISA. Arbetarskyddsstyrelsen). Den arbetade tiden (Byggbranschens semesterkassor) har under motsvarande tid sjunkit från 230 (år 1980) till 219 (år 1992) miljoner arbetade timmar. Se figur 12.1.



Figur.12.1 Arbetsolycksfall och arbetad tid i byggbranschen 1980 - 1992.

Drygt en fjärdedel av de anmälda olycksfallen 1992 var fallolyckor. Detta år anmäldes drygt 900 st överbelastningsolyckor, se figur 12.2.

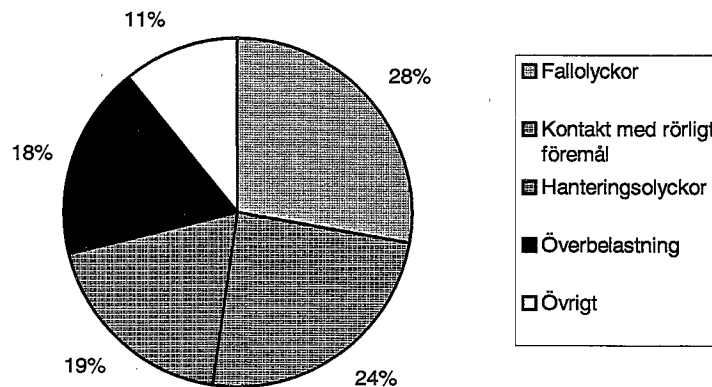


Fig 12.2 Anmälda arbetsolyckor i byggbranschen 1992, 5027 st.

Olycksfallen drabbar ofta händer och fingrar. 1991 gällde 30% av anmälningarna hand- och fingerskador. Ryggen var också utsatt (ung 15%). Fötterna skadades i 13% av olyckorna.

12.1.2 Byggbranschens arbetssjukdomar

Antalet anmälda arbetssjukdomar har inte minskat på samma sätt som olyckorna. Nivån har under senare hälften av 1980-talet och början på 90-talet legat på mellan 4-5 000 anmälningar per år. Detta med undantag av 1988 då man sänkte gränsen för att en hörselnedsättning ska klassas som arbetsskada. Detta medförde en ökning av anmälningarna detta år, se figur 12.3.

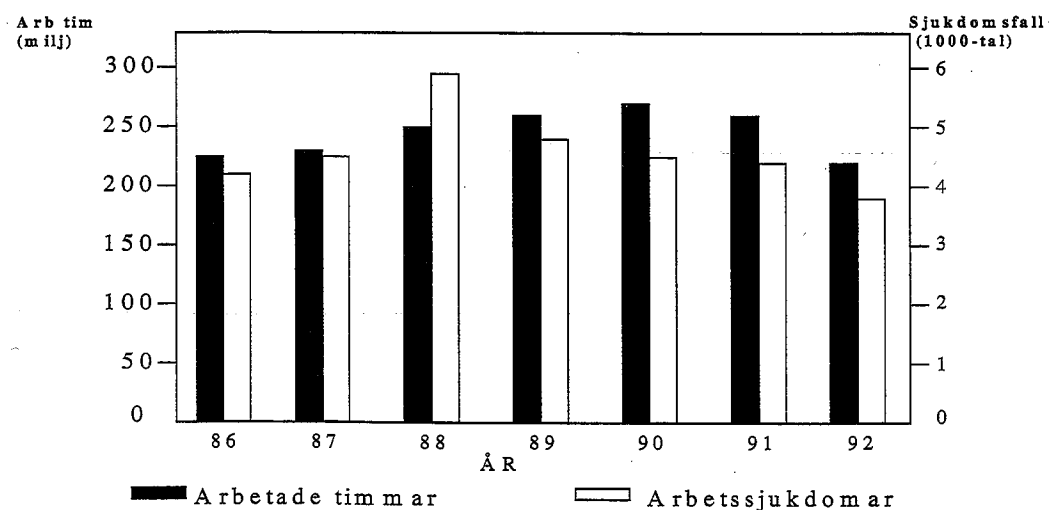


Fig 12.3 Arbetssjukdomar och arbetad tid i byggbranschen 1986 - 1992.

1992 anmäldes nästan 3 800 st arbetssjukdomar. Tre fjärdedelar av dessa berodde på överbelastning. Nacke och skuldra var mest drabbat, knappt 900 st, följt av ryggen, drygt 600 st och armarna, 500 st.

Bullerskadornas andel var ungefär en tiondel, liksom de sjukdomar som orsakats av kemiska ämnen, se figur 12.4.

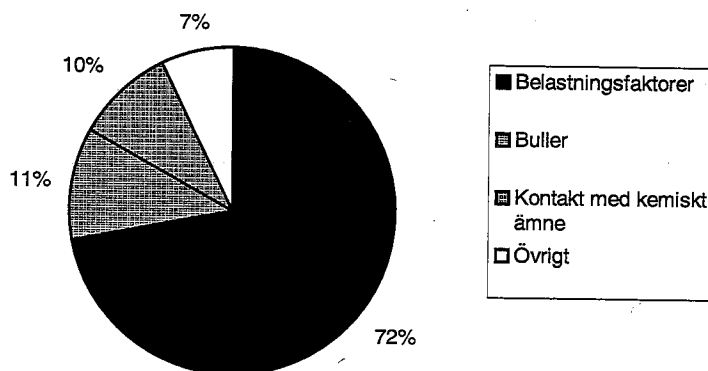


Fig 12.4 Anmälda arbetssjukdomar i byggbranschen 1992, 3 786 st.

12.1.3 Träarbetarnas arbetsskador

1992 anmälde träarbetarna 1 502 olyckor. 448 st skadades av föremål i rörelse, 388 st var fallolyckor, 282 st hanteringsolyckor och 258 st berodde på överbelastning, se figur 12.5.

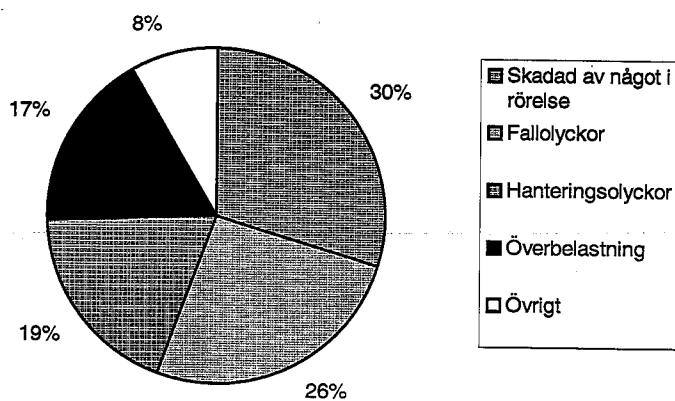


Fig 12.5 Träarbetare. Anmälda arbetsolyckor 1992, 1 502 st.

I 621 av 792 st arbetsskadeanmälningar gällande sjukdomar angavs belastningsfaktorer som misstänkt orsak, se figur 12.6.

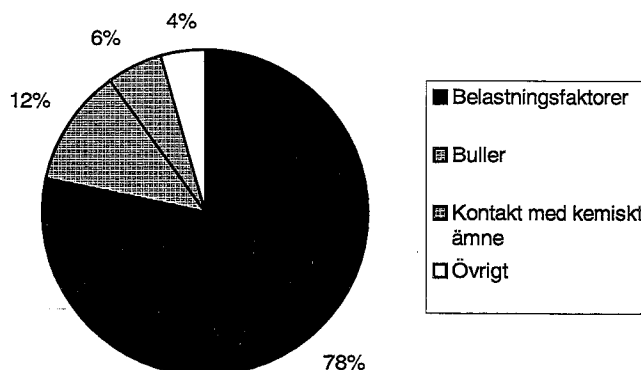


Fig 12.6 Träarbetare. Anmälda arbetssjukdomar 1992, 792 st.

Sammanfattningsvis kan man konstatera att belastningsskadorna står för en betydande andel av de anmälda arbetsskadorna. Orsakerna är oftast olämpliga, ensidiga arbetsställningar och/eller tunga, otypliga lyft. Av totalt 8 800 anmälningar i byggbranschen 1992 angavs överbelastning som orsak till skadan i drygt 3 600 st. Förutom de personliga konsekvenserna för de skadade drabbas naturligtvis både företag och samhälle av stora kostnader.

12.2 Speciellt belastande moment i byggnadsarbete

Byggnadsarbete innehåller en rad olika arbetsuppgifter och rörelser. Arbetsställningarna blir ofta mycket belastande, t ex armarbete uppåt, knästående arbete och att lyfta och bära.

12.2.1 Armarbete uppåt

Arbete med armarna ovan axelhöjd innebär också att nacken böjs bakåt. Skulder- och nackmuskulaturen får då arbeta statiskt. Dessutom minskar utrymmet mellan kotorna i nacken. Detta gör att olika strukturer i nacken kan irriteras och kanske också komma i kläm.

12.2.2 Böjda och vridna arbetsställningar

Kraftigt vridna och/eller kraftigt böjda kroppsställningar innebär onormal belastning på kroppen. Även måttliga vridningar och böjningar som varar under lång tid innebär en onormal belastning. Detta berör både nacke och rygg. Lederna belastas då i ytterlägen. Där tål vi belastningar sämre än i medellägen. Diskarna trycks ihop vilket ökar risken för att de skadas. Även diskarna mår bäst vid belastningar i medelläget. Kompressionsbelastningen på diskarna i ländryggen motsvarar i upprättstående ställning ungefär kroppstyngden.

Vid maximal framåtböjning har bälens tyngdpunkt förskjutits i förhållande till ländryggen så att ländryggsbelastningen är mellan två och tre ggr kroppstyngden.

Vid statiskt muskelarbete sker ingen rörelse och musklerna hålls oavbrutet spända. Blodkärlen kläms ihop och det blir omöjligt att öka blodtillförseln. Det blir obalans. Kroppens reservaggregat - förbränning utan syre - kopplas in. Slaggprodukterna som bildas stannar kvar i muskeln, funktionerna hämmas, muskeln blir trött och börjar så småningom göra ont. Vid bl a långvariga, ensidiga, böjda, vridna eller sträckta arbetsställningar förekommer statisk belastning. Byggnadsarbetare är mycket ofta utsatta för sådana ogynnsamma arbetsställningar.

12.2.3 Knästående arbete

Byggnadsarbete innehåller också mycket knästående arbete, vilket förutom att det påverkar knäna, också belastar ländryggen. Det visade sig att byggnadsarbetare oftare har besvär från nedre ryggen och knäna, än enbart besvär från ryggen. (Holmström et al, 1991). Detta innebär problem, både ergonomiskt och arbetstekniskt, eftersom många av detta skäl har svårigheter att utnyttja knäböjningar och knästående för att skona ryggen.

12.2.4 Att bära och lyfta

Materialhantering innebär ofta att lyfta och bära manuellt. Utformning av material och förpackningar, med hänsyn till greppbarhet, är av stor betydelse. Bördans vikt och form, liksom på vilket sätt den förflyttas kan vara avgörande för om besvär uppstår. En ökad förekomst av ländryggsbesvär kan påvisas vid hantering av ställningsmaterial, virke, skivor, inredning och isoleringsmaterial. Hantering av maskiner visar tydliga samband med ländryggsbesvär. Man kan förmoda att handhållna maskiner har störst påverkan p g a att det yttre vridmomentet blir större.

12.2.5 Vibrationer

Människan utsätts för stötar och vibrationer som ur biologisk synpunkt inte är naturliga. Rörelseapparaten är dock uppbyggd så att den, i viss utsträckning, med sin elasticitet ska kunna dämpa och absorbera den mekaniska energin från vibrationer, utan att ta skada. Muskuloskeletal, cirkulatoriska och neurologiska symptom på vibrationskador utvecklas troligen oberoende av varandra, i olika grad och först efter lång tids exponering. Vibrationer ger också upphov till övergående ökad uttröttbarhet i muskulaturen, som i sin tur kan göra att man direkt efter t ex arbete med vibrerande verktyg är mera mottaglig för överbelastningsskador. (Hammar skjöld, 1992).

Sammanfattningsvis är det känt att långvarigt arbete med armarna ovan axelhöjd och upprepade armrörelser kan ge arbetshindrande besvär. Detta gäller också om man är utsatt för tunga eller häftiga lyft, samt ensidiga, vridna eller böjda arbetsställningar och mycket knästående eller huksittande arbete. Studier visar att även psykosociala faktorer, särskilt sådana som är relaterade till arbetets organisation och till arbetstillfredsställelsen, är av betydelse för uppkomst och vidmakthållande av besvär. Till detta skall läggas graden av specialisering, byggtiden samt lönesystemets påverkan.

12.3 Vanliga besvär från rörelseapparaten vid belastningsskador

Nacke

- Värk
- Stelhet
- Smärtutstrålning

Axlar

- Värk
- Stelhet
- Smärta vid rörelse och ansträngning

Armar

- Smärta över armbågen, svårigheter att greppa och lyfta
- Värk, utstrålade smärtor samt domningar i fingrarna
- Köldkänsla i fingrarna

Rygg

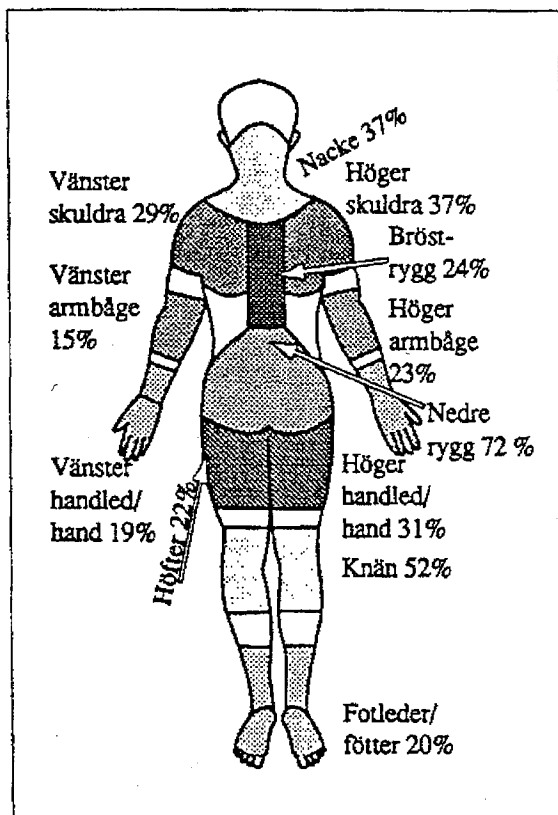
- Värk
- Stelhet
- Utstrålade smärta i ett eller båda benen
- Känslnedsättning och / eller kraftnedsättning i ett eller båda benen

Ben

- Smärta i lederna
- Stelhet i lederna

I en grupp på 1773 byggnadsarbetare undersökta i Malmö 1991 (Holmström et al, 1991) uppgav 92 % rygg - eller ledbesvär de senaste 12 månaderna. Vanligast var besvär från nedre delen av ryggen : 72 %, därefter besvär från knäna : 52 %, följt av besvär från nacken, och från höger skuldra, båda 37 %. De flesta hade besvär från flera kroppsregioner.

Se figur 12.4.



Figur 12.4 Frekvens rygg- och ledbesvär hos undersökta byggnadsarbetare.

12.4 Kostnader för samhälle och företag

Kostnader för sjukdom kan indelas i direkta och indirekta. Av samhällskostnaderna är 30 % sjukvårdskostnader (direkta) och 70 % kostnader orsakade av minskad produktion (indirekta).

När det gäller ryggont (här hals - och ländrygg samt axel -skulderparti) uppkommer ca 95 % av de totala samhällsekonomiska kostnaderna utanför sjukvårdens sektor. De totala samhällsekonomiska kostnaderna för sjukdomar förorsakade av ont i ryggen är ca 22,5 miljarder kronor i 1990 års prisnivå. Detta belopp inkluderar då både direkta och indirekta kostnader (SBU 1991, "Ont i ryggen").

Företagets kostnader kan åskådliggöras genom räkneexempel (REHSAM "Kryckor kostar"). Här har man utgått från att lönen uppgår till 100 kr/tim.

Kostnader vid *närvaro* uppgår då till

| | |
|--------------------------|---------------|
| Lön | 100 kr |
| Semesterersättning | 12 kr |
| Arbetsgivareavgift | 40 kr |
| Summa lönekostnad | 152 kr |
| Overheadkostnader | 45 kr |
| Total lönekostnad | 197 kr |

Overheadkostnaderna innefattar poster som företagshälsovård, fria arbetskläder, kontorskostnader, arbetsledning, bodar m m. Erfarenheter visar att nivån på dessa kostnader som också kallas personalkringkostnader kan vara mer än dubbelt så hög.

Kvarvarande lönekostnader (per timma) vid sjukfrånvaro blir då:

| | <i>Dag 1</i> | <i>Dag 2-3</i> | <i>Dag 4-14</i> | <i>Dag 15-90</i> | <i>Dag 91-180</i> |
|--------------------------|--------------|----------------|-----------------|------------------|-------------------|
| Ersättningsnivå | 0% | 75% | 90% | 0% | 0% |
| Sjuklön | 0 kr | 75 kr | 90 kr | 0 kr | 0 kr |
| Semesterersättning | 12 kr | 12 kr | 12 kr | 12 kr | 12 kr |
| Arbetsgivaravgift | 5 kr | 32 kr | 37 kr | 5 kr | 5 kr |
| Overheadkostnader | 45 kr | 45 kr | 45 kr | 45 kr | 15kr |
| Total lönekostnad | 62 kr | 164 kr | 184 kr | 62 kr | 32 kr |

Observera att varken produktionsstörningar eller produktionsbortfall är medtagna i kostnaderna ovan.

Vad blir då de totala lönekostnaderna vid en sjukfrånvaro på två veckor?

| | | |
|--------------------------|-------------------|------------------|
| Karensdag | 62 kr x 8 tim = | 496 kr |
| Dag 2-3 | 164 kr x 16 tim = | 2.624 kr |
| Dag 4-5 | 184 kr x 16 tim = | 2.944 kr |
| Dag 6-10 | 184 kr x 40 tim = | 7.360 kr |
| Total lönekostnad | | 13.424 kr |

Ett typiskt sjukskrivningsmönster under en treårsperiod p g a besvär från rörelseapparaten kan se ut som nedan:

| | | | |
|--------------------------|-----------------------|----------------------------|------------------|
| År 1 | 2 perioder à 5 dagar | 2 x (496+2.624+2.944) kr = | 12.128 kr |
| År 2 | 4 perioder à 5 dagar | 4 x 6.064 kr = | 24.256 kr |
| År 3 | 3 perioder à 5 dagar | 3 x 6.064 kr = | 18.192 kr |
| | 3 perioder à 10 dagar | 3 x 13.424 kr = | 40.272 kr |
| Total lönekostnad | | | 94.848 kr |

Om detta mönster inte bryts blir sjukskrivningsperioderna längre och tätare och slutar så småningom i förtidspension. Arbetsgivarkostnaderna innan förtidspension hamnar i typfallet mellan 350 000 och 400 000 kr.

12.5 Rehabiliteringsansvaret

Föreskriften "Arbetsanpassning och rehabilitering", AFS 1994:1, trädde i kraft 1 juli 1994. Denna behandlar arbetsgivarens verksamhet för arbetsanpassning och rehabilitering samt åtgärder för att anpassa arbetssituationen till arbetstagarens förutsättningar.

12.5.1 Arbetsgivarens ansvar

- är att i samråd med den anställde utreda rehabiliteringsbehovet, eventuellt med hjälp av företagshälsovården (FHV)
- är att se till att åtgärder för en effektiv rehabilitering vidtas
- är att påbörja rehatredning
 - vid sjukfrånvaro mer än 4 veckor i följd
 - vid upprepad korttidsfrånvaro
 - när den anställde begär det

Utredningen skall vara Försäkringskassan (FK) tillhanda inom 8 veckor.

12.5.2 Försäkringskassans roll

- är att samordna och utöva tillsyn
- är att vid behov ta initiativ till insatser
- är att överta ansvaret i speciella fall
- är att upprätta och följa en rehabplan
- är att stötta den försäkrade

12.5.3 Övriga rehabansvariga

- FK för personer med anställning
- Arbetsmarknadsmyndigheter för personer som saknar anställning

12.6 Rehabilitering i det egna företaget

Ett företagsinternt handlingsprogram bör innehålla åtminstone följande punkter

- Företagets mål med anpassnings- och rehabiliteringsverksamheten (AOR), där nödvändigheten av tidigt insatta åtgärder samt individens eget engagemang betonas
- Vem som ansvarar för att kontakt etableras mellan den skadade och arbetsplatsen samt hur dessa kontakter skall ske
- Vem som är kontaktman gentemot FK vid diskussioner i AOR-frågor
- Vem som har beslutsrätt vad gäller genomförande av AOR-insatser i form av arbetsprövning och arbetsträning under pågående sjukskrivning (hel eller partiell).

För att anpassning och rehabilitering skall lyckas krävs i första hand att individen är villig att ta ansvar för sin egen rehabilitering samt att man genomför förändringar i den arbetssituation som ledde fram till skadan, t ex

- ökad användning av tekniska hjälpmedel
- förändringar i arbetsmetoder och eller arbetsuppgifter
- arbetsorganisatoriska förändringar

- egen träning

För att en förändring av arbetssituationen skall lyckas måste man bli lösa problem rörande

- attityder
- ekonomi
- arbetsorganisation

Återgång till arbetsplatsen kan principiellt ske i

- egen anpassad sysselsättning
- annan befintlig sysselsättning
- annan förändrad sysselsättning.

Anpassningsexempel

Sjukskrivningsgraden kan numera varieras från 100 % ner till 0 % . Man kan t ex under full sjukskrivning arbetspröva med en närvarotid på 4 - 8 tim/dag med låg intensitet och under t ex 4 - 8 veckor. Sjukskrivningsgraden minskar efter hand, arbetet anpassas och intensiteten ökar. Vid 25 % sjukskrivning påbörjas anpassat arbete med normal intensitet. Efter olika lång tid i den här typen av yrkesmässig rehabilitering blir individen förhoppningsvis fullt arbetsför.

Tänkbara temporära arbetsuppgifter för arbetare med belastningsrelaterade besvär kan vara

- Material- och förrådsuppgifter
- Instruktörsuppgifter
- Städuppgifter
- Arbetsledarhjälp

12.7 Rehabilitering med extern hjälp

- Företagshälsovården
- Rygginstitutet i Ladvik, Sundsvall och Växjö
- Riksförsäkringsverkets sjukhus i Tranås och Nynäshamn

12.7.1 Bygg Hälsan AB :s program för yrkesinriktad rehabilitering

Målgrupp Långtidssjukskrivna (mer än fyra veckor)

Syftet är att

- i första hand uppnå återgång i tidigare yrke
- i andra hand uppnå återgång till annat yrke, annan bransch eller utbildning till nytt yrke

Bedömning Anamnes, medicinsk, psykosocial bedömning samt funktionsbedömning av rörelseapparaten inklusive konditionstest.

Program Fysisk träning, information och undervisning, täta arbetsplatskontakter, egna aktiviteter samt slutstatus och uppföljning, då man tillsammans med den skadade och arbetsledare söker undanröja risk för återfall eller andra skadliga faktorer. Programmet omfattar sex veckor.

12.7.2 Rygginstituten i Ladvik, Sundsvall och Växjö

Utbildning och rehabilitering för yrkesverksamma personer med ryggbesvär. Målsättning är återgång i ordinarie arbete, eller att finna ny väg ut på arbetsmarknaden.

Innehåll

- Sjukgymnastik
- Fysisk träning
- Teoretisk undervisning
- Arbetsteknik
- Belastningstest
- Arbetsplatsbedömning

12.7.3 Rygghälsan Göteborg

Rygghälsan är ett samarbetsprojekt mellan Göteborgs sjukvård och Göteborgs allmänna Försäkringskassa.

Målgrupp

Patienter som är sjukskrivna helt p g a nack/ryggbesvär och som inte kommer att återgå till arbete inom sex veckor.

Målsättning

- Förbättrad funktionsförmåga
- Öka möjligheten till arbetsåtergång
- Minska risken för långtidssjukskrivning

Innehåll

- Medicinsk utredning och bedömning
- Aktiveringsprogram
- Arbetsplatskontakt
- Patientundervisning
- Ergonomisk rådgivning
- Social rådgivning
- Psykologisk rådgivning
- Arbetslivstjänst

12.7.4 Övriga

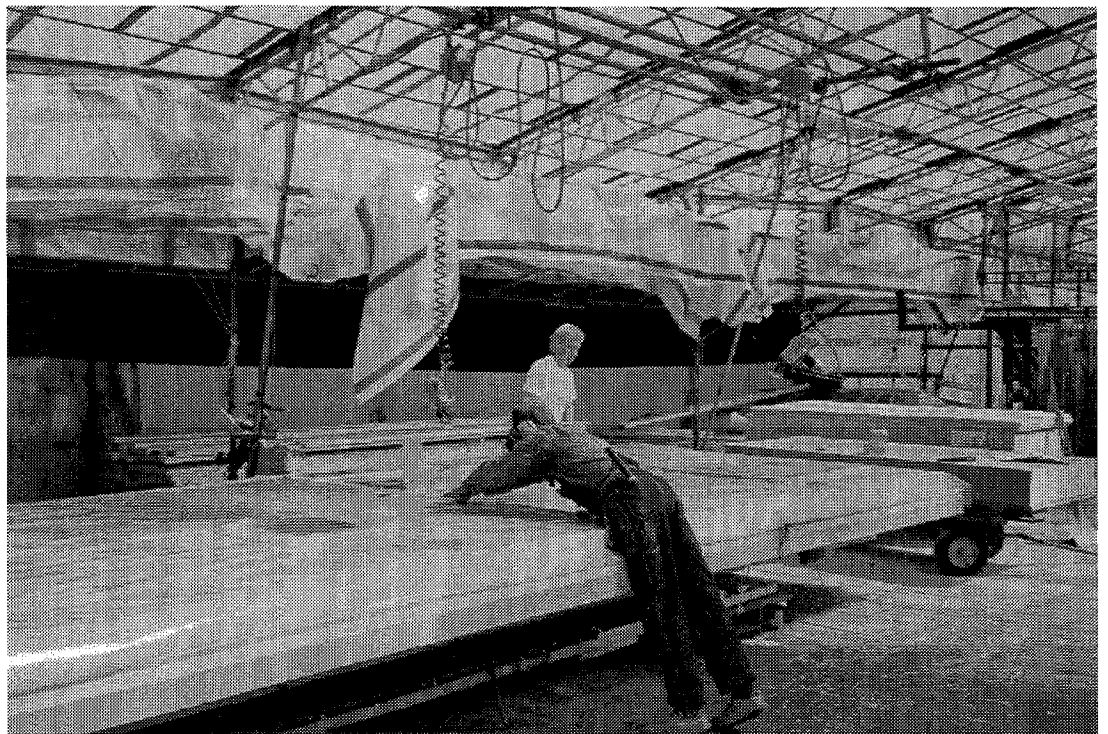
Riksförsäkringsverkets sjukhus i Nynäshamn och Tranås.

13 Fältverkstaden - Ergonomisk utvärdering och intervjuer

I detta kapitel redovisas de ergonomiska utvärderingar som gjorts av hjälpmedlen som använts i fältverkstaden. Här sammanfattas också de intervjuer som gjordes med försökspersonerna direkt efter arbetet i fältverkstaden, samt efter två månader i ordinarie arbete. Frågeformulär, bilaga 1.

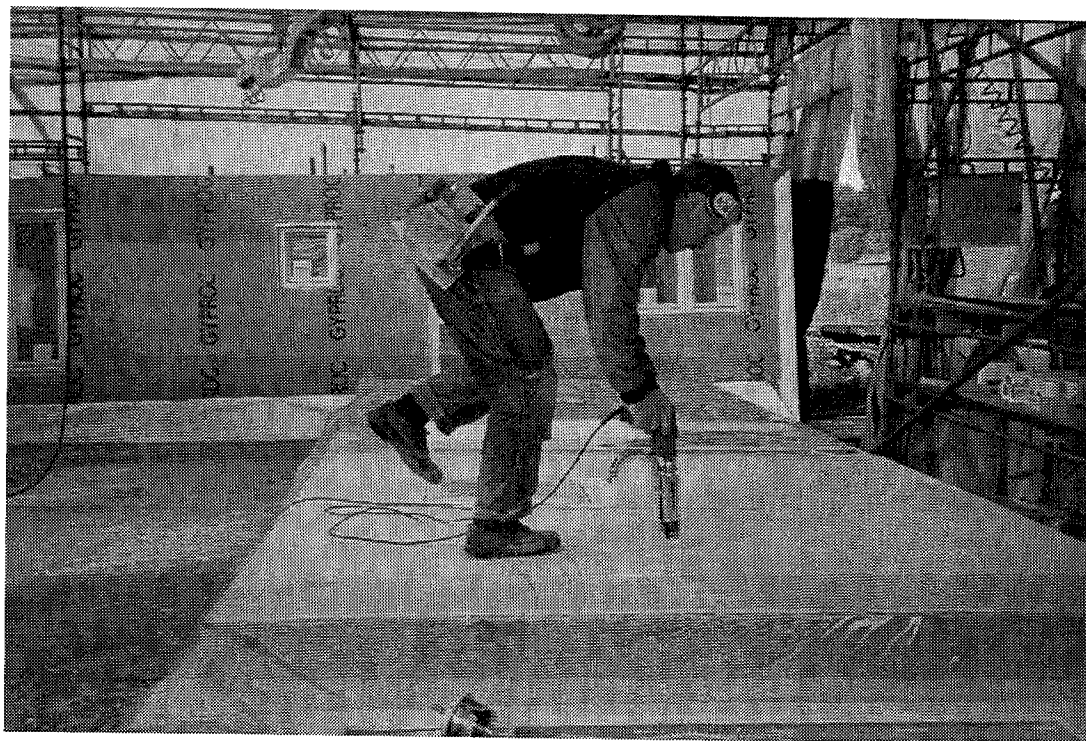
13.1 Lyftbord

Bordet är försett med hjul och är ställbart i höjdlid. Det går ej att tilta. Vid arbete på mitten av väggen, får man antingen sträcka sig eller kliva upp på elementet. Sträckning framåt innebär ökad belastning på ländryggen, se figur 13.1.



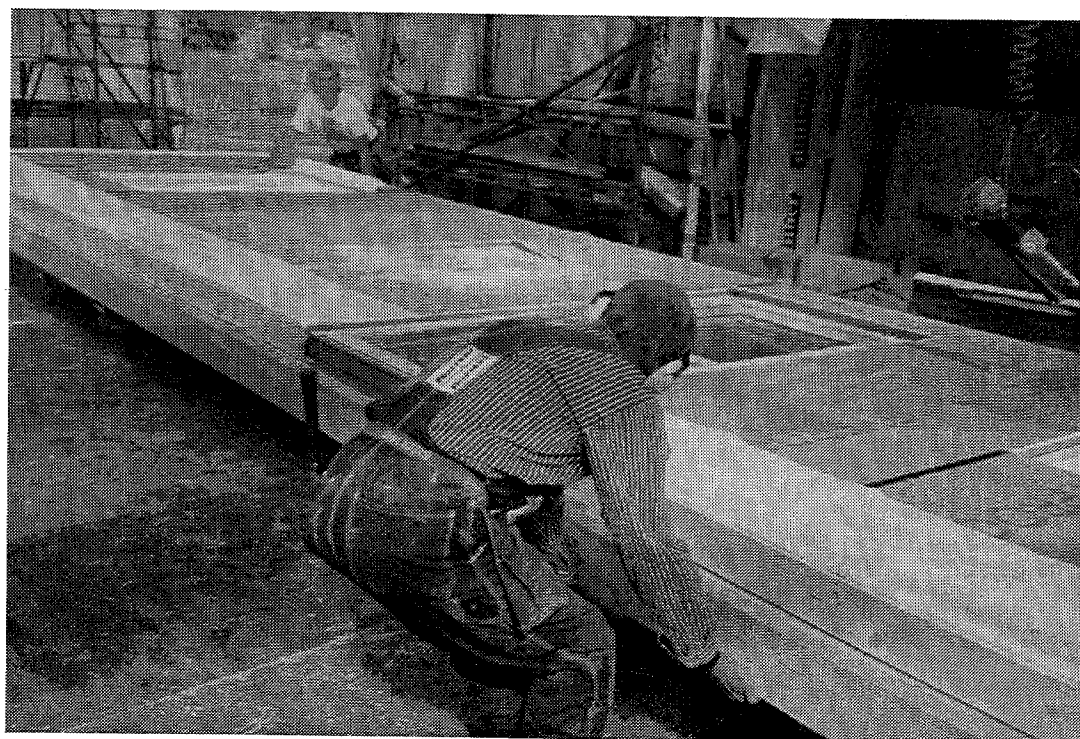
Figur 13.1 Exempel på arbetsställning vid höj- och sänkbart arbetsbord

När man befinner sig uppe på elementet måste man placera fötterna över reglarna, annars trampar man igenom. Man får en framåtböjning i ländryggen även i detta fall, se figur 13.2.



Figur 13.2 Exempel på arbetsställning vid skruvning av gipsskivor

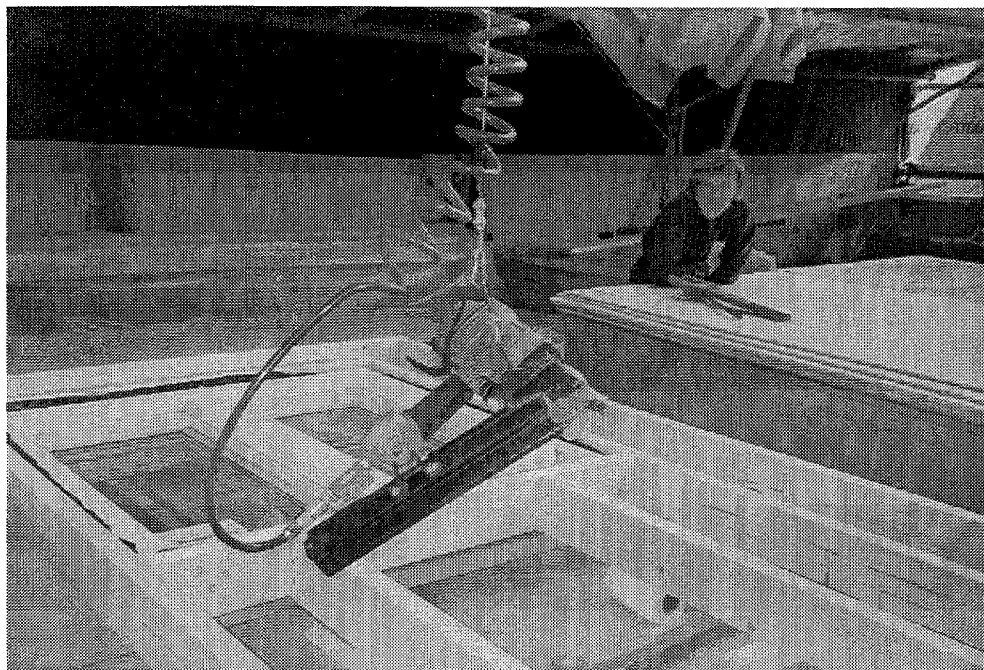
Bordet är tungt att förflytta, se figur 13.3.



Figur 13.3 Förflyttning av arbetsbord

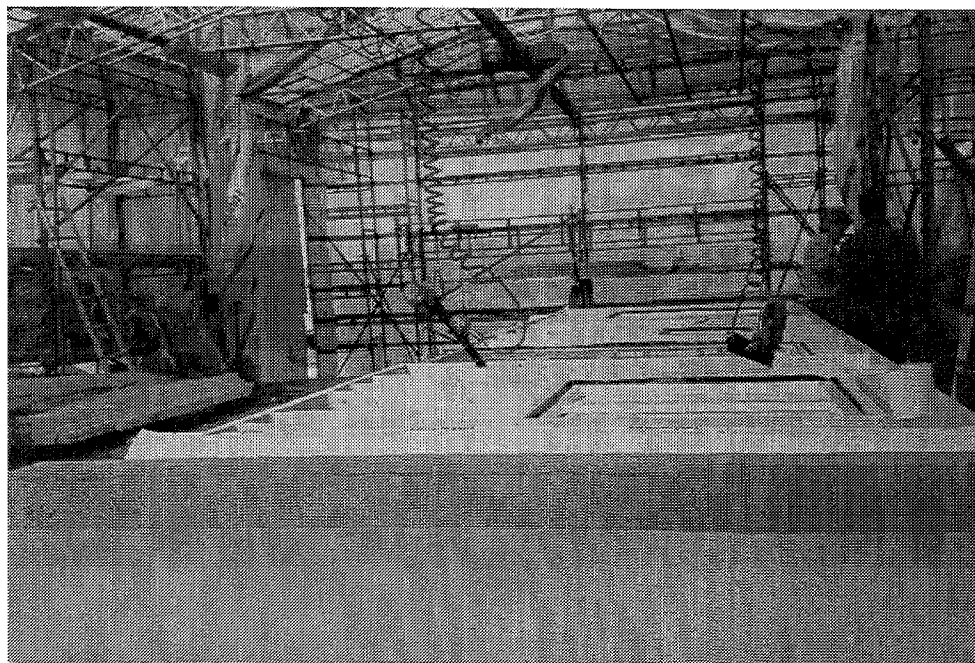
13.2 Spikpistoler

Spikpistolerna är upphängda i balansblock, vilka löper på skenor i taket. För att få balans i pistolen vid skjutning i sidled, har en vajer använts. Detta innebär att man slipper vrida pistolen, vilket medför en minskad belastning på armen, se figur 13.4.



Figur 13.4 Upphängning av spikpistol

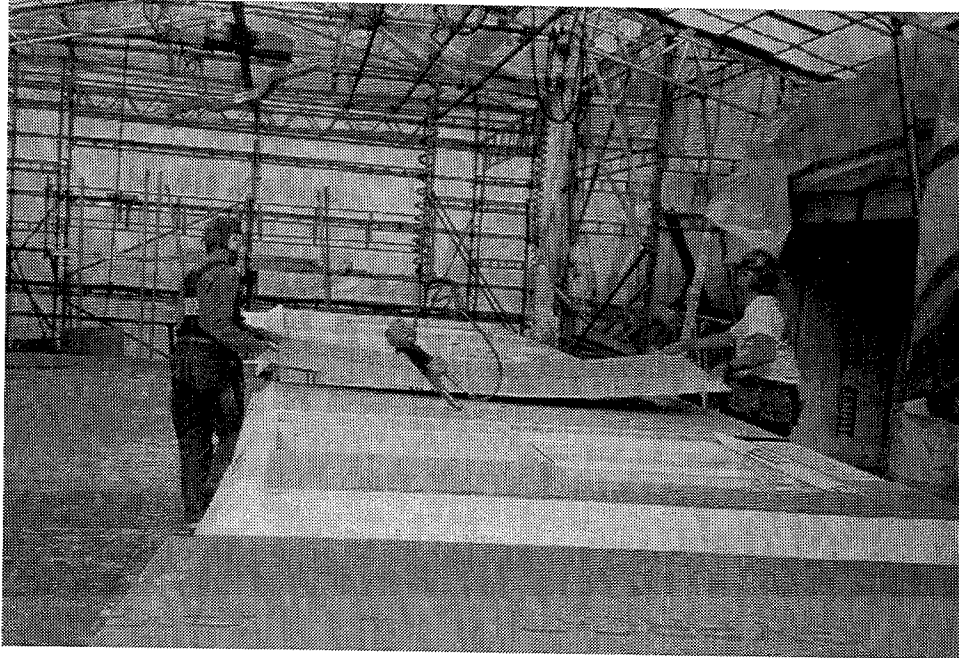
Skenorna sitter för tätt, vilket får till följd att pistolen måste dras från lodlinjen för att kunna användas vid väggens ytterkant, detta ger en ökad belastning på skuldra - arm, se figur 13.5.



Figur 13.5 Skenor i tak för upphängning av spikpistoler

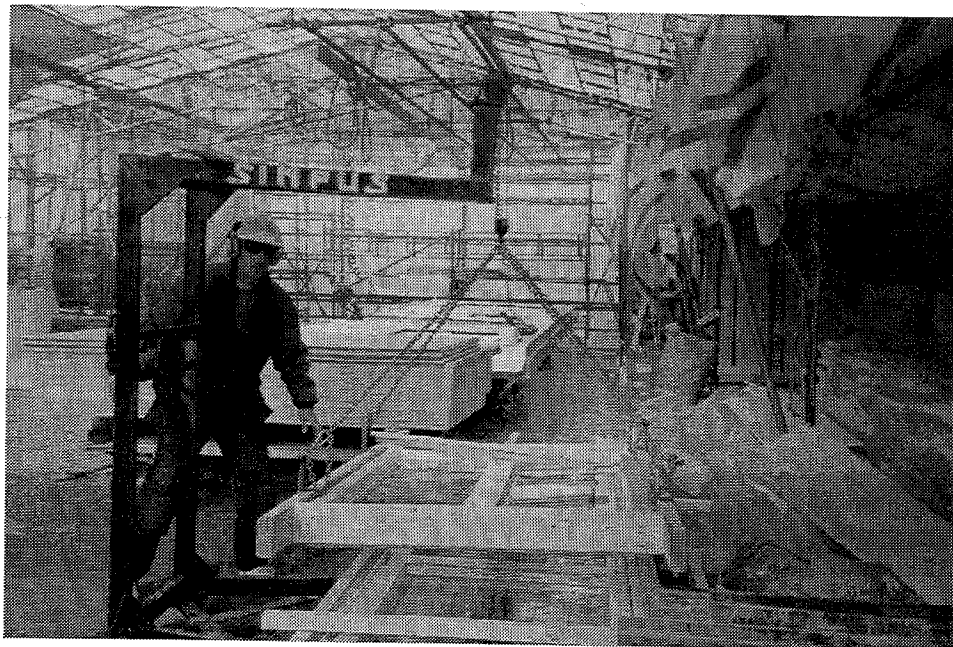
13.3 Lyftanordningar

Under första två-månadersperioden lyftes och bars gipsskivorna för hand. När skivan bärs över elementet, går det ej att ha bördan nära kroppen, vilket ger långa hävarmar. Dessutom får man ett vridmoment i ryggen vid förflyttning framåt, se figur 13.6.



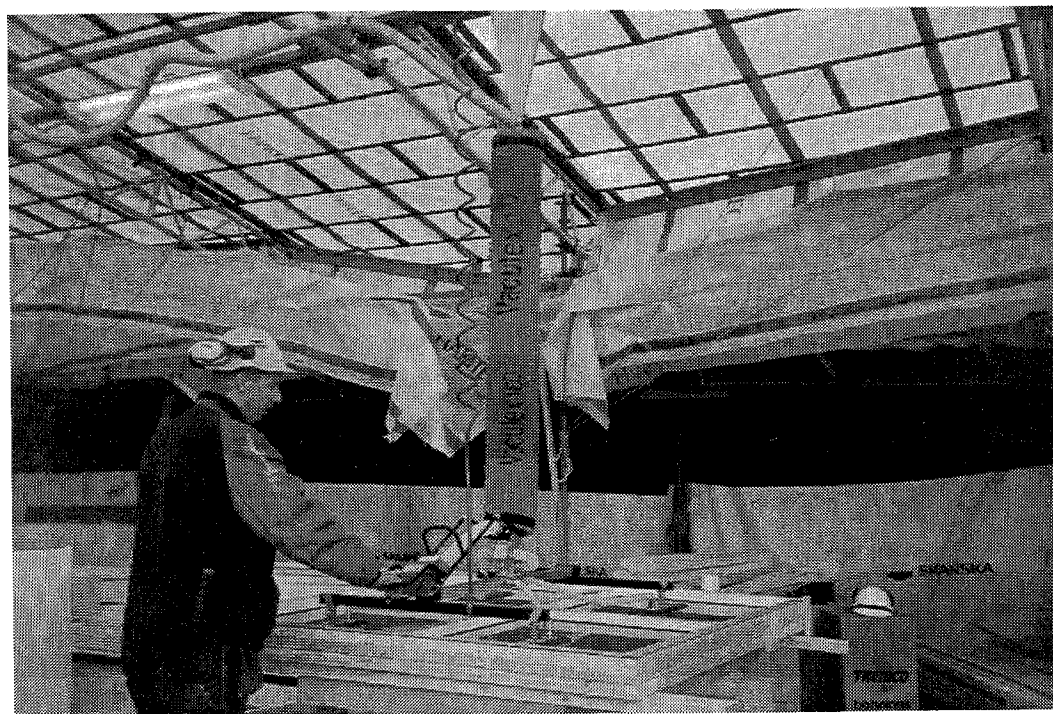
Figur 13.6 Lyftning av gipsskivor för hand

Uppreglade fönster förflyttades och lyftes i med hjälp av "Simpus", en "hemmagjord" lyftanordning. Den är ett bra hjälpmedel, men kan vara otymplig att manövrera, se figur 13.7.

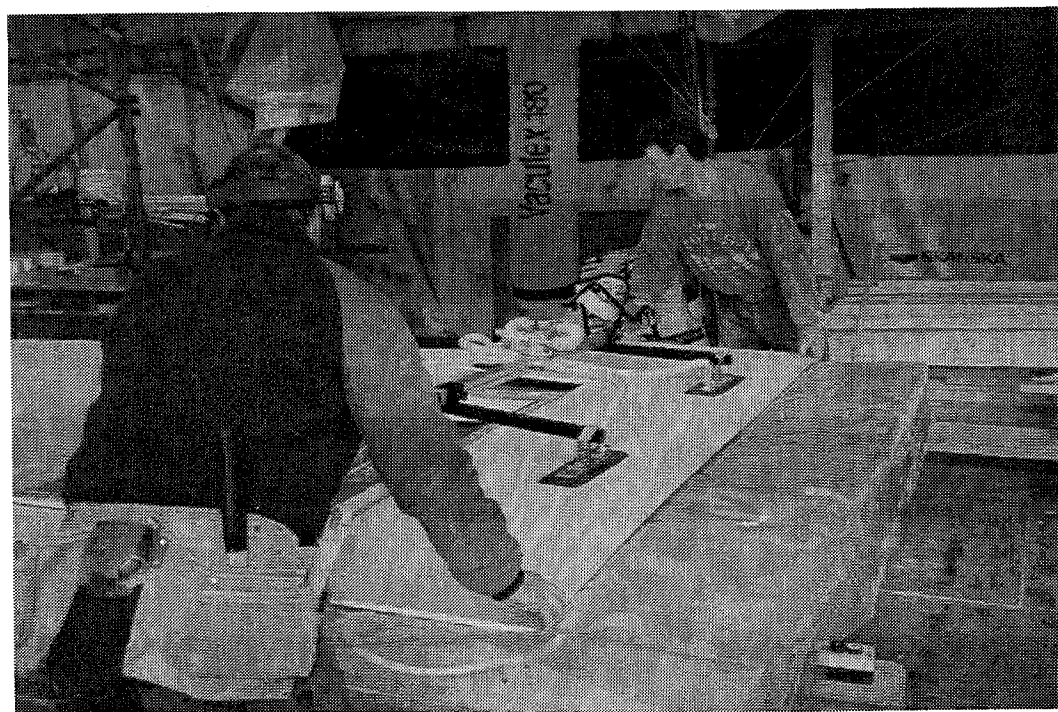


Figur 13.7 Lyftning av fönster

Under andra två-månadersperioden användes vakuumllyft vid båda dessa moment. Den var ett mycket smidigt hjälpmedel och reducerar belastningarna betydligt, se figur 13.8 och 13.9.



Figur 13.8 Vakuumllyft



Figur 13.9 Vakuumllyft

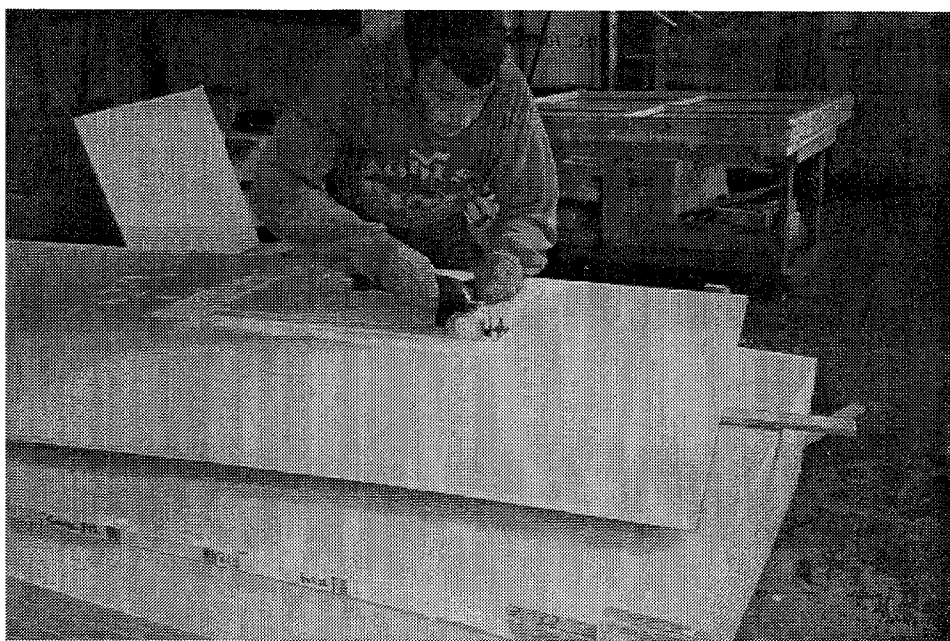
Isoleringen sågades till en början med gjerdesågen, se figur 13.10, men man upphörde med detta på grund av dammspridning.



Figur 13.10 Ahlmsågen

13.4 Handverktyg

Skruvautomat för bandad skruv användes till gips. Två olika fabrikat av skruvdragare användes, Fein och Makita. För utskärning i gips och regler användes under första två-månadersperioden sticksåg. Under andra två-månadersperioden användes också en liten batteridrivna handcirkelsåg, se figur 13.11, av fabrikat Makita. Denna var betydligt smidigare att arbeta med.



Figur 13.11 Handcirkelsåg

13.5 Intervju direkt efter arbetet i fältverkstaden Frågeformulär, bilaga 1

Före projektets start har försökspersonerna haft mycket skiftande arbetsuppgifter, allt från besiktningsarbeten till inredningsarbete, formsättning, takarbete, ställningsbyggnation etc. Ingen var vid intervjutillfället helt besvärsfri. Upplevda besvär sedan starten i fältverkstaden varierar från något mer till något mindre besvär. Samtliga uppgav att arbetet var orsak till deras besvär. En försöksperson känner sig inte lika trött nu som efter ordinarie arbete, för de övriga är det oförändrat. Arbetet i fältverkstaden har för en försöksperson inneburit mer tunga lyft och mer framåtböjda/ vridna arbetsställningar. För de tre övriga mindre. Arbete med händerna ovanför axlarna och arbete i knästående har för samtliga varit mindre än i ordinarie arbete. Hur introduktionen för arbetet i fältverkstaden har uppfattats skiftar beroende på tidigare erfarenheter, ett par har arbetat i fältverkstad tidigare.

Ljuset i tältet har generellt uppfattats som för ljust vid solsken. Golvet upplevs positivt, är mjukt att gå på, dock snubbelrisk i skarvarna. Det blir också halt vid väta. Beträffande upphängningen i taket tycker man att skenorna sitter fel och för tätt, man får dra i pistolerna. Balansvajern klämmer fingrarna, är dock bra och går att utveckla. Skruvdragarna saknar förlängning för att kunna arbeta mer upprättstående när man står uppe på elementet. Vakuumlyften upplevs mycket bra. Lyftbordet är bra, men för tungt att flytta på. Isolersågen har ej använts. Luften och klimatet i tältet har upplevts bra, men dammigt vid sågning av gips och mineralull. Det är skönt att vara inomhus vid regn, men det har varit för varmt sommartid. Det drar vid slussar för in- och utlastning vid blåst.

Samtliga anser att de fått vara med och lägga upp arbetet och hitta bästa möjliga lösningar. Arbetsrotationen under den första två-månadersperioden var ej organiserad. Under den andra två-månadersperioden arbetade man en vecka på varje station, vilka var uppregling av dörrar och fönster och en på var sida av lyftbordet. Varje station innehåller dock mycket skiftande arbetsuppgifter. Vid en jämförelse mellan ordinarie arbete och arbetet i fältverkstaden anger de flesta att de trivs bättre i sitt ordinarie arbete och upplever mer omväxling i detsamma. Vad gäller hur styrd eller övervakad man känner sig anger samtliga att det inte är någon skillnad. Det upplevs heller ingen skillnad i tidspress, dock upplever man ansvaret lite olika. Man slipper gå långt för att hämta material och utrustning. Bullernivån upplevs av några som högre i tältet.

Känslorna (positiva-negativa) man har när man går till arbetet i fältverkstaden jämfört med när man går till sitt ordinarie arbete skiljer sig mellan försökspersonerna. Positiva känslor är att veta vad man ska göra under dagen, negativa är att man trivs bättre ensam. Om någon annan i arbetslaget jäktar påverkas de andra inte utav det. De flesta jäktar inte när de har gott om tid.

Under de två månaderna i fältverkstaden har någon haft svårt att sova, någon haft huvudvärk. Dessa symtom har dock ej förändrats jämfört med under ordinarie arbete. Positiva saker med arbetet i fältverkstaden har varit att inget armarbete ovanför axelhöjd har förekommit, lyftbordet har varit bra, golvet mjukt och framför allt vakuumlyften har upplevts mycket positivt. Det har varit skönt att arbeta i skydd vid dåligt väder.

Förslag på förändringar i fältverkstaden för att göra den bättre är:

- Under första två-månadersperioden saknade man lift till framför allt gips
- Att kunna tilta lyftbordet
- Man vill ha en säker, dammfri isolersåg
- Större ritningar uppsatta på en skiva
- Fönsterstationen på hjul, höj- och sänkbar
- Större tält
- Kunna flytta telfern även i sidled
- Vinkla utlastningen 90 grader
- Lättare kunna öppna för ventilation
- Bättre placering av skenorna för spikpistolerna

Man tycker inte att man fått några tips eller idéer i fältverkstaden som man kan överföra till sitt ordinarie arbete.

13.6 Intervju efter två månader i ordinarie arbete **Frågeformulär, bilaga 1**

Denna intervju har endast kunnat genomföras på de två första försökspersonerna. Syftet med intervjun är att spåra eventuella effekter från arbetet i fältverkstaden. Eftersom de två sista försökspersonerna fortfarande arbetade i fältverkstaden då intervjuerna skulle genomföras, var dessa inte relevanta.

Försökspersonerna är ej besvärslösa. Vad gäller förändringar av upplevda besvär har en försöksperson sovit något bättre, en något sämre. För försöksperson 1 innebär det ordinarie arbetet mer tunga lyft. För försöksperson 2 innebär det ordinarie arbetet mindre framåtböjda/vridna arbetsställningar, men mer arbete med händerna ovanför axlarna.

Ingen av försökspersonerna anser sig ha fått några tips eller idéer som de kunnat använda i sitt ordinarie arbete.

14 Ergonomisk undersökning i projektet "Utveckling av fältverkstäder"

14.1 Sammanfattning

Byggnadsarbetarnas arbete medför ofta stora belastningar på nacke och axlar, rygg och knän, vilket ökar risken för besvär från rörelseapparaten. Arbete i fältverkstad ger möjlighet till bättre arbetsställningar med hjälp av anpassade hjälpmedel, lyft- och tippbord etc. Syftet är att förebygga besvär och bereda arbetsplatser för dem med redan uppkomna besvär.

Fyra byggnadssnickare med besvär från rörelseapparaten arbetade i fältverkstaden, två och två, under en två - månadersperiod. En tredje frisk person arbetade i tältet under hela projektet. Två månader före, under tiden i fältverkstaden och efter två månader i ordinarie arbete gjordes en analys av rörelseapparatus kondition. De fick skatta besvär från rörelseapparaten enligt Borgs CR -skala i anslutning till analysen. Se bilaga 2. En person ingick i kontrollgruppen, som undersöktes vid projektets start, i mitten och när projektet avslutades.

Resultaten tyder på ökad besvärsfrekvens under arbete i fältverkstaden. Rörlighet och styrka i stora leder och muskelgrupper påverkades inte. Några utav försökspersonerna fick dock ökad smärta i vissa utav ovan nämnda leder och muskelgrupper.

14.2 Problemformulering

Syfte: Att förebygga besvär genom att arbeta under fysiskt goda arbetsförhållanden. Bereda arbetsplatser för dem med redan uppkomna besvär.

Frågeställning: Kan arbete i fältverkstad minska besvär hos byggnadssnickare?

14.3 Material - Försökspersoner

Fem personer, samtliga byggnadssnickare har deltagit i projektet. fyra ingick i undersökningsgrupperna, en i kontrollgruppen. Deras ordinarie arbetsuppgifter skiftar från besiktningens arbeten till formsättning och ställningsbyggnation. Samtliga fem har angivit besvär från rörelseapparaten.

14.4 Metod

Fältverkstaden har varit igång i fyra månader. Två månader före arbetet i fältverkstaden påbörjades, skattade samtliga sina besvär från rörelseapparaten. En analys av rörelseapparatus rörlighet och styrka gjordes. I samband med arbetet i fältverkstaden, skattade och undersöktes försökspersonerna vid starten, efter en månad och vid arbetets slut i verkstaden. Skattningarna gjordes dagligen, före arbetets start och efter arbetsdagens slut, i tvåveckors perioder

Försöksgruppen undersöktes också direkt före och efter semestern. Kontrollgruppen skattade och undersöktes vid projektets start, efter semestern och vid projektets slut. Dokumentation i form av fotografier har gjorts.

14.5 Resultat

Vid skattning av upplevd ansträngning enligt Borgs 10- gradiga CR- skala visade det sig att samtliga försökspersoner upplevde högre ansträngningsgrad under arbetet i fältverkstaden än i sina ordinarie arbeten.

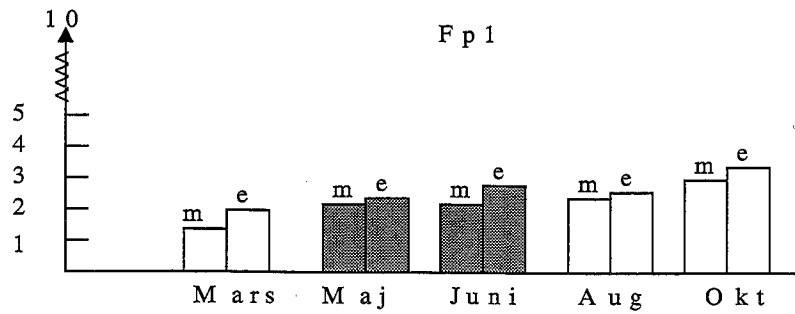
Försöksperson 1 har högst värden direkt efter semestern, beroende på ett akut ryggskott. Han ligger också högt efter två månader i ordinarie arbete, vilket beror på att han då har arbetat i en annan verkstad, med sämre ergonomiska förutsättningar än fältverkstaden.

Hos försöksperson 2 ökade ansträngningen markant under perioden i fältverkstaden. Han har sina lägsta värden direkt efter semestern och efter två månader i ordinarie arbete.

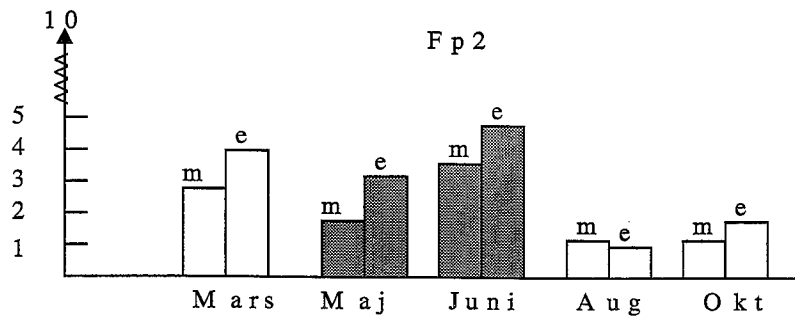
Försöksperson 3 har sina högsta värden före arbetets start på morgonen, medan de efter arbetsdagens slut ligger något lägre. Hos denna försöksperson var det ingen märkbar skillnad direkt efter semestern.

Försöksperson 4 låg markant lägre än de övriga under hela perioden. Se figur 14.1.

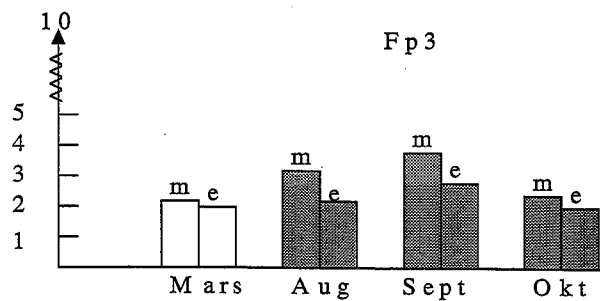
Borgs
CR-skala



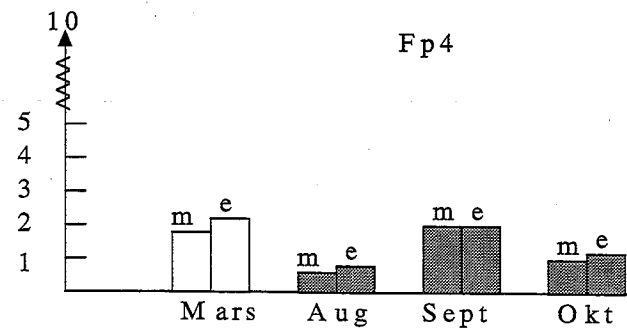
Borgs
CR-skala



Borgs
CR-skala



Borgs
CR-skala



Figur 14.1 Resultat skattningar



Arbete i fältverkstad
Ordinarie arbete

m= dagligen, före arbetets start
e= dagligen, efter arbetsdagens slut

Funktionsanalys gällande rörlighet och styrka samt smärtupplevelse vid dessa undersökningar visade att det inte var någon markant förändring gällande vare sig rörlighet eller styrka hos någon av försökspersonerna. Trots detta upplevde tre utav försökspersonerna mer smärta i någon del utav kroppen under perioden i fältverkstaden.

15 Slutsatser

15.1 Utformning av fältverkstad för väggelementtillverkning

Väggelementhallens storlek planeras för den aktuella produktionen. I vissa fall, såsom vid Eklandaprojektet, sker projekteringen för en byggnadsetapp i taget. Väggelementens utformning samt tidplaner för framtida etapper är således inte kända vid uppförandet av elementfabriken. Det är då viktigt att fältfabriken utformas så att produktionen kan förändras. Haki-systemet är en sådan flexibel lösning där hallen kan byggas om och anpassas till gällande produktion.

Eklandahallen har visat sig vara för trång, varför breddmättet bör ökas till 13 m. Takhöjden föreslås ökad till 4,5 m vid nock och till 3,3 m vid insida fasad.

Ett problem med tältkonstruktionen är det dåliga skyddet mot inbrott och stöld. Visserligen förvaras handverktyg, byggmaskiner m m inlåsta i en container, men i hallen förvaras bland annat virke, isolering och fönster som lätt kan stjälas. Runt Eklandafabriken har därför byggts staket med låsbara grindar för att minska risken mot inbrott och stöld.

Ett bättre skydd mot stölder vore att bygga väggar av isolerade träelement utförda i princip såsom beskrivs i kapitel 4.2.5.

Hakitec-duken i tak har en livslängd av ca två år. Detta räcker för en kortare etablering. Vid längre produktionstider, vilket gäller för Eklandaprojektet, vore det önskvärt att kunna välja en mer hållbar plastduk. Samtidigt borde då ljusgenomsläppligheten minskas något. Hakitec-duken är för ljus, vilket ger bländningsproblem inne i tältet vid starkt solsken. Eklandatältet har efter två år försetts med en ny Hakitec-duk på taket. Extrakostnaden för detta motiverar således att man tar fram ett alternativ till Hakitec-duken. Även Hakitec-duken på väggar har kompletterats lokalt med ny duk på grund av sönderblåsning. Det är speciellt viktigt att skydda virke, fönster och isolering mot fukt som annars kan blåsa in vid dessa otätheter.

15.2 Produktionshjälpmedel

Av de olika produktionshjälpmedel som utprovats i fältverkstaden finns goda erfarenheter från framförallt arbetsbordet och vakuumlyften.

Som alternativ till detta arbetsbord har diskuterats hydrauliskt vändbord av den typ som ofta används i stationära elementfabriker. För det specialtillverkade arbetsbordet i Eklanda har framräknats en månadskostnad av 1.500 kronor. Motsvarande månadskostnad för ett hydrauliskt vändbord utgör 5.700 kronor per månad (vid sju års avskrivningstid). Denna merkostnad skall då betalas med de tidsvinster man gör vid vändningen av väggelementet. Med hjälp av de metodstudier som utförts har denna kostnad framräknats till ca 2.000 kronor per månad. Det hydrauliska vändbordet är således en dyrare lösning. Dock är det hydrauliska vändbordet en säkrare lösning än förfarandet med vändning av elementen med hjälp av telfern. Även ur ergonomisk synvinkel har det hydrauliska vändbordet vissa fördelar, då spikning av panel respektive skruvning av gips i elementets mitre delar kan utföras när väggelementet är placerat vertikalt.

15.3 Metodstudier med PAVIC

Analyser av de olika arbetsmomenten samt detaljstudier av olika arbetsoperationer utgör ett utmärkt underlag för att initiera förbättringsåtgärder vid väggelementtillverkningen. Redovisningen av tidsåtgången i stapeldiagram ger en tydlig bild av var dessa förändringar av produktionen effektivast kan sättas in. Genom att videofilma på nytt kan tidsvinster av produktionsförändringen dokumenteras.

De förändringar som genomförts på Eklanda, som ett resultat av PAVIC-analysen, utfördes i samband med övergång från produktionsetapp 2 till etapp 3. Någon ny metodstudie för att noggrannare kunna utvärdera tidsvinster av förändringen har därvid inte kunnat göras. Detta på grund av nya väggelementtyper i etapp 3. Vinster i form av minskat gångavstånd har dock givit tidsvinster, men framförallt har arbetet underlättats då montering av den utvändiga gipsskivan nu kan utföras med hjälp av vakuumsugen.

Strävan att placera materialet i en så produktionsriktig ordningsföljd som möjligt samt att minimera gångavståndet till det material som skall byggas in i väggelementet, är en process som hela tiden måste studeras. Detta är speciellt viktigt, när produktionen förändras på grund av att nya typer av väggelement skall produceras.

15.4 Ergonomisk undersökning. Rehabilitering

Skattningarna enligt Borgs CR-skala visade tydligt att upplevda besvär inte förändrades i positiv riktning under perioden i fältverkstaden. Detta beror till stor del på vilka arbetsuppgifter försökspersonerna hade innan de påbörjade arbetet i fältverkstaden. Funktionsanalyserna och intervjuerna pekar i samma riktning. Vid kommande projekt bör stor vikt läggas vid urvalet av försökspersoner. Individer med tyngre arbeten och större besvär bör bli aktuella.

Arbetsrotationen bör organiseras redan från start. Under första två-månadersperioden i fältverkstaden upplevde försökspersonerna att arbetsrotationen inte fungerade. Under andra två-månadersperioden organiserades rotationen och det upplevdes som bra. Varje station innehöll många olika moment, trots detta upplevdes rotationen som positiv. För den enskilde innebär detta ett större arbetsinnehåll och produktionen blir mindre sårbar vid eventuell frånvaro.

Arbete i fältverkstad är ingen generell lösning på rehabiliteringsproblem. I branschen finns mindre belastande och mera omväxlande arbeten än vad man kan hitta i en fältverkstad. Arbetsutvidgning är nog så viktigt, både för att lindra redan uppkomna besvär och för att förhindra att besvär uppkommer.

Vid intervjuerna framkom många bra synpunkter beträffande fältverkstaden. Detta såväl vad gäller uppläggnings av arbetet, som utrustning, hjälpmedel och den fysiska miljön.

Några exempel : Vid gipsning bör skruvarna i mitten på elementet skruvas i när elementet står upp. Detta för att undvika sträckningar och/eller att man står på elementet, vilket ger en ogynnsam framåtböjning i ryggen. Dessutom är det olämpligt att stå på elementet p g a risk för genomtramp. Skenorna för upphängning

av spikpistolerna bör placeras efter bordets storlek och placering. Systemet bör kompletteras med två tvärgående skenor (en för varje pistol). Vakuumliften skulle kunna monteras i ett mer flexibelt skensystem så att dess arbetsyta ökas.

När man ska lyfta elementet måste man placera lyftbordet under telfern. Denna förflyttning skulle undvikas om telfern gick att förflytta även i sidled. En något högre takhöjd skulle dessutom medföra att man slapp skjuta bordet under själva lyftet.

Fältverkstaden har stora utvecklingsmöjligheter ur ergonomisk synvinkel. Det gäller att ta till vara de erfarenheter man fått och arbeta vidare på dem.

15.5 Rehabilitering kontra ackord

Vid arbete med anpassning/rehabverksamhet är ett viktigt moment en "mjuk" återgång till ordinarie verksamhet genom arbetsprövning/träning under pågående sjukskrivning. För en lyckad återgång krävs att finna lämplig arbetsplats med lämpliga arbetsmoment under en tidsbegränsad period. Detta ställer stora krav på den arbetsplats och de arbetskamrater som den skadade skall verka på.

Under arbetsprövning/träningsperioden är problemen av mindre karaktär, då Fk står för stor del av lönekostnaden. Problemen blir av betydligt större art då denna period är över. Ett betydande problem är dagens lönesystem gällande yrkesarbetare, som bygger på ett ackordssystem där varje arbetsmoment är tidsbaserat. Arbetslagets inställning blir därför ofta negativ då den skadade ej kan utföra 100% arbetsinsats på de moment som ingår i ackordsunderlaget. En skadad person är som regel inte 100% återställd för att Fk:s ersättning upphör, och absolut inte om skadan är av typ förslitningsskada. Företaget kan låta den skadade gå på en fast tidlön, men då uppstår ofta diskussion vid ackordsavstämningar om reduktion på ackordet för det arbete som den skadade verkligen utfört. Med tidlön blir även arbetsplatsens arbetsledning tveksam, då detta ofta upplevs som en extra "kostnad".

Om dagens lönesystem skall vara kvar, krävs en mycket större förståelse från arbetskamrater, att även personer som har en viss nedsatt arbetsförmåga måste ges möjlighet att vara den del av arbetslaget med tillhörande lönesystem. Att tänka på är ju att dessa arbetskamrater tidigare varit med och bidragit på ett förtjänstfullt sätt till ackordsutfallet. Detta kan till och med vara orsaken till den skada man nu har.

Ur arbetsmiljösynpunkt bör dagens lönesystem ändras till ett system där hänsyn tas till andra faktorer än enbart tid.

LITTERATUR

Efraimsson, H, Paus K, Väderskydd för vinterarbete. BPA Bygg AB:s utvecklingsarbete, SBUF:s anslag dnr 8034 (1991).

Glimskär B, Ljungcrantz C, Prefabricering av armeringselement på arbetsplatsen, Nordisk Betong 33 (1989), nr 5, s 5

Hammarskjöld Eva. Rörelsemönster vid invanda arbetsuppgifter.
BHF 1992:4

Holmström E, Andersson M, Lindell J, Moritz U. Rygg- och ledbesvär hos byggnadsarbetare. BHF 1991:3

Johansson S, Fältverkstad för bygget monteras på en halvtimme. Tidningen Byggindustrin (1983), nr 9, s 40

Persson G, Virum H, Ericsson D. Materialadministration för Konkurrenskraft.
Malmö Liber Ekonomi 1991

Pettersson J, Verkstadscontainer kan bli en dödsfälla. Tidningen Byggindustrin (1990), nr 27, s 49.

REHSAM, Kryckor kostar! Broschyr

SBU Statens Beredning för Utvärdering av medicinsk metodik.
ISBN 91-87890-10-0

Wahlsten P O, Närlid M, När husen byggs inomhus. Arbetskydd1992, Nr 5, s 20.

Intervju efter två månader i fältverkstaden

- 1 Beskriv Dina tidigare arbetsuppgifter, ca 5 år tillbaka i tiden.
- 2 Hur mår Du?
- 3 Känner Du någon förändring i Dina besvär sedan Du började i fältverkstaden?
- 4 Var tror Du att Dina besvär kommer ifrån, arbete eller fritid, något speciellt tillfälle, olycka eller sjukdom?
- 5 Är det någon skillnad i hur mycket Du orkar efter arbetets slut nu och när Du är i Ditt ordinarie jobb?
- 6 Jobbar Du mer eller mindre nu med
 - tunga lyft
 - framåtböjda/vridna arbetsställningar
 - händerna ovanför axlarna
 - i knästående
- 7 Har Du fått tillräcklig introduktion för uppläggningsen av arbetet i fältverkstaden?
- 8 Vad anser Du om
 - ljus
 - golv
 - utrustning
 - hjälpmedel
 - luft och klimat (under tak)
 - drag (slussar vid in- och utlastning)i fältverkstaden?
- 9 Får Du vara med och lägga upp arbete och hitta bästa möjliga lösningar?
- 10 Hur har arbetsrotationen fungerat?
- 11 Jämförelse mellan ordinarie arbete och fältverkstad?
 - Trivsel
 - Omväxling
 - Styrd/övervakad eller självgående
 - Ansvar
 - Tidspress
 - Övrigt

- 12 Känner Du annorlunda inför att gå till arbetet i dag, jämfört med när Du går till Ditt ordinarie arbete?
- Om ja, hur då annorlunda?
- 13 Kommer Du på Dig själv med att jäkta även när Du har gott om tid?
- Om ja, har detta ändrats under Dina två månader i fältverkstaden?
- Om någon annan i arbetsgruppen jäktar, påverkar det Dig?
- 14 Har Du under de senaste två månaderna haft
- svårt att sova nattetid
 - svårt att koncentrera Dig
 - magbesvär
 - huvudvärk
 - besvär från bröstet
- 15 Har ovanstående symtom förändrats jämfört med under Ditt ordinarie arbete?
- 16 Nämn tre saker som Du anser bra med Din arbetsplats på fältverkstaden.
- 17 Nämn tre saker som Du skulle vilja förändra på fältverkstaden
- 18 Har Du under Din tid i fältverkstaden fått några nya tips eller idéer som Du kommer att använda Dig av i Ditt ordinarie arbete?

Intervju efter projektets slut (efter två månader i ordinarie arbete)

- 1 Hur mår Du?
- 2 Känner Du någon förändring i Dina besvär sedan Du återgått till ordinarie arbete?
- 3 Jobbar Du mer eller mindre nu med
- tunga lyft
 - framåtböjda/vridna arbetsställningar
 - händerna ovanför axlarna
 - i knästående
- jämfört med arbetet i fältverkstaden?
- 4 Tänker Du mer på att växla mellan olika arbetsuppgifter/arbetssätt nu mot vad Du gjorde tidigare i Ditt ordinarie arbete?

- 5 Känner Du annorlunda inför att gå till arbetet i dag jämfört med när Du arbetade i fältverkstaden?
Om ja, hur då annorlunda?
- 6 Har Du under de senaste två månaderna haft
- svårt att sova nattetid
 - svårt att koncentrera Dig
 - magbesvär
 - huvudvärk
 - besvär från bröstet
- 7 Har Du använt Dig av några tips och idéer som Du fick i fältverkstaden sedan Du återgått till Ditt ordinarie arbete?
- 8 Hur har Du upplevt att delta i projektet?

BORGS CR-SKALA

- 0 Ingen alls
- 0,5 Extremt svag (knappt kännbar)
- 1 Mycket svag
- 2 Svag (lätt)
- 3 Måttlig
- 4
- 5 Stark (kraftig)
- 6
- 7 Mycket stark
- 8
- 9
- 10 Extremt stark (nästan max)
- Maximal

Sedan 1981 har FoU-Väst, som är ett utskott inom Byggmästareföreningen Väst, varit verksamt i ett flertal utvecklingsprojekt av olika karaktär.

Målet med gruppens verksamhet är

- att initiera och medverka i för västsvenska byggföretag angelägen FoU-verksamhet antingen gemensamt eller i enskilt företag*
- att bidra till förbättrad information om avslutad, pågående och planerad FoU*
- att med utgångspunkt från den kunskapsuppbyggande verksamhet som ovanstående ger söka nyttiggöra resultaten av verksamheten i produktion och utbildning*
- att verka främjande för landets utvecklingsverksamhet på byggområdet*
- att skapa goda kontakter och utöka samarbetet med högskolorna, främst Chalmers Tekniska Högskola*
- att med Chalmers Teknikpark som instrument verka för genomförandet av ovanstående*

Gruppens funktion som referensgrupp är värdefull såväl för det enskilda företaget som för de övriga inom gruppen som för anslagsgivaren.

Ledamöter

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



BYGGMÄSTAREFÖRENINGEN
VÄST

Ekmansgatan 1 • 411 32 Göteborg • Sweden
tel. 031-20 04 60 • fax 031-16 00 55