

Anslagsrapport

A10:1996

Platsbygge - prefabbygge  
inom Sticklinge höjden,  
Lidingö

En jämförande studie

Kjeld Paus

139-804

Anslagsrapport  
A10:1996

## **Platsbygge – prefabbygge inom Sticklingehöjden, Lidingö**

En jämförande studie

**Kjeld Paus**

920040 och

Denna rapport hänför sig till byggforskningsanslag 920360-2 från  
Byggforskningsrådet till JM Byggnads och Fastighets AB.

## REFERAT

Andelen flerbostadshus som i Sverige uppförs med förtillverkade betongelement är låg – c:a 15 procent. Osäkerhet råder om fördelarna med sådant byggsystem jämfört med s k platsbygge.

Då JM i egen regi skulle bygga 400 lägenheter på Sticklinge höjden på Lidingö fick man möjlighet att under jämförbara förhållanden bygga och följa upp en etapp med platsbygge och en etapp med stort inslag av förtillverkning. Projektering och produktion omfattade i varje etapp 60 lägenheter i fem flerbostadshus. Tidsåtgången resp kostnaden för projekteringen blev c:a 27 resp 20 procent större med byggsystemet med stort inslag av förtillverkning. Detta beror bl a på mer tidsåtgång för projekteringsplanering och produktionsberedning i fabrik.

Produktionstiden på byggarbetsplatsen reducerades med 3 månader – från 14 till 11 månader – vid övergången från plats- till prefabbygge. Den jämförbara arbetstidsåtgången minskade med c:a 4,6 procent och produktionskostnaden med c:a 5 procent. Hänsyn har därvid tagits till lägre kapitalkostnader genom tre månader kortare produktionstid för prefabalternativet.

Uppföljningen av byggnadskvalitet, arbetsmiljö och sjukfrånvaro visade ej någon större skillnad byggsystemen emellan.

---

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

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

A10:1996

ISBN 91-540-5748-5  
Byggnadsforskningsrådet, Stockholm

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sid nr

## FÖRORD

## SAMMANFATTNING

<b>1.</b>	<b>BAKGRUND</b> .....	<b>1</b>
1.1	Byggandets industrialisering .....	1
1.2	Kvalitet i byggandet .....	2
1.3	Arbetsmiljön .....	2
1.4	Byggkostnaderna .....	3
<b>2.</b>	<b>MÅLSÄTTNING</b> .....	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>BESKRIVNING AV BYGGNADSPROJEKT</b> .....	<b>5</b>
3.1	Arbetsplatsen - läge och projektomfattning ..	5
3.2	Organisation för genomförande av projektet ..	7
3.3	Två olika byggsystem .....	10
3.4	Installationerna .....	14
<b>4.</b>	<b>UPPLÄGGNING AV UTVECKLINGSPROJEKT</b> .....	<b>17</b>
4.1	Allmänt .....	17
4.2	Inhämtning av rapportunderlag .....	17
4.3	Förplanering och projektering .....	19
4.3.1	Uppföljning av planering och projektering ..	19
4.3.2	Kvalitet och kvalitetskontroll i projekteringsskedet ..	19
4.4	Byggandet .....	20
4.4.1	Produktion, tider och kostnader .....	20
4.4.2	Arbetsmiljö, sjukfrånvaro och olycksfall .....	20
4.4.3	Ergonomiska studier .....	20
4.4.4	Kvalitet och kvalitetskontroll i byggskedet ..	21
<b>5.</b>	<b>ERFARENHETER</b> .....	<b>22</b>
5.1	Allmänt .....	22
5.2	Förplanering och projektering .....	22
5.3	Kvalitet och kvalitetskontroll i projekteringsskedet ..	28
5.4	Upphandling av material och tjänster .....	31
5.5	Arbetsplatsplanering .....	32
5.5.1	APD-planer .....	32
5.5.2	Maskinplaner .....	34
5.5.3	Produktionstidplaner .....	36
5.5.4	Produktionsmöten .....	39

5.6	Produktion	39
5.6.1	Bygge med platsgjutna stommar	39
5.6.2	Bygge med förtillverkade stommar av betong	48
5.6.3	Ue - VVS-installationer	57
5.6.4	Ue - El	61
5.6.5	Ue - Målning och tapetsering	62
5.6.6	Ue - Övriga	63
5.7	Arbetsmiljö, sjukfrånvaro och olycksfall	64
5.8	Ergonomiska studier	71
5.9	Kvalitet och kvalitetskontroll i produktionen	73
<b>6.</b>	<b>JÄMFÖRANDE UTVÄRDERING</b>	<b>77</b>
6.1	Allmänt	77
6.2	Projektering	78
6.3	Produktion	81
6.3.1	Produktivitetsökning genom upprepning	81
6.3.2	Produktionsuppläggning och produktionstider	82
6.3.3	Produktions- och kapitalkostnader	85
6.4	Arbetsmiljö	93
6.5	Kvalitet	95
6.6	Driftsförhållanden under bruksskedet	102
6.7	Sammanfattande utvärdering	105
6.7.1	Planering och projektering	105
6.7.2	Produktion	106
6.7.3	Arbetsmiljö	107
6.7.4	Kvalitet	108
6.7.5	Driftsförhållanden under bruksskedet	108
<b>7.</b>	<b>VIDAREUTVECKLING</b>	<b>109</b>
	<b>LITTERATURFÖRTECKNING</b>	<b>116</b>

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sid nr

## FÖRORD

## SAMMANFATTNING

<b>1.</b>	<b>BAKGRUND</b> .....	<b>1</b>
1.1	Byggandets industrialisering .....	1
1.2	Kvalitet i byggandet .....	2
1.3	Arbetsmiljön .....	2
1.4	Byggkostnaderna .....	3
<b>2.</b>	<b>MÅLSÄTTNING</b> .....	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>BESKRIVNING AV BYGGNADSPROJEKTET</b> .....	<b>5</b>
3.1	Arbetsplatsen - läge och projektomfattning ..	5
3.2	Organisation för genomförande av projektet ..	7
3.3	Två olika byggsystem .....	10
3.4	Installationerna .....	14
<b>4.</b>	<b>UPPLÄGGNING AV UTVECKLINGSPROJEKTET</b> .....	<b>17</b>
4.1	Allmänt .....	17
4.2	Inhämtning av rapportunderlag .....	17
4.3	Förplanering och projektering .....	19
4.3.1	Uppföljning av planering och projektering ..	19
4.3.2	Kvalitet och kvalitetskontroll i projekteringskedet .....	19
4.4	Byggandet .....	20
4.4.1	Produktion, tider och kostnader .....	20
4.4.2	Arbetsmiljö, sjukfrånvaro och olycksfall .....	20
4.4.3	Ergonomiska studier .....	20
4.4.4	Kvalitet och kvalitetskontroll i byggskedet ..	21
<b>5.</b>	<b>ERFARENHETER</b> .....	<b>22</b>
5.1	Allmänt .....	22
5.2	Förplanering och projektering .....	22
5.3	Kvalitet och kvalitetskontroll i projekteringskedet .....	28
5.4	Upphandling av material och tjänster .....	31
5.5	Arbetsplatsplanering .....	32
5.5.1	APD-planer .....	32
5.5.2	Maskinplaner .....	34
5.5.3	Produktionstidplaner .....	36
5.5.4	Produktionsmöten .....	39

5.6	Produktion	39
5.6.1	Bygge med platsgjutna stommar	39
5.6.2	Bygge med förtillverkade stommar av betong	48
5.6.3	Ue - VVS-installationer	57
5.6.4	Ue - El	61
5.6.5	Ue - Målning och tapetsering	62
5.6.6	Ue - Övriga	63
5.7	Arbetsmiljö, sjukfrånvaro och olycksfall	64
5.8	Ergonomiska studier	71
5.9	Kvalitet och kvalitetskontroll i produktionen	73
<b>6.</b>	<b>JÄMFÖRANDE UTVÄRDERING</b>	<b>77</b>
6.1	Allmänt	77
6.2	Projektering	78
6.3	Produktion	81
6.3.1	Produktivitetssökning genom upprepning	81
6.3.2	Produktionsuppläggning och produktionsstider	82
6.3.3	Produktions- och kapitalkostnader	85
6.4	Arbetsmiljö	93
6.5	Kvalitet	95
6.6	Driftsförhållanden under bruksskedet	102
6.7	Sammanfattande utvärdering	105
6.7.1	Planering och projektering	105
6.7.2	Produktion	106
6.7.3	Arbetsmiljö	107
6.7.4	Kvalitet	108
6.7.5	Driftsförhållanden under bruksskedet	108
<b>7.</b>	<b>VIDAREUTVECKLING</b>	<b>109</b>
	<b>LITTERATURFÖRTECKNING</b>	<b>116</b>

## FÖRORD

JM Byggnads AB har sedan lång tid tillbaka haft erfarenheter såväl av traditionellt byggande med platsgjutna stommar som av bygge med högre grad av förtillverkning. Den organisatoriska uppdelningen i självständiga avdelningar och dotterbolag med eget resultatansvar har medverkat till att driftsenheternas inriktning beträffande marknad, produkter och produktion delvis har blivit olika. Inom koncernen finns det som följd härav driftsenheter och personal som har olika åsikter om vilket byggsystem som är att föredra för att på bästa sätt kunna uppnå de ekonomiska och andra mål som företagsledningen satt upp. Samma divergenser i uppfattning finns även hos personer inom andra stora och medelstora byggföretag.

Genom beslutet att i egen regi uppföra bostadshus med ca 400 lägenheter inom Sticklinge höjden, Lidingö, tillkom förutsättningar som behövdes för att göra en adekvat jämförelse mellan s k platsbygge och bygge med långt driven förtillverkning. Kontakter mellan Svenska Byggnadsarbetareförbundet och JM resulterade i ansökningar från JM till Byggforskningsrådet, Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond och Arbetslivsfonden med anhållan om bidrag för uppföljningen. Byggnadsarbetareförbundet hade sedan lång tid tillbaka upplevt att entreprenörer i ökad omfattning använde förtillverkade byggdelar och installationer vilket naturligt nog medfört en lägre sysselsättningsgrad för de egna medlemmarna. Från detta håll var man därför intresserad av en bred och fördjupad jämförelse omfattande den totala projektekonomi, arbetsmiljön och produktkvaliteten.

Byggnadsarbetareförbundets intentioner betr en jämförande uppföljning visade sig sammanfalla väl med JM:s intentioner och planer omkring ett eget utvecklingsarbete. Avdelningschefen Göran Sjöborg hade sålunda initierat ett IFL-projektarbete under 1991. Enligt programmet skulle synpunkter lämnas på hur byggprocessen skulle kunna utvecklas med målsättning att uppnå lägre projektkostnader och därmed lägre boendekostnader. Resultatet av projektarbetet redovisades i skriften "Byggprocessen år 2000". Vissa idéer i denna skrift omkring utvecklingen av byggandet har kommit till användning i projektet Sticklinge höjden.

Efter att erforderliga ekonomiska medel ställts till förfogande av BFR, SBUF, Arbetslivsfonden och JM igångsattes planering och projektering i februari 1992 för en grupp om 5 st flerfamiljshus med från början 60 lägenheter med inriktning mot platsbygge. Jämförelsen skulle göras med en motsvarande grupp uppförda med stort innehåll av förtillverkning. Målsättningen för båda grupperna var att uppnå god totalekonomi, arbetsmiljö och kvalitet.

Kjeld Paus har varit ansvarig för utvecklingsprojektets program, för uppföljning, utvärdering och rapportskrivning.

JM:s egen personal har stått för insamling av erforderligt underlag.



Avdelningschefen Göran Sjöborg har varit initiativtagare till den produktions- och materialtekniska utvecklingen inom projektet. Ove Kjell har som projektledare ansvarat för hela Sticklingeprojektet, Magnus Lindén för kalkyler och inköp och Åke Larsson för arbetsplatsproduktionen. Jan Strömberg har medverkat i insamling och sammanställning av faktaunderlaget.

BELAB har genom Bo Glimskär stått för den ergonomiska studien av produktionsuppläggningsen på arbetsplatsen. Värdefulla synpunkter har erhållits genom Olof Petterssons examensarbete, KTH, med anknytning till arbetsplatsförhållandena på Sticklinge höjden.

JM tackar engagerade konsultföretag, underentreprenörer och leverantörer som bidragit med erfarenheter och tids- och kostnadsuppgifter från den egna verksamheten i anslutning till de två etapperna. Vi har därigenom fått den totalöversikt som varit en förutsättning för en meningsfull jämförelse mellan byggsystemen.

Vi tackar även anslagsgivarna för deras ekonomiska bidrag och för deras medverkan i en referensgrupp som följt projektutvecklingen. Under gruppens möten har erfarenheter från andra projekt och synpunkter på det pågående förmedlats till stor nytta för detta utvecklingsarbete.

**JM Byggnads AB**

Magnus Key

---

## SAMMANFATTNING

Allmänt anses att bättre planering, ökad förtillverkning och mera samverkan mellan byggherrar, entreprenörer, konsulter, underentreprenörer och materialleverantörer bör kunna resultera i ökad industrialisering av byggandet. Därigenom ska det bli möjligt att erhålla kortare byggtider och lägre totala kostnader.

Förtillverkade stommar av betongelement anses av många vara ett led i en sådan teknikutveckling. Stombyggandet i sig representerar emellertid endast en del av total produktionstid och kostnad. Vid val av byggsystem måste även hänsyn tas till stombyggandets influens på tider och kostnader för övriga åtgärder erforderliga för att uppnå inflyttningsklara hus. Ev kan skillnader i kvalitet och arbetsmiljö uppstå byggsystemen emellan vilket även kan vara av betydelse att känna till inför framtida val av teknikinhåll.

Utvecklingsprojektets målsättning har varit att följa upp och utvärdera skillnaderna i ovan berörda avseenden mellan en grupp om 5 st flerbostadshus uppförda med platsgjutna stommar, Kv Terränglöparen, och en motsvarande grupp uppförda med stommar av fabriksstillverkade betongelement, Kv Joggaren. JM Byggnads AB har varit totalentreprenör för dessa två projekt som ingår som deletapper i utbyggnaden av Sticklinge höjden, Lidingö.

### *Planering och projektering*

Genom att JM i sin bostadsproduktion på samma gång representerar byggherrens intresse och samtidigt brukar vara totalentreprenör har JM fått förutsättningar för projektplanering i samverkan med konsulter, underentreprenörer och materialleverantörer. Detta har i projektet Sticklinge höjden bl a inneburit att JM:s produktionserfarenheter har kunnat förmedlas vidare till konsulterna. JM har inom ramen för gällande bestämmelser även kunnat välja och föreskriva utrustning och hög standard i utförandet anpassade till den på Lidingö rådande marknadssituationen.

Tidsåtgången resp kostnaden för projekteringen av Kv Joggarens hus blev ca 27 procent resp 20 procent större än motsvarande värden för Kv Terränglöparen, vilket beror på att stommentreprenörens projekteringsavdelning har fått lägga ner mer tid för projekteringsplanering, för beredning av produktionen i fabrik och för montageberedning.

En jämförelse mellan Kv Terränglöparen och Kv Joggaren betr uppkomna fel i projekteringen som har medfört kostnader i produktionen visar att Kv Joggaren dominerar. I byggsystem med platsgjutna stommar, Kv Terränglöparen, upptäcks mått- och andra systemfel i tidigt produktionsskede och rättas till inför det fortsatta arbetet med stomme och installationer. Därigenom begränsas kostnaderna för projekteringsfelen. Eftersom betongelementen till arbetsplatsen Kv Joggaren har tillverkats i en följd har genomgående systemfel först upptäckts efter montaget på arbetsplatsen.

## Produktion

I prefabalternativet Kv Joggaren uppfördes betongstommen inkl husets ytterväggar på 11 montagedagar. S k "tätt hus" med förtillverkat tak påsatt erhöles redan efter ca 3 veckor.

Genom att stora husvolymen och ytor blev tillgängliga tidigare än i Kv Terränglöporen kunde vissa underentreprenörer i Kv Joggarens fall sätta in större arbetsstyrkor än i etappen Kv Terränglöporen vilket bidrog till att förkorta den totala byggtiden. Byggtiden för en hel etapp fram till inflyttning reducerades totalt med ca 12 veckor - från ca 55 arbetsveckor för Kv Terränglöporen till 43 arbetsveckor för Kv Joggaren.

Räknas tidsåtgången i elementfabrikerna in i den totala tidsförbrukningen så blir den jämförbara skillnaden i tidsåtgång byggsystemen emellan ca 2 000 timmar vilket motsvarar ca 5 procent lägre tidsåtgång vid uppförandet av Kv Joggarens flerbostadshus.

Den procentuella andelen av den totala tidsåtgången på arbetsplatsen minskar från nära 100 procent i Kv Terränglöporen till ca 70 procent i Kv Joggaren genom mera förtillverkning i betongelementfabrik. Om man enbart ser på arbetstidsåtgången för byggnadsarbetarna på arbetsplatsen så minskar deras arbetstidsåtgång med ca 40 procent vid övergången till arbetena i Kv Joggaren - byggsystemet med stort inslag av förtillverkning.

Efter en kalkylmässig justering som även tagit hänsyn till minskade kapitalkostnader genom tre månader kortare byggtid för byggsystemet Kv Joggaren blir skillnaden 5 procent lägre produktionskostnad för flerbostadshuset i Kv Joggaren.

## Arbetsmiljö

Minskning av mängden byggavfall och strävan efter att uppnå "ett rent bygge" bidrar erfarenhetsmässigt till minskning av förekomsten av olycksfall och till ökad produktivitet. Mängden byggavfall på arbetsplatsen minskade med ca 35 procent vid övergången till byggsystemet med stor andel förtillverkning, Kv Joggaren.

*Sjukfrånvaron* bland byggnadsarbetarna blev 5,2 procent på arbetsplatsen Kv Terränglöporen och 4,0 procent i fallet Kv Joggaren. Läger man ihop sjukfrånvarotiderna för byggnadsarbetarna på arbetsplatsen Kv Joggaren med motsvarande tider för stomentreprenörens personal i fabriken och på arbetsplatsen så blir genomsnittsvärdet 5,2 procent, vilket är samma frånvaroprocent som för platsbygget Kv Terränglöporen. Även om exaktheten på grund av litet statistiskt material må anses vara tillfälligt så tyder detta på att förhållandena som inverkar på frånvaron är i stort sett likvärdiga etapperna emellan, vilket även framgår av den *ergonomiska* utvärderingen. Denna som även omfattade studier av arbetsuppläggningsen i betongelementfabriken konstaterar att ur ergonomisk synvinkel var de båda byggsystemen likvärdiga.

## *Kvalitet*

Egenkontroll, som är ett led i JM:s kvalitetspolicy, har tillämpats i såväl projekterings- som produktionsskedet vilket även omfattat konsulter, underentreprenörer och större leverantörer. SBUF:s publicerade skrift "Kvalitetsvärdering av byggarbetsplatsen" har använts vid en jämförande *testning*. Resultatet blev att ingen skillnad i kvalitet kvarteren emellan kunde registreras med denna testmetod. En enkät som bostadsrättshavarna fick svara på gav i stort sett samma resultat.



# 1. BAKGRUND

## 1.1 Byggandets industrialisering

I början av 1960-talet och därmed under miljonprogrammets första år ansågs allmänt att ökad rationalitet i byggandet skulle uppnås genom förtillverkning och montage av betongelement till stommen. De större byggentreprenörerna uppförde ett flertal elementfabriker som marknadsmässigt framför allt skulle täcka bostadsbyggandets behov. Man förutspådde att andelen av det s k platsbyggandet skulle minska kraftigt genom denna nya konkurrenssituation. Bl a gav Mejse Jacobsson, dåvarande chef för Bygghöjningsrådet, uttryck för denna utveckling i skriften "Byggandets industrialisering".

Förhållandet att de större byggentreprenörerna lade sig till med egna fabriker och egna elementbyggnadssystem ledde till farhågor om att konkurrensen skulle hämmas genom uppkomsten av "slutna elementbyggnadssystem" ej tillgängliga för andra entreprenörer.

Verkligheten blev en annan. Det visade sig att även metoden att platsgjuta stommarna kunde utvecklas bl a genom övergång till storformar och kranhantering. Även installationstekniken i anslutning här till utvecklades med rationaliseringsvinster som följd. Jämförande anbuds kalkyler hos BPA i början på 1970-talet i samband med totalentreprenader påvisade att flerbostadshus som uppförts med platsgjutna stommar i regel betingade lägre kostnad än motsvarande med förtillverkade betongelement. Andra byggentreprenörer hade liknande erfarenhet vilket resulterade i att ett antal betongelementfabriker avvecklades. Som exempel här på kan nämnas att BPA avvecklade tre av sina fyra fabriker under 1970-talet. Nedgången i byggandet och då enkannerligen inom bostadssektorn i mitten på 1970-talet bidrog verksamt här till.

Under 1980-talet har branschen åter börjat tala om behovet av "industrialisering" av byggandet. Man hänvisar bl a till bilindustrins framgångar som sammansättningsindustri genom köp av hela system från underleverantörer. Genom bättre planering, projektering och ökad förtillverkningsgrad och genom att satsa på samverkan mellan byggherrar, entreprenörer, konsulter, underentreprenörer och material- och komponenttillverkare ska byggbranschen kunna utvecklas till att bli en byggindustri. (Anm. Bl a H Birke i Byggindustrin 34/93).

Viss strukturell förändring är skönjbar. Andelen hus som uppförts med betongelement har sålunda haft en påtaglig ökning under slutet av 1980-talet. Marknaden har fått uppleva att finska och norska fabriker trots långa transportsträckor har kunnat konkurrera och leverera element till byggen i Sverige från sina anläggningar i Finland respektive Norge. I början på 1990-talet uppfördes ca 15 procent av flerbostadshusen i landet som helhet med stommar av betongelement. Intressant att notera är att hela 40 procent av flerbostadshusen inom Bo 92 i Örebro hade detta stomsystem. Än större procentandelar uppvisar flerbostadsbyggandet i Danmark och Finland. Byggherrar, projektörer och entreprenörer i Sverige har enligt mångas åsikt ej följt med i byggandets rationalisering genom ökad förtillverkning i samma omfattning som i grannländerna.

Orsaken till intresset för ökad förtillverkning under 1980-talet torde bl a vara arbetskraftsbrist och lönehöjningarna under 1980-talets högkonjunktur inom byggandet. Genom konstruktionsförbättringar och långa förspända bjälklags-element har dessutom större möjlighet för alternativa placeringar av icke bärande innerväggar uppnåtts. Bostadskonsumenten har i vissa fall kunnat välja mellan ett antal variabla utformningar av samma lägenhetsyta. Möjlighet för att genom relativt enkla ombyggnadsåtgärder uppnå nya lägenhetsalternativ i bruksskedet har även tillskapats.

## 1.2 Kvalitet i byggandet

Kraven på kvalitet och kvalitetskontroll i byggandet har skärpts under de senaste 10 åren. Från början var det uppkomsten av hälsofarliga hus som engagerade allmänhet och nyhetsmedia med krav på bättre kontroll av entreprenörerna och på utökat garantiansvar. Entreprenörernas reaktion var i detta tidsskede att sådana krav skulle komma att höja byggkostnaderna ytterligare. Sedan dess har en omsvängning skett eller som representant för JM uttryckt detta i tidningen Cementa nr 1/93: "Kvalitetsarbetet är väl förankrat och bidrar till god lönsamhet inom företaget. För oss är kvalitet att bygga vad kunder efterfrågar, och leverera en färdig och felfri produkt i rätt tid."

Innebär val av produktionssystem - exempelvis platsbygge - att man får bättre förutsättningar för att uppnå god kvalitet än om man väljer en produktions-uppläggning med hög grad av förtillverkning? Eller är det tvärt om vilket framför allt tillverkarna av betongelement anser?

## 1.3 Arbetsmiljön

Från många håll framhäves att bättre arbetsmiljö kan erhållas på arbetsplatser med större andel förtillverkning av såväl stomme som installationer. En god arbetsmiljö är eftersträfvansvärt såväl för byggföretag som för anställda. Den ökar enligt erfarenhet såväl produktivitet som kvalitet med bl a lägre produktions-kostnader som följd. Blir arbetsmiljön i verkligheten bättre genom mera förtill-  
verkning och i så fall - vilka positiva effekter kan registreras?

Arbetsgivaren har enligt arbetsmiljölagen ett långtgående ansvar för arbetsmiljön. Detaljerade bestämmelser med anknytning till förhållandena på byggarbets-platserna finns intagna i Arbetarskyddsstyrelsens författningssamling AFS 1986:3. Ytterligare föreskrifter härom finns i Arbetsmiljöverket daterat 18 juni 1985. Enligt av riksdagen 1991 godkänd utökning av arbetsmiljölagen ska följande fortsätt-  
ningsvis gälla:

"Den som låter utföra byggnads- och anläggningsarbete ska vid projekte-  
ringen se till att arbetsmiljösynpunkter, avseende såväl byggskedet som  
det framtida brukandet, beaktas och att olika delar av projekteringen sam-  
ordnas. Den som tillverkar monteringsfärdiga byggnader eller anläggningar  
ska på samma sätt se till att arbetsmiljösynpunkter beaktas vid  
projekteringen.

Även arkitekter, konstruktörer och andra som medverkar vid projekteringen, ska inom ramen för sina uppdrag se till att arbetsmiljösynpunkter beaktas."

Som framgår av texten ska såväl projektörer som de som tillverkar monteringsfärdiga byggnader vara delaktiga i ansvaret för arbetsmiljön på byggarbetsplatser. Det vore av intresse för branschen att på projekteringsnivå kunna få möjlighet att följa upp och rapportera om tillämpningen av dessa nya bestämmelser samt att göra jämförelser beträffande konsekvenserna för engagerade parter i anslutning till de två slag av byggsystem som beskrivits ovan.

#### 1.4 Byggekostnaderna

Allmänt pekas på att byggekostnaderna har ökat mera än andra kostnader, fig 1.4.1. Myndigheter, lånebeviljande banker och allmänheten efterlyser rationaliseringsåtgärder. Kan en övergång till ökad förtillverkning av såväl stomme som installationer verksamt bidra till minskning av produktionskostnaden?

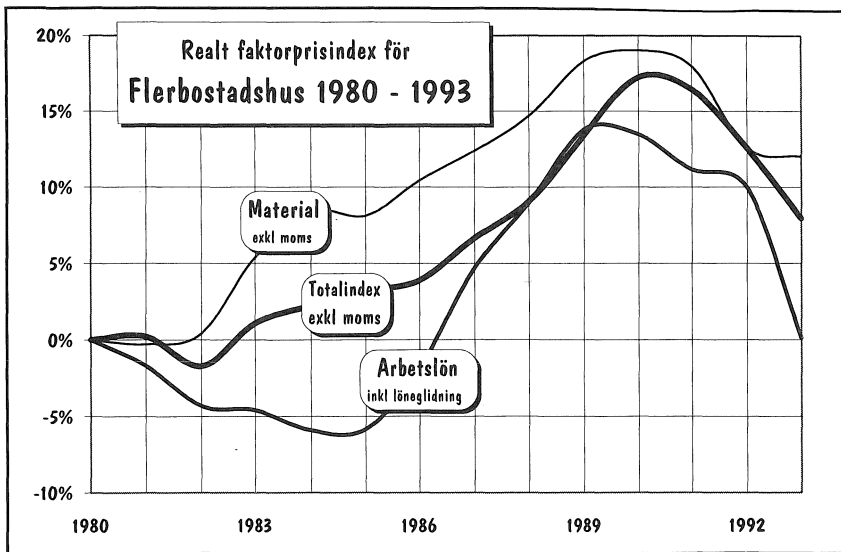


Fig 1.4.1 Kostnadsutvecklingen på insatsfaktorer i produktionen av flerbostadshus, efter 1980, uppdelad på material respektive arbetslön. Inflationen såväl som mervärdesskatten är frånräknade. Källa: SCB

Tillverkning av en byggnad är en engångsföreteelse. Huset byggs på viss ort i landet, på viss lokal plats, under viss bestämd årtid med viss personal och med material och tjänster som inköpts just för detta bygge. Detta försvårar kostnadsjämförelser och andra jämförelser när man vill försöka utvärdera varför man har väsentliga avvikelser i produktionskostnaden mellan annars lika hus.



JM Byggnads AB har genom bostadsbyggandet på arbetsplatsen Sticklinge-  
höjden, Lidingö, kunnat tillskapa förutsättningar som gör att en jämförelse mellan  
omtalade byggsystem i ovan berörda avseenden kan bli meningsfullt. Genom att  
företaget även representerar byggherrefunktionen har också byggherrens  
synpunkter erhållits och kostnader, tidsplaner m m i anslutning härtil kunnat  
följas upp.

## 2. MÅLSÄTTNING

JMs uppläggning av produktionen på arbetsplats Sticklinge-  
höjden, Lidingö, gjorde det möjligt att följa upp planering, projektering och byggande av två grupper  
flerbostadshus. Från början planerades för 60 lägenheter i vardera gruppen om  
5 hus med samma utformning och lägenhetsfördelning. I samband med detalj-  
projekteringen skedde en anpassning till terrängförhållanden och till marknads-  
efterfrågan vilket resulterade i att 58 lägenheter uppfördes med i allt väsentligt  
platsgjutna stommar inom Kv Terränglöparen och 60 lägenheter med förtill-  
verkade stomelement av betong inom Kv Joggaren. Installationer och andra  
kompletteringar har varierat. Målsättningen har därvid varit att uppnå ökad  
förtillverkning och anpassning till respektive stombyggnadsteknik.

Uppföljning enligt programmet har omfattat jämförelse mellan byggsystemen med  
avseende på olikheter i:

- projekteringsuppläggning
- produktion och upphandling av varor och tjänster
- kvalitet
- arbetsmiljö
- del- och totalkostnader uttryckt i procentuella avvikelser från  
det alternativa byggsystemet
- del- och totaltider i projektgenomförandet.

Uppföljningen av produktionskostnaderna har ej omfattat markanläggningar och  
grundplatta för att ej variationer i underliggande och intilliggande mark ska  
influera på kostnadsuppgifterna.

Med JM som totalentreprenör, fanns förutsättningar för att få fram samtliga  
projekterings- och produktionskostnader för uppförande av respektive grupper  
av hus.

Eventuella skiljaktigheter byggsystemen emellan beträffande möjligheten att  
uppnå god standard och rätt kvalitet skulle följas upp.

Ambitionen var vidare att studera arbetsmiljön och peka på olikheter systemen  
emellan i den manuella hanteringen av material och byggdelar som skulle kunna  
leda till uppkomst av mera ohälsa och större sjukfrånvaro.

Även om planutformningen i stort var densamma i båda fallen så skulle del- och totaltider såväl i projektering som produktion komma att bli olika. Sådana olikheter måste följas upp då de initierar såväl direkt registrerbara kostnadsskillnader som framkalkylerade kostnadsdifferenser - exempelvis beträffande kapitalkostnaderna.

Utvecklingsprojektet beskriver två olika byggsystem. JM har haft ambitionen att projektera och bygga flerbostadshusen inom varje grupp med så stor rationalitet som respektive system det tillåter. Gruppen med platsbyggda stommar, Kv Terränglöparen, innehåller sålunda en hel del förtillverkade delar vilket framgår av rapporten. På liknande sätt fast tvärt om innehåller husgruppen med stort inslag av förtillverkning, Kv Joggaren, en del platsbygge.

Utvecklingsprojektets målsättning har varit att jämföra dessa två grupper av flerbostadshus med varandra i ovan berörda avseenden. För att jämförelsen skulle bli så tydlig som möjligt för läsarna av rapporten har respektive byggsystem fått en relativt utförlig beskrivning av materialinnehåll, konstruktion och produktionsförlopp. Genom uppdelning och redovisning av erfarenhetsmaterialet i fackområden har förhoppningsvis ökad tillgänglighet uppnåtts.

De värden och bedömningar som göres i rapporten gäller dessa två grupperingar av flerbostadshus. Målsättningen har ej varit att komma fram till en generell uppfattning om att ett visst byggsystem **alltid** är att föredra framför ett annat. Projektbundna ändringar och pågående utveckling inom bygg- och materialbranschen gör att en sådan slutsats ej kan vara allmängiltig. Målsättningen har i stället varit:

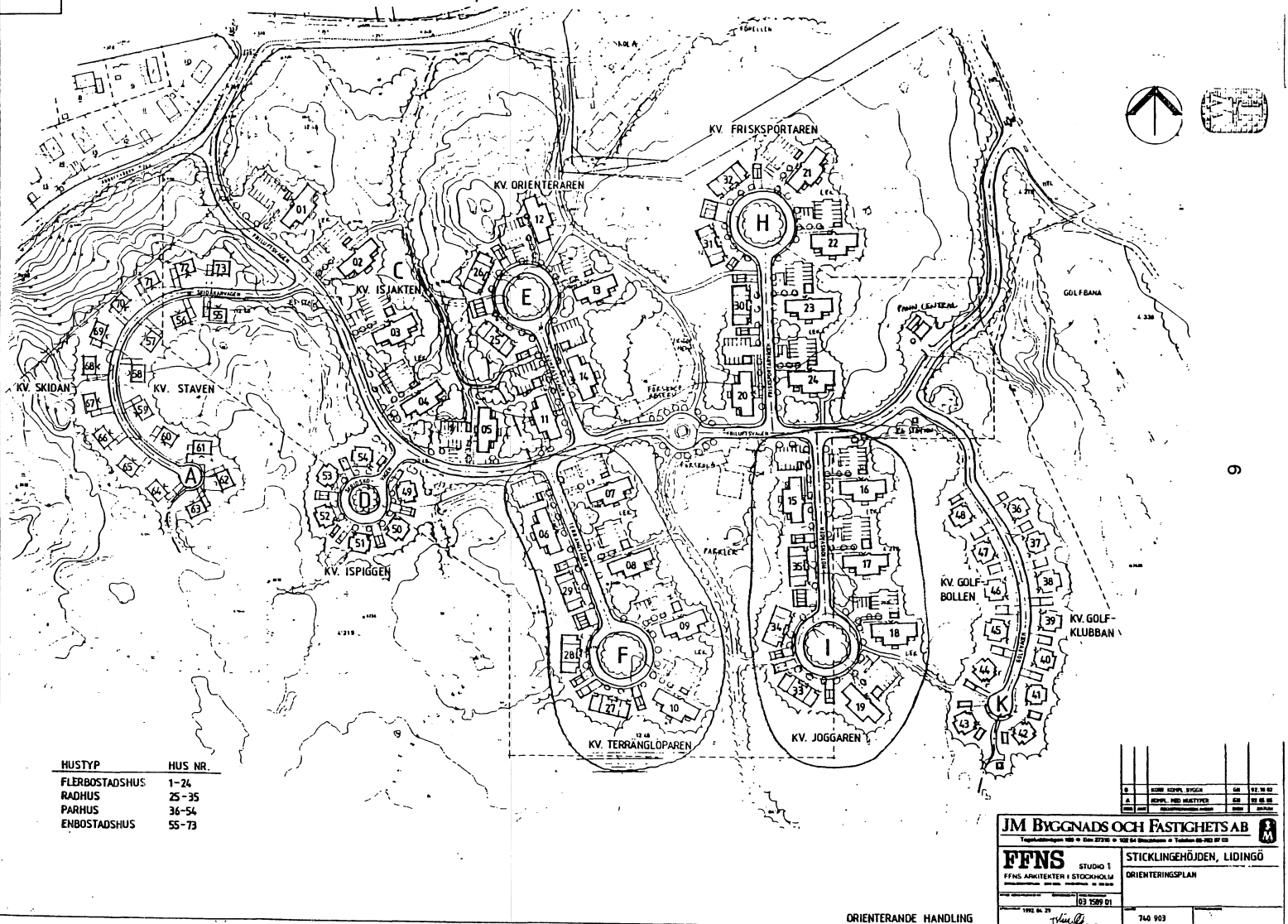
- att** redovisa erfarenheter och
- att** peka på gjorda och ev andra möjliga systemförbättringar samt
- att** så långt som underlaget tillåter påvisa trender i det insamlade materialet gällande planering, projektering, produktion och ekonomi som kan komma till nytta i samband med överväganden om arbetsuppläggning och materialval i nya liknande projekt.

### 3. BESKRIVNING AV BYGGNADSPROJEKTET

#### 3.1 Arbetsplatsen - läge och projektomfattning

JM Byggnads AB ska på egen mark uppföra bostadshus innehållande ca 400 lägenheter inom Sticklingeområdet, Lidingö. Projektet som kommer att pågå under ett flertal år, innehåller bl a 24 st flerbostadshus med till övervägande del samma utformning och lägenhetsfördelning. Avsikten har från början varit att så långt som ekonomiskt och tekniskt försvarbart använda förtillverkade komponenter i samband med utförande av stomme, stomkompletteringar, inredningar och installationer.

Fig 3.1.1 Orienteringsplan Sticklingehöjden



HUSTYP	HUS NR.
FLERBOSTADSHUS	1-24
RADHUS	25-35
PARTHUS	36-54
ENBOSTADSHUS	55-73

**JM BYGGNADS OCH FASTIGHETS AB**  
 Fastighetsägare 100% • Box 27216 • SE-162 54 Stockholm • Telefon 08-740 90 00

**FFNS** STUDIO 1  
 FFNS ARKITEKTER I STOCKHOLM  
 Arkitektbyrå med kontor i Stockholm, Göteborg, Malmö och Örebro

03 1597 01

1992.04.20

740 903

ORIENTERANDE HANDLING

För att underlätta igångsättningen av projektet valdes att uppföra den första gruppen om 5 hus inom Kv Terränglöparen enligt traditionellt byggande med platsbyggda stommar. I en nästa etapp inom Kv Joggaren uppfördes 5 hus med mera långtgående förtillverkning (fig 3.1.1). Grupperna av flerbostadshus innehöll från början 60 st lägenheter upplåtna i bostadsrättsform. Genom ändringar i efterfrågan slogs två 2-rumslägenheter ihop i vardera gruppen. Inom Kv Joggaren tillkom även två souterrängvåningar. Bostadsrättsföreningarna har fram till färdigställande och inflyttning administrerats av JM vilket underlättat samspelet mellan byggherre- och entreprenörsfunktionen.

### **3.2 Organisation för genomförande av projektet**

JM Byggnads AB har avdelningar och dotterbolag med erfarenhet av såväl traditionellt byggda som flerbostadshus med stort inslag av förtillverkning. Ett dotterföretag, AB Projektgaranti, arbetar i huvudsak med projektledningsuppgifter. Genom "Construction Management" upphandlas tjänster och leveranser i konkurrens. Projektverksamheten leds genom effektiv kostnads-, tids- och kvalitetsstyrning. Detta företag har i stor omfattning i sina upphandlingar föreskrivet förtillverkade byggdelar som monteras på platsen av underentreprenörer. Personal från bl a detta företag deltog i diskussionerna omkring lämplig uppläggning av projektet Sticklingeviden.

Detta byggprojekt har sorterat under en avdelning tillhörande JM Region Mellansverige. Avdelningens tjänstemän har en gedigen erfarenhet av planering, projektering och produktion gällande traditionellt byggda hus med platsbyggda stommar. Genom kontinuerlig byggverksamhet inom regionen har avdelningen successivt organiserat upp en stam av kvalificerade byggnadsarbetare med hög prestationsförmåga inom detta byggsystem. Samma kontinuitet har även bidragit till kännedom om och samarbete med underentreprenörer med stor kompetens inom respektive fack.

Avdelningen valde av dessa anledningar och för att komma snabbt igång samt för att få god tid för planeringen av montagebygget att starta upp Sticklingeviden Kv Terränglöparen med planering, projektering och byggande av hus enligt det traditionellt byggda alternativet. Under tiden för planering och projektering skulle man dock samtidigt beakta de krav som byggsystemet med större grad av förtillverkning inom Kv Joggaren måtte ställa på utformning och konstruktion. Anlitade konsulter uppmanades att tänka nytt. Projektledningen efterlyste nya idéer som kunde rationalisera produktion och drift med bibehållande av hög kvalitet.

Med ovan nämnda utgångspunkter utformades projektorganisation och valdes bemanning enl fig 3.2.1.

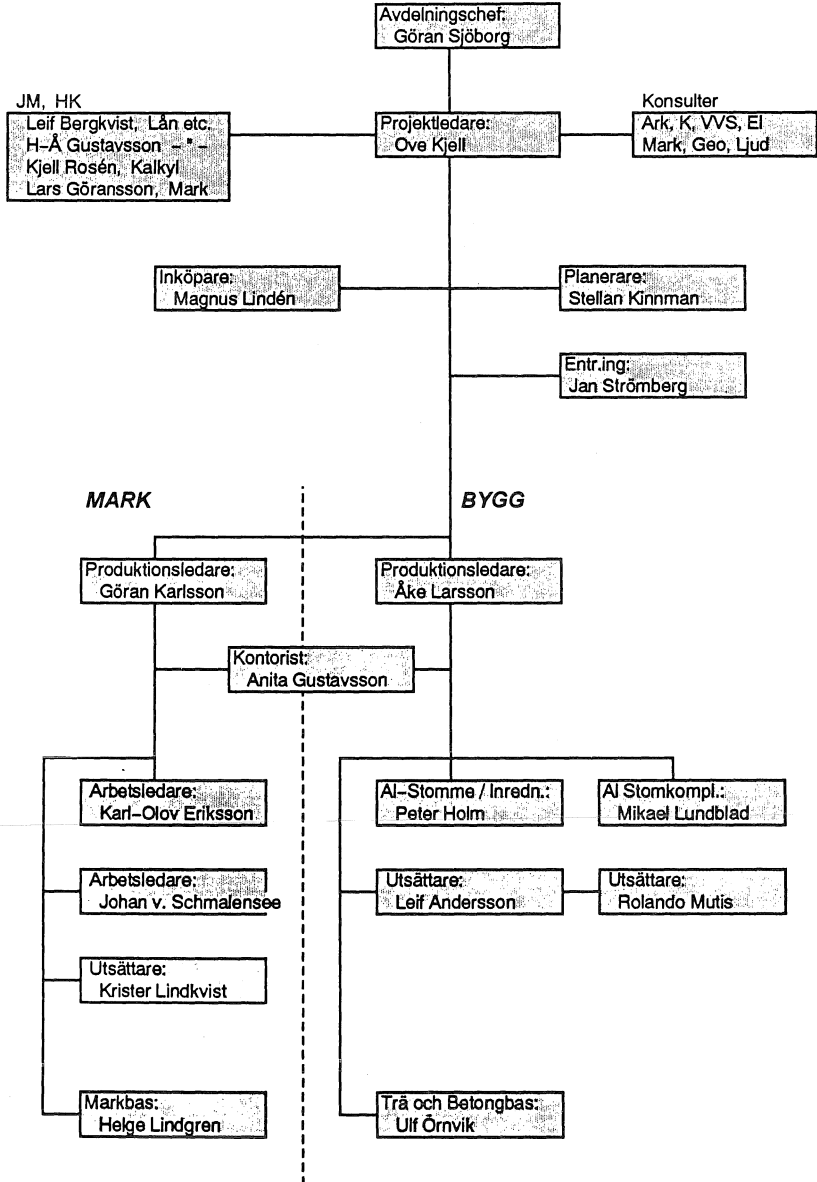


Fig 3.2.1 JMs organisation för genomförandet av projektet Kv Terränglöparen.

Fig 3.2.2 visar JM:s egen personalinsats samt antalet underentreprenörer och den arbetskraft som dessa företag maximalt har satt in vid aktuella tidpunkten i byggprocessen.

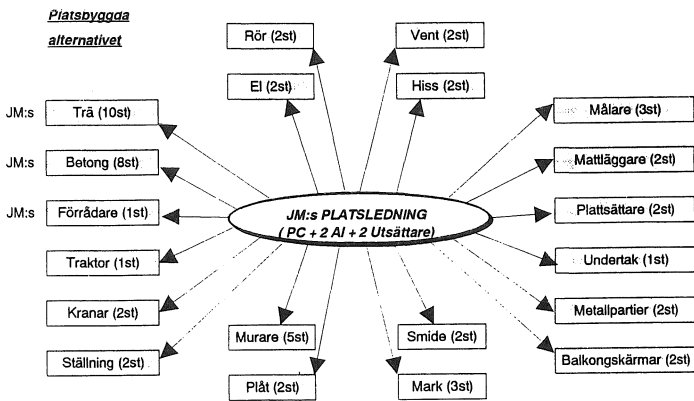


Fig 3.2.2 Platsledning, underentreprenörer och övrig personal på arbetsplatsen Kv Terränglöparen.

Anm. Angiven personalstyrka är den maximala, 61 personer, som uppnås på arbetsplatsen.

Projektledningen hade som framgår ovan uppmanat anlitade projektörer för husgruppen inom Kv Terränglöparen att samtidigt tänka och förplanera för byggandet inom Kv Joggaren. Det var sålunda lämpligt att fortsätta med samma konsultgrupp och JM:s projekteringsledning som för föregående etapp. Organisation och bemanning för uppförandet av dessa nya hus måste dock anpassas till den nya material- och byggdelsituationen (fig 3.2.3) vilket bl a innebar att JM:s egen arbetsstyrka reducerades med 8 man och platsledningen med 2 utsättare.

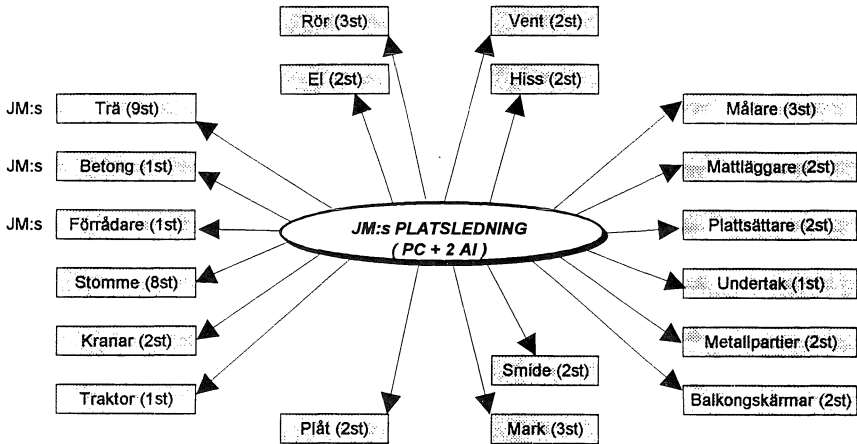


Fig 3.2.3 Platsledning, underentreprenörer och övrig personal på arbetsplatsen Kv Joggaren = byggsystemet med stort inslag av förtillverkning.

Anm. Angiven personalstyrka är den maximala, 53 personer, som uppnås på arbetsplatsen.

### 3.3 Två olika byggsystem

I rapporten återkommer begreppen "platsbygge" respektive "prefabbygge" representerande första etappens = Kv Terränglöpans 5 flerbostadshus respektive andra etappens = Kv Joggarens motsvarande hus. Som framgår av det följande kan första etappens byggsystem mera beskrivas som ett traditionellt utförande med visst inslag av förtillverkade byggdelar, medan andra etappen innehåller väsentligt mera av förtillverkning. Den bärande konstruktionen i flerbostadshusen i Kv Terränglöpans utgjordes av innerväggar av betong och av stålpelare i fasadliv. I etappen Kv Joggaren fanns bärningen i såväl inner- som ytterväggarna av betongelement.

Ett växelspel mellan projektör, kalkylator och inköpare i tidigt projekteringskede resulterade i införande av ytterligare ett antal prefabricerade betongelement i det platsbyggda systemet än vad som är normalt förekommande. Sålunda gick man in för att använda ett 50 mm's plattbärlager som formelement under en pågjutning av 170 mm betong. Vidare inköptes förtillverkade hisstoppar samt hissgröpar av betong som placerades in i grunden i samband med att underlaget för bottenplattan fylldes upp och packades.

Fig 3.3.1 visar skillnader i byggdelar och material mellan flerbostadshusen i Kv Terränglöpans respektive Kv Joggaren.

Inom hus med platsbyggda stommar, Kv. Terränglöparen	Inom hus med förtillverkade stommar, Kv. Joggaren
<p><b>Grundläggning</b>            Packad sprängsten            Kapillärbrytande makadam 150mm            Prefabricerade sockelelement (Leca)            Cellplast tjocklek = 50-120mm            Dubbelarmerad betongplatta (K 30) 150mm</p>	<p><b>Grundläggning</b>            - Lika som platsbyggda alternativet -</p>
<p><b>Ytterväggar ( u-värde = 0,27 W/m<sup>2</sup>xgradC )</b>            Tegel 120mm            Utfackningsparti med                Gipsskiva 9mm GU                Mineralullsisolering 170mm                Regelstomme 170mm                Plastfolie 0,2mm                Gipsskiva 13mm ( b = 1200mm )            Bärande stålpelare</p>	<p><b>Ytterväggar ( u-värde = 0,24 W/m<sup>2</sup>xgradC )</b>            Sandwichelement bestående av                Betongytterskiva ( K 40 ) 70mm                Styrenisolering 170mm                Betonginnerskiva ( K 40 ) 100mm</p>
<p><b>Innerväggar - bärande</b>            Betong ( K 30 ) 160mm            ( höjd plan 1 = 2,58m plan 2-4 = 2,41m )</p>	<p><b>Innerväggar - bärande</b>            Betongelement ( K 40 ) 160mm            ( höjd = 2,50m genomgående )</p>
<p><b>Innerväggar - icke bärande</b>            Gipsskiva 13mm ( b = 900mm )            Stålegrar 70mm ( c/c 900 - Ergo-Gyproc )            Gipsskiva 13mm ( b = 900mm )</p>	<p><b>Innerväggar - icke bärande</b>            - Lika som platsbyggda alternativet -</p>
<p><b>Mellanbjälklag</b>            Plattbärlag 50mm ( K 30 - K 35 )            Betong ( K35 ) 170mm</p>	<p><b>Mellanbjälklag</b>            Betongelement ( K 50 ) 220mm            ( Förspända såväl som slakarmerade plattor )</p>
<p><b>Trapphus</b>            Förtillverkade trappor och vilplan med terrazzobeläggning            Klinkerplattor på våningsplan</p>	<p><b>Trapphus</b>            Förtillverkade trappor, trapplan och våningsplan med terrazzobeläggning</p>
<p><b>Vindsbjälklag ( u-värde = 0,14 W/m<sup>2</sup>xgradC )</b>            Plattbärlag 50mm            Betong ( K 35 ) 170mm            Lösullsisolering 400mm            Spånskiva 22mm i förråd och gångar</p>	<p><b>Vindsbjälklag ( u-värde = 0,14 W/m<sup>2</sup>xgradC )</b>            Betongelement ( K 50 ) 220mm            Lösullsisolering 400mm            Spånskiva 22mm i förråd och gångar</p>
<p><b>Yttertak ( Traditionellt byggt med tak som stolpas upp på arbetsplatsen )</b>            Takstolar - prefab            Spånskiva 16mm            Strö- och bärläkt            Betongtakpannor</p>	<p><b>Yttertak ( Takelement förtillverkas på arbetsplatsen - 3600x5700 - och lyfts på plats )</b>            Takstolar - prefab            Råspontluckor 22mm            Takpapp            Strö- och bärläkt            Betongtakpannor</p>

Fig. 3.3.1 Skillnader i byggdelar och material mellan det så kallade platsbyggda systemet och alternativet med stor andel förtillverkning.



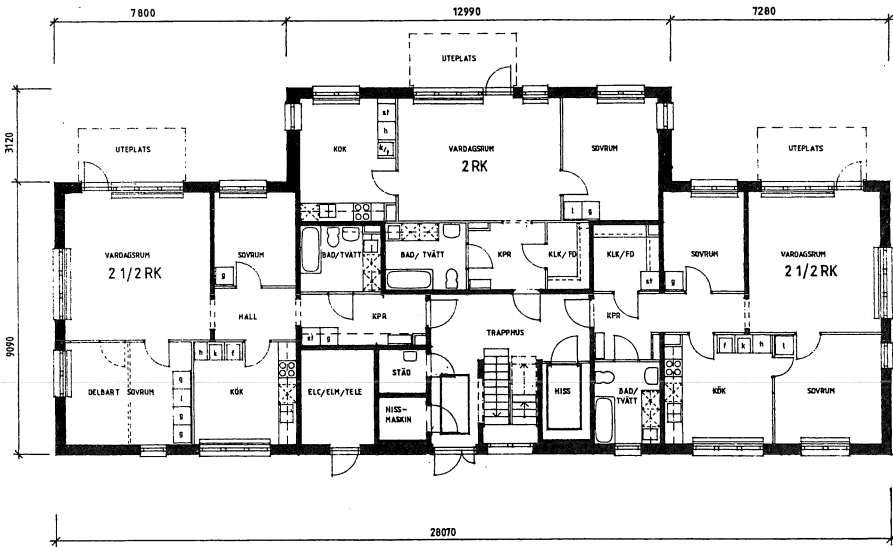


Fig 3.3.2 Sticklingehöjden, Kv Terränglöparen, Platsbygget.  
Fasad, plan, sektion, skala 1:200, FFNS Arkitekter i Stockholm

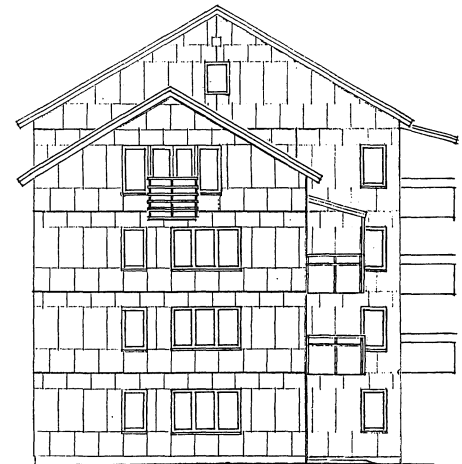
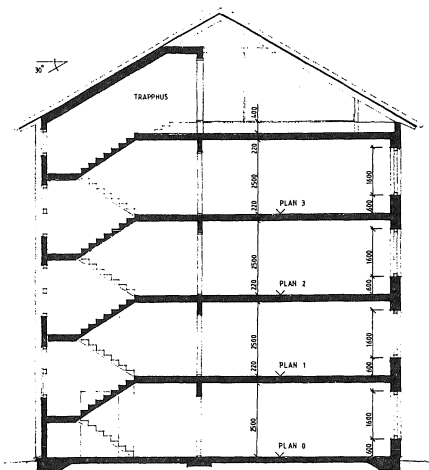
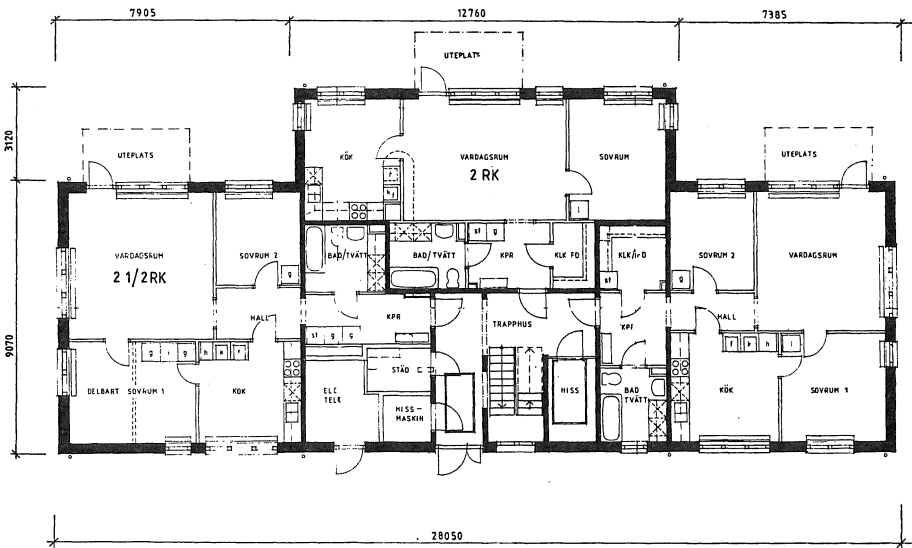


Fig 3.3.3 Stickingehöjden, Kv Joggaren, Prefabbygget.  
Fasad, plan, sektion, skala 1:200, FFNS Arkitekter i Stockholm

Fig 3.3.2 och 3.3.3 återger våningsplan, sektion och fasader för respektive byggsystem. Observera skillnaderna i våningshöjd. I det platsbyggda systemets hus är frihöjden mellan grundplatta och bjälklag 2,58 m mot 2,41 m på övriga våningsplan. Detta för att få plats med ledningsdragningar i taket samt ett undertak. Entreprenören och leverantören av det prefabricerade byggsystemet erbjöd sig leverera väggelement med möjlighet för 2,50 m i rumshöjd på alla våningsplan utan extra kostnad. Som skäl angavs anpassning till måtten i leverantörens formutrustning. Denna lösning, som medförde vissa merkostnader för övriga arbetsinsatser i bygget, reglerades ekonomiskt mellan parterna. JM såg den ändrade våningshöjden som en kvalitetsförbättring.

Fasadutformningen i byggsystemet med stor andel av förtillverkning diskuterades ingående i tidigt projekteringsstadium. JM ville ej ha en tydlig fasaduppdelning i rumstäckande väggelement. På arkitektens initiativ och i samråd med leverantören utarbetades förslag på utformning och gjordes provgjutning av helt element för att kontrollera såväl utseendet som möjligheterna för tillfredsställande arbetsuppläggning vid tillverkningen. Stuprörens placering har även bidragit till att dölja de genomgående vertikala fogarna.

JMs intentioner var att använda förtillverkade badrumsenheter i byggalternativet med stor andel av förtillverkning, Kv Joggaren. Badrummets placering i våningsplanet skulle med den valda stomlösningen emellertid resultera i bl a dubbla väggar på två resp tre av sidorna. Detta alternativ skulle dessutom leda till att man förlorade ca 1 kvm av lägenhetsytan. En jämförande kostnadskalkyl visade att prefab-alternativet därigenom blev dyrare än ett platsbyggt badrumsalternativ som man därför valde att utföra. Man kalkyltestade även alternativet med förtillverkade rörstammar inlagda i kassetter, men fann att också detta prefab-alternativ skulle ha kommit att bli väsentligt mera kostsamt att utföra.

### 3.4 Installationerna

*VVS-installationerna* utformades lika i de två etapperna enligt följande:

- Tappvarmvatten alstras inom undercentral gemensamt för respektive etapp medelst värmeväxlare kopplad till Lidingö Energis lokala fjärrvärmenät.
- Tappvarmvattnet ackumuleras i två stycken varmvattenackumulatorer.
- Varje byggnad försörjes med tappvarmvatten medelst markförlagda kulvertledningarna från undercentral.
- Inom byggnadernas entréplan förläggs fördelningsledningarna i undertak och inklädnader fram till respektive VA-schakt.
- Inom undercentralerna transformeras värmen från Lidingö Energis fjärrvärmenät via värmeväxlare till sekundärvärme för radiatorer.
- Fjärrvärmen produceras i huvudsak av sjövärmepumpar placerade i fjärrvärmecentralen.

- Färdigmåladé radiatorer med fabriksmonterad armatur och anslutningskoppel med termostatventiler. Friliggande ledningar på vägg.
- Lägenheterna förses med frånluftsventilationssystem med separata frånluftskanaler upp till frånluftsaggregat placerat på vinden i Kv Terränglöpans hus och på taket i Kv Joggarens hus.

Skillnaderna i material och utförande mellan installationsdelarna i respektive byggsystem framgår av fig 3.4.1.

<i>VVS-INSTALLATIONER</i>	Inom hus med platsbyggda stommar, Kv. Terränglöpans	Inom hus med förtillverkade stommar, Kv. Joggarens
<b>1. Avloppsgrodor</b>	Avloppet läggs på valvet där det fixeras i läge inför ingjutning.  Material : Akathern (eller HT-rör).	Avloppet (= grodan) är ingjuten på fabrik.  Material: PEH-rör.
<b>2. Vatten- och avloppsstammar</b>	Bortsett från inläggning av grodan sker rördragningen först då alla bjälklag är gjutna.  Material : Plusprisol för vatten och MA-rör för avlopp.	Alla vertikala rör kan dras i ett tidigt skede.  Material : Lika platsbyggt alternativ.
<b>3. Värmestammar</b>	Stålrören dras genom lättbetongklotsar i plattbärlagren och genom ursparingar i bjälklagen. Öppningen gjuts igen.  Material: Elförzinkade stålrör (eller hårda kopparrör).	Kopparrören dras genom borrhål, d=30 mm, i bjälklagen 54 st/hus. Hålen måste lodas in exakt våningsplan för våningsplan.  Material: Hårda kopparrör (eller elförzinkade stålrör).
<b>4. Fördelningsledningar</b>	Korsande rördragningar möjliga i detta byggsystem genom högre rumshöjd = 2.58m i bottenplanet vilket leder till kortare rördragningar jämfört med prefab-byggalternativet.  Material : Hårda kopparrör i bottenvåning och Plusprisol i övrigt.	Längre rördragningar i undertaket. Detta är en följd av den lägre rumshöjden = 2,50 m jämfört med platsbyggets rumshöjd = 2,58 m.  Material: Plusprisol (eller hårda kopparrör).
<b>5. Avstängningsventiler</b>	Placerade i undertaket i entrén = 2,40m över golv.  Material : Kulventiler.	Placerade 1.5m över golvet i låst utrymme i bottenvåningen.  Material : Lika platsbyggt alternativ.
<b>6. Våtrumsinstallation</b>	Samtliga installationer beställda 8 veckor i förväg av fabrikant.  Material : Kromade kopparrör.	Samtliga installationer förtillverkas i egen verkstad.  Material : Lika platsbyggt alternativ.

Fig 3.4.1 Jämförande uppställning gällande VVS-installationer i flerbostadshus uppförda enligt det s k platsbyggda systemet respektive i hus med förtillverkade stommar av betong. (Anm. Uppgifter inom parentes anger alternativt materialval som ej använts av underentreprenören.)

Fig 3.4.2 visar skillnaderna i arbetsutförandet gällande *elininstallationerna* i de två byggsystemen.

<b>ELINSTALLATIONER</b>	<b>Inom hus med platsbyggda stommar, Kv. Terränglöparen</b>	<b>Inom hus med förtillverkade stommar, Kv. Joggaren</b>
<b>Installationstäthet</b> (uttag, anslutningspunkter och ljusarmaturer)	- Omfattningen av installationstätheten är lika i de båda alternativen -	
<b>Tomrördragningar ingjutna</b>	All tomrördragning görs på plats vid formsättningen	Görs i prefab-fabrik i detta alt.
<b>Ursparingar / Håltagningar</b>	Vp-rören dras genom ingjutna lättbetongklotsar i plattbärlagret innan valvpågjutningen.  Inga ursparingar behövs.	52 st efterlagningar/hus = 104 st ursparingar i element från fabriken/hus.
<b>Inklädnader</b> (Inklädnader av gipsskivor från golv till tak)	Inget behov av inklädnader eftersom elledningarna dras i tomrör förlagda i stommen	9 st/hus för att uppnå dold installation.
<b>Brandtätningar av håltagningar</b>	I princip allt ingjutet och skyddat	Hål/Ursparingar måste brandtätas
<b>Ledningsdragning i utrymmen typ hissmaskinrum, städ etc.</b>	Infällt montage	Utvändigt montage
<b>Ledningsdragning i trappor</b>	Infällt montage	Infällt montage
<b>Ej ingjutna tomrör- och ledningsdragningar i lägenheter</b>	Dragning i mellanväggar av gipsskivor och stålreglar	Dragning i mellanväggar av gipsskivor och stålreglar ca 30% längre än i det platsbyggda alternativet

Fig 3.4.2 En översiktlig jämförelse mellan elanläggningarna i flerbostadshus uppförda med platsgjutna respektive förtillverkade betongstommar. Material och utförande i övrigt lika.

## 4. UPPLÄGGNING AV UTVECKLINGSPROJEKTET

### 4.1 Allmänt

"För att möta framtidens behov av nytänkande måste en bärkraftig organisation för forskning och utveckling skapas såväl inom som utom företaget." Citatet är hämtat ur "Byggprocessen år 2000" - ett projektarbete inom IFL som utförts på uppdrag av en avdelning inom JM Bygg i Stockholm. Vidare anses att produktionsanpassade utvecklingsarbeten bör handläggas av produktionsenheterna där alla nivåer inom produktionen ska komma till tals. De resultat som erhålles vidareföres till nya projekt bl a genom den engagerade personalen. Denna total-integrering uppmuntrar till nytänkande hos berörd personal och ger ett större engagemang i arbetet.

Utvecklingsarbete inom byggprocessen måste även innefatta medverkan av projektörer, underentreprenörer och av leverantörer av material och byggdelar. Även detta kan bäst ske inom ramen av utvalda och lämpliga byggprojekt. IFL-rapporten pekar på behovet av kontinuitet i sådan samverkan. Erfarenheter från ett projekt underlättar och förbilligar arbetsuppläggningsenheten av såväl projekteringen som själva produktionen i kommande projekt.

### 4.2 Inhämtning av rapportunderlag

Det aktuella utvecklingsarbetet gällande byggandet inom Sticklinge höjden följer JM-intentionerna enl ovan. Uppföljningen under hela processen med många inblandade och under en lång tid - ca 3 år - förutsätter aktiv och engagerad medverkan i informationsinhämtningen av all JM-personal som deltagit i planering, projektering och produktion. Insamlingen av denna information har kunnat ske bl a genom återkommande samordnings- och uppföljningsmöten under hela tidsförloppet och genom de protokoll och andra kompletterande handlingar som överlämnats till projektledaren för utvecklingsarbetet.

För att vara säker på att ej gå miste om viktig information under den långa tiden för projektutvecklingen har det varit nödvändigt att redan i början fastställa **vilka** som i projektorganisationen skulle bära ansvaret för framtagningen och beskriva **hur** denna information skulle presenteras. Figur 4.2.1 visar ansvarsfördelningen för införskaffandet av detta material och materialets omfattning.

Skriftlig information från konsulter, underentreprenörer och leverantörer har många gånger visat sig vara otillräckliga för utvärderingen av tids- och kostnadsuppgifter. I sådana fall har den lämnade informationen kompletterats med intervjuer. Detta har i sin tur resulterat i besök på arbetsplatser utanför Sticklinge höjden för jämförelser av resultat vid val av olika material och produktionsuppläggningar. I den mån att sådan information pekar på ytterligare utvecklingsmöjligheter och förbättringar har även detta tagits med i rapporten.

Värdefull information som återger material- och produktionstekniska erfarenheter till nytta för detta projekt har även erhållits genom litteraturstudier.

<b>Ansvariga:</b>	Åke Larsson	(ÅL)	Ove Kjell	(OK)
	Jan Strömberg	(JS)	Göran Sjöborg	(GS)
	Magnus Lindén	(ML)	Anita Gustavsson	(AG)
	Håkan Erson	(HE)	Peter Holm	(EH)
	Kjeld Paus	(KP)	Mikael Lundblad	(MLu)

**Ute på arbetsplatsen ska följande göras och skickas till (KP):**

- APD-plan (JS)
- Protokoll gällande egenkontroll (PH, MLu, JS)
- Besiktningsprotokoll (för- och slutbesiktning) (MLu, JS)
- Vecko-, leveransplaner (ÅL, JS)
- Säkerhetsplan (Skyddsroundsprotokoll) (ÅL, JS)
- Produktionsmötesprotokoll (ÅL, JS)
- Basmötesprotokoll (ÅL, JS)
- UE-protokoll (ÅL, JS)
- Ev anteckningar från "fredagsfika" som berör produktionen, arbetsmiljön och kvalitetssäkringsarbetet (ÅL, JS)
- Dokumentation av fel och brister som uppstår (enl blankett) (PH, MLu, JS, ÅL)
- Dokumentation av sjukfrånvaro (antal, bakgrund till frånvaro ex ryggskada vid tunga lyft etc) (AG)

På aktiviteterna: Stomme (stämning, gjutning, arm m m)  
 Ytterväggar (utfack, ställning, murning)  
 Innerväggar (uppregling, gipsning)  
 Inredning, stomkomplettering

ska följande sammanställningar göras:

- Utifrån daglig uppföljning göres en sammanställning utvisande hur många persontimmar som har gått åt för varje aktivitet gällande
 

Stomme	(PH, JS)
Ytterväggar	(JS)
Innerväggar	(MLu, JS)
Inredning, stomkomplettering	(MLu, JS)
- Den sammanlagda arbetskraftskostnaden fördelat på resp aktivitet (JS)
- Materialåtgång för varje sådan aktivitet och kostnaderna härför (ML, JS)

**Huvudkontoret ska ombesörja att följande görs och skickas till (KP):**

- Inköpsplan (ML)
- Projekteringsmötesprotokoll (OK)
- A-mötesprotokoll (GS)
- Protokoll gällande egenkontroll hos projektörerna och UE (OK)
- Del- och totaltider för planering, projektering och produktion av resp byggsystem (OK)
- Uppställningar utvisande de olika underentreprenörernas totala antal persontimmar på arbetsplatsen (ML)
- Uppställningar utvisande underentreprenörernas personalfrånvaro på arbetsplatsen på grund av sjukdom (ML)
- Betongelementleverantörernas ungefärliga persontidsförbrukning för elementframställningen i fabrik (ML)
- Betongelementleverantörernas fabrikspersonals årliga sjukfrånvaro. (ML)

**Fig 4.2.1 Ansvarsfördelning för införskaffande av information samt beskrivning av hur informationen ska presenteras i form av protokoll, faktauppställningar m m.**

## **4.3 Förplanering och projektering**

### **4.3.1 Uppföljning av planering och projektering**

Faktaunderlag för rapportens avsnitt om planering och projektering har kunnat insamlas framför allt genom att utvecklingsprojektets rapportör har beretts tillfälle att närvara på sammanlagt ett 20-tal planerings- och projekteringsmöten tillsammans med projektledare och konsulter. JMs utförliga protokoll från dessa möten har tjänat som värdefullt underlag för rapporten.

JM tillsatte redan från början i projektplaneringen en arbetsgrupp som skulle komma med synpunkter på och följa upp utvecklingsprojektet under tid för planering, projektering och byggande. Denna verksamhet har omfattat 10 protokollförda sammankomster.

Uppgifter om konsulternas nedlagda arbetstid och deras debiteringar har samlats in för att se vilka arbetsmängder som lagts ner på respektive byggsystem. Dessutom har ytterligare erfarenheter och synpunkter på projekteringen förmedlats till rapportören genom enkäter och intervjuer.

### **4.3.2 Kvalitet och kvalitetskontroll i projekteringskedet**

I kvalitetssammanhang talas om rätt eller fel kvalitet vilket ej ska förväxlas med hög eller låg standard. Beträffande standarden så har JM utarbetat föreskrifter härom för egen-regi-byggen i en 43-sidig detaljerad publikation. Denna har även legat som underlag för projektering och produktion av flerbostadshusen inom Sticklinge höjden.

Strävan efter att uppnå rätt kvalitet i alla skeden av en projektutveckling har inom JM sin utgångspunkt i företagets deklarerade kvalitetspolicy. Företagets kvalitetssäkringssystem redovisas i en kvalitetsplan omfattande varje utbyggnadsprojekt för sig. Denna plan beskriver bl a organisationen för projektets genomförande och uppläggnings- och kvalitetsstyrningen i samband härmed. Kravet på egenkontroll hos engagerade konsulter, underentreprenörer och materialleverantörer är ett väsentligt inslag. JM tillhandahåller blanketter härför som beträffande konsulterna ska fyllas i med uppgifter om bl a ritningsförändringar, ritningsdistribution och samordningskontakter projektörerna emellan. Målsättningen ska vara att hindra uppkomsten av fel som kan leda till såväl brister i kvaliteten som merkostnader.

Rapportören har erhållit information om kvalitetssäkringsarbetet genom ifyllda egenkontrollblanketter och genom att delta i projekterings- och produktionsmöten.



## **4.4 Byggandet**

### **4.4.1 Produktion, tider och kostnader**

Byggandet har följts upp genom arbetsplatsbesök med intervjuer och genom dokumentation som tillhandahållits rapportören av JMs personal. Beträffande omfattningen hänvisas till beskrivningen i fig 4.2.1.

### **4.4.2 Arbetsmiljö, sjukfrånvaro och olycksfall**

Den utökning av arbetsmiljölagen som kom 1991 om projektörernas ansvar för arbetsmiljön, lades till grund för diskussioner på projekteringsmöten i samband med förslag om konstruktionslösningar, val av material och produktionsteknik. Rapportören bereddes tillfälle att närvara vid dessa möten. Ytterligare synpunkter har erhållits genom direktkontakter med konsulter och underentreprenörer.

Säkerhetsplanen för bygget med tillhörande checklista presenterades för lagbasar och arbetsledning i samband med startmötet inför igångsättningen. Planen beskriver bl a JMs rutiner för kontroll av arbetsmiljön och för avrapportering. Representanter för arbetsledning och arbetstagare har sedan genom protokollförda skyddsronder varannan vecka kontrollerat arbetsmiljön och föreskrivit åtgärder. Rapportören har deltagit i sådana skyddsronder och erhållit protokollen.

Enligt AFS 1992:6 ska arbetsgivaren bl a sammanställa uppgifter om den totala sjukfrånvaron. Statistiken ska kunna användas för att belysa sådana förhållanden i arbetet som kan påverka arbetstagarnas hälsotillstånd. Enligt samma kungörelse ska olycksfall rapporteras till yrkesinspektionen. JM har följt dessa anvisningar och upprättat ett statistiskt underlag som redovisas och kommenteras under avsnitt 5.7.

Protokoll från yrkesinspektionens kontrollbesök på arbetsplatsen har överlämnats till rapportören.

### **4.4.3 Ergonomiska studier**

JM har givit företaget BELAB i uppdrag att beskriva och belysa de ergonomiska och arbetsmiljömässiga skillnaderna mellan det platsbyggda alternativet, Kv Terränglöparen och alternativet med stor omfattning på förtillverkningen, Kv Joggaren. Sammanfattande iakttagelser och slutsatser medtages i rapportens avsnitt omkring jämförelser och utvärderingar byggsystemen emellan.

#### **4.4.4 Kvalitet och kvalitetskontroll i byggskedet**

JMs målsättning i rubricerade avseende har varit att åstadkomma rätt kvalitet hos arbete och material med hjälp av systematiska, förebyggande åtgärder.

Sticklingehöjden har en kvalitetsplan som beskriver ansvar och befogenheter för genomförandet av produktionen. Styrning av produktionen för att kunna uppnå rätt kvalitet enligt denna plan sker bl a genom arbetsplatsens säkerhetsplan, kontinuerligt förekommande arbetsberedningar, egenkontroll, MA-rutiner och kvalitetsronder.

I slutskedet har byggarbetsledarna genomfört en kvalitetstest. Som underlag har använts SBUFs publikation nr 94:35 "Kvalitetsvärdering av byggarbetsplatsen". Efter inflyttningen har JM dessutom vänt sig till de boende och med hjälp av enkätförfarande fått fram synpunkter på om utlovad och förväntad kvalitet har uppnåtts.

Rapportören har följt upp arbetsplatsens insatser i berört avseende och erhållit protokoll och annat skriftligt material som underlag för utvärderingen.

## 5. ERFARENHETER

### 5.1 Allmänt

Under avsnitt 4 har redogjorts för hur informationsmaterial har insamlats. Det har varit värdefullt att kunna diskutera dessa erhållna uppgifter och iakttagelser med JM-personal på såväl kontor som arbetsplats. Ytterligare intressanta uppgifter gällande andra liknande projekt har därvid kommit fram med nya infallsvinklar på problem och möjliga problemlösningar som följt.

Erfarenheter från andra arbetsplatser har även erhållits genom kontakterna med projektörer och underentreprenörer. Arbetsplatsbesök har kompletterat sådan information.

Några av de material- och produktionstekniska förhållanden inom Sticklinge- höjdens byggen som föranlett speciella kommentarer i rapporten, har också beskrivits i litteraturen i form av erfarenheter från andra arbetsplatser och forskningsinsatser. Även sådana erfarenheter har åberopats i rapporten till stöd för vissa åsikter och slutsatser.

### 5.2 Förplanering och projektering

#### *Projekteringsledning och organisation*

Samma konsultföretag och samma projekteringshandläggare anlätades för såväl Kv Terränglöparen som Kv Joggaren. För Kv Joggarens flerbostadshus tillkom elementleverantörens projektörer så snart som denna utsetts att leverera betongelementen till stomme och fasader.

JMs projektledare (Anm. se fig 3.2.1) har haft ansvaret för projektutvecklingen från och med förplaneringen över projekteringen till och med produktionsskedet. Som del i denna uppgift har han lett projekteringsmöten och även skrivit protokollen med definierade och detaljrika åtgärdsbeskrivningar.

Produktionsledaren (Anm. se fig 3.2.1) har varit med på projekteringsmöten gällande Kv Terränglöparen och har därigenom kunnat påverka projekteringsresultatet genom att lämna synpunkter på val av material och konstruktioner som underlättat och förbilligat produktionen.

I samband med förplaneringen av etappen Kv Joggaren tillsatte JM en arbetsgrupp bestående av Kv Terränglöparens projektörer och i projektet engagerade JM-personal. Projektledningen efterlyste konsulternas förslag till ökad förtillverkning av installationerna varvid förutsattes en anpassning till förtillverkade betongstommar. Efter 4 sammankomster konstaterade JMs avdelningschef i augusti 1992 att inga betydelsefulla förslag hade inkommit. Detta kunde möjligen förklaras av att elementleverantör ej var utsedd i detta inledande skede. Först i augusti 1993 kunde en samordnad projektering med sikte på arbetshandlingar påbörjas efter att leverantör utsetts och leverantörens projektörer därmed kunde medverka.

### *Projektbundna förutsättningar*

Planerna på att uppföra 5 flerbostadshus i ett sk platsbyggt alternativ och ett motsvarande stort projekt med lika hus men med större innehåll av förtillverkning, bildade underlag för konsulternas arbetsinriktning.

JM ville komma snabbt igång med byggverksamheten. Väg- och ledningsarbetena hade påbörjats och lediga personalresurser vana med det traditionella byggandet med platsbyggda stommar fanns att tillgå. JM beslöt därför att starta upp den första etappen, Kv Terränglöparen med projekterings- och produktionsinriktning mot platsbygge. Samtidigt fick man mera tid på sig för planering och projektering av nästa etapp med mera långtgående förtillverkning.

Så snart som arkitektens förslag till gestaltning av Kv Terränglöpares hus förelåg ville JM försäkra sig om att denna hustyp även passade betongelementtillverkarna med avseende på leveranser till flerbostadshusen inom Kv Joggaren. JM gick därför ut med en förfrågan härom till fabriker i in- och utlandet. Alla svarade att man var beredd att lämna offert på tillverkning och montage av passande betongelement till projektet med den visade formgivningen.

Nu efteråt när erfarenheter föreligger kan konstateras att det hade varit bra om fabriker redan vid denna tidpunkt hade lagt ner lite tid på att studera hur den föreslagna utformningen passade deras fabriksstillverkning. Säkert skulle råd om visst hänsynstagande härtill ha uppfattats positivt av JM om det var uppenbart att detta skulle leda till säkrare produktkvalitet och lägre kostnader. Betongelementföreningen bekräftar detta synsätt om vikten av samverkan i förplanering och projektering i sina anvisningar: "Det är utomordentligt gynnsamt för kostnadsbilden om elementtillverkarens ordinarie formpark kan utnyttjas."

### *Projekteringens tider och kostnader*

Tidsåtgången räknat i kalendermånader hämtad ur tidsplanen för projekteringen framgår nedan varvid semestertid är frånräknad:

#### Kv Terränglöparen

Tid för utredningar m m fram till projekteringsstart = ca 2 ½ månader

Tid från projekteringsstart till byggstart för grundplatta = ca 4 ½ månader

Tid från projekteringsstart till start för stombyggandet = ca 5 månader

#### Kv Joggaren

Tid från projekteringsstart till byggstart för grundplatta = ca 2 månader

Tid från projekteringsstart till tid för elementtillverkning = ca 4 månader

Tid från projekteringsstart till tid för elementmontage = ca 6 månader

Den längre kalendertiden för utredningar och projekteringsinsatser fram till start för stombyggandet gällande flerbostadshusen i Kv Terränglöparen återspeglar tid för myndighetskontakter, förplanering och samordning som även har kommit byggetappen Kv Joggaren till godo. Dessutom fördröjdes igångsättningen av stombyggandet av problem med lånebeslut. Skillnaden i kalendertid ger alltså ingen riktig bild av tidsåtgången i månader räknad vid en jämförelse byggsystemen emellan.

<b>Projektör</b>	<b>Inom hus med platsbyggda stommar "Kv Terränglöparen" ca timmar</b>	<b>Inom hus med förtillverkade stommar "Kv Joggaren" ca timmar</b>
<b>Arkitekt</b> Bygglov, arbetsritningar	1 425	1 315
<b>Konstruktör</b> Arbetsritningar	970	660
<b>EL</b> Arbetsritningar, beskrivningar	385	425
<b>VVS</b> Arbetsritningar, beskrivningar	1 000	1 050
<b>Elementtillverkare</b> Tillverknings- och montagehandlingar	30	1 400
<b>TOTALT</b>	<b>3 810</b>	<b>4 850</b>

**Tider som varit "gemensamma" har fördelats lika på de båda områdena.  
Totalt rör det sig om ca 1 000 timmar.**

Fig 5.2.1 Uppställning utvisande nedlagda tider för projektering av flerbostadshus i respektive område. (Anm I elementtillverkarnas tid för projekteringen ingår tid för produktionsberedning i fabrik och för montageanvisningar.)

Konsulternas tidsförbrukning för projektering av flerbostadshusen inom resp kvarter framgår av fig 5.2.1. Arkitekten har i sina tidsuppgifter ej tagit med tid för förslagshandlingar gällande hela Sticklingehöjden. Tid för vissa av JM önskade ändringar inom Kv Joggaren är ej heller medtagna för att åstadkomma en så rättvis fördelningsbild som möjligt. Övrig gemensam tid för konsulterna för utredningar, förplanering o dyl - ca 1 000 timmar - har i uppställningen fördelats lika mellan etapperna.

Eftersom projektörerna startade med platsbygget, Kv Terränglöparen, hade JM förväntat sig att kunna dra nytta av denna "inkörningsfas" med nedlagd tid för utredningar och samordning när prefab-etappen stod i tur. Som framgår av figuren blev tidsåtgången trots denna starthjälp i stället större för Kv Joggarens hus, vilket bl a har berott på att mera projekteringstid har gått åt för projekterings-samordning samt för produktionsberedning i fabrik och för montageanvisningar.

Även projekteringskostnaden blev därmed större - ca 20 procent över Kv Terränglöparens motsvarande kostnader.

Projekteringskostnaden, som i fallet Kv Joggaren var en del av stomentreprenörens anbudssumma, utgjorde enligt uppgift ca 7 procent av denna summa.

### *Erfarenheter*

Förtillverkning och montage av betongelement till stomme kräver kompletta handlingar tidigare i projekteringsskedet än i projekt med platsbygge. Fabriken ska passa in tillverkningen i fabriken totala program och måste få tid till framställning av formar och hjälpverktyg. Mängden håltagningar och ingjutningar betyder i detta tidssammanhang mycket för behovet av framförhållning i fabriken.

Projektörerna för installationerna måste ha täta kontakter med elementtillverkarens projektör såväl beträffande ingjutningsgods som beträffande håltagningar. Installationerna måste anpassas till elementtillverkningens och den förtillverkade stommens speciella förutsättningar. Tydligast kommer skillnaden mellan plats- resp prefab-bygget fram då det gäller el-installationerna, fig 5.2.2 och 5.2.3. Det blir längre dragningar och stor koncentration av vp-rör i vissa lättväggar i prefab-bygget i stället för dragningar i bjälklagen som i de platsbyggda husen. Vissa brister i informationsöverföringen mellan projektörerna har förekommit. Tillsammans med missar i stomentreprenörens projektering har detta lett till visst merarbete på arbetsplatsen för att rätta till felen. (Anm. se avsnitt 5.6.2.)

Projekteringsfel har även förekommit i de platsbyggda flerbostadshusen, men de ekonomiska konsekvenserna har blivit mindre. Detta hänger ihop med att sådana fel upptäcks redan i produktionens inledningsskede och rättas då omedelbart till inför fortsättningen. I prefab-fallet förtillverkas elementen och felen upptäcks först efter montaget och därmed i regel för sent för att kunna rättas till i fabriken.

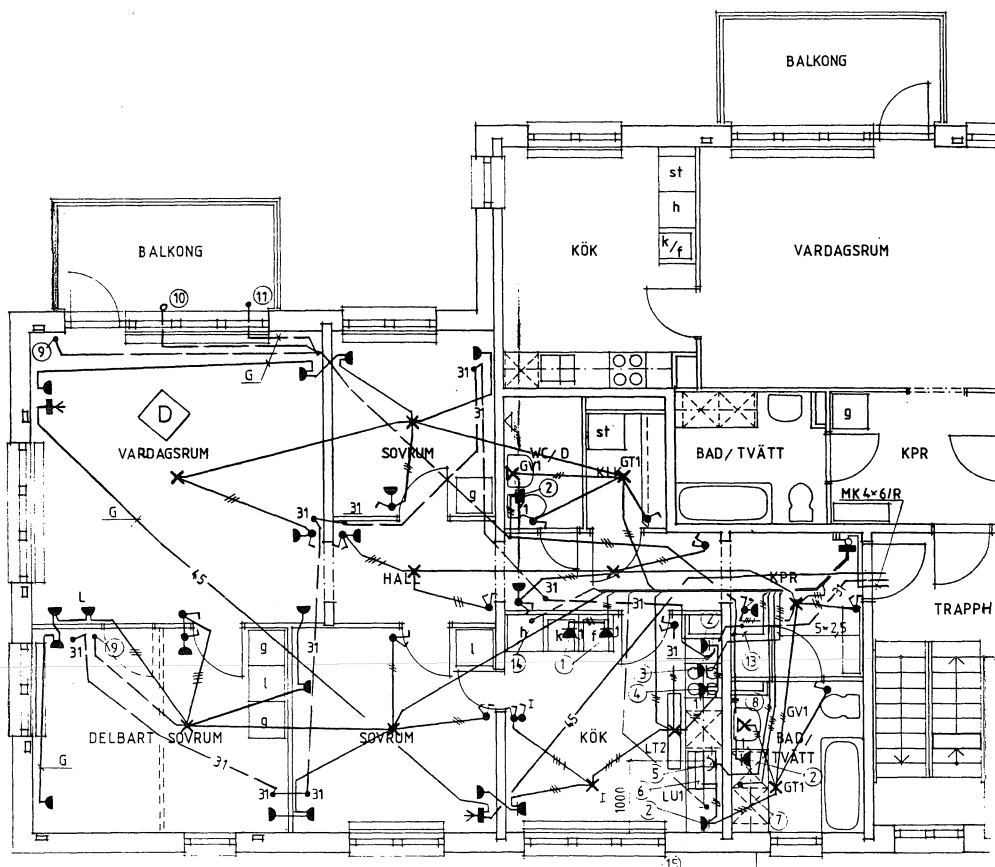


Fig 5.2.2 Principskiss utvisande exempel på el-dragningar i lägenhet inom Kv Terränglöparen.

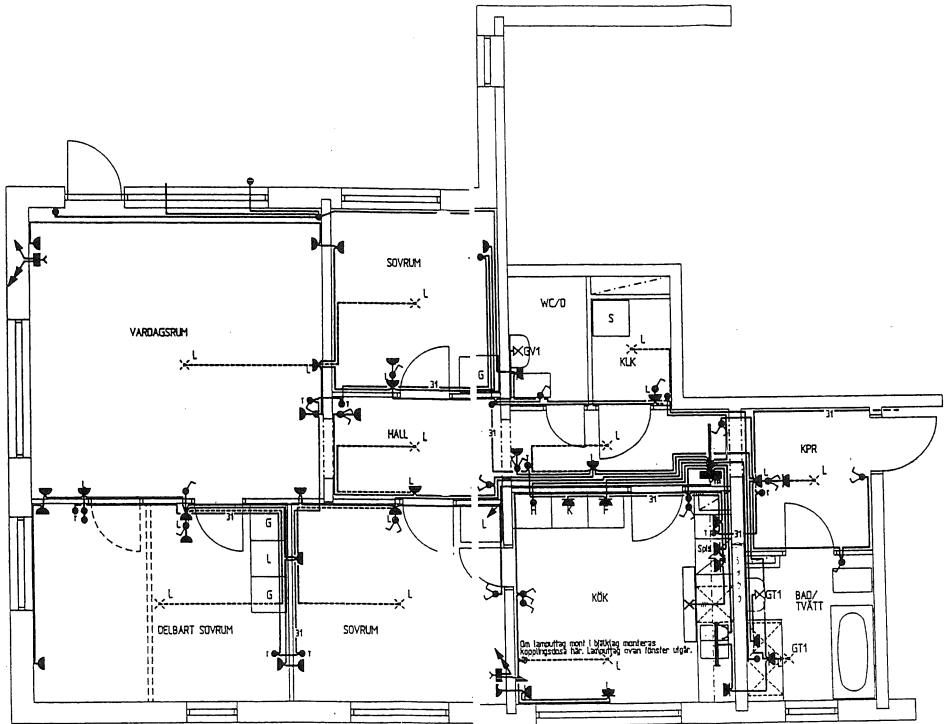


Fig 5.2.3 Principskiss utvisande exempel på el-dragningar i lägenhet inom Kv Joggaren.



CAD användes ej i projekteringen av andra än stomentreprenörens projekteringsavdelning. Arkitektens måttsatta ritningar gällande Kv Joggaren med de nya byggdelsförutsättningarna skickades till stomentreprenörens projektörer för vidarebearbetning. Fabriken behövde bl a göra måttändringar och mera omfattande måttsättningar för anpassning till fabriken utrustning för formsättning och produktion. Enligt arkitekten hade det sparats arbete och hade blivit något billigare om stomentreprenörens projekteringsavdelning hade fått Kv Terränglöpares ritningar och själva hade gjort anpassningen och måttsättningen till de ändrade förutsättningarna genom övergången från plats- till prefabbygge.

### 5.3 Kvalitet och kvalitetskontroll i projekteringskedet

#### *Allmänt*

Arkitekten kommer in i projektet som första konsult. Han kan som ingen annan i projektutvecklingen tillskapa förutsättningar som gör det möjligt att uppnå god kvalitet i vid betydelse såväl i produktions- som bruksskedet. Tidigt i projektet kan han arbeta fram alternativ beträffande form och funktion som kan testas mot beställarens uppställda mål. De bästa förutsättningar erhålles om arkitekten som i fallet Sticklinge höjden har hand om såväl planarbetet som gestaltningen av byggnaderna.

Konsulterna i byggbranschen och då speciellt arkitekterna har ansett det svårt att utarbeta företagsbundna kvalitetssystem eftersom man kan lägga så många olika betydelser i begreppet "kvalitet". Projektet ska enligt arkitekten utformas så att det är vackert att se på, funktionellt för brukaren och tekniskt fullgånget samt att det ska hålla sig inom ekonomiska ramar som gör genomförandet möjligt. Företagets kvalitetssystem blir då ett hjälpmedel för att säkerställa dessa överordnade mål.

I fallet Sticklinge höjden förklarade konsulterna att deras kvalitetsplaner i sina huvuddrag följde den internationella standarden SS-ISO-9001. Därmed underlättades samarbetet med JM som har samma utgångspunkt för sitt kvalitetsarbete inom företaget som helhet.

#### *Mål och medel*

I brev till Byggnadsnämnden, Lidingö, anhöll JM med hänvisning till företagets kvalitetssystem om förenklad handläggning av bygglovsansökan enl 8 kap, 21 § i plan- och bygglagen. Byggnadsnämnden medgav detta med följande motivering:

"JM Byggnads och Fastighets AB är enligt kontorets mening ett bransch-kunnigt företag, med kompetenta konsulter som ansvarar för ett sakkunnigt utförande av ritningar och övriga handlingar. Detta motiverar enligt kontorets bedömning att förenklad handläggning tillämpas enligt klass 1."

Denna klassindelning innebär enl Byggnadsnämnden:

"Mindre bygglovsgranskning och mycket begränsad konstruktionsgranskning, ingen tillsyn (som regel dock slutbesiktning och kontroll av grundläggning)."

Som kompensation för att JM har tagit över ansvaret för kontroll och granskning av projekteringen enl nedan har Lidingö stad medgivit en 40-procentig reduktion av bygglovsavgiften.

JMs kvalitetssystem beskrivet i företagets kvalitetsplan för vardera etapperna har inneburit:

- att JMs kvalitetsingenjör har besökt konsulterna och informerat om JMs krav på egenkontroll och om JMs blankettsystem härför,
- att egenkontroll har föreskrivits i avtal med konsulter, underentreprenörer och leverantörer,
- att kvalitetsronder har genomförts i produktionen,
- att förbesiktningar har använts för att minimera slutbesiktningsanmärkningarna. Målsättningen har varit att hus och lägenheter ska vara kompletta och felfria vid inflyttningstillfället,
- att MA-program som omfattar APD-, vecko-, inköps- och leveransplaner har utarbetats och tillämpats.

### *Erfarenheter*

På startmötet för projekteringen påmindes representanterna för konsulterna om JMs krav på egenkontroll och avrapportering enl JMs blankettsystem. När projekteringen var klar samlades konsulterna på arbetsplatsen tillsammans med representanter från Lidingö stads byggnadsnämnd för genomgång av egenkontrollåtgärderna.

I kallelsen till detta möte föreskrevs att egenkontrollen bl a skulle innebära följande åtgärder:

- handlingarna ska vara anpassade till projektplanens samtliga beskrivningar och föreskrifter,
- handlingarna ska följa kraven i PBL, NR och byggnadslovet samt övriga tillämpliga normer,
- samtliga protokoll och all korrespondens som förts i projektet ska studeras och kontrolleras mot handlingarna,
- mängdbeskrivningarna ska vara kontrollerade.

Exempel på konsulternas rapportering av egenkontrollen visas i fig 5.3.1. Arkitekten står naturligt nog främst i sin redovisning med hela 111 samordningskontakter följt av konstruktörens 35 st. Som framgår av exemplet kan varje sådan kontakt innehålla en mängd information om ändringar och tillägg som annan projektör måste beakta i sin projektering. Denna dokumentation över åtgärder tjänar samtidigt till att påvisa ansvarsförhållandet om produktionsfel med anknytning till projekteringen skulle uppstå. Enligt uppgift från arkitekten åtgick ca 5 procent av totaltiden för projekteringen av tid för egenkontroll.

## EGENKONTROLL, Projektering

MÅL: Kompletta handlingar och felfri funktion!



PROJEKT: STILKLINJEH.

FAK: ARKITEKT

INSTRUKTION (vad, när, var, hur):

Samordnas med:

ANSVARIG: ESKIL OLSSON

ALLMÄNT

DATUM: 920601

ARBETSMOMENT:

Punkt nr:	Samordnat med (datum):	Kommentar/Åtgärd:	Godkänt Datum/Signatur
87/81		SKYDDSRUM I KOMPLEMENTBYGGNADER ÖK. FÖR FÖREBEHÅLL	920615 /EO
JM/9/16 V/16/16 E/16/16		ACT. FÖRSLAG KÖK I RADHUS ÖK1	920615 /EO
V/16/16 E/16/16		FÖRSTORAT STAD ÖK	920616 /EO
JM/12/12 V/12/12 E/12/12		KORRIGERINGAR I ATELJÉ	920701 /EO
JM/14/14 V/14/14 K/14/14 M/14/14		NYA BASLINJER I RADHUS OCH FLEKBOGTADS HUS	920701 /EO
V/10/12 JM/12/12 K/2/16		UNDERCENTRA, SÖPRUM, CYKELRUM, MATTUTR. + SKYDDSRUM	920820 /EO
K/2/16		KOMPLEMENTHUS, 95 MM ISOL UNDERCENTR. 170 VÄGGTJ.	920827 /EO
K/9/9		TAKSTOLAR OCH ISOLEMINA	920909 /EO
V/9/9		VATTENMÄTARE RADHUS / V FARA MÄTTUPPFLÄK	920911 /EO
JM/15/15		STÖDMUR HUS 18 / DUBBLA MURAR MARK PAR FRAM	920915 /EO
JM/17/17		HUS 07 BÖR VARA 12 P-PL. / PLUSHÖJDER RADHUS	920917 /EO
JM/19/19		STÖDMURAR HUS 18 / MARKS FÖRSLAG ET ACCEPT.	920919 /EO
V/21/1		DUSCHPLATS I STALLET FÖR BAD ABSLUTERAD.	920921 /EO
V/27/1 LN.		genomföring för vatten i skyddsrum / kichen sluss lucka	920927 /EO

Fig 5.3.1 Exempel på konsulternas egenkontrollåtgärder och avrapportering.

Det är väldokumenterat i byggbranschen att många fel i produktionen uppstår genom brister i projekteringen. Studien "Kvalitetsfelkostnader" utförd av CTH visar att 6 procent av produktionskostnaden kan gå åt för att rätta till fel (SBUF informerar nr 90:31). Projekteringsmissar utgör då ca 20 procent av felvolymen vilket motsvarar ca 1,2 procent av produktionskostnaden.

Kvalitetsfelkostnader har endast delvis kunnat följas upp i Sticklinge höjdens produktion. De uppgifter som samlats in bl a från byggentreprenören tyder emellertid på att kvalitetsfelkostnaderna inte är så stora som i CTH-studien. Man har därför grundad anledning tro att detta beror på de omfattande egenkontroll-åtgärderna i såväl projekterings- som produktionskedena.

## 5.4 Upphandling av material och tjänster

### *Allmänt*

JMs inköpsstrategi innebär att inköparen ska tänka långsiktigt och välja leverantörer och underentreprenörer som delar JMs värderingar när det gäller utveckling, kvalitet och miljö och som har hög kompetens och stabil ekonomi. MA-hanteringen som många i branschen fortfarande ser som enbart ett arbetsplatsproblem, ska enl dessa riktlinjer ses i ett vidare perspektiv. Företaget ska utveckla samarbetsformerna med leverantörer och underentreprenörer med målsättning att uppnå förbättringar i produktion och leveranssystem. Detta ska i sin tur resultera i leveranser i rätt tid, lägre priser och rätt kvalitet. Långsiktigt samarbete enligt denna inköpsstrategi ska prioriteras före kortsiktiga prisdumpningar.

### *Erfarenheter*

Inköparen har tillsammans med avdelningsledningen i övrigt följt dessa mera allmänna riktlinjer i de upphandlingar som förekommit. Redan i första etappen har man utsett underentreprenörer som med hänsyn till resurser och erfarenhet skulle kunna komma i fråga för kommande projekt inom Sticklinge höjden. Sålunda har endast en underentreprenör behövt bytas ut i andra etappen, Kv Joggaren. Övriga är desamma som under första etappen, Kv Terränglöparen, vilket även underlättat insamlandet av erfarenhetsmaterial som underlag för rapporten.

Inköparen har i övrigt följt de mera detaljerade rutinerna som föreskrivits i projektplanerna för respektive etapper. Sålunda har förfrågningsunderlag och inköpstidplan upprättats. Alla inköp har samordnats vad gäller leveransstorlekar, mängder och leveranstidpunkter med platschefen. Arbetsplatsen har avropat materialen och har kunnat göra erforderliga tidsjusteringar i takt med produktionsutvecklingen. Alla revideringar av ritningar, beskrivningar och materialförteckningar har gått till inköparen som tagit kontakt med underentreprenörer och leverantörer för överenskommelse om reglering av tidigare lämnad offert.

Inköparen har tillsammans med kalkylkontoret även upprättat jämförbara kalkyler på alternativa byggdelar. Detta gäller exempelvis de från början tänkta, men ej förverkligade beställningarna av förtillverkade badrum till de fem flerbostadshusen i Kv Joggaren. Utredningen har fått beakta behovet av konstruktionslösning för anslutningarna till stommen i övrigt och för ihopkopplingen av installationerna vad beträffar material, dimensioner och utrymme för montaget m m.

Eftersom de förtillverkade badrummen måste komma tidigt till arbetsplatsen för inplacering i takt med stommontaget, uppstår erfarenhetsmässigt *de/s* ökade kapitalkostnader jämfört med det platsbyggda alternativet och *de/s* merkostnader genom behov av skydd mot skadegörelse och stöld av sanitetsgods. I detta tidiga byggskede har det visat sig vara svårt att åstadkomma ett tillräckligt effektivt skydd.

Kontrakten med underentreprenörer och materialleverantörer har innehållit föreskrifter om egenkontrollåtgärder med målsättning att erhålla rätt kvalitet i produktionen respektive i leveranserna.

Inköparens arbetsinsats har varierat något mellan de två etapperna - *de/s* genom behovet av alternativlösningar och kalkyler som exemplet ovan belyser och *de/s* framför allt genom att upphandlingarna gällande Kv Terränglöpares hus kunde ligga till grund för motsvarande gällande Kv Joggaren vilket inneburit förenklingar.

## 5.5 Arbetsplatsplanering

### 5.5.1 APD-planer

APD-planerna upprättades av produktionsledaren och medarbetare på arbetsplatsen.

Fig 5.5.1.1 återger APD-planen för Kv Terränglöparen. Allt armeringsjärn bockades i arbetsplatsens armeringsstation. Skåp för uttag av provisorisk el sattes upp på bottenplattan på stället för det permanenta uttaget. Containers fanns utplacerade för sådant material som ej kunde läggas in direkt på rätt våningsplan. Fabriksbetong köptes från tillverkare som tillhandahöll betongficka.

En provisorisk anläggning för tillverkning av utfackningsväggar sattes upp. Provisoriet som bestod av presenningar på träställning, gav erforderligt skydd för arbetare och material så att virket ej blev nerfuktat innan det kom på plats i fasaderna. Väggelementen skyddades mot nederbörd med hjälp av plastfolie och mellanlades i en specialkonstruerad vaggå inför traktortransport och kranlyft på plats i ytterväggarna.

Kranar och övrig utrustning för såväl Terränglöpares som Joggarens behov finns förtecknade i fig 5.5.2.1.

Fig 5.5.1.2 visar APD-planen för Kv Joggaren. Som synes är grupperingar av hus samt infartsvägen lika med Terränglöpares vilket förenklade arbetsplatsplaneringen. I detta fall sattes den skåpbaserade permanenta el-centralen på plats på bottenplattan redan innan byggnadsarbetena ovan grundplattan påbörjades. Kombinationen av permanent el-central som samtidigt tillfredsställer arbetsplatsens behov av uttag för provisorisk ström är rationell och spar kostnader (SBUF informerar nr 94:38).

APD-planen måste tillgodose betongelementleverantörens behov av framkomlighet och ytor för uppställning av maskiner och utrustning. Vägar och uppställningsplatser gjordes på förhand i ordning för leverantörens uttalade behov. I motsats till byggplats Terränglöparen så tillverkades taket i sektioner på intilliggande grundplatta och lyftes sektionsvis på plats med hjälp av mobilkran T50. (Anm. Mera härom under avsnitt 5.6.2.)

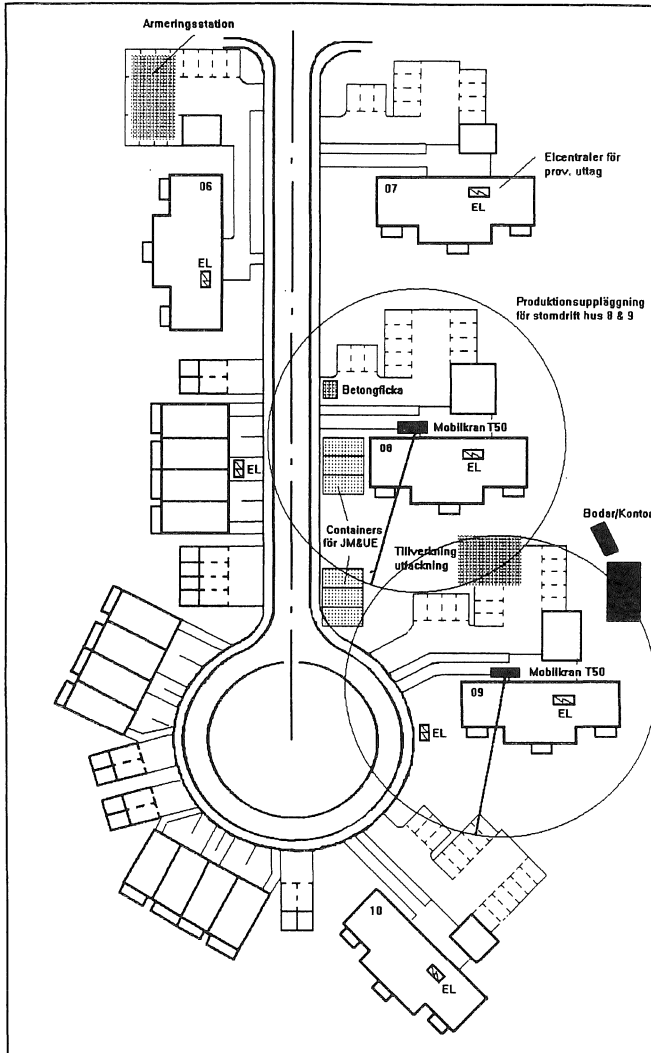


Fig 5.5.1.1 APD-plan för arbetsplats Kv Terränglöparen.

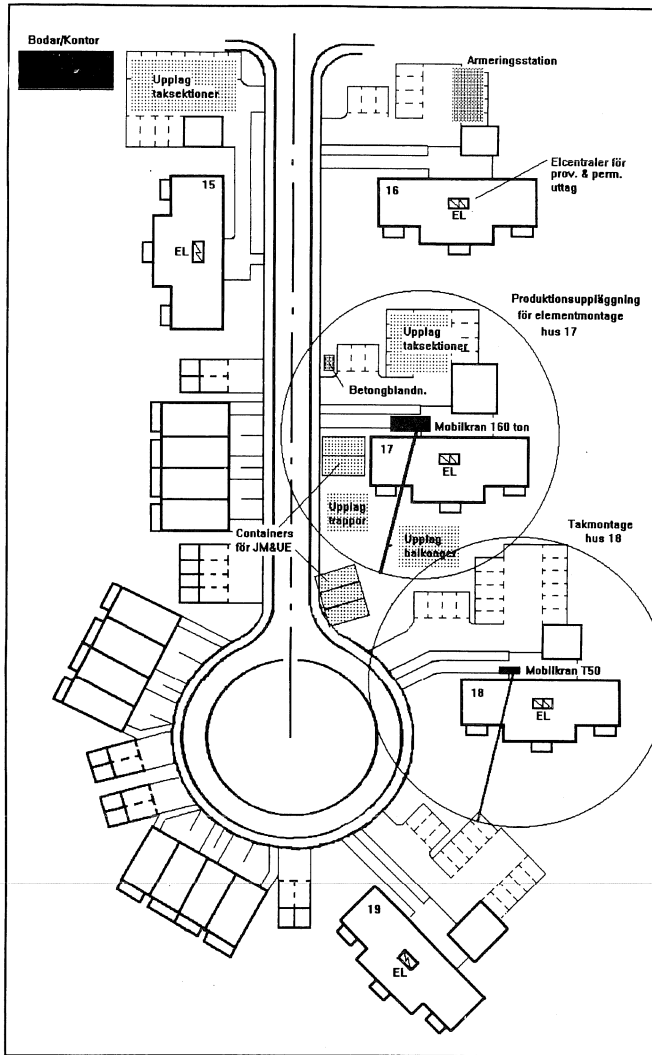


Fig 5.5.1.2 APD-plan för arbetsplats Kv Joggaren.

## 5.5.2 Maskinplaner

Maskinplaneringen för den första etappen inom Sticklinge höjden, Kv Terränglöparen, ingick som en självklar del i JM:s totala planering för uppförandet av fem flerbostadshus enligt det sk platsbyggda systemet. Produktionsledaren hade från tidigare platschefsbeftattningar lång erfarenhet av detta slag av byggsystem med tillhörande planeringsuppgifter.

Nästa etapp, Kv Joggaren, skulle innehålla fem liknande flerbostadshus, men uppförda med förtillverkade betongstommar. Elementleverantören åtog sig allt montage och efterlagningsarbete och tillhandahöll all erforderlig utrustning härför.

Maskinbehoven för uppförandet av respektive etapper finns sammanställda i fig 5.5.2.1.

<b>BYGGDELAR</b>	<b>Inom hus med platsbyggda stommar, Kv. Terränglöparen</b>	<b>Inom hus med förtillverkade stommar, Kv. Joggaren</b>
<b>Husunderbyggnad</b>	Armeringsstation Mobilkran Kato 25 ton (lyftkap. drygt 2ton på ca 18m utligg)	Armeringsstation Stavvibratorer, baskar et.c
<b>Stomme</b>	Mobil tornkran Tornborgs T50 (2st) (lyftkap. drygt 2ton på ca 25m utligg) Stavvibratorer, baskar et.c	<b>Elementmontage</b> Mobilkran Liebherr 160 ton (lyftkap. drygt 2ton på ca 60m utligg)
<b>Yttertak</b>	Kompressor (16m <sup>3</sup> /min) för luft till bilningsverktyg, spikpistoler et.c Handverktyg (borrm.,cirkelsågar et.c)	Kompressor (16m <sup>3</sup> /min) för luft till bilningsverktyg, spikpistoler et.c Handverktyg (borrm.,cirkelsågar et.c)
<b>Fasader</b>	Platsfabrik för utfackningsväggar Mobilkran Kato 25ton vid montage Saxlift för lyft av murbruk och tegel	<b>Elementmontage</b> ( Se "Stomme" ovan)
<b>Stomkomplettering / Rumsbildning</b>	Mobilyft typ Alimak ML 4 (800kg) för materialtransporter upp i huset Kranilyft av gipsskivor på planerna	- Lika som platsbyggda alternativet -
<b>Invändiga ytskikt / Rumskomplettering</b>	Handverktyg (borrm.,cirkelsågar et.c) Permanent hiss används för transport av skåp och inredningsdetaljer	- Lika som platsbyggda alternativet -
<b>Installationer</b>	Kranilyft av radiatorer på planerna Manuell materialtransport och bruk av permanent hiss i övrigt	- Lika som platsbyggda alternativet -
<b>Gemensamma arbeten (för alla moment ovan)</b>	Förråds-, Verkstadscontainrar Traktortransporter fram till husen	- Lika som platsbyggda alternativet -

Fig 5.5.2.1 Skillnader i maskinutrustning mellan det s k platsbyggda systemet och alternativet med stor andel förtillverkning.



### 5.5.3 Produktionstidplaner

Produktionsledaren upprättade produktionstidplaner för resp etapper i tidigt planeringsskede. Dessa har sedan lagts som underlag för veckoplaner samt inköps- och leveransplaner vilket gör att de med nödvändighet måste bli mycket detaljrika. I produktionstidplanen enl fig 5.5.3.1 återges tidsplanerna något förenklade för att få god översikt.

Efter att Kv Joggarens bottenplattor hade färdigställts fick ett uppehåll i den vidare produktionen göras i väntan på lånebeslut. För att göra en rättvis jämförelse mellan projektutvecklingen i tid räknat har som synes en alternativtid för tillverkningen av Joggarens bottenplattor lagts in i tidsplanen. Starttidpunkten varifrån tidsåtgången i veckor för produktionen räknas, har satts till januari 1993.

Med denna korrigerig som grund får vi följande jämförbara data beträffande kalendertider och arbetsveckor för respektive etapper:

#### *Kv Terränglöparen:*

Start oktober 1992. Sista inflyttning december 1993. Total byggtid ca 55 veckor exkl 5 veckors semesteruppehåll.

#### *Kv Joggaren:*

Start januari 1993. Sista inflyttningen november 1994. Total byggtid ca 43 veckor exkl 4 veckors semesteruppehåll.

Tidsvinsten på arbetsplatsen för uppförandet av de fem flerbostadshusen enligt byggsystem Kv Joggaren blir alltså ca 3 månader jämfört med motsvarande för Kv Terränglöparen.

#### *Årstids- och väderleksförhållanden*

Tidsplanerna visar att de väderleks känsliga arbetena inom respektive etapp i stora drag har utförts under samma årstider med ett kalenderårs förskjutning. Väderleken har under dessa perioder givetvis varierat. En översiktlig bild av temperatur- och nederbördsförhållandena under produktionstiderna visar emellertid inga stora skillnader som kan ha inverkat på arbetstidsinsatser och totalkostnader (fig 5.5.3.2 och fig 5.5.3.3). Platsledningens dagbok med kontinuerliga uppgifter om väderleksförhållandena i övrigt ger ej heller belägg för sådan påverkan.

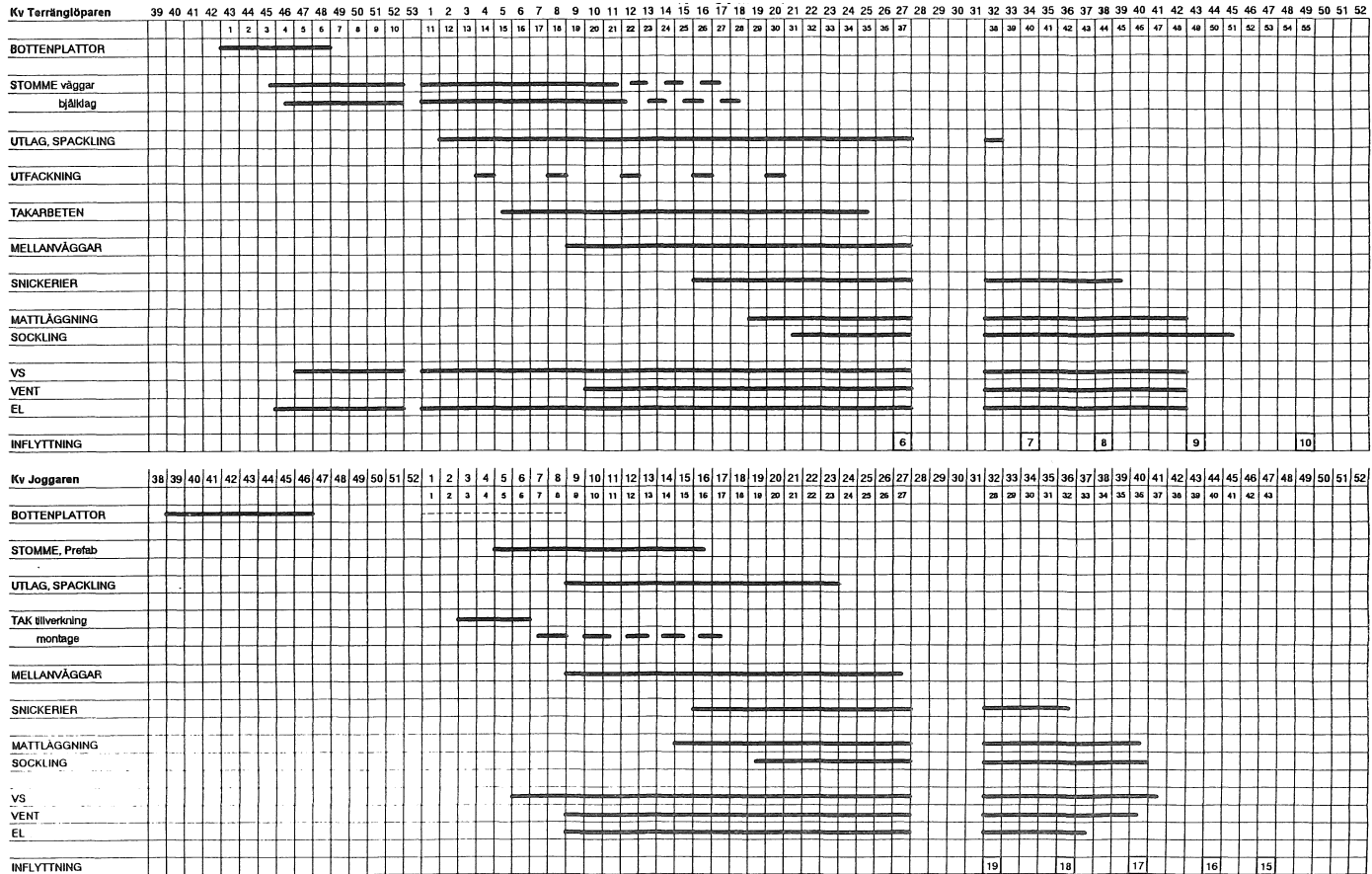


Fig 5.5.3.1 Jämförande uppställning utvisande produktionstidplanerna för uppförandet av flerbostadshusen inom Kv Terränglöparen resp Kv Joggaren.

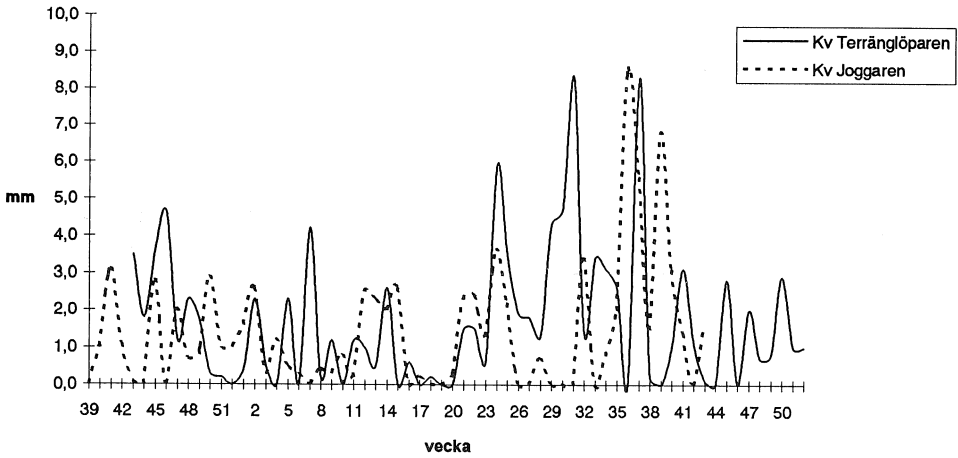


Fig 5.5.3.2 Nederbördsförhållandena under uppförandet av flerbostadshusen inom Kv Terränglöparen resp Kv Joggaren.  
Källa: SMHI

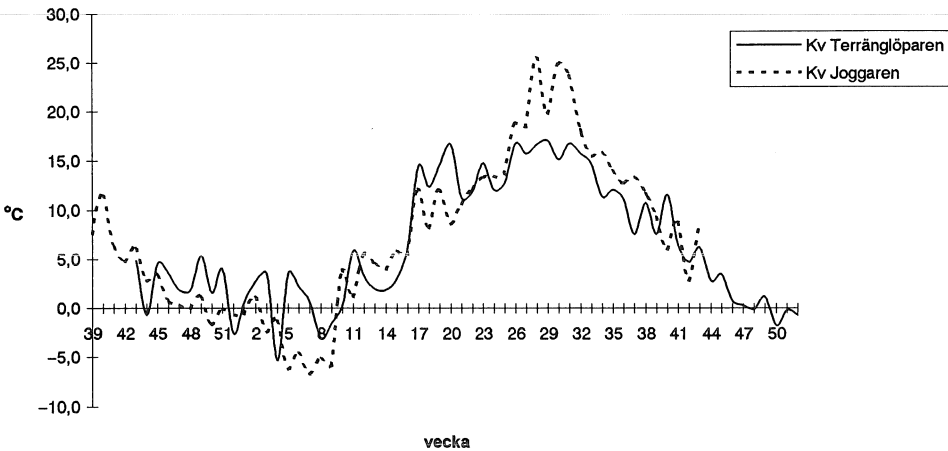


Fig 5.5.3.3 Temperaturförhållandena under uppförandet av flerbostadshusen inom Kv Terränglöparen resp Kv Joggaren.  
Källa: SMHI

### 5.5.4 Produktionsmöten

JM centralt har utarbetat riktlinjer för arbetet med att uppnå tillfredsställande lönsamhet, rätt kvalitet och god arbetsmiljö. Genom detta arbete ska kundens krav på hög standard och god boendemiljö i vid betydelse kunna uppnås. För att nå dessa mål betonas bl a behovet av samverkan mellan all personal inom företaget. För att säkerställa detta lämnas förslag på de organisatoriska formerna härför. Arbetsuppläggningsen inom projektet Sticklingehöjden kan tjäna som exempel härpå.

I JM:s projektplaner för resp etapper föreskrivs kontinuerliga produktionsmöten på arbetsplatsen mellan avdelnings- och arbetsplatsledning. Produktionsplanerna, den ekonomiska utvecklingen m m har följts upp och diskuterats på dessa månatliga möten.

Projektledaren har varannan månad samlat representanter för underentreprenörerna och arbetsledning på platsen för genomgång av produktionsplanerna och för uppföljning av kvalitets- och skyddsarbetet m m.

Arbetsledningen och lagbasarna för bygg- och underentreprenörerna har haft veckovisa s k "bas-möten" för information om och avstämning av detaljerade produktions- och leveransplaner omfattande rullande 4-veckorsperioder.

Från och med igångsättningen av etappen Kv Joggaren har byggarbetarna indelats i tre olika planeringsgrupper; stom-, stomkompletterings- och inredningsgruppen. Dessa har samlats veckovis. Syftet har varit att få byggarbetarna att medverka i planeringen gällande beslut om arbetsuppläggning, utrustning och material och att samtidigt dra nytta av deras praktiska erfarenheter.

Bortsett från Kv Joggarens veckoplanering med de målstyrda grupperna har de anställdas och underentreprenörernas medverkan i planering och samordning av verksamheten på de två arbetsplatserna varit organiserad på samma sätt.

## 5.6 Produktion

Under detta avsnitt beskrivs produktionsuppläggning och återges de observationer som bildar underlag för utvärderingen byggsystemen emellan. Vidare redovisas jämförbara värden för tidsåtgången vid genomförandet av respektive etapper. Den ekonomiska jämförelsen och utvärderingen i övrigt av produktionen göres under avsnitt 6.3.

### 5.6.1 Bygge med platsgjutna stommar

I bygget ingående byggdelar och material finns beskrivna i avsnitt 3.3. Under avsnitt 5.5 återges arbetsplatsplaneringen.

### *Alternativa utföranden av stommen*

Ett antal alternativ kalkylerades och utvärderades innan beslut om utförande.

Beträffande bjälklagen befanns alternativet med plyfaformbord, armering och gjutning på platsen ge den lägsta kvm-kostnaden, men man valde ändå det något dyrare utförandet med plattbärlager och 170 mm's pågjutning. En rationellare uppläggnings av hela produktionen ansågs tala för detta alternativ.

För stommen i övrigt jämfördes två olika utförandealternativ - skalbetongväggar och ett traditionellt utförande med plyfaväggformar och platsgjutning. Alternativet skalbetongväggar blev enligt kalkylen väsentligt dyrare varför det traditionella utförandet valdes.

Till ytterväggskonstruktion valdes en tegelbeklädnad utanpå en innerväggsdel av träreglar, diffusionsspärr, gipsskivor och mellanliggande isolering. Bärningen i fasadliv åstadkoms av stålpelare.

Tegelklädda fasader ansågs representera en hög standard som allmänt passade in i JMs kvalitetstänkande. Tillsammans med en hög inredningsstandard skulle detta underlätta möjligheten att i en kärv marknad få bostadsrättslägenheterna sålda.

### *Produktion*

Uppförandet av de bärande väggarna av betong var som vanligt i platsbyggnadssammanhang. Plyfaväggformar användes och den köpta betongen forslades på plats med hjälp av kran efter armering och inläggning av ingjutningsgods.

Vägggjutningarna utfördes i 3 etapper per våningsplan. Bjälklagen gjöts i ett sammanhang. Formsättning, armering och gjutning av väggarna på ett våningsplan tog 4 arbetsdagar i anspråk. Motsvarande bjälklagsarbeten tog 3 arbetsdagar. Personalstyrkan för dessa arbetsuppgifter bestod av 4 träarbetare, 5 betongarbetare och en kranförare.

Utfackningsväggarna bestående av regelstomme och utvändigt gipsskiva tillverkades på arbetsplatsen i provisorisk verkstad. Efter kranmontaget i ytterväggen, som tog 2 arbetsdagar per hus, kompletterades dessa element med isolering, diffusionsspärr, invändig 1200 mm bred gipsskiva och fönsterpartier.

Ytterväggsbeklädnaden av tegel inklusive ställningsbygget var bortsatt på entreprenad. Ställningarna kunde monteras först sedan innerväggs materialet hade lyfts in lägenhetsvis på bjälklaget och utfackningsväggarna monterats. Ställningsbygget tog ca 5 arbetsdagar per hus.

Hissgropar, hisstoppar och balkongplattor levererades färdiga från fabrik och monterades på plats genom JMs försorg. Samma uppläggnings hade valts för trappor och vilplan.

Gipsinnerväggar med regelstomme av stål monterades av JM-personal. De 1200 mm breda gipsskivorna hade av framför allt ergonomiska skäl bytts ut mot skivor med 900 mm's bredd och i övrigt enligt Gyproc's ERGOmic-system. Regelavståndet blev större, 900 mm, men genom insättning av en horisontell s k "ergo-regel" i mitten på varje sektion erhöles erforderlig stadga i väggen.

Taken tillverkades direkt på vindsbjälklaget. Förtillverkade takstolar lyftes på plats med hjälp av kran varefter impregnerade spånskivor spikades på. Med denna konstruktion behövdes ej takpapp. Takbeläggningen utgjordes av betongtakpannor på strö- och bärläkt.

Snickerierna kom till arbetsplatsen färdiga att sättas upp i respektive lägenheter och rum. Bostadsrättshavarna hade beretts tillfälle att beställa alternativa utseenden på skåpluckorna.

Som framgår av fig 3.3.1 består bjälklagen av ett förtillverkat 50 mm tjockt plattbärlag varpå det gjuts ett lager om 170 mm betong K35 efter armering och ledningsdragningar. För att uppnå erforderlig jämnhet påfördes efter primning ett 0,5-1,0 cm tjockt lager av självnivellerande golvväjämningsmassa, fabrikat "Strå golv universal". (Anm. Typgodkänt av Boverket för valv med relativ fuktighet understigande 95 procent vid tidpunkt för påförandet.) Tidsförloppet från gjutningstillfället till tid för mattläggningen framgår nedan:

- Ca 3 månader efter första valvgjutningen var taket på plats och värmen kunde sättas på genom två aggregat typ CH: V35 per hus. Dessa byttes ut så snart som det permanenta värmesystemet börjat fungera.
- Uppsättning av lätta rumsskiljande väggar efter ytterligare ca 3 veckor.
- Påförande av avjämningsmassa ca 1 vecka senare.
- Den första mattläggningen, den i våtrum, utfördes ca 1 månad därefter och efter att mattläggaren kontrollerat att den relativa fuktigheten ej låg över det högsta tillåtna värdet enl Hus AMA 83.
- Sammanlagd tid från första valvgjutningen blir därmed ca 5 månader. De sista 2 månaderna med värmen påslagen efter att taket kom på plats.

### *Byggfukt*

Det är allmänt känt att tiden för uttorkning av betongen vid s k platsbygge är styrande för tidsplanen i sin helhet. Vidare är det känt att en höjning av betongkvaliteten ger kortare uttorkningstid under annars lika yttre förhållanden (Bornehag C-G m fl). I Kv Terränglöparens hus höjdes därför K-värdet från det vanligt förekommande K25 till K30 i grundplattan och i bärande innerväggar och till K35 i bjälklagen. Tiden för bjälklagsuttorkningen brukar ligga på den kritiska linjen i tidsplanen för ett bygge.

Som framgår ovan visade det sig att den erforderliga uttorkningstiden fram till tidpunkt då mattläggaren kunde påbörja sitt arbete blev förhållandevis lång trots höjningen av betongkvaliteten som skulle förkorta denna tid. Förklaringen härtill är att finna i konstruktionslösningen med det förtillverkade plattbärlagret, det mellanliggande platsgjutna betongskiktet om 170 mm's tjocklek och det ovanliggande lagret av självutjämnande golvmasa.

Betongens RF (relativ fuktighet) mättes kontinuerligt. Nedan redovisas exempel från juni 1993 på mätvärden i ett av bjälklagen 135 dagar efter dag för gjutning och 38 dagar efter att värmen kommit på:

Håldjup	Temperatur	RF
3 cm	26,0°	89,0 %
3 cm	25,0°	89,0 %
9 cm	25,5°	90,0 %
9 cm	26,0°	92,0 %
12 cm	25,0°	92,0 %
12 cm	25,0°	89,0 %

Det konstaterades att avfuktningen hade tagit relativt lång tid. Trots den långa uttorkningstiden låg RF fortfarande högt vid denna tidpunkt - något lägre i den övre delen av bjälklagen än i de djupare belägna mätpunkterna.

JM har använt konstruktionslösningen med plattbärlager även på många andra projekt och har liknande erfarenhet om förlängning av torktiden. Vintertid måste plattbärlagren dessutom värmas upp ett dygn innan gjutningen. I Terränglöparens fall innebar detta att infravärmarna med gasolbränsle stod på i fyra dygn mot normalt för homogent bjälklag under liknande väderleksförhållanden tre dygn.

Plattbärlagren gör att fuktavgången från den platsgjutna betongen i allt väsentligt måste bli uppåtriktad. Detta i kombination med val av tjockare bjälklag för att öka ljudkomforten leder till behov av längre uttorkningstider. I litteraturen (Follin T m fl) finns uppgivet att torkning enbart åt ett håll tar fyra gånger så lång tid som torkning åt två håll. I Terränglöparens valvkonstruktion med plattbärlager finns det anledning tro att viss mindre uttorkning även sker genom plattbärlagret varför denna tidsuppgift ej kan överensstämma med Terränglöparens motsvarande verklighet. Uppenbart är dock att uttorkningen av ett sådant sammansatt valv tar väsentligt längre tid och kostar mera än i ett motsvarande helt platsgjutet alternativ.

Uttorkningen av bjälklagen i Kv Terränglöparens hus försvårades även något av primningen och det påförda lagret av golvavjämningsmasa. Enligt en tumregel i BFR-rapporten R 199:1984 och i Boverkets mall för bruksanvisning kan torktiden för självutjämnande massa sättas till i genomsnitt en vecka per 5 mm golvavjämningsmasa. Med en 10 mm's tjocklek skulle det alltså behövas ca två veckors längre tid för uttorkning jämfört med bjälklag utan denna avjämnings-

massa. I fallet Kv Terränglöparen påfördes som framgår ovan det självnivellerande golvspacklet först 4 månader efter första bjälklagsgjutningen. Mattorna kom på efter ytterligare 1 månad sedan mätningar visade att RF ej låg över föreskrivna värden. (Anm. Alexanderson J har efter laboratorieförsök kommit fram till att man i stället för ovan angivet mått på torktiden kan sätta denna tid till en vecka per 10 mm tjocklek för 30-50 mm tjocka skikt.)

En jämförelse som omfattar kostnaden för värme och uttorkning har gjorts mellan fyra flerbostadshusprojekt med platsgjutna valv uppförda av JM och projektet Kv Terränglöparen med dess valvkonstruktion av förtillverkat bärlager. Det visade sig att omtalad kostnad för valvalternativet i Kv Terränglöparen låg ca 50 procent högre. Även om denna nivå på merkostnader på grund av litet statistiskt underlag ej återger något allmängiltigt mått på graden av olikhet, så bekräftar denna jämförelse att väsentliga merkostnader uppstår för värme och uttorkning vid övergången från homogena platsgjutna valv till kombinationsvalv med plattbärlager. Erfarenheten från ytterligare ett JM-projekt med kombinationsvalv pekar åt samma håll.

#### *Tidsåtgången för uppförandet av flerbostadshusen inom Kv Terränglöparen*

Den sammanlagda tidsåtgången för uppförandet av de fem flerbostadshusen inom Kv Terränglöparen återges i fig 5.6.1.1. Tiden omfattar arbetena från och med grundplattorna till och med färdigställandet av taken. I uppställningen har tid för fabrikstillverkning av balkongplattor och räcken, av hissbottnar och -toppar och av trapplan och trappor ej medtagits eftersom utförandet med dessa byggdelar är lika i de två byggsystemen.

Fig 5.6.1.2 återger den veckovisa arbetstidsåtgången fördelad på JM-anställda byggnadsarbetare, maskinförare och anställda montörer och arbetare hos underentreprenörer.

#### *Efterarbeten stommen*

Efter formrivning erfordrades vissa efterarbeten enligt följande:

I samband med pågjutningen av filigranplattorna hade en slang av polyuretan-cellplast använts för tätningen mellan vägg och bjälklag för att hindra spill av betong utefter väggen. Denna produktionstekniska lösning visade sig icke fungera tillfredsställande. Utrymmet mellan vägg och bjälklag blev stort och ojämnt och betongspill på väggarna uppstod. Först applicerades lagningsmassan med hjälp av spruta. Det fungerade ej bra. Mellanrummet i takvinkeln fylldes därefter ut för hand med cementbunden lagningsmassa vilket tog ca 20 dagsverken i anspråk. (Anm. I tredje utbyggnadsetappen Kv Isjakten har en horisontell och en vertikal anläggningsyta för bjälklagsplattan tillskapats genom inläggning av en list i väggformen. Mellanrummet i takvinkeln för finjustering av bjälklagsplattornas höjdläge har endast blivit ca 10 mm mot ca 30 mm i Kv Terränglöparen. Inget betongspill på väggarna har förekommit och ilagningen har förenklats.)



Hålen efter formbultarna fylldes först med skumfogmassa av samma underentreprenör som skumfogade runt fönsterpartierna. Byggaren kompletterade med lagningsmassa. Byggarbetarna stod även för skägging, för utlagning av porighet i väggar och golv och för igenmurning av ursparingar. Ett smärre antal ursparingar fick upprymmas genom bilning. Bilning fick även tillämpas i ett tiotal fall efter att vp-rör hade skadats i samband med utläggning och vibrering av betongen. Den sammanlagda arbetsinsatsen för dessa efterarbeten tog ca 83 dagsverken i anspråk.

I produktionsuppläggnings ingick att uppnå erforderlig jämnhet på golven genom påförande av självutjämnande massa. Dammsugning, primning och utläggning utfördes av byggarbetskraften vilket tog ca 63 dagsverken i anspråk.

Ovan nämnda efterarbeten gällande betongstommen omfattade alltså sammanlagt ca 166 dagsverken vilket framgår av sammanställningen i fig 5.6.1.3. I figuren har även medtagits arbetstidsåtgången för efterarbetena gällande flerbostadshuset i Kv Joggaren för att underlätta jämförelser byggsystemen emellan. (Anm Arbetstidsåtgången för efterarbetena ingår i uppställningen över total tidsåtgång i såväl fig 5.6.1.1 som i motsvarande uppställning för Kv Joggaren fig 5.6.2.3.)

Tidsåtgången för olika yrkesgrupper		
Yrkesgrupper	Antal timmar ca	Fördelning i %
<i>1. Tidsåtgång på arbetsplatsen:</i>		
Träarbetare	ca 11 300 tim	
Betongarbetare	" 9 200 "	20 500
Förrådsarbetare	1 400 tim	47,0
Traktor- och kranförare	3 300 "	4 700
VVS-montörer		10,8
El-montörer		1 800
Murare		4,1
Plåtslagare		3 000
Målare		6,9
Mattläggare		2 950
Vent.-montörer		6,8
Ställningsbyggare		1 250
Övrig tid på arbetsplatsen		2,9
		2 650
		6,0
		1 300
		3,0
		600
		1,4
		1 000
		2,3
		3 050
		7,0
Summa tid på arbetsplatsen	42 800	98,2
<i>2. Tidsåtgång för tillverkning utanför arbetsplatsen:</i>		
Tillverkning av plattbärlager	665	1,5
Tillverkning av fabriksbetong	120	0,3
Summa tid för tillverkning utanför arbetsplatsen	785	1,8
Summa totalt	43 585	100,0

Fig 5.6.1.1 Tidsåtgång för uppförande av 5 st flerbostadshus inom Kv Terräng-  
löparen fr o m grundplatta på mark t o m färdigställandet av tak.

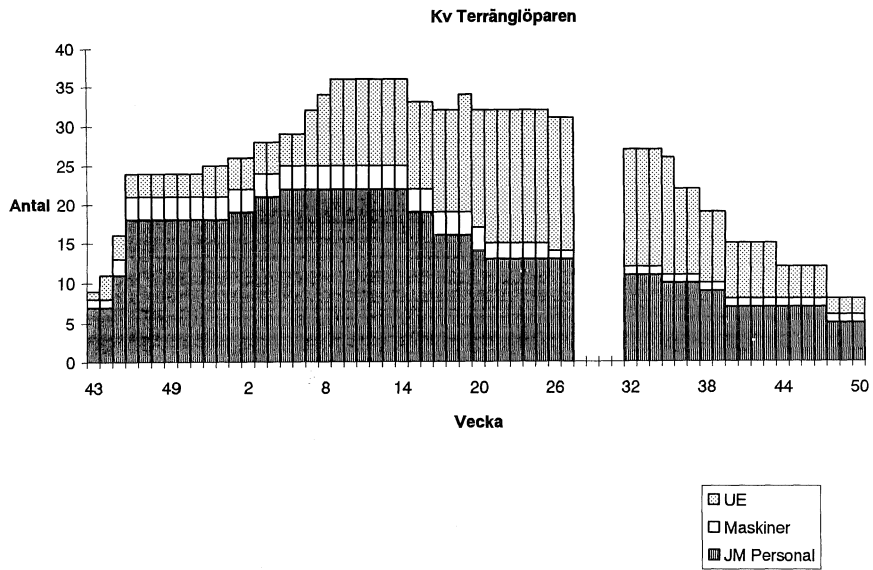


Fig 5.6.1.2 Arbetskraftshistogram gällande Kv Terränglöparen  
(Källa: Examensarbete KTH, Olof Petterson)

Tidsåtgång för efterarbeten på arbetsplatsen gällande stommen	
Slag av arbetsuppgifter	Antal dagsverken ca
<i>Kv Terränglöparen:</i>	
- Utlagning av takvinkel	20
- Utlagning av betongytor, bilningar, skägningar o dyl	83
- Utläggning av självutjämnande golvmassa	63
	<hr/>
S:a	166
<i>Kv Joggaren:</i>	
- Ihopjutningar och efterlagningar med stom-entreprenörens personal	170
- Skarvspackling m m genom underentreprenör	45
- Ijutning av ursparingar för vertikala rör och ledningar genom JM-personal	25
	<hr/>
S:a	240
	<hr/>
Tidsåtgången omräknat till Kv Terränglöparens BTA-yta för att få underlag för jämförelse byggsystemen emellan	230

Fig 5.6.1.3 Tidsåtgång för efterarbeten på arbetsplatsen gällande stommen i det sk platsbyggda systemet, Kv Terränglöparen, respektive i byggsystemet med stort inslag av förtillverkning, Kv Joggaren.

## 5.6.2 Bygge med förtillverkade stommar av betong

### *Byggsystem med stor andel förtillverkning*

Elementleverantörens byggsystem utgöres av bärande innerväggar av betong och fasadelement av sandwichtyp med en 170 mm tjock skiva av styrenisolering mellan två skikt av betong. (Anm. se fig 3.3.1.)

Bjälklagen består i allt väsentligt av förspända homogena betongelement. Fasad-elementen som i motsats till övriga element gjuts i liggande form, ytbehandlas och målas i fabriken samtidigt som de förses med fönster och fönsterdörrar samt erforderliga plåt detaljer.

I samband med förplaneringen framkom förslag om att använda förtillverkade och vävspända innerväggsmoduler till icke bärande väggar. Detta alternativ förkastades emellertid då det genom skarvproblemen ansågs innebära en sämre standard än den konstruktion med gipsskivor och stålreglar som tidigare användes i Kv Terränglöpares hus.

I denna byggetapp med stor andel förtillverkning var det naturligt att planera för användandet av förtillverkade badrumsenheter. Detta alternativ förföll. Som närmare beskrivits under punkt 3.3 visade kalkylerna att detta utförande på grund av stommens utformning skulle bli mera kostsamt och dessutom innebära vissa andra nackdelar jämfört med ett platsbyggt alternativ.

Flerbostadshuset i Kv Joggaren och Kv Terränglöparen innehåller i övrigt samma antal förtillverkade komponenter - balkongplattor, trappor och vilplan, hissbottnar och hisstoppar. Samma gäller för kökssnickerier och annan inredning och utrustning.

Som närmare beskrivs nedan under avsnitt "Takkonstruktionen" tillverkades taken i Kv Joggarens hus i sektioner på marknivå och lyftes på plats med hjälp av arbetsplatsens mobilkran T50. Av konstruktionsskäl användes 22 mm tjocka råspontluckor i stället för 16 mm tjocka spånskivor som i Kv Terränglöparen, vilket i sin tur innebar att underlagspapp erfordrades. Betongtakpannorna påfördes efter montaget av taksektionerna.

### Elementtillverkning och montage

Tillverkningen av betongelementen påbörjades i december 1993 och slutfördes i mars 1994. I tidsförbrukningen nedan ingår tid för all personal som deltagit i materialhantering, tillverkning och transport av elementen till lager inom fabriken.

Tillverkning	Antal element	Antal dagsverken
<i>av fasadelement</i> inkl ledningsdragningar, ytterväggsmålning, isolering och inplacering av fönsterpartier - väggjocklek 34 cm	269	1 003
<i>av innerväggelement</i> inkl ledningsdragningar och placering av el-uttag - väggjocklek 16 cm	240	137
<i>av bjälklagselement</i> inkl ledningsdragningar och montage av avloppsgrodor. I allt väsentligt förspända med 22 cm:s plattjocklek	302	379
<b>Totalt</b>		<b>1 519</b>

Fig 5.6.2.1 Antal dagsverken för tillverkning av betongelement till kv Joggaren, Sticklingehöjden.

Den relativt stora tidsåtgången för tillverkningen av fasadelement jämfört med den för övriga förklaras av att dessa gjuts liggande med yttersidan uppåt för påförande av mönster och övrig ytstruktur. Dessutom innehåller elementen isolering (Anm. se beskrivningen i fig 3.3.1) och ska målningsbehandlas. Övriga element gjuts stående i paket.

Bjälklagselement för badrum försågs med ingjutna avloppsgrödor. I elementfabrikens åtaganden ingick att leverera dessa element med fall mot avloppsbrunn, vilket skulle eliminera behovet av spackling på arbetsplatsen. (Anm. Ett alternativ och ett vanligt sådant till denna formsättning hade varit att lägga in en 19 mm tjock spånskiva i formen. Fallet mot brunnen skulle ha åstadkommits genom spackling.) Den rationalitet som eftersträvades genom fabriken åtagande att åstadkomma fall mot brunnen redan vid gjutningstillfället minskade genom att 7 rörstosar visade sig ligga fel vilket måste avhjälpas på arbetsplatsen.

Målning av bröstningarna bakom radiatorerna ingick i fabriken åtagande. Tanken bakom detta var att värmeledningsmontörerna ej skulle behöva invänta insats av arbetsplatsens målare innan radiatormontaget. Dessa ytor blev i första huset stående så länge i ouppvärmda rum att avflagningsstendenser upptäcktes. Bröstningarna i övriga hus levererades därför obehandlade för målning på arbetsplatsen.

Bjälklagselementens undersida spacklades vid behov på fabrik. Även innerväggselementens båda sidor och ytterväggselementens insida spacklades innan uttransporten. På arbetsplatsen finspacklades väggarna av målna. Dessa ytor inom Kv Joggen var enligt målna i bättre skick än motsvarande inom Kv Terränglöparen.

Ytterväggselementens utsida sprutmålades med Capatong Plus Fasadfärg från AB Universalfärg redan dagen efter gjutningen. Färgen som enligt fabriken ska appliceras på färsk alkaliska underlag, är väderbeständig enligt DIN 18262, regntät, diffusionsöppen, spänningsfri samt alkalieresistent. Stomentreprenörens fabrik har använt detta material under lång tid och har ej haft några reklamationer.

Stomentreprenören köpte balkongplattorna, trappor och trapplan från andra leverantörer som specialiserat sig på denna tillverkning och därmed kunnat hålla en konkurrenskraftig prisnivå.

Varje hus monterades av 5 montörer och 1 kranförare på 11 arbetsdagar. Montaget pågick från februari 1994 till slutet av april samma år.

Radiatorer, gipsskivor och regler levererades till arbetsplatsen lägenhetsvis förpackade på samma sätt som i fallet Kv Terränglöparen. Stomentreprenörens kran lyfte in dessa paket på plats i bygget innan ovanliggande bjälklagselement monterades.

Stomentreprenörens montörer lade ner ca 255 dagsverken på själva montaget. Härtill kom ca 55 dagsverken för kranförare och ca 85 dagsverken för arbetsledare och utsättare.

Maskinbehovet framgår av uppställningen i fig 5.5.2.1 och i fig 3.3.1 återges en jämförande förteckning på i flerbostadshusen ingående byggdelar och material.

### *Byggfukt*

Två aggregat per hus typ LOKO-Motiv 20 som utvecklats av JM sattes in för uppvärmning och uttorkning.

Betongelementens RF låg ej över 90 procent vid montage tillfället. Fukt tillfördes i begränsad omfattning i samband med pågjutningar och efterlagningar. Tidvis även genom nederbörd under montage tiden. Tiden från montage start till mattläggning framgår nedan.

- Knappt 3 veckor efter montage start av betongelementen var taket påsatt och uppvärmningen kom igång.
- Ca 3 veckor senare började arbetet med skarvspackling mellan bjälklags-elementen och övrig erforderlig spackling.
- Ca 6 veckor därefter påbörjades mattläggningen i våtrum efter kontroll av RF.
- Sammanlagd tid från montage start till mattläggning blir därmed ca 3 månader. Tiden från s k "tätt hus" blir ca 2 månader.

Golvavjämningssmassa typ Universal användes i 30 våtutrymmen. Övrig spackling enligt beskrivningen under avsnitt "Efterarbeten stomme" nedan.

### *Takkonstruktionen*

Byggplatskunniga vet hur viktigt det är att snabbt få på taket för att hindra snö och regn att tränga in i stommens byggdelar och material. Inom JM hade man tidigare erfarenhet av förtillverkning av tak i sektioner på marknivå intill byggnad i fråga. Dessa sektioner lyftes sedan på plats när stommen i övrigt var klar och sammanfogades till en helhet.

I samverkan mellan konstruktör, platsledning och lagbas för byggnadsarbetarna utarbetades på arbetsplatsen inom Kv Joggaren förslag till en takkonstruktion i sektioner (Anm. Se beskrivningen i fig 3.3.1). Sektionerna skulle tillverkas på tilliggande grundplattor (fig 5.6.2.2) och lyftas på plats så snart som den förtillverkade stommen hade rests.

I stomentreprenörens åtagande ingick att utföra och montera en hängställning som utöver stomentreprenörens behov, skulle sitta kvar under tiden för takarbetet inkl tid för uppsättning av hängrännorna. Denna ställning som passade som plattform och skydd för montagearbetarna, visade sig i samband med första huset i denna etapp vara otillräcklig för det påföljande takarbetet. Byggentreprenören övertog därför detta åtagande vilket i etapp 3, Kv Isjakten ledde till en vidareutveckling innebärande ett system där hängställning och taksidoskydd typ "Combisafe" monterades på taksektionerna redan när elementen tillverkades på marknivå. Även hängrännorna sattes sektionsvis på vid detta tillfälle.



Den sammanlagda arbetstiden för träarbetarna och totalkostnaden för helt tak blev ungefär lika med Kv Terränglöparens alternativa lösning med tillverkning direkt på översta bjälklaget. Vinsten ligger i stället på möjligheten av att få ett "tätt hus" redan efter 2 till 3 dagar mot 5 dagar i fallet Kv Terränglöparen. För Kv Joggarens del kommer denna effekt ej till synes vare sig i summa kostnader eller i total byggtid. Tidsvinsten kan emellertid visa sig ha betydelse i framtida byggsammanhang under perioder med mera nederbörd och kyla. Taksektionerna skyddar även grundplattorna där de placeras vilket har speciell betydelse vintertid. JM valde att gå vidare med denna metod inom Sticklingehöjdens återstående etapper.



Fig 5.6.2.2 Förtillverkade taksektioner inom Kv Joggaren.

Ytterligare skäl finns för att tillämpa denna metod mera allmänt. Förtillverkade taksektioner ger en bättre och säkrare arbetsmiljö. Tillverkningen kan förläggas på marknivå och ej på toppen av 4-våningshusen. I detta sammanhang kan noteras att det enda allvarliga olycksfallstillbudet som inträffat på arbetsplatsen var en halkolycka på tak inom det s k platsbyggda området. Byggnadsarbetaren klarade sig relativt oskadd från ett 12 meters fall mot marken tack vare att han fångades upp av murarställningen.

### *Efterarbeten stomme*

Efter montaget av stommen erfordrades manuella efterarbeten av relativt stor omfattning såsom framgår av produktionstidplanen fig 5.5.3.1 och beskrivningen nedan.

Stomentreprenörens egen personal efterfylld ursparingar i väggar och bjälklag med lagningsmassa. Dessa ursparingar som har formsatts i elementfabriken, erfordrades för att bli ett utrymme för ihopkoppling av el-dragningarna mellan betongelementen. Denna efterlagning kunde först göras sedan elektriker utfört sammankopplingen av vp-rören. Även anslutningarna mellan vägg- och bjälklagselement måste bättras på med lagningsmassa. Samma skedde med elementfogarna i tak och väggar.

Som lagningsmassa användes såväl cementbundet som gipsbundet material - gipsbundet dock först efter uttorkning av byggfukten. Eftersom betongelementen vid montagetillfället hade en låg relativ fukthalt - under 90 procent - och eftersom JM satte in 2 st varmluftaggregat så snart yttertaget var påfört kunde man till övervägande del välja det gipsbundna materialalternativet som det sammantaget billigaste.

Den gipsbundna lagningsmassan som är mera kostsam i inköp har fördelen av att endast behöva appliceras en gång. Cementbunden större lagning kan sjunka undan i samband med härdningen vilket föranleder behov av ytterligare en utbättring och därmed av mera personaltidsinsats.

Stomentreprenören använde sig av underentreprenörer *de/s* för spackling av fogarna i golven i övergången mellan olika bjälklagselement, *de/s* för ispackling av synliga större gjutblåsor i golven och *de/s* för komplettering av terrazzo-beläggningen i anslutningen mellan de förtillverkade trapporna och trapplanen.

När mattläggaren skulle påbörja sitt arbete hittades dolda blåsor. Dessa öppnade sig efter intryckning av ett ytligt förekommande tunt skal. Eftersom det skulle föreligga risk för genomstansning av mattorna i bruksskedet måste även dessa letas fram och åtgärdas med spackling. Detta arbete utfördes med egen personal och omfattade totalt ca 15 dagsverken.

Även andra brister i tillverkningen upptäcktes. Som omtalats ovan låg 7 rörstosor fel i badrumsplattorna. Bilning, lagning och spackling erfordrades. El-underentreprenören konstaterade att ett 30-tal dosor i bjälklagsplattorna hade skadats i samband med gjutningarna i fabriken. De kunde ej användas av montören utan extra insats av tid och material.

Ett 30-tal el-dosor och ca 120 st anslutningar för el-dragningar mellan betongelement och gipsvägg visade sig vara felplacerade och måste flyttas. Uppbilning och efterlagning erfordrades. Omfattningen av dessa felutsättningar motsvarar ca 10 procent av antalet ingjutna dosor och ursparingar. Enligt uppgift från leverantören är denna omfattning normalt förekommande även i andra uppdrag där elementen ska innehålla el-ledningsförläggningar och el-uttag. Fel kan uppstå *de/s* vid överföring av elkonsultens projekteringsuppgifter till tillverkningsritningar och *de/s* i samband med formsättning och gjutning.

I fabriken åtagande ingick tomrördragningar och montage av dosor för el i elementen för innerväggar och bjälklag. Dessa element gjuts stående och i formpaket. Fixeringen av rör och dosor är enligt fabriken besvärligare i dessa sammanhang än om elementen hade tillverkats ett och ett och liggande i likhet med ytterväggselementen. Utöver att tomrör och dosor ofta skadas i samband med gjutning och vibrering ökar timförbrukningen vid tillverkningen oproportionellt mycket. För innerväggselementen är timförbrukningen ca 50 procent större än i fall då inga el-installationer ingår. Ökningen beror även på de många ursparingarna i betongelementen - 104 st per hus. Dessa behövs för att på arbetsplatsen kunna koppla ihop de ingjutna tomrören vilket görs av elektrikern.

Ursparingarna för vertikala dragningar av rör och ledningar formsattes och fylldes igen med betongbruk av byggarbetarna.

Måttnoggrannheten på bjälklagens överyta visade sig ligga väl inom ramen av bestämmelserna i Hus AMA 83.

Stomentreprenörens ihopgjutningar och efterlagningar påbörjades i anslutning till montaget och fortsatte efter montagetiden i 8 veckor med 2-4 man. Den totala egna arbetstidsinsatsen härför uppgick till ca 170 dagsverken. I tillägg här kom underentreprenörens dagsverken för skarvspackling av golven, finspackling av badrumsgolven och ispackling av synliga stora blåsor - ca 45 dagsverken. Igjutning av ursparingarna för de vertikala rör- och ledningsdragningarna, som avtalsenligt skulle åtgärdas av JM, tog ca 25 dagsverken. Den sammanlagda tidsinsatsen för efterlagningar, spackling o dyl utgör alltså ca 240 dagsverken.

Denna arbetstidsinsats kan bli ställas i relation till tidsåtgången för kranförare och montörer - ca 310 dagsverken. Arbetsinsatsen för efterlagningar och igjutningar utgör sålunda drygt 40 procent av tidsinsatsen - ca 550 dagsverken - för allt arbete med de förtillverkade betongstommarna på arbetsplatsen.

Fig 5.6.1.3 återger en jämförelse mellan tidsförbrukningen för efterarbeten inom respektive kvarter. Som framgår av uppställningen är tidsförbrukningen ca 40 procent större inom Kv Joggaren. Till viss del beror detta på att Kv Joggarens flerbostadshus har betongelement i ytterväggarna medan Kv Terränglöparens hus har utfackningsväggar av tegel och med gipsskivor på regelstomme.

#### *Tidsåtgången för uppförandet av flerbostadshusen inom Kv Joggaren*

Tidsåtgången för uppförandet av flerbostadshusen inom Kv Joggaren framgår av fig 5.6.2.3. Eftersom Kv Joggarens hus innehåller flera lägenheter och större BTA-yta genom den terränganpassning som gjorts har den totala tidsåtgången omräknats till att omfatta Kv Terränglöparens storlek på BTA-yta enligt beskrivningen i figuren. Fig 5.6.2.4 återger den veckovisa arbetstidsåtgången fördelat på JM-anställda byggnadsarbetare, maskinförare och anställda montörer och arbetare hos underentreprenörer.

Tidsåtgången för olika yrkesgrupper		
Yrkesgrupper	Antal timmar ca	Fördelning i %
<i>1. Tidsåtgång på arbetsplatsen:</i>		
Träarbetare	7 300 tim	
Betongarbetare	3 200 "	
Förrådsarbetare	1 100 tim	
Traktor- och kranförare	2 100 "	
Arbeten med betongstommen	3 800	24,6
VVS-montörer	2 000	7,5
El-montörer	3 000	8,9
Plåtslagare	1 030	4,6
Målare	2 650	7,0
Mattläggare	1 300	2,4
Vent.-montörer	600	6,2
Övrig tid på arbetsplatsen	2 500	3,1
Summa tid på arbetsplatsen	30 580	5,9
<i>2. Tidsåtgång för tillverkning utanför arbetsplatsen:</i>		
Tillverkning av stommen inkl ingjutningsgods i elementfabrik	12 160	28,4
Summa tid för tillverkning, utanför arbetsplatsen	12 160	28,4
Summa totalt	42 740	100,0
Total tidsåtgång omräknat till Kv Terränglöparens BTA-yta för att få underlag för jämförelse byggsystemen emellan.	40 800	-

Fig 5.6.2.3 Tidsåtgång för uppförande av 5 st flerbostadshus inom Kv Joggaren fr o m grundplatta på mark t o m färdigställandet av tak.

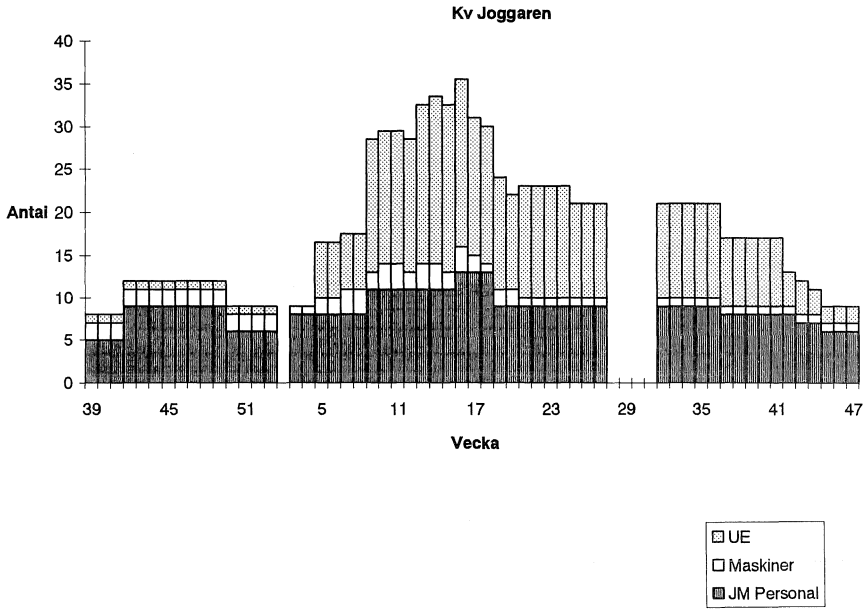


Fig 5.6.2.4 Arbetskraftshistogram gällande Kv Joggaren.  
(Källa: Examensarbete KTH, Olof Petterson)

Den totala produktionstiden för de fem flerbostadshusen inom Kv Joggaren blev, som framgår av beskrivningen under punkt 5.5.3, ca 43 veckor exkl 4 veckors mellanliggande semester. Denna tid kan jämföras med motsvarande för Kv Terränglöparen; ca 55 veckor exkl 5 veckors semester. Tidsvinsten blir alltså ca 3 månader till Kv Joggarens fördel. (Anm. Den ekonomiska innebörden av denna tidsvinst behandlas under punkt 6.3. Under samma punkt göres jämförelser mellan byggsystemens totala kostnader och arbetstidsåtgång.)

### 5.6.3 Ue - VVS-installationerna

VVS-installationerna i flerbostadshusen inom respektive kvarter utfördes av samma företag och montörer. Uppdragen erhöles efter anbudsinfordran och i konkurrens med ett flertal andra anbudsgivare.

Det mesta av rörmaterialet kapades och bockades i förråd på arbetsplatsen efter måttagningar på arbetsstället i fråga. Därigenom erhöles enligt uppgift mindre spill och arbetet flöt bättre än om förtillverkningen hade skett i central verkstad och hade baserats på måttuppgifter på ritningarna. (Anm. Denna uppläggning avviker delvis från erfarenheterna och rekommendationerna enl SBUF nr 87:01.)

Erfarenheter och synpunkter på materialet och montagearbetet har inhämtats genom direktkontakter med företagsledning och företagets montörer på platsen. Det platsbyggda alternativet kräver enligt dessa kontakter liten insats på installationssidan i början av projektet. En montör har inte full sysselsättning förrän vatten- och avloppsstammar kan installeras. Det blir många resor till och från arbetsplatsen p g a allt passande.

I det prefab tillverkade alternativet blir det annorlunda. Inget passande med avlopp i bjälklag. Avloppsgradorna är ingjutna på fabrik. Montering av betongelementen sker på mycket kort tid. VVS-installatören har kunnat planera och förbereda samtliga arbetsmoment i god tid vilket bl a underlättar förtillverkning. Lättsamma installationsmetoder för vatten- och avloppsstammarna. Möjlighet för jämn och hög sysselsättning föreligger.

Fig 5.6.3.1 redovisar en mera detaljerad jämförelse etapperna emellan. Som framgår av uppställningarna i denna figur och fig 3.4.1 skiljer sig materialval och arbetsuppläggningsen i viss omfattning mellan den första byggetappen; Kv Terränglöparen och den andra; Kv Joggaren. Till viss mindre del beror detta på en planerad standardförbättring i husen tillhörande Kv Joggaren; exempelvis beträffande *del/s* valet av nytt till-lufts-system genom Farex-don i anslutning till radiatorerna och *del/s* valet av hårda kopparrör till värmestammarna. Övriga förändringar har till övervägande del sin bakgrund i övergången från det platsbyggda systemet till byggsystemet med förtillverkade betongstammar.

I fallet Kv Terränglöparen arbetade en montör kontinuerligt under 46 arbetsveckor. (Anm. se tidsplanen fig 5.5.3.1.) Tidvis engagerades ytterligare en montör vid hög belastning. I Kv Joggaren måste tre montörer sättas in från början för att klara produktionstidplanens 33 arbetsveckor. Enligt VVS-företagets ledning fanns det förutsättningar på arbetsplatsen för att påskynda framdriften ytterligare genom insättning av en montör till - totalt 4 montörer.

Den totala arbetstidsåtgången för montörerna blev i fallet Kv Terränglöparen ca 225 dagsverken och i Kv Joggaren ca 245 dagsverken. I fallet Kv Joggaren tillkommer 15 dagsverken för tid som betongelementleverantören har lagt ner i samband med montaget av avloppsgrodorna i fabriken. Totaltiden för VVS-montaget i Kv Joggaren blir därmed ca 260 dagsverken. Vid en jämförelse projekten emellan måste man ta hänsyn till att Kv Joggaren har en något större BTA-yta. Jämförvärdet för Kv Joggarens tidsförbrukning blir därmed lägre och ca 245 dagsverken.

Den något större tidsförbrukningen i fallet Kv Joggaren, ca 20 dagsverken trots rationellare montageuppläggning, har i huvudsak sin förklaring enl följande:

- Kvalitetsförbättringen genom val av kopparrör i värmestammarna i stället för elförzinkade stålrör som i etappen Kv Terränglöparen. Kopparrören har hårdlötts.
- Endast i Kv Joggarens flerbostadshus tillförs till-luften genom Farex-don i anslutning till radiatorerna. Även detta är en kvalitetsförbättring. Stosen i betongytterväggen gjöts in av elementleverantören, men övriga arbeten ingick i VVS-entreprenörens åtagande.
- Det väsentligaste merarbetet har enligt montörerna dock utgjorts av den större omfattningen av håltagningar och proppningar, ett dammigt och stökigt arbete (Anm. Se fig 5.6.3.1). Motsvarande arbete i Kv Terränglöpares hus underlättades bl a av ytterväggens regelkonstruktion med invändig gipsskiva.

Installationsdel	Inom hus med platsbyggda stommar Kv Terränglöparen	Inom hus med förtillverkade stommar Kv Joggaren
1. Avloppsgrodor	Montörerna har själva placerat ut avloppsrör och grodor på valvet innan gjutningarna. Inga måttfel har föranlett extraåtgärder.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) I 15 lägenheter måste den ingjutna grodans rör skarvas inför anslutning till avloppsstammen.</li> <li>b) I 7 lägenheter erfordrades uppbyggnad och efterlagning för 7 st felinsatta rörstosor.</li> </ul>
2. Vatten- och avloppsstammar	Arbetet blir stressigt genom att montörerna kommer in först när byggaren uppfört de icke bärande väggarna. I detta tidiga skede vill byggaren även ha radiatorerna och därmed värmestammarna monterade för att få igång uttorkningen så snabbt som möjligt. Jämfört med Joggarens hus uppstår mera anpassning och väntetid i detta byggsystem.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) I köket i 54 lägenheter på våningsplan ovan grundplattan måste S-böjer användas för anslutningen till avloppsstammen bakom diskbänken. Konsultens måttsättningsfel.</li> <li>b) Montaget underlättas och flyter bättre genom mindre omfattning på icke bärande väggar och därmed mindre beroende av byggarens åtgärder.</li> <li>c) Hela vattenledningsstammen kan dras i ett sammanhang och alltså utan skarv. Avstick borras och hårdlödas samt fixeras med hjälp av golvstöd.</li> </ul>
3. Värmestammar	Elförzinkade stålrör typ Stamco har använts. Inga lödningar och därmed mindre arbetstid för själva rördragningen. Rören dras ihop med kopplingar, vilket erfarenhetsmässigt ökar risken för läckage längre fram i tiden om man ej efterdrar kopplingarna. Alla avstick från stamledningen görs med T-koppling. VVS-företaget valde att gå över till kopparrör och hårdlödning i de fem flerbostadshusen i Kv Joggaren vilket ansågs som en kvalitetsförbättring.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Byggarnas åtagande att borra upp hålen i bjälklagen. Det har fungerat bra enl montörerna.</li> <li>b) Avstick i form av stamkors har tillverkats hos leverantör i Gävle.</li> <li>c) Genom att även ytterväggarna är i prefab-betong blir fastsättningen av rör och värmeelement mera arbetsamt än i Kv Terränglöparen. Sålunda erfordras 107 håltagningar och proppningar per våningsplan för fastsättning av värmestammar och radiatorer. Eftersom ytterväggarna är hårt armerade har ett 20-tal nya hål per våningsplan fått borras intill ovan nämnda håltagningar vilket även innebär behov av efterlagningar. Förekomsten av borrhull inverkar negativt på arbetsmiljön.</li> <li>d) I detta byggsystem tillförs till-luften via Farex-don i anslutning till radiatorerna. Även dessa don måste skruvas fast i betongväggen = 13 håltagningar per våningsplan utöver tidigare nämnda.</li> </ul>



Installationsdel	Inom hus med platsbyggda stommar Kv Terränglöparen	Inom hus med förtillverkade stommar Kv Joggaren
4. Fördelningsledningar	a) VVS-företaget valde hårda kopparrör. Fördel: enkelt montage. Nackdel: lödning med kopparfosfor kräver god ventilation vid arbetsstället. b) Arbetstiden ungefär lika i de två byggsystemen.	a) VVS-företaget valde Plusprisol för dragningarna fram till varje stam. Positivt att detta är heldragna rör utan lödningsbehov. Ur arbetsmiljösynpunkt är detta rörsystem därför att föredra jämfört med rörsystemet i Kv Terränglöparen. b) Arbetstiden ungefär lika i de två byggsystemen.
5. Avstängningsventiler	a) Ventilerna sitter i skydd av ett undertak i bottenplanet. Mera arbetsamt att montera än i fallet Joggaren. Dessutom besvärligare att hantera i bruksskedet.	a) Ventilerna har monterats på väggen i ett låst utrymme i bottenplanet. Lättare montage och bättre åtkomlighet i bruksskedet än i fallet Terränglöparen.
6. Våtrumsinstallation	a) Arbetsledaren mäter och gör uppställningar på erforderligt material med utgångspunkt från konsultens ritningar och beskrivningar. Materialet levereras förtillverkat till arbetsplatsen. Mera kap och spill än i fallet Joggaren eftersom måttagning på ritningsunderlag ej blir lika exakt som måttagning på arbetsstället.	a) Rörmaterialet=kromade kopparrör levereras i fulla längder till arbetsplatsen. Montören förtillverkar bockade rördelar i verkstad på arbetsplatsen. Mätning, anpassning och kapning görs av montören direkt på arbetsstället.

Fig 5.6.3.1 Jämförande uppställning omfattande erfarenheter av materialval och utförande gällande VVS-installationerna i flerbostadshus uppförda enligt det s k platsbyggda systemet resp i hus med förtillverkade stommar av betong.

#### 5.6.4 Ue - EI

Samma företag anlätades efter anbudsgivning för el-arbetena inom båda etapperna.

I flerbostadshuset inom Kv Terränglöparen förlades vp-rören och el-uttagen och drogs kablarna på vanligt sätt för platsbyggda hus. Den väsentliga skillnaden i utförandet byggsystemen emellan framgår av fig 5.2.2 och 5.2.3.

I båda etapperna knöts kablarna från lägenhetscentralerna ihop i fastighetens central i bottenvåningen där mätarna var placerade. Installationstätheten - el-uttag, anslutningspunkter och ljusarmaturer - var i stort sett lika i båda alternativa byggsystemen. Vissa smärre avvikelser betr behov av ursparingar och därmed efterlagningar framgår av uppställningen i fig 3.4.2.

I Kv Joggarens stommar monterades vp-rör och dosor och drogs el-kablar i alla väggelement som levererades från elementfabriken. Samma gällde bjälklags-element i anslutning till kök, hall och ett sovrum i varje lägenhet. Omfattningen av dessa igjutningar var enligt elementleverantören ovanligt stor i jämförelse med andra uppdrag som man hade haft.

El-dragningarna från lägenheternas el-centraler i hallarna fick i etappen Kv Joggaren i stor omfattning förläggas i lättväggarna genom den valda projekteringslösningen. Breda horisontella stråk av vp-rör placerades i överkant av dessa väggar. (Anm. se fig 5.2.3.) Ledningarna till kontaktdosorna i väggarna drogs vertikalt ner från dessa ledningsstråk. Dessa horisontella respektive vertikala dragningar som följer de nya anvisningarna, gör att risken för punkteringar av ledningar vid exempelvis upphängning av tavlor, speglar o dyl minskar.

Som framgår av fig 3.4.2 blir ledningsdragningarna ungefär 30 procent längre i Kv Joggaren än i Kv Terränglöparen.

El-montörens arbetsuppläggning blir något olika i de två byggsystemen. I systemet med platsbyggda betongstommar måste montören gripa in i fyra skeden för att anpassa sig till byggarens produktionsuppläggning. I alternativet med prefabricerade stommar av betong blir det tre skeden. Första behov av medverkan uppstår genom förläggning av provisoriska ledningar i bl a skarvarna mellan bjälklagselementen för att klara byggarnas och installatörernas behov av provisorisk el för belysning och el-drivna verktyg. Därefter behövs ihopkoppling av vp-rören mellan elementen inför igjutning av ursparingarna. Det egentliga montaget kan först startas upp efter att byggaren satt upp ena halvan av gipslättväggarna.

Enligt montörens åsikt är el-montaget mera arbetsamt och tar mera tid i Kv Joggarens hus än i Kv Terränglöparens trots att något större mått av anpassning till byggarens arbetsuppläggning erfordras i fallet Terränglöparen såsom framgår ovan. Montörerna anser vidare att projektörerna borde ha tänkt på att arbetet med el-tråddragningarna blivit mera omfattande och tyngre i fallet Joggaren genom krokigare dragningar. Två man måste sättas in i Joggarens hus för att orka dra igenom trådarna mot endast en man i Terränglöparens motsvarande byggnader.

Även mera material åtgår i fallet Joggaren. Vidare har ett 30-tal el-dosor i bjälklagselementen skadats i samband med gjutningen i fabriken och ej kunnat användas av montören utan extra insats av tid och material på arbetsplatsen.

I Kv Terränglöpares och Kv Joggarens flerbostadshus blev tidsåtgången för montaget på arbetsplatsen ungefär den samma - 370 dagar. I denna tidsuppgift ingår vissa andra smärre ändringar i uppdraget projekten emellan än de som nämnts ovan. Dessa tar enl uppgift tidsmässigt ut varandra. Tidsåtgången innehåller även tid för montaget i skyddsrum och tvättstugor.

Vid jämförelse etapperna emellan måste man ta hänsyn till att i elementleverantörens åtagande i Kv Joggaren ingick montage i fabriken av vp-rör och av ca 1 700 st dosor samt el-tråddragningar. Arbetsmängden var sålunda rätt betydande vid tillverkningen av betongelementen - ca 65 dagsverken. Tidsåtgången för el-montaget i Kv Joggaren blir därmed totalt ca 435 dagsverken mot ca 370 dagsverken för Kv Terränglöparen. Eftersom Kv Joggarens flerbostadshus har en något större BTA-yta genom två souterränglägenheter blir de jämförbara värdena ca 415 dagsverken för Kv Joggaren och ca 370 dagsverken för Kv Terränglöparen.

### 5.6.5 Ue - Målning och tapetsering

Samma måleriföretag har utfört måleriarbetena i båda byggetapperna.

Den invändiga målningen och tapetseringen i de två byggsystemens flerbostadshus framgår av följande uppställning.

#### *Hall, kapp-, sov- och vardagsrum*

vägg: ilagning, skarv- och bredspackling, tapetsering

tak: ilagning, skarv- och bredspackling, grängning.

#### *Kök*

vägg: ilagning, skarv- och bredspackling, tapetsering

tak: ilagning, skarv- och bredspackling 2 g, strykning 2 g.

#### *Bad och tvätt (utöver kakelsättning)*

vägg: ilagning, skarvspackling, bredspackling 2 g, strykning 2 g

tak: ilagning, skarvspackling, bredspackling 2 g, strykning 2 g.

Några smärre ändringar i arbetsutförandet som har föranletts av övergången från plåtgjutna till förtiilverkade betongstommar framgår av sammanställningen nedan.

Fönstersmygarna i Kv Terränglöparen bestod av vit folierad spånplatta, typ SPL-vit, som sågades till och sattes in i smygen av snickaren. I kv Joggaren målning behandlades fönstersmygarna. Betongytorna spacklades två gånger av målna innan målningen och för att överbrygga kvarvarande porositet.

Entrépartierna i Kv Terränglöparen kläddes med skivor av minerit. I Kv Joggaren byttes mineritskivorna ut mot liggande brädor som måste målas. Detta utvändiga målningsarbete utfördes utan ställningar med hjälp av en kranplattform.

I Kv Terränglöparen måste de utvändiga bröstningarna i anslutning till balkongerna målas. I Kv Joggaren är dessa bröstningar en del av ytterväggselementen som kom färdigbehandlade från fabriken.

Ytterväggens insida består av gipsskivor i Kv Terränglöparen och av betong i Kv Joggaren. I första huset Kv Joggaren levererades ytterväggselementen med målade bröstningar. Detta målningsarbete hade gjorts i anslutning till avformningarna dagen efter gjutningen. Kvaliteten blev emellertid dålig. JM-Bygg och elementleverantören kom därför överens om att detta arbete fortsättningsvis skulle utföras på arbetsplatsen av målningsentreprenören.

Ytfinishen på innerväggelementen i Kv Joggaren var bättre än på de platsgjutna stommarna i Kv Terränglöparen vilket enligt målarna medförde mindre spacklingsarbete.

Kv Terränglöparens ytterväggar kläddes med fasadtegel. De utvändiga målningsarbetena blev därigenom av ringa omfattning.

Ytterväggarna, Kv Joggaren, sprutmålades i elementfabriken med Capatong Plus Fasadfärg från AB Universalfärg. Elementleverantören säger sig ha erfarenhet av denna färgkvalitet från andra projekt sedan ett 20-tal år tillbaka. Någon ommålning har ej behövts under denna tid och kommer förmodligen ej heller att behövas under ytterligare lång tid enl leverantören.

Arbetstidsåtgången för målningsarbetena i flerbostadshuset blev ca 330 dagsverken i vardera etapperna. Tid för sprutmålningen av ytterväggselementen i fabriken ingår ej i denna tidsuppgift utan ingår i tidsuppgiften som lämnades av betongelementleverantören för tillverkningen av ytterväggselementen (Anm. se fig 5.6.2.1).

Eftersom Kv Joggarens flerbostadshus har en något större BTA-yta genom tillkomsten av två souterränglägenheter blir de jämförbara värdena ca 320 dagsverken för Kv Joggaren och ca 330 dagsverken för Kv Terränglöparen.

### **5.6.6 Ue - Övriga**

Omfattningen av övriga underentreprenörers åtagande skiljer sig något lite byggsystemen emellan i likhet med vad som beskrivits ovan genom tillkomsten av två souterränglägenheter i Kv Joggaren. Skillnaderna i produktionskostnad behandlas under avsnitt 6.3. Nedan beskrivs vissa smärre avvikelser i utförandet.

### *Ventilation*

Efter anbudsgivning på ventilationsentreprenaden, Kv Joggaren utsågs annan entreprenör än den som hade haft motsvarande uppdrag under Kv Terränglöpares utbyggnad. Utformningen av ventilationsanläggningen var i stort sett lika i de två etapperna och bestod av fläktstyrd frånluft i kök, våtrum och klädkammare. Tilluftsystemet bygger på självdragsprincipen. Följande smärre ändringar har gjorts projekten emellan.

I Kv Terränglöparen placerades fläkten i ett separat rum på vinden intill vindsförråden. I Kv Joggaren monterades fläkten ovanpå taket varvid vindsförrådsytan kunde ökas något.

I Kv Terränglöparen kommer till-luften från ventil ovanför fönstren medan den i Kv Joggaren leds in genom ett Farex-don bakom radiatorerna. Det senare utförandet medverkar till att luften utifrån förvärms och att stoft avskiljs genom en i donet placerad filterduk. Stosen till Farex-donet gjöts in i ytterväggselementen vid tillverkningen i elementfabriken. Leverans och montage i övrigt av Farex-donet ingick i rörentreprenörens åtagande.

### *Golvbeläggning*

Omfattningen av linoleum- och plastmattor och parkettgolv varierar något lite projekten emellan beroende på borättshavarnas ändring av standard genom tillval. Tillvalens omfattning är emellertid rätt lika inom etapperna. Någon inverkan på totalkostnadens storlek byggsystemen emellan har därför dessa tillval ej haft.

Den ursprungliga golvstandarden har varit:

- \* Linoleummatta i kök, sovrum, hall och klädkammare
- \* Plastmatta i bad- och tvättrum och wc
- \* Parkett i vardagsrum

### *Plattsättning*

Plattsättningen i våtutrymmena är lika i de två byggsystemen. Våningsplanen i trapphusen i Kv Terränglöparen har klinkerplattor medan dessa ytor i Kv Joggaren har terrazzo-beläggning. Denna ändring påverkar vare sig produktionsförloppet som kostnaden projekten emellan.

## **5.7 Arbetsmiljö, sjukfrånvaro och olycksfall**

### *Allmänt*

Det är allmänt omvitnat bland byggarna och i forskningsrapporter (bl a Paus, K) att s k "rent bygge" minskar risken för olycksfall och sjukdom och ökar trivseln och prestationsförmågan. Övergången från tunga manuella arbetsuppgifter bakåt i tiden till mera maskinella insatser har även bidragit till en minskning av olycks-

fallsfrekvensen och sjukfrånvaron på byggarbetsplatserna. Stråvan efter god planering och en rationell MA-funktion som bl a ser till att materialhanteringen ej innebär onödiga omflyttningar och manuella lyft på arbetsplatsen, bidrar även härtill (Asplund, E m fl).

### *Säkerhetsplan för arbetsmiljön*

JM har genom att utarbeta en s k "säkerhetspärm" försökt att åstadkomma ett helhetsgrepp på byggarbetsplatsernas arbetsmiljö- och skyddsfrågor. Kapitelindelningen följer i allt väsentligt Arbetarskyddsstyrelsens författningssamling för internkontroll av arbetsmiljön. Exempel på ämnen som tas upp är arbetsmiljömål för arbetsplatsen, delegering och fördelning av ansvar, projektörens roll och ansvar, rutiner för skyddsronder m m. Till de olika avsnitten hör checklistor som tillsammans med övrigt innehåll är till administrativ hjälp och vägledning för all personal på bygget. Sålunda även för underentreprenörer och leverantörer.

I fallet Sticklinge höjdens två första etapper blev innehållet i denna säkerhetspärm arbetsplatsens "säkerhetsplan" som presenterades för anställda och underentreprenörer på arbetsplatsen av företagets skyddsingenjör i samband med det s k "startmötet". (Anm JM:s "säkerhetsplan" motsvarar i allt väsentligt den "Arbetsmiljöplan" som AFS 1994:52 föreskriver att gälla för byggarbetsplatser från april 1995.)

En väsentlig del av resultatet för att åstadkomma en god och säker arbetsmiljö uppnåddes genom de med två veckors mellanrum inplanerade skyddsronderna. Produktionsledaren gick dessa ronder tillsammans med skyddsombudet. Protokollen distribuerades till ansvariga arbetsledare och underentreprenörer för åtgärd. Exempel på ett sådant protokoll visas i fig 5.7.1.

### *Arbetsmiljöproblem och lösningar*

Såsom framgår ovan har JM genom olika åtgärder i Sticklinge höjdens arbetsplatsplanering verkat för att uppnå god arbetsmiljö. Nedan visas exempel härpå utöver ovan nämnda förebyggande åtgärder samt påvisas att ytterligare åtgärder och förbättringar kan göras i kommande likartade projekt.

I Kv Terränglöparen användes förtillverkade plattbärlager (filigranplattor). Man behövde ej slipa undersidan vilket är nödvändigt i samband med helgjutna betongbjälklag. Denna slipning är ett ergonomiskt sett tungt arbete som dessutom alstrar betongdamm som är mycket skadligt vid inandning.

Den manuella hanteringen av 1200 mm breda gipsskivor leder erfarenhetsmässigt till stora belastningar på kroppen. I Terränglöparens byggnader användes dessa därför enbart till ytterväggarna. Anledningen härtill har bl a varit att isoleringen levereras standardmässigt med bredd 600 mm. Vikten av en sådan gipsskiva gör att antingen ska ensam montör ha hanteringshjälpmedel eller så bör man vara två om arbetet. Byggnadsarbetaren i Kv Terränglöparen valde att sätta upp dessa skivor utan hjälp och hjälpmedel. Ackordsarbetet har åberopats som skäl härför.

FÖRETAG JM-BYGG AB		<b>Skyddsron</b>		BYGGDAGNR 82
ORT LIDINGÖ	PROJEKT/PROJEKTNR 743116	VECKODAG MAN	VECKA NR 6	
ANSVARIG ANLÄSLEDARE Å. LARSSON	ARBETSPLATS STICKUNGEHÖJDEN	AR 1993	MAN. DAG 0208	

Skyddsron genomförs gemensamt av arbetsledare och skyddsombud.  
Välj det som är tillämpligt på arbetsplatsen och gör urvalet innan skyddsronen startar.  
Ta hjälp av Bygghälsans »Checklistor för skyddsroner».  
Låt sakkunnig på visst område vara med när så är befogat.

	UTAN ANM	MED ANM		UTAN ANM	MED ANM		UTAN ANM	MED ANM
1. Allmän ordning	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3. Trafik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10. Sprängningsarbete	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Forbandsmaterial	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Kör- & gångvagnar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11. Plåtslageriarbete	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Personlig utrustning	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fordon & transportanordningar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12. Rörinstallationsarbete	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verktyg & redskap	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4. Tillfällig elanläggning	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	13. Måleriarbete	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Uppvarm- & utsugn-anordningar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5. Tryckkärl & ledningar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	14. Glasmåsteriarbete	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Avstängningsanordningar, skyltar & anslag, belysning	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6. Lyftanordningar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	15. Elinstallationsarbete	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Skyddstak, övertäckn & racken	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Hissar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	16. Ventilationsarbete	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Golv-, tak- & bjälklagsöppningar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Kranar & kranspår	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Transportleder & upplagsplatser	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7. Lyftredskap	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Brandförsvär	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8. Ställningar	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9. Schaktningsarbete	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anteckna nedan de förslag till åtgärder som framkommit under ronden.  
Notera sedan på dagrapporten när dessa klarats av.

	Åtgärdas senast	Utförs av
1) HUS 10/PL1 SKYDDSRÄCKE VID TRAPPÖPPNING SÄKNAS	V6	TRÄ
2) HUS 9/PL1-3 U-LIGGARE VID SKYDDSRÄCKE SÄKNAS	V6	-1-
3) HUS 9 PL4/VIND "SKYDDSRÄCKE SÄKNAS VID BTG-GAULAR"	V6	TRÄ
4) HUS 6 & 7. - HAKSTÄLLNING: DIAGONALER I VÄR 3/2 FÄCK SAMT FOTLIST, SÄKNAS	V6	JÄRFÄLLA FASAD
5) SKYDDSTAK ÖVER SAMTLIGA ENTRÉER MONTERAS	V6	-1- +TRÄ

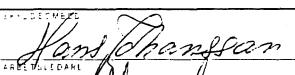

DELTAGANDE PERSONAL	HANS JOHANSSON STIG ÅHMAN ÅKE LARSSON	SKYDDSRONENS ANLÄSLEDARE  
---------------------	---	---

Fig 5.7.1 Exempel på skyddsronsprtokoll

I gipsinnerväggarna användes av ergonomiska skäl i båda byggsystemen Gyproc's ERGOnomic med enbart 900 mm breda gipsskivor och plåtreklar med regelavstånd 900 mm. En horisontellt belägen regel på mitten av varje sektion sätts in för att erhålla erforderlig stadga i väggen. Enligt Gyproc's reklam innebär denna väggkonstruktion en förbättring av arbetsmiljön vilket stämmer med arbetsplatsens erfarenhet (Anm. se vidare under avsnitt 5.8.). Konstruktionen leder även till besparingar genom mindre spill. Även detta bekräftas av uppföljningen av arbetena inom Sticklingehöjden. Liknande erfarenhet kan utläsas av ett examensarbete, KTH. Enligt detta erhöles 20 procent mindre spill på en arbetsplats vid övergången från gipsskivor med bredd 1200 mm till 900 mm.

I Terränglöpares hus monterades fönstren och fönster- och dörrpartier inifrån i yttreväggskonstruktionen. Fönsterparti mot balkonger hade av arkitekten ritats sammanhängande i en byggdel som visade sig väga över 100 kg när den kom till arbetsplatsen från leverantören. Vagn för förflyttning och montage ställdes till förfogande. Arbetslaget om två man tyckte ej om detta hjälpmedel utan använde kroppskrafterna för lyft och montage. Sådana lyft bidrar till förslitningen av kroppen och ökar risken för bestående arbetsskador. I fallet Terränglöpares måste denna konstruktionslösning rubriceras som en projekteringsmiss. Man kunde ha delat upp detta dörr- och fönsterparti i två sektioner som satts ihop på arbetsstället. Så skedde i tredje utbyggnadsetappen Kv Isjakten.

Såsom beskrivits under avsnitt 5.6.2 tillverkades yttertaken till Kv Joggarens hus på intilliggande grundplattor och hissades sektionsvis på plats med hjälp av kran. Risken för olycksfall minskade och bättre arbetsställningar erhöles vilket bidrog till förbättringar av arbetsmiljön. JM använde fortsättningsvis denna förtillverkning även i de kommande byggetapperna inom såväl platsbyggda som prefabbyggda områden.

### *Byggavfall*

Minskning av mängden byggavfall är ett väsentligt inslag i strävan efter att åstadkomma "rent bygge". I etappen Kv Joggaren kunde platsledningen dra nytta av produktionserfarenheterna från Kv Terränglöpares. Man måttbeställde gipsskivorna ovanför dörröppningarna. Gipsskivorna på innerväggarna sattes nu upp med början från dörröppningarna. Gipsspillet blev betydligt mindre. Övergången från platsbyggda stommar i Kv Terränglöpares till de förtillverkade i Kv Joggaren bidrog även till minskade avfallsmängder och renare ytor såväl inne som utanför byggnaderna i Kv Joggaren.

Mängden spill har följts upp genom de containervolymer som renhållningsföretaget har transporterat bort från arbetsplatsen, fig 5.7.2. Uppföljningen har även omfattat undersökning av hur byggavfallet fördelar sig i tiden, fig 5.7.3. Det bör observeras att volymerna byggavfall i samband med tillverkningen av betongelementen som levererats till Kv Joggaren ej är medräknade. Enligt fabriken uppgift är avfallsmängderna mycket små och påverkar ej den i fig 5.7.2 redovisade skillnaden byggsystemen emellan.



Som framgår av fig 5.7.2 minskar byggavfallet på arbetsplatsen med ca 35 procent vid övergången till material, byggdelar och arbetsuppläggning enligt etappen Kv Joggaren. Kostnadsminskningen enbart genom besparingar i borttransportvolymen är ca 25 000 kr. Såsom E Asplund m fl påvisar är den tillkommande kostnaden för all övrig hantering av byggavfall på arbetsplatsen den största kostnadsposten i detta sammanhang. Den utgör enligt "Byggandet i kretsloppet" ca 80 procent av den totala kostnaden. Med denna uppgift som underlag skulle den totala kostnadsminskningen i etappen Kv Joggaren ha kunnat bli ca 125 000 kr. En sådan uppföljning av sophanteringskostnaderna har ej gjorts på Sticklinge höjdens arbetsplatser. Stomentreprenörens motsvarande kostnader vid elementframställningen i fabrik har ej heller kunnat följas upp.

Enligt samma publikation utgör byggavfallsvolymen 0,2 - 0,3 kbm per kvm våningsyta vilket väl stämmer överens med motsvarande värde för Kv Terränglöparen som framgår av fig 5.7.2.

Borttransport av byggavfall			
Kvarteret	Totalt antal kbm	Antal kbm per lägenhet	Antal kbm per kvm BTA
Terränglöparen	1 540	21	0.20
Joggaren	980	14	0.13

Fig 5.7.2 Mängden byggavfall från Kv Terränglöparen, byggsystemet med platsgjutna stommar och motsvarande från Kv Joggaren, byggsystemet med förtillverkade stommar av betongelement.

De större spillmängderna i Kv Terränglöparen beror delvis på att spill uppstår vid tillverkningen av utfackningsväggarna och vid den våningsvisa uppsättningen av skyddsräcken vilket ej förekommer i Kv Joggarens produktion.

Kurvorna i fig 5.7.3 visar att den påtagliga minskningen av byggavfallet i etappen Kv Joggaren framför allt sker efter att de bärande stommarna kommit på plats. Alltså kan konstateras att arbetsplatsens rationaliseringsåtgärder betr övriga arbeten i Kv Joggaren i stor omfattning legat bakom denna minskning.

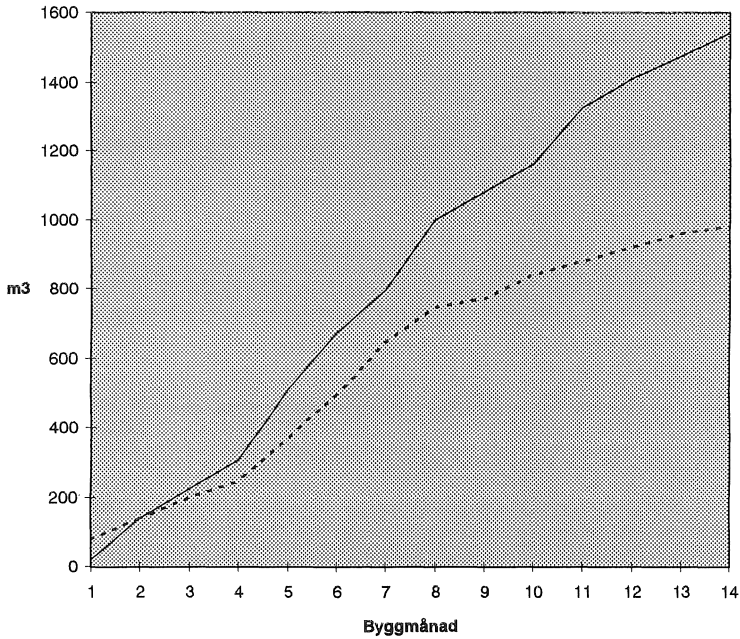
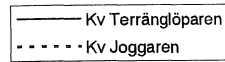


Fig 5.7.3 Byggavfallsvolymernas fördelning i tiden.



### *Sjukfrånvaro och olycksfall*

Frånvaron på grund av sjukdom och olycksfall har följts upp för byggnadsarbetarna och redovisas i fig 5.7.4 och 5.7.5. Jämförelsen mellan kvarteren beträffande frånvarotid för långtidssjuka ger emellertid ej en helt rättvisande bild. I samband med uppstartningen av arbetena inom Kv Terränglöparen överfördes personal som redan tidigare varit långtidssjuk, vilket resulterade i det relativt höga värdet 2,6 procent i fig 5.7.4.

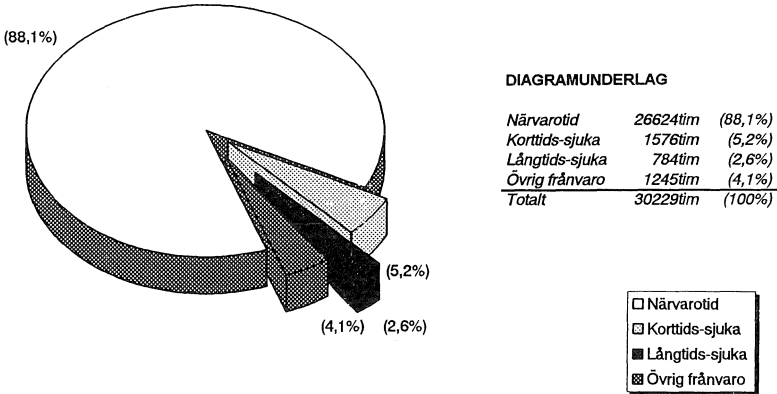


Fig 5.7.4 Frånvaron jämfört med om all tid vore arbetad tid för kollektivarbetare (Betong/Trä), Kv Terränglöparen. (Anm Dessa uppgifter innefattar även tider gällande uppförandet av radhusen inom kvarteret.)

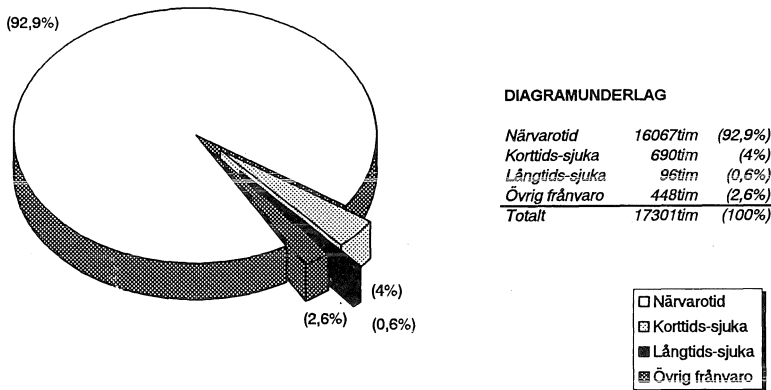


Fig 5.7.5 Frånvaron jämfört med om all tid vore arbetad tid för kollektivarbetare (Betong/Trä), Kv Joggaren. (Anm Dessa uppgifter innefattar även tider gällande uppförandet av radhusen inom kvarteret.)

Man hade anledning att förvänta sig en viss minskning av sjukfrånvaron vid övergången från platsbygge till bygge med förtillverkade stommar. Som framgår av figurerna minskade omfattningen på såväl korttids- som långtidsfrånvaron vid övergången. Betong- och träarbetarnas arbetsuppgifter i samband med de platsbyggda stommarna är kroppsligt påfrestande vilket bl a framgår av avsnitt 5.8. Härtill kommer utomhusarbete med inverkan av nederbörd, vind och kyla.

Omvänt har byggnadsarbetet inom Kv Joggaren sedan stommen satts upp av prefab-montörer i allt väsentligt kunnat ske inomhus vilket bör ha bidragit till den lägre frånvaron bland byggnadsarbetarna i denna byggetapp.

I Kv Terränglöparen inträffade ett allvarligt olycksfallstillbud. En arbetare på taket gled och föll ner på murarställningen som räddade honom från ett fritt fall på ca 12 meter. Han klarade sig med endast några skrubbsår. Bl a denna händelse föranledde platsledning att i Kv Joggaren övergå till att förtillverka taket på backen och lyfta segmenten på plats med kran. (Anm. se avsnitt 5.6.2.)

I Kv Joggaren inträffade två smärre olycksfall, en bruten tå och en skada i en hand.

Allmänt har ansetts att förläggning av tillverkningen av betongstommar inomhus i en elementfabrik skulle leda till lägre sjukfrånvaro än om stommarna uppfördes på plats under öppen himmel. Under den period som tillverkningen av betongelementen till Kv Joggaren pågick i leverantörens fabrik var sjukfrånvaron bland arbetarna där 5,5 procent - alltså t o m högre än motsvarande för byggnadsarbetarna i etappen Kv Terränglöparen. Det statistiska underlaget är för litet, för att kunna dra några allmängiltiga slutsatser av denna jämförelse. Men med hänvisning till vad som i övrigt är känt inom byggbranschen, kan dock följande uttolkning göras.

Trots viss smärre sjukdom går byggnadsarbetaren till arbetet för att ej ackordslaget och därmed även kamraterna ska drabbas av lägre produktivitet och sämre löneutfall. Arbetaren i leverantörens fabrik har, genom väsentligt lägre lön än byggnadsarbetaren och dessutom fast timlön, ej samma närvaromotivation som byggnadsarbetaren.

## 5.8 Ergonomiska studier

Nedan återges ett utdrag ur BELABs jämförande utredning angående de ergonomiska förhållandena i de två byggsystemen.

### *Kv Terränglöparen*

Formsättningen av de bärande väggarna leder till att man arbetar med armarna 20-30 procent av arbetstiden ovanför axelplanet. Detta leder erfarenhetsmässigt på sikt till förslitningsskador. Gjutningsmomentet innebär att ryggen belastas kraftigt. Även i detta fall kan på längre sikt skador uppstå.

Arbetet med armering av bjälklag är ett av byggbranschens tyngsta eftersom man ständigt går framåtböjd och arbetar i fotnivå. 53 procent av totaltiden för bjälklagsproduktionen utgörs av armeringsarbetet. Den valda konstruktionslösningen med plattbärlager försvårade enligt armerarna arbetet jämfört med motsvarande arbete för ett helt plattsgjutet valv. En del av lösjärnsarmeringen måste trädas igenom i plattbärlagret uppstickande öglor.

Arbetet med att placera bockryggarna ovanpå stämpan och under plattbärlagret innebär speciellt stora påfrestningar på rygg och axelparti. Hela 70 procent av arbetstiden fick den som gjorde detta arbetsmoment arbeta med armarna över axelplanet.

Fasadmurningen är ett tidsödande arbetsmoment. En stor del av arbetet utföres i framåtböjd arbetsställning vilket leder till förslitningsskador på framför allt ländryggen.

Enligt tidigare forskning tillhör hanteringen av byggskivor för exempelvis icke bärande innerväggar de tyngsta inom byggandet. I Sticklinge höjden hade man övergått till 900 mm breda skivor och Gyproc's ERGO nomic-system i innerväggarna vilket underlättade montaget och minskade belastningen på rygg, axlar och armar.

### *Kv Joggaren*

De bärande väggarna av förtillverkade betongelement monterades våningsvis under en dag. Själva monteringen utsätter montörerna för påtagliga olycksfallsrisker. Arbetet utförs längst ut på bjälklagskanten utan någon tillfredsställande skyddsutrustning. Genom att elementen hängande i kranlinan styrs på plats manuellt finns en betydande risk för klämskador. Inga sådana olycksfall rapporterades dock på denna arbetsplats. När väggelementen kommit på plats ska de justeras till exakt position och strävas i lod. Detta utförs med hjälp av spett och två stråvor. Injusteringsmomenten med hjälp av spett och av stråvornas ställskruvar är mycket tunga arbetsmoment. Erfarenhetsmässigt klarar montörerna av detta endast under ett fåtal år innan begynnande förslitningsskador börjar att uppträda.

Utläggning av bjälklagselementen med kranhjälp och med manuell justering är ett förhållandevis lätt arbetsmoment. Risken för fallolyckor är stor eftersom montörerna går ut på bjälklagskanten för att justera elementen till rätt läge. Detta sker innan skyddsräcken finns på plats.

Efterarbetena med ilagning av ursparingar och takvinklar är ur arbetsmiljösynpunkt mycket besvärliga arbetsmoment. Arbetena utförs nästan till 100 procent med armarna i extremläge ovanför axelhöjd. Två av de tre montörerna anser sig ha fått arbetsskador i framför allt axlarna. Båda två går då och då på "behandling" härför och får då cortisonspruta för att lindra besvären.

Yttertaken tillverkades i sektioner på intilliggande grundplattor varefter sektionerna hissades på plats med hjälp av kran. Takpannorna lades på sedan sektionerna monterats ihop. Medan ett allvarligt olycksfallstillbud inträffade i samband med uppförandet av takkonstruktionen på hus i Kv Terränglöparen hände inga olyckor eller insidenter vid utförandet enligt denna uppläggnings i Kv Joggaren.

Det valda sättet att tillverka taket underlättade dessutom en del av arbetsmomenten eftersom arbetena kunde utföras i bättre arbetsställningar. Takfotsarbetena utfördes i en optimal arbetsställning stående på marken utanför grundplattan. Arbetet på marknivå är även bättre skyddat för vind vilket reducerar riskerna för att material, och då framför allt skivmaterial, kan blåsa iväg. Arbetet på marknivå eliminerar också risken för fallande föremål som kan skada övrig personal på arbetsplatsen.

De icke bärande innerväggarna hade samma konstruktionslösning som i Kv Terränglöparen. Genom viss förtillverkning och förbättrad arbetsuppläggnings som beskrivits ovan kunde de ergonomiska negativa konsekvenserna minskas i denna nya etapp.

## 5.9 Kvalitet och kvalitetskontroll i produktionen

### Kvalitetssäkring

I kvalitetssäkringsarbetet enligt arbetsplatsens "kvalitetssäkringsplan" ingick för båda kvarteren kontinuerlig uppföljning genom "egenkontroll". Exempel härpå visas i fig 5.9.1.


EGENKONTROLL, Produktion		MÅL: <i>Rätt från början!</i>		
PROJEKT: STICKLINGEBÖDEN		INSTRUKTION: Genomför alltid arbetsberedning!		
ANSVARIG: M. LOUDBLAD		Kontrollera (1 vad, 2 när, 3 var, 4 hur):		
DATUM: 930303		1. ATT FUKTKVOTEN I ALLT INBYGGT VIRKE INTE ÖVERSTIGER 20%.		
ARBETSMOMENT:		2. INOM GIPSNING AV INSIDA PÅ UTF. PARTIER		
INBYGGT VIRKE		3. SAMTLIGA VÄNINGSPLAN (INKL. VIND)		
		4. MED FUKTMÄTARE GENOM STICKPROV I VARJE LGH.		
HUS/LGH	UPPM. FUKTKVOT	AVVIKELSE / ÅTGÄRD	DAT	SIGN
6+VIND	14 - 16 %	—	930303	ML
7+VIND	13 - 17 %	—	930303	ML
8+VIND	10 - 17 %	DREV BOETBLOCKAT LGH 801	930325	ML
9+VIND	11 - 15 %	930422 FUKTKVOT UPP TILL 23% PÅ PLAN 2-3.	930422	ML
10+VIND	8 - 11 %		930525	ML

Fig 5.9.1 Exempel på egenkontroll i produktionen gällande fuktkvoten i virket i utfackningspartier i ytterväggarna, Kv Terränglöparen.

Enligt JMs avtalsbestämmelser vid upphandling av Ue-tjänster har det även åvilat Ue att verkställa egenkontroll och att överlämna bevis härpå genom ifyllda egenkontrollblanketter, fig 5.9.2.


EGENKONTROLL, Produktion		MÅL: <i>Rätt från början!</i>	
PROJEKT: STICKLINGE HÖF DEN		INSTRUKTION: Genomför alltid arbetsberedning!	
ANSVARIG: ROLF JOHANN LENNART ZANDERROEN		Kontrollera (1 vad, 2 när, 3 var, 4 hur):	
DATUM: LÖPAUSE			
ARBETSMOMENT: PEDVTRYCKNING RÖR I SLITS KONTROLL AV JET-KOPPLINGAR PÅ AVLOPPSRÖR			
NYGÅENDEL	RESULTAT ANMÄRKNINGAR	SIGN.	EVENTUELL EFTERKONTROLL
HUS 6 92.01.15	OK	RF	
HUS 7 92.01.20	OK	RF	
HUS 8 92.02.20	OK	RF	
HUS 9 92.03.13	OK	RF	
HUS 10 92.04.29	OK	RF	

Fig 5.9.2 Exempel på egenkontroll i produktionen omfattande VVS-arbetena.

Det är vidare värt att notera att även vissa materialleverantörer numera följer upp tillverkningskvaliteten genom egna kvalitetssäkringsplaner. Detta gäller bl a tillverkaren av plattbärlager till Kv Terränglöpares flerbostadshus och tillverkaren av betongelement till Kv Joggaren. I dessa fall sker även en uppföljning av egenkontrollen genom platsbesök av representanter från BBC Betong- och Ballastcertifiering AB.

I kvalitetssäkringsarbetet ingick att vidareutbilda anställda genom målgruppsanpassade kurser. För lagbasarna arrangerades sålunda kurs i planeringsteknik och i träning i förmågan att läsa ritningar.

Från och med igångsättningen av arbetena inom Kv Joggaren indelades byggnadsarbetarna i målstyrda grupper med bl a ansvar för kvalitetsfrågorna. (Anm. Se avsnitt 5.5.4.) Tillsammans med kvalitetsronder inför påbörjandet av nya arbetsmoment bidrog detta till att reducera besiktningsanmärkningarna i flerbostadshusen i detta kvarter.

Fig 5.9.1 återger kontroll av fukthalten i virke som byggts in. På liknande sätt kontrollerades fukthalten i betongstommarna. Som återgivits under avsnitt 5.6.1 tog det lång tid att få ner fukthalten under 90 procent RF i Kv Terränglöpares

valv medan RF redan vid montage tillfället i Kv Joggarens motsvarande konstruktioner låg under 90 procent. Båda byggsystemen kan i detta kvalitetsavseende dock betraktas som likvärdiga i inflyttat skick eftersom inga ytskikt fick påföras innan högst 90 procent RF uppmätts. Skillnaden i byggsystemen emellan i berört avseende kommer i stället tillsynes i produktionstiden och i kostnaderna på arbetsplatsen för uttorkningen vilket utvärderas i avsnitt 6.3.

Konsulter har utfört markradonundersökningar och föreslagit radonskydd med bl a dräneringsslangar under vissa grundplattor och radongaståta genomföringar vilket också har utförts. Av samma anledning har sådana grundplattor dimensionerats upp.

Tillverkarna av fabriksbetong och betongelement använde båda flyttillsatsmedlet Peramin FS i sin betong. Enligt tillverkaren av tillsatsmedlet är mängden formaldehyd i denna produkt mindre än 0,1 procent. Mängden 0,1 procent enligt tillverkaren försämrar ej kvaliteten i betongleverantörernas produkter. EUs gräns för vådlighetsmärkning är 1 procent.

Ingen undersökning har däremot gjorts för att fastslå om det fanns eventuella köldbryggor i ytterväggarna. Ej heller då det gäller byggnadernas lufttätethet och ljudtransmissionen mellan lägenheterna. Genom kvalitetssäkringsarbetet under projekteringen och byggandet har enligt JM garanti erhållits för att normer och byggtekniska bestämmelser har följts och att därmed rätt kvalitet i dessa sammanhang har uppnåtts.

### *Besiktningens rutiner och besiktningens resultat*

JMs uttalade målsättning för kvalitetssäkringsarbetet var att vid inflyttningen skulle byggnad i fråga vara helt fri från fel och brister. Detta innebar bl a att efter slut-besiktningen reserverades erforderlig tid för justeringar i utförandet och för en uppföljning genom efterbesiktning innan inflyttningen. Trots ovan omtalade kvalitetsprogram noterades en hel del återstående fel och brister vid dessa två slag av besiktningar som framgår av fig 5.9.3. Vid inflyttningstillfället konstaterades dock att allt var åtgärdat och att målsättningen om felfrihet vid denna tidpunkt var uppfyllt.

I fig 5.9.3 har för jämförelsens skull även medtagit besiktningens resultat från andra liknande JM-byggen. Som framgår av uppställningen skiljer sig Kv Terränglöparen ej nämnvärt från motsvarande noteringar från andra platsbyggen. Kv Joggarens flerbostadshus uppvisar påtagligt mindre antal anmärkningar per lägenhet jämfört med såväl annat prefab-bygge som med Kv Terränglöparens hus. Som framgår av beskrivningen i avsnitt 5.6.2 gjordes i fallet Kv Joggaren ett stort antal förbesiktningar varefter påtalade fel och brister rättades till. Tillsättandet av de målstyrda grupperna bland byggnadsarbetarna under Kv Joggarens byggeriod bidrog säkerligen även till mindre antal anmärkningar vid besiktningarna inom detta kvarter jämfört med motsvarande resultat för Kv Terränglöparen.



Det är vidare värt att notera att övervägande antal fel är att hänföra till brister i underentreprenörernas åtaganden. Denna iakttagelse stämmer med motsvarande redovisning i M Redlunds artikel i Byggindustrin 3/94. Uppgiften i artikeln om att bristerna ofta består av "rena struntfel" - exempelvis ytskador och repor - stämmer även i fallet Sticklingehöjden.

Projekt	Antal lgh	Slutbesiktning		Efterbesiktning		Felfria vid inflyttning	
	Antal lgh	Antal anmärkn	Antal/lgh	Antal anmärkn	Antal/lgh	Antal lgh	Procent
<i>Referensprojekt:</i>							
Platsbygge 1:	38	243	6,39	23	0,61	38	100%
Platsbygge 2:	32	111	3,47	40	1,25	32	100%
Platsbygge 3:	58	393	6,78	96	1,66	58	100%
Prefabbygge 1:	34	584	17,18	376	11,06	34	100%
<i>Sticklingehöjden:</i>							
Kv Terränglöparen	59	590	10,00	71	1,20	59	100%
Kv Joggaren	59	435	7,37	38	0,64	59	100%

Fig 5.9.3 Jämförande uppställning utvisande antalet besiktninganmärkningar inom Sticklingehöjdens delprojekt och inom några andra liknande JM-projekt.

## 6. JÄMFÖRANDE UTVÄRDERING

### 6.1 Allmänt

#### *Standard och kostnader*

Produktionskostnadens storlek är sammansatt av en synnerligen stor mängd delposter. Dessa påverkas av återkommande marknadsförändringar och ändrade projektbundna produktionsförutsättningar. En kostnadsposts storlek säger ej så mycket utan att den relateras även till dessa faktorerers inverkan. Rapporten innehåller en del sådan kompletterande information.

En jämförande analys enligt rapportens målsättning måste även komma att återge uppgifter om arbetsförhållanden och kostnader som var för sig ej behöver vara betydelsefulla, men som tillsammans med andra faktorer kan visa sig representera ett orsakssamband värd att redovisa och fortsättningsvis beakta. Olika former av efterarbeten med anknytning till platsgjutna respektive förtillverkade stommar redovisas i rapporten och är exempel härpå.

Det är omvittnat att den produktions- och materialtekniska utvecklingen inom bostadsbyggandet under de senaste decennierna ej visar upp några påtagligt stora framsteg. Normer och bestämmelser samt det förhållande att byggnad i fråga ska stå kvar och underhållas i minst ett 50-tal år har satt gränser för försök och risktagande. På senare år har dock vissa förändringar skett. Experimentbyggen har tillåtits och givit oss nya erfarenheter.

De två delprojekten inom Sticklinge höjden kan ej rubriceras som experimentbyggen. Tvärt om innehåller flerbostadshusen kända material och en hög standard på byggnad, lägenhet och inredning. Denna inriktning var helt en följd av en marknadsbedömning från JMs sida. Lägenheterna i Kv Terränglöparen och Kv Joggaren skulle upplåtas med bostadsrätt. Det borde enligt JM finnas en tillräckligt stor efterfrågan på lägenheter med hög boendestandard belägna inom ett sådant attraktivt närområde till Stockholm som Sticklinge höjden.

#### *Inverkan av val av projektorganisation*

En av förutsättningarna för jämförelsen mellan byggsystemen med platsgjutna resp förtillverkade betongstommar var att samma entreprenör skulle ansvara för planering, projektering och produktion av flerbostadshusen i båda dessa projekt. Genom denna upplägning skulle risken för felaktiga slutsatser till följd av olikheter i förmåga, organisation m m företag eller avdelningar emellan elimineras.

I projektet Sticklinge höjden fanns denna förutsättning. JM Region Mellansverige ansvarade genom avdelningschefen G Sjöborg för projektutvecklingen i båda dessa fall.

Såsom framgår av avsnitt 3.2 diskuterades projektupplägningen även med JM-personal tillhörande andra avdelningar och företag inom JM-koncernen.

AB Projektgaranti's representant framhöll därvid att deras sätt att upphandla och leda byggverksamhet genom s k "Construction management" i regel resulterade i kortare byggtider och lägre kostnader i jämförelse med den projektuppläggning som byggarna vanligtvis tillämpade. Som förklaring angavs bl a att företaget satsade på förtillverkade komponenter samt att samma ledningspersonal ansvarade för hela processen, från planering över projektering, upphandling och byggande.

Genom uppföljning av projekten "Söderberga park" resp "Söderberga gård" har JM fått ytterligare erfarenhet av hur valet av projektuppläggning inverkar på kostnaderna. AB Projektgaranti har haft uppdraget att leda "Söderberga park". Företaget har upphandlat erforderliga leveranser och tjänster i form av delentreprenader och har vare sig haft egen arbetskraft eller utrustning för bygguppgifter. Parallellt härmed har byggavdelning i JM uppfört platsbygget "Söderberga gård" som till plan och standard i stort överensstämmer med projektet "Söderberga park".

I vissa delprocesser inom resp projekt kunde konstateras att val av annorlunda produktionsteknisk uppläggning och material kunde öka rationaliteten och minska kostnaderna för sådan delprocess. Men uppföljningen visade också att inga påtagliga skillnader i totalkostnaden projekten emellan hade uppstått.

Dessa erfarenheter bör kunna tolkas så att väsentliga besparingar sannolikt ej kan uppnås genom att välja viss organisationsform för projektledning och uppläggning av upphandling. En projektvis utvärdering av tänkbara material- och utförandealternativ borde däremot kunna leda till lägre produktionskostnader och därmed till lägre totalkostnad.

Kv Joggarens hus uppfördes som beskrivits tidigare med stort inslag av förtillverkning. Det vore i och för sig möjligt att gå vidare och genomföra projektet helt som ett "construction management-uppdrag" om detta skulle medföra fördelar såsom lägre totalkostnader, bättre kvalitet m m. JM valde ej denna uppläggning. Byggavdelningen hade personalresurser på såväl kontor som på arbetsplatser med lång erfarenhet av platsbygge. Projektet Kv Terränglöparen kom lämpligt i tid för dessa resurser varigenom kontinuitet i projektplanering och produktion kunde erhållas inom avdelningen. Anpassning av arbetsplatsens behov av förändringar i bemanning och organisation från platsbygget, Kv Terränglöparen, till prefab-bygget, Kv Joggaren, har dock skett vilket framgår av fig 3.2.2 och fig 3.2.3.

## 6.2 Projektering

### *Projekteringsledning och andra styrande faktorer*

Styrningar av konsulter och av projekteringen genom projektledaren har varit lika i båda byggsystemen. Projekteringsuppläggning, samverkan mellan konsulterna och projekteringsresultat har kunnat följas upp genom återkommande projekteringsmöten och dokumenterade egenkontrollåtgärder. I dessa organisatoriska avseenden har ingen skillnad mellan byggsystemen konstaterats.

Samverkansformerna har underlättats genom att samma konsulter anlåtats i båda etapperna med det tillägget att i Kv Joggarens fall har stomentreprenörens egen projekteringsavdelning medverkat.

Genom att JM på samma gång representerade byggherrens intresse i detta tidiga skede och samtidigt har varit totalentreprenör har JM:s produktionserfarenheter kunnat förmedlas vidare till konsulterna. Av samma anledning har JM inom ramen av gällande bestämmelser kunnat välja och föreskriva utrustning och standard i utförandet anpassade till den på Lidingö rådande marknadssituationen. Eftersom hög standard har eftersträvat har man exempelvis ej valt utanpåliggande elledningar och kontakter i prefab-byggsystemet, Kv Joggaren. Detta skulle annars bevisligen ha kunnat minska såväl installations- som tillverkningskostnaderna av elementen i fabrik. Samma krav på hög standard låg till grund för beslutet om att ej välja förtillverkade innerväggsselement vilket skulle ha passat in i målsättningen om mera förtillverkning och ett snabbare produktionsförlopp med kostnadsbesparingar som följd.

I JM:s tidiga kontakter med betongelementtillverkarna erhöles försäkningar om att Kv Terränglöparens formgivna hus för platsbygge även skulle passa deras produktionsförutsättningar för leveranser till Kv Joggaren. I detta förberedande planerings- och projekteringskede var det ej möjligt att infordra offerter på leverans och montage, varför man fick nöja sig med denna mera allmänt formulerade försäkran från tillverkarna.

Nu efteråt kan konstateras att JM i offertskedet på grund av då rådande marknadsläge fick låga anbudspriser från stomentreprenörerna - detta trots att byggnadernas form och mått ej gav de bästa förutsättningarna för fabriks-tillverkningen. En bättre etappuppläggning för stomentreprenören hade varit om JM hade valt att börja med etappen med prefabbygget och försökt anpassa husens formgivning till elementfabrikens produktionsförutsättningar. Att sedan i en platsbyggd etapp ha gått utifrån dessa nya förutsättningar skulle ej ha haft någon negativ inverkan på en rationell uppläggning av denna produktion. Den valda etappuppläggningen berodde på att JM ville komma snabbt igång med en första etapp och då passade det traditionella byggandet med platsbyggda stommar bäst med avseende på erfarenhet och tillgängliga personalresurser. Samtidigt fick man mera tid till att förplanera och projektera för Kv Joggarens flerbostadshus med mera långtgående förtillverkning. Denna i och för sig insiktsfulla dispositionsplan skulle visa sig medföra vissa komplikationer i denna nästa etapp.

Ett exempel härpå blev försöket att projektera in förtillverkade badrum, vilket i och för sig syntes vara naturligt med avseende på målsättningen med stor andel förtillverkning. Såsom beskrivits i avsnitt 3.3 skulle den redan i första etappen fastställda stomlösningen i Kv Joggarens fall resultera i bl a dubbla väggar på två resp tre av badrumssidorna. Därmed skulle merkostnader uppstå och man skulle gå miste om ca 1 kvm lägenhetsyta. Detta utförandealternativ skrinlades därför.

### *Erfarenheter och erfarenhetsöverföring*

Det är ett känt förhållande att erfarenheter från en etapp i en större serie kan användas till förbättringar i kommande etapper. Denna utveckling kommer även till synes i Sticklingehöjdens olika etapper.

Inför påbörjandet av projekteringen för etapp två, Kv Joggaren, överlämnade projektledaren till konsulterna en uppställning med anvisningar omfattande 65 punkter som underlag för det fortsatta arbetet. Ca 60 procent av dessa anvisningar gäller förslag till nya konstruktionslösningar som förbättrar och förbilligar produktionen. Ca 30 procent av anvisningarna pekar på fel och brister i projekteringsupplägningen och projekteringsresultatet som måste åtgärdas inför kommande etapper.

De föreslagna förbättringarna gäller flerbostadshus uppförda enligt det s k platsbyggda systemet. Dessa förbättringar har fullt ut kunnat införas först i den platsbyggda tredje etappen, Kv Isjakten. Men även projekteringen för och produktionen av prefab-etappen, Kv Joggaren, har haft fördel av dessa erfarenheter från den första etappen. Projekteringen och produktionen av Kv Joggarens flerbostadshus har gynnats vilket tillsammans med den s k serieeffekten genom en fördubbling av det totala antalet lägenheter har bidragit till lägre kostnader för JM:s produktionsandel i denna andra etapp.

Stadsdelsplanen för hela Sticklingehöjden visar att 24 lika flerbostadshus ska uppföras. Med denna förutsättning till grund togs beslut om att lägga upp projekteringen utan CAD-tillämpning för att spara kostnader och i tron att behovet av ändringar etapperna emellan skulle bli få och små. Det visade sig emellertid senare under projektutvecklingen att vissa förbättringar enligt ovan tillkom och att projektinnehållet ändrades något även genom övergången till prefabsystemet. Ändringarna har varit för sig varit små och utsträckta i tiden. Om denna utveckling vore förutsägbar när beslut om projekteringsupplägning förelåg, så skulle JM ha valt att använda CAD som hjälp i projekteringen.

Stomentreprenören använde dock CAD i sin projekteringsupplägning för flerbostadshusen i Kv Joggaren vilket företaget har haft nytta av i den senare beställda prefab-etappen, Kv Frisksportaren.

### *Tidsåtgång och kostnader för projekteringen*

Som framgår av avsnitt 5.2 blev tidsåtgången resp kostnaden för projekteringen av Kv Joggarens hus oväntad ca 27 procent resp 20 procent större än motsvarande värden för Kv Terränglöparen. Visserligen minskade arkitektens och konstruktörens tidsåtgång, men stomentreprenörens tidsinsats för projekteringen blev så mycket större. Enligt stomentreprenören beror detta i allt väsentligt på att projekteringsavdelningen såsom normalt är i prefabssammanhang, har fått lägga ner mer tid för projekteringsplanering, för beredning av produktionen i fabrik och för montageberedning.

JM har i en fjärde etapp med likadana hus, Kv Frisksportaren, upphandlat leverans och montage av samma stomentreprenör som i Kv Joggaren. Som framgår av avsnitt 6.3.3 blev stomentreprenörens anbud väsentligt högre för flerbostadshuset i Kv Frisksportaren.

Det vore rimligt att med hänvisning till vad som ovan återgivits anta att tidsåtgången för projekteringen och därmed projekteringskostnaden som ingår i deras nya anbudspris, skulle reduceras påtagligt. Så har även skett. Projekterings- och beredningskostnaden reducerades till ca en tredjedel av motsvarande för etappen Kv Joggaren. Projektörerna fick samtidigt tillfälle att rätta till vissa fel från uppförandet av flerbostadshuset i detta kvarter.

Det är vidare av intresse att rapportera att projekteringskostnaden för Kv Isjaktens flerbostadshus uppförda enligt det sk platsbyggda systemet blev drygt 10 procent lägre än motsvarande för Kv Terränglöpares hus. Man hade anledning förvänta sig en större reduktion genom upprepningseffekten. Att så ej blev fallet beror på en större projekteringsinsats som erfordrades till följd av ändringar som önskades av beställaren - JM:s fastighetsbolag. Detta bolag skulle överta dessa fem flerbostadshus för egen förvaltning.

### *Projekteringsfel*

En jämförelse mellan Kv Terränglöparen och Kv Joggaren beträffande uppkomna fel i projekteringen som har medfört kostnader i produktionen visar att Kv Joggaren dominerar. (Anm se avsnitt 5.6.2.) Skillnaden mellan byggsystemen i detta avseende beror på att i byggsystem med platsgjutna stommar, Kv Terränglöparen, upptäcks mått- och andra systemfel i tidigt produktionskedje och rättas till inför det fortsatta arbetet med stomme och installationer. Därigenom begränsas kostnaderna för projekteringsfelen. Eftersom betongelementen till arbetsplatsen Kv Joggaren har tillverkats i en följd har genomgående systemfel först upptäckts efter montaget på arbetsplatsen. Även om antalet projekteringsfel skulle ha varit lika många i de två byggsystemen så blir därmed kostnadskonsekvenserna större för prefab-bygget.

## **6.3 Produktion**

### **6.3.1 Produktivitetsökning genom upprepning**

Erfarenheterna från projekteringen och byggandet av flerbostadshuset, Kv Terränglöparen, sammanställdes av byggets projektledare i en förteckning över möjliga förbättringar. (Anm Se mera härom under avsnitt 6.2.) Dessa och andra erfarenheter från produktionen kom delvis till nytta redan i prefab-projektet, Kv Joggaren, men framför allt i den nästa etappen av platsbygget, Kv Isjakten, som innehöll fem flerbostadshus med samma gestaltning och ytterväggsalternativ som i Kv Terränglöparen.

En utveckling som tack vare större serie minskar tidsåtgången och sänker kostnaderna i det fortsatta byggandet känns igen från branschen i övrigt och är

väldokumenterad. (Byggförbundet: "Metod och data" m fl.) Efter inkörningsperiod med förbättringar av produktionsuppläggnings minskar tidsåtgången och därmed erhålles lägre produktionskostnader vilket även kan observeras inom Sticklinge höjden.

En jämförelse av tidsåtgången och produktionskostnaden byggsystemen emellan måste även ta hänsyn till serieeffektens inverkan. Detta har bl a gjorts i den kalkylmässiga jämförelsen, fig 6.3.3.3.

### 6.3.2 Produktionsuppläggning och produktionstider

Uppförandet av den bärande stommen i Kv Terränglöpares flerbostadshus innebar att växelspel med utrustning och arbetsstyrka mellan två huskroppar i taget. Denna uppläggning är rationell i platsbyggnadssammanhang. Jämfört med Kv Joggarens produktion blir dock tiden fram till sk "tätt hus" längre. Tillsammans med mer tid för uttorkning blir den totala produktionstiden väsentligt längre i Kv Terränglöpares flerbostadshus.

I prefabalternativet Kv Joggaren uppfördes betongstommen inkl husets ytterväggar i en sammanhängande operation under 11 montagedagar. I detta byggsystem är man mindre beroende av väderleksförhållandena. Produktionsplaneringen förenklas och den blir säkrare. Sk "tätt hus" med det förtillverkade taket påsatt erhöles efter ca 3 veckor. Redan i tidigare skede kunde arbetet med kompletterande utlagningar och förbättringar av stommen komma igång. Behovet av värme för uttorkning minskade genom att elementens RF-tal vid leveransen låg under 90 procent. Kostnaden för uppvärmning och uttorkning blev väsentligt lägre i Kv Joggaren än i Kv Terränglöparen.

Arbetet med stomkompletteringar och installationer i Kv Joggarens hus kom igång tidigare och kunde bedrivas snabbare än för hus i etappen Kv Terränglöparen. Byggtiden för en hel etapp fram till inflyttning reducerades totalt med ca 12 veckor - från ca 55 arbetsveckor för Kv Terränglöparen till 43 arbetsveckor för Kv Joggaren.

Erfarenheterna från uppförandet av Kv Joggarens flerbostadshus tyder på att man hade kunnat reducera tiderna i produktionstidplanen för JM:s egna arbeten och för underentreprenörernas arbetsinsats efter stommontaget. Förutsättningarna härför fanns genom att betongelementen hade så lågt RF-tal redan vid leveranstillfället. Uttorkningsbehovet genom de kompletterande fognings- och igjutningsarbetena var relativt litet och värmen kunde snabbt sättas på.

Genom att stora husvolymerna och ytor blev tillgängliga tidigare än i Kv Terränglöparen kunde vissa underentreprenörer i Kv Joggarens fall sätta in större arbetsstyrkor än i etappen Kv Terränglöparen vilket förkortade den totala produktionstiden. Eftersom arbetsvolymerna genom tillkomsten av Kv Joggarens hus mer än fördubblades erhöles även sk serieeffekter som för JM och många Ue bidrog till en minskning av den totala tidsåtgången. I nästa etapp av prefab-bygge, Kv Frisksportaren, har följdriktigt produktionstidplanen kunnat minskas ytterligare med drygt en månad till totalt ca 10 månader mot ca 11 månader för motsvarande omfattning av produktionen i Kv Joggaren.

Serieeffekten kommer även till synes i det sk platsbyggda systemet. Sålunda har produktionstiden för Kv Isjaktens fem flerbostadshus = den tredje etappen inom Sticklingehöjden reducerats till under 13 månader att jämföras med Kv Terränglöpares motsvarande produktionstid = 14 månader.

Förkortning av produktionstiderna får även genomslag i form av kostnadsminskningar såsom det redovisas under avsnitt 6.3.3.

Tidsåtgången för uppförandet av flerbostadshusen i resp kvarter finns redovisade i fig 5.6.1.1 och fig 5.6.2.3. Som framgår av dessa tabeller är den totala tidsåtgången ca 2 800 timmar mindre i Kv Joggaren än i Kv Terränglöparen. Då har hänsyn ej tagits till olikheter i förutsättningarna genom serieeffektens inverkan på tidsåtgången. Såsom framgår av avsnitt 6.3.1 och av beskrivningen tillhörande fig 6.3.3.3 har serieeffekten medverkat till att tidsåtgången för den del av JMs personal som deltagit i utbyggnaden av båda kvarteren minskat med 6 procent vid övergången till andra etappen, Kv Joggaren. Tas det hänsyn till denna serieeffekt så blir den jämförbara skillnaden i tidsåtgång i stället 2 000 timmar, vilket motsvarar ca 5 procent mindre total tidsåtgång vid utbyggnaden av Kv Joggaren.

Beträffande tidsåtgången för installationsarbetena m m kan följande konstateras:

- \* Tidsåtgången i fabrik och på arbetsplatsen för VVS-arbetena blev sammanlagt ca 9 procent större i Kv Joggaren än i Kv Terränglöparen. Skälen härtill framgår av avsnitt 5.6.3.
- \* Tidsåtgången i fabrik och på arbetsplatsen för el-installationerna blev sammanlagt ca 12 procent större i Kv Joggaren. Skälen härtill framgår av avsnitt 5.6.4.
- \* Tidsåtgången på arbetsplatsen för målarna blev ca 3 procent mindre i Kv Joggaren än i Kv Terränglöparen vilket närmare framgår av avsnitt 5.6.5.
- \* Tidsåtgången för plåtslagaren på arbetsplatsen har enligt tabellvärdena efter korrigerig och anpassning till Terränglöpares BTA-yta minskat med ca 22 procent i Kv Joggaren i jämförelse med Kv Terränglöparen. Denna relativt stora minskning beror framför allt på att i stomentreprenörens åtagande ingick leveranserna av fönsterblecken som monterades i fabriken av elementtillverkarens personal.
- \* Övriga Ue har enligt tabellvärdena efter korrigerig till Terränglöpares BTA-yta genomgående något lägre tidsåtgång för arbetena i Kv Joggaren än i Kv Terränglöparen. I dessa fall torde framför allt effekten av upprepning genom den större serien ha haft betydelse.

Som framgår av fig 5.6.1.1 och 5.6.2.3 minskar den procentuella andelen av den totala tidsåtgången på arbetsplatsen från 98,2 procent till 71,6 procent vid övergången från bygget med platsgjutna stommar, Kv Terränglöparen, till bygget med stor andel förtillverkning, Kv Joggaren.



Räknar man bort Ue-tidsåtgången för utförandet av VVS-, el-, plåt- och ventarbetena samt för mattläggningen från totaltiden på arbetsplatsen för resp kvarter minskar tidsåtgången för byggfacken med ca 40 procent vid övergången från Kv Terränglöpares byggsystem till Kv Joggarens.

### *Efterarbeten*

Som framgår av erfarenhetsredovisningen avsnitt 5.6.1 och 5.6.2 och fig 5.6.1.3 erfordrades en förhållandevis större arbetskraftsinsats på arbetsplatsen för efterarbeten gällande stommen inom Kv Joggaren än inom Kv Terränglöparen - 230 respektive 166 dagsverken. En väsentlig tidsandel har sin grund i fel i projektering och fabriksproduktion som måste rättas till på arbetsplatsen. Bortsett från tidsåtgång för sammanfogning av elementen förväntades allmänt att förtillverkning av betongelement i fabrik borde kunna leda till bättre och jämnare kvalitet i stommen som helhet och även totalt sett leda till mindre tidsförbrukning för att uppnå rätt kvalitet. Detta antagande visade sig alltså vara felaktigt i detta fall.

Ett av skälen till mängden efterarbeten är förekomsten av mera betongytor i Kv Joggarens hus, bl a genom att ytterväggen är av betong medan motsvarande vägg i de fem flerbostadshusen i Kv Terränglöparen består av en platsbyggd utfackningsvägg med utvändigt beklädnad av tegel (Anm. se fig 3.3.1).

Det väsentligaste skälet till det relativt stora behovet av efterarbeten gällande stommen i Kv Joggarens hus finns emellertid i förekomsten av fel i tillverkningen i fabrik (Anm. se 5.6.2). Enligt leverantören kan detta förklaras enl följande.

Betongelementen innehöll ovanligt många el-lednings-dragningar, eldosor och ursparingar vilket komplicerade formsättnings- och gjutningsarbetena. Eftersom elementen till Kv Joggaren dessutom tillverkades i en följd upptäcktes genomgående fel i projekteringen och utsättningsfel i fabriken först efter montaget på arbetsplatsen där de rättades till.

Leverantörens påpekanden om bekymren med el-dragningar och ursparingar bekräftas vid jämförelse med hur mycket enklare det kan vara i andra byggprojekt med stomme av betongelement utan inlagda el-installationer. Ett sådant är uppförandet av 68 lägenheter inom Kv Kopparlunden, Västerås, som närmare beskrivs under avsnitt 7. Färre fel uppstod och tillverkningstiden i fabrik minskade med en tredjedel per kvm element i detta projekt jämfört med tillverkningstiden för element till Kv Joggaren.

Ett ytterligare skäl till den stora mängd efterarbeten ligger i att ytliga blåsbildningar uppstår vid batteritillverkningen av de stående elementen. Enligt fabriksledningen hänger detta ihop med tillverkningssättet och är ej specifikt för leveranserna till Sticklingehöjden.

Dessa tillverkningsfel leder till behov av spackling av element som ska förses med ytskikt. Detta sker vanligtvis vid tre olika tillfällen då det gäller väggytor.

Första gången efter att väggelementen körts ut från fabrikslokalen och ställts upp ute i det fria för slipning och spackling. Enligt fabriksledningen är det svårt att uppnå tillfredsställande kvalitet under årstider med nederbörd och låga temperaturer. I ett andra skede sker därför kompletteringar genom fabriken egen personal på byggarbetsplatsen så snart taket monterats och byggvärmen kommit på. I ett tredje skede kommer målarna in för ytterligare kompletteringsspackling innan målning och tapetsering.

Såsom beskrivits under punkt 5.6.2 visade det sig i fallet Joggaren att linoleummattorna ej kunde påföras bjälklagselementen på grund av för stora blåbildningar i ytan. Elementleverantörens underentreprenör som ombesörjde slipning och spackling av golvfogarna fick även i uppdrag att laga ut dessa synliga blåsor. Ytterligare blåsor som dolts av en tunn hinna av betong upptäcktes senare av mattläggaren och måste spacklas vilket fabriken egen personal utförde. Det blev alltså sammanlagt tre omgångar spackling även betr dessa slag av element.

Strävan efter att uppnå ett industrialiserat byggande borde i detta fall innebära att tillverkningen ändrades dithän att inga porbildningar uppstod. Så länge man ej kan klara detta förefaller det rimligt att söka en rationellare uppläggnings av spacklingsarbetena än den som förekommit i fallet Kv Joggaren. Förslagsvis torde all erforderlig spackling göras av betongelementleverantörens folk i ett sammanhang och i anslutning till övriga utlagingsarbeten på arbetsplatsen. Detta arbete kan i så fall utföras i sin helhet skyddad under tak och med provisorisk eller permanent värme påsatt vilket bör leda till bättre kvalitet än med ovan beskrivna uppläggnings. Vare sig målare eller andra yrkesgrupper skulle behöva ingripa för att uppnå en tillfredsställande ytfinish som underlag för sina respektive arbetsuppgifter.

### **6.3.3 Produktions- och kapitalkostnader**

#### *Produktionskostnaderna*

Produktionskostnaderna inkl kostnaderna för projekteringen för respektive etapper har följts upp och redovisas enligt utvecklingsprojektets målsättning såsom "del- och totalkostnader uttryckt i procentuella avvikelser från det alternativa byggsystemet" - i detta fall med utgångspunkt från Kv Terränglöparens kostnader som satts till 100 procent (fig 6.3.3.1).

Som framgår av figuren har även kostnadsuppgifterna gällande den tredje etappen, de platsbyggda flerbostadshusen i Kv Isjakten, medtagits. Dessa uppgifter har betydelse för den jämförande utvärderingen som måste göras enligt texten nedan och som sammanställts i fig 6.3.3.3.

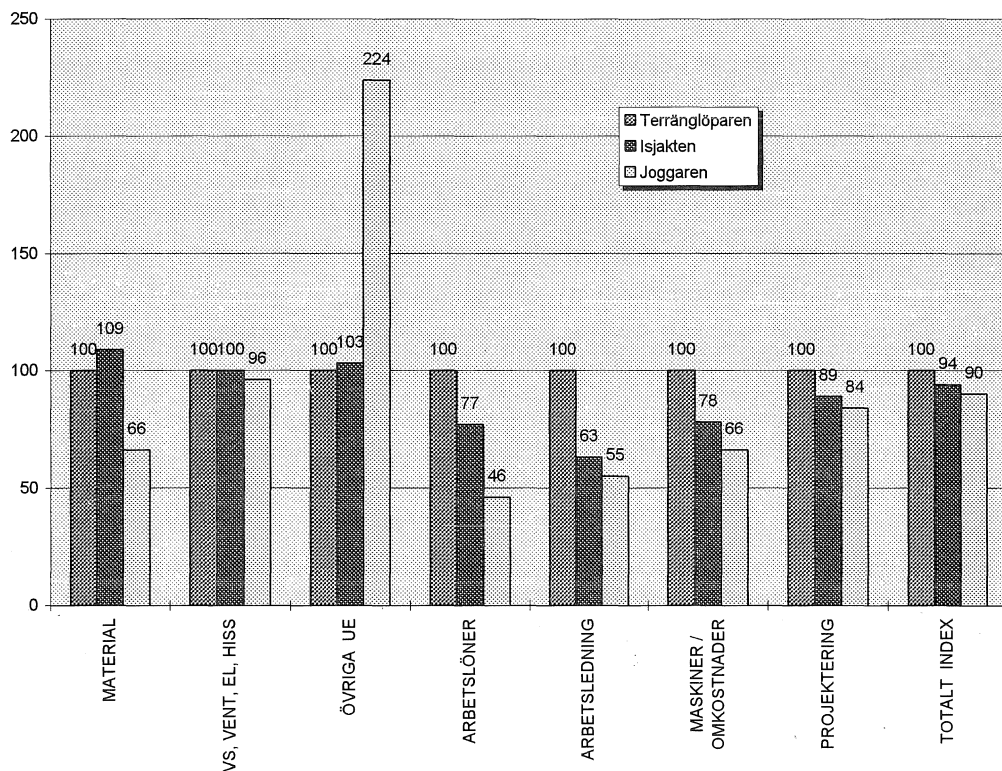


Fig 6.3.3.1 Del- och totalkostnaderna per kvm BTA-yta för uppförande av flerbostadshusen uttryckt i procentuella avvikelser från Kv Terränglöprens kostnader som satts till 100 procent.

- 1/ Kostnaderna som ligger som underlag för figuruppgifterna är hämtade direkt ur JMs bokföring utan erforderliga korrigeringar för olikheter i förutsättningarna projekten emellan.
- 2/ Stomentreprenörens projekteringskostnad ingår i denna underentreprenörs anbudssumma som återfinns under Kv Joggarens post "Övriga UE". Kostnadsnivåerna i posten "Projektering" är därmed ej jämförbara. (Anm. se mera härom i avsnitt 5.2.)
- 3/ Kv Terränglöpren och Kv Isjakten är båda platsbyggda och lika stora. Viss skillnad i utförandet finns vilket återspeglas bl a i posterna "Material" och "Arbetslöner". I Kv Isjakten tillverkades utfackningselement till ytterväggen i fabrik emedan dessa i Kv Terränglöpren tillverkades på arbetsplatsen.
- 4/ I Kv Terränglöprens poster "Arbetsledning" och "Maskiner/omkostnader" ingår bl a kostnaderna för arbetsplatsetableringen inom Sticklinge höjden. För att få full jämförelse etapperna emellan måste dessa merkostnader dras av från Kv Terränglöprens totalkostnader vilket framgår av korrigeringarna i följande textavsnitt.
- 5/ Kv Terränglöpren och Kv Isjakten har samma antal kvm BTA, 6 180 kvm, medan Kv Joggarens motsvarande är 6 476 kvm. Inverkan av skillnaderna i BTA-ytor har i allt väsentligt eliminerats genom att kostnaderna har fördelats per kvm BTA.

Fig 6.3.3.2 visar den procentuella fördelningen av olika kostnadslag inom ramen för produktionskostnaden för flerbostadshusen inom respektive kvarter. Skillnaden i kostnadslagens procentuella storlek mellan å ena sidan de två kvarteren Kv Terränglöparen och Isjakten som båda uppförts enligt det sk platsbyggda systemet och å andra sidan etappen kv Joggaren med betongelementbyggda stommar framgår tydligt.

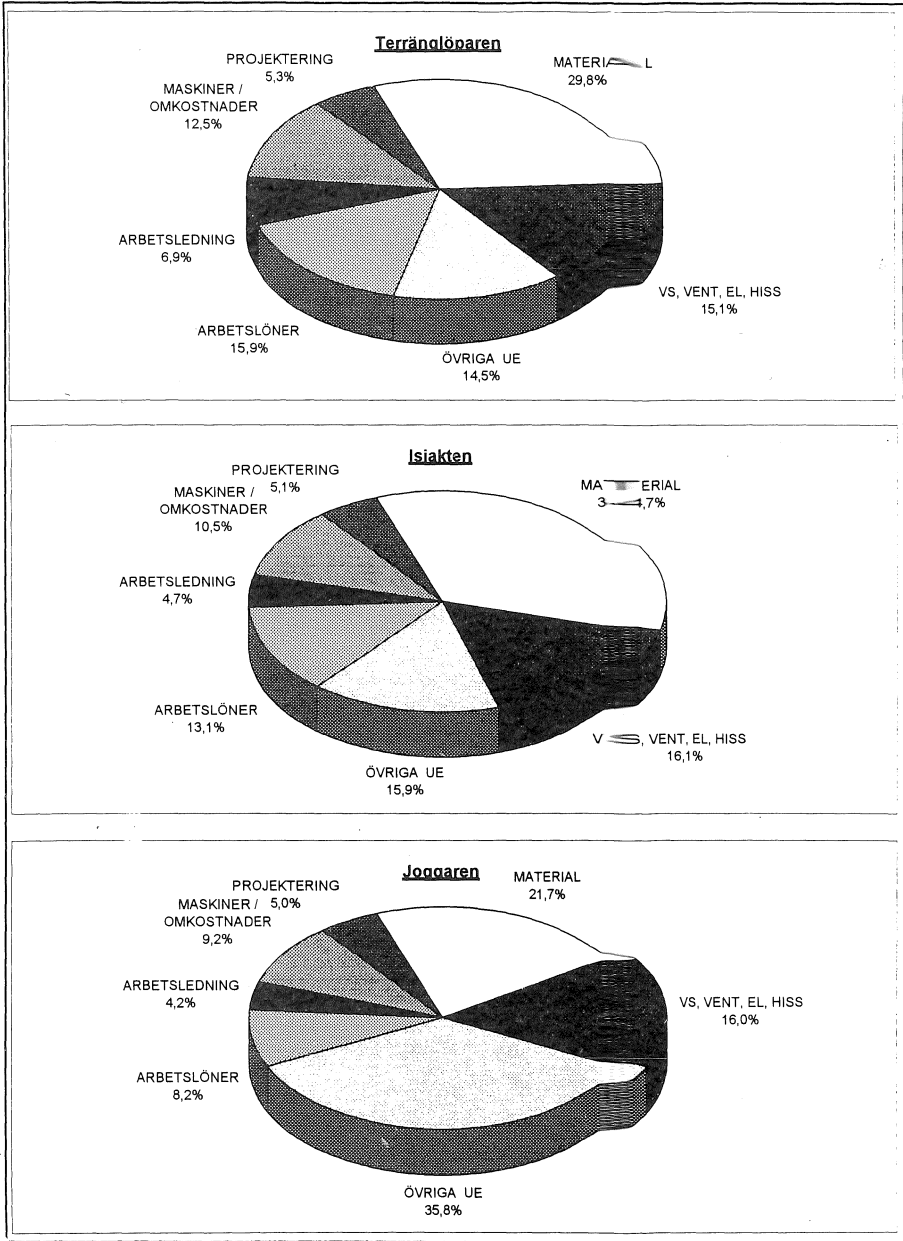


Fig 6.3.3.2 Den procentuella fördelningen av olika kostnadslag inom ramen för produktionskostnaden för flerbostadshusen inom respektive kvarter.

*Erforderliga korrigeringar av uppgifterna i fig 6.3.3.1.*

Korrigeringsmotiv och omfattning framgår nedan och sammanfattas i fig 6.3.3.3.

Korrigeringar	Kv Terränglöparen %	Kv Joggaren %
1. Produktionskostnaden i % med utgångspunkt från Kv Terränglöparens kostnadsnivå	100,0	90,0
2. Ev korrigering genom skillnader i priser på material och UE utöver stomentreprenör	0	0
3. Reduktion av Terränglöparens kostnadsnivå med kostnaderna för hela Stäcklingehöjdens arbetsplatsetablering som bokförts på Kv Terränglöparen	./. 5,0	-
4. Uppräkning av Kv Joggarens kostnadsnivå till Kv Terränglöparens genom hänsynstagande till serie-effekten gällande JMs egna arbeten i etappen 2, Kv Joggaren	-	+ 0,4
5. Uppräkning av Kv Joggarens kostnadsnivå till stomentreprenörens offertnivå på Kv Frisksportaren efter avdrag för indexhöjningen under aktuell tid	-	+ 1,3
Summa efter korrigeringar 1 - 5	95,0	91,7
6. Kv Joggarens kostnadsnivå minskas till följd av lägre kapitalkostnader genom lägre totalkostnad och genom 3 månaders kortare byggtid än i fallet Kv Terränglöparen (Se vidare under rubriken "Kapitalkostnader")	-	./. 1,6
Summa efter korrigeringar 1 - 6	95,0	90,1
D:o efter uppräkning till Terränglöparens kostnadsnivå	100,0	95,0
Procentuellt ligger sålunda Kv Joggarens kostnader inkl hänsynstagande till olikheter betr kapitalkostnaderna lägre med totalt.		5,0 %

Fig 6.3.3.3 Kalkylmässig jämförelse av de procentuella kostnadsnivåerna mellan Kv Terränglöparen och Kv Joggaren efter erforderliga korrigeringar av produktionskostnaderna och efter hänsynstagande till skillnader i kapitalkostnader etapperna emellan. (Anm Se kommentarerna i texten nedan med hänvisning till punkterna i figuren.)

1. Produktionskostnadsuppgifterna är hämtade ur fig 6.3.3.1.
2. Enligt JMs inköpsavdelning upphandlades byggmaterialet till Kv Joggaren till samma priser som till Kv Terränglöpares byggen.

I etappen Kv Joggaren tillkom stomentreprenörens underentreprenad. De ekonomiska utvärderingarna härav beskrivs under punkt 5. Övriga Ue var bortsett från ventilationsentreprenören de samma som hade motsvarande åtaganden i etappen Kv Terränglöparen. Denna dubbling av arbetsomfattningen var genom serieeffekten givetvis till fördel för Ue. Efter förhandlingar med JM fick dessa Ue därför endast ett procentuellt tillägg för utökningen av arbetsomfattningen genom de två tillkommande souterrängvåningarna. Influensen av detta tillägg på jämförelsen etapperna emellan har som för andra liknande kostnadsposter, eliminerats genom en kostnadsfördelning på respektive etappers BTA-ytor.

3. I den ekonomiska jämförelsen mellan etapperna Kv Terränglöparen och övriga kvarter måste hänsyn tas till att den första etappen Kv Terränglöparen har fått bära kostnaden dels för etableringen av byggverksamheten inom Sticklinge-höjden och dels för försening av igångsättningen genom senareläggning av lånebeslut. Merkostnaderna härför har tagits fram såsom skillnaderna i posterna för "Arbetsledning" och "Maskiner/omkostnader" mellan etappen Kv Terränglöparen och den andra motsvarande platsbyggda etappen Kv Isjakten. Detta platsbygge har haft samma antal flerbostadshus med endast marginella avvikelser i utförandet från motsvarande i Kv Terränglöparen. Terränglöpares kostnadsnivå i procent räknat, 100 procent i fig 6.3.3.1, reduceras med 5 procentandelar genom avdraget för dessa merkostnader.
4. JMs projektandel i utbyggnadsetappen 2, Kv Joggaren, har fått reducerade ackordsnivåer genom den s k serieeffekten som uppstått genom en fördubbling av antalet lägenheter i produktionen. Serieeffektens inverkan kan enligt mätningssuppgifter i detta fall sättas till ca 6 procent på JMs lönekostnader vilket utgör 0,4 procentandelar som har satts in i tabellen såsom tillägg till Kv Joggarens kostnadsnivå för att eliminera effekten av olika förutsättningar projekten emellan.
5. Stomentreprenörens anbud för Kv Joggaren tillkom i en byggmarknad med mycket litet utbud vilket förklarar ett lågt anbudspris i denna etapp. Det är allmän känt att relativt stora svängningar i anbudspriserna från betongelementfabrikerna kan förekomma vilket kan förstås mot följande bakgrund.

Tillverkningskostnaden i fabrik ska som den största kostnadsandelen i offertunderlaget normalt bestå av ca 1/3 representerade löner, ca 1/3 materialkostnader och ca 1/3 avskrivning av ett återköpsvärde för fabrikslokaler och utrustning inkl förräntning av det i anläggningen nedlagda kapitalet. I en marknadssituation med låg eller ingen sysselsättning i fabrik i fråga kan fabriksledningen välja att avstå från delar av avskrivningsbehovet. Genom att verksamhet kommer igång erhålles utgiftstäckning för fabrikspersonalen vilket annars skulle ha blivit en ytterligare förlustpost.

Samma stomentreprenör har lämnat anbud på stommen i såväl Kv Joggaren som i Kv Frisksportaren. Kv Joggarens åtagande erhöles i konkurrens med andra stomentreprenörer medan motsvarande åtagande gällande Kv Frisksportaren blev en förhandlingsentreprenad. Det kontrakterade priset höjdes med ca 5 procent utöver indexhöjningen enl litt 122 i entreprenadindex E84. Stomentreprenören förklarade att utan denna höjning var han ej intresserad av entreprenaden. Man har därför grundad anledning tro att anbudspriset på Kv Joggarens stomentreprenad som ju är det första i serien av två, borde ha legat minst 5 procent högre för att erforderligt täckningsbidrag skulle ha kunnat erhållas. Med denna framräknade prishöjning som grund reduceras den procentuella skillnaden mellan Kv Terränglöparens och Kv Joggarens produktionskostnad inkl projektering med 1,3 procentandelar.

6. Uträkningen finns redovisat i texten under rubriken "Kapitalkostnader" nedan.

Genom att uppgifter erhållits *dels* om timtidens omfattning vid genomförandet av respektive etapper (Anm se fig 5.6.1.1 och 5.6.2.3) och *dels* om den ungefärliga timkostnaden på arbetsplatsen resp i fabriker har en kalkyl kunnat genomföras för att på översiktlig nivå se hur olikheterna i timkostnader inkl sociala kostnader kan ha inverkat på de totala produktionskostnadsnivåerna. Det är känt att timkostnaden för på byggarbetsplatser sysselsatt personal ligger mycket högre än motsvarande i fabrik. I vanliga fall beror detta i allt väsentligt på skillnader i lönenivå i olika yrkesgruppers kollektivavtal, men även på att aktuella fabriker kan ligga på orter med lägre lönenivåer än exempelvis Stockholm. Dessa faktorer har påverkat den observerade skillnaden i lönenivåer gällande Sticklingehöjden.

Den översiktliga kalkylen visar att om byggarbetsplatsens lönenivå skulle ha tillämpats även i fabrikena som tillverkade betongelement till de två etapperna så skulle produktionskostnaden för Kv Joggaren ha blivit ca 3 procent högre. Denna framräknade kalkylskillnad som förutsätter ej verkliga förhållanden enligt ovan, påverkar givetvis ej den kostnadsbild som återges i fig 6.3.3.3.

### *Kapitalkostnader*

De två byggetapperna utfördes under två olika tidsperioder med ett års förskjutning i tid. För att eliminera inverkan av olikheter i ränteläget och i tidpunkter för kapitalkostnadsöverföringar i bokföringen projekten emellan har i stället en kalkylränteberäkning utförts med en antagen kalkylränta på 12 procent.

Produktionskostnaderna för byggdelar och aktiviteter har för respektive byggetapper fördelats efter produktionsutvecklingen enligt produktionstidplanerna.

Byggetappen Kv Joggaren har tre månader kortare produktionstid och lägre produktionskostnad än motsvarande för Kv Terränglöparen, vilket reducerar kapitalkostnaderna för uppförandet av flerbostadshuset i Kv Joggaren.

Med kalkylmässiga förutsättningar enligt ovan som grund blir skillnaden i kapitalkostnader etapperna emellan 0,7 procentandelar av produktionskostnaden till Kv Joggarens fördel efter korrigeringarna enligt fig 6.3.3.3.

Den tre månader kortare byggtiden för etappen Kv Joggaren resulterar även i lägre kapitalkostnadsbelastning på Kv Joggaren för köp av mark och för de inledande investeringarna i vägar, VA-ledningar m m. Med antagandet att kalkylräntan är 12 procent erhålles ca 0,9 procentandelar lägre kapitalkostnader för Kv Joggarens byggetapp.

Betongelementföreningen har i sin beräkningsmodell valt annan uppläggning för att påvisa de ekonomiska fördelarna av den förkortade byggtiden. Sålunda fördelas alla byggkostnaderna lika på samtliga byggmånader medan dessa kostnader i beräkningsmodellen ovan fördelas efter innehållet i respektive produktionstidplaner. Den ekonomiska skillnaden som blir ett resultat av tillämpningen av dessa två beräkningsmodeller framgår av O Petterssons analys i examensarbete, KTH, varifrån fig 6.3.3.4 hämtats. För att tydliggöra skillnaden i beräkningsuppläggning har antagits att båda kvarteren har samma totala produktionskostnad och att produktionen sammanfaller i tiden på sätt som visas i figuren. Skillnaden i kapitalkostnad blir endast 0,12 procent till byggalternativet med stor andel förtillverkning med denna beräkningsuppläggning medan Betongelementföreningens motsvarande skulle ha givit 1,5 procent.

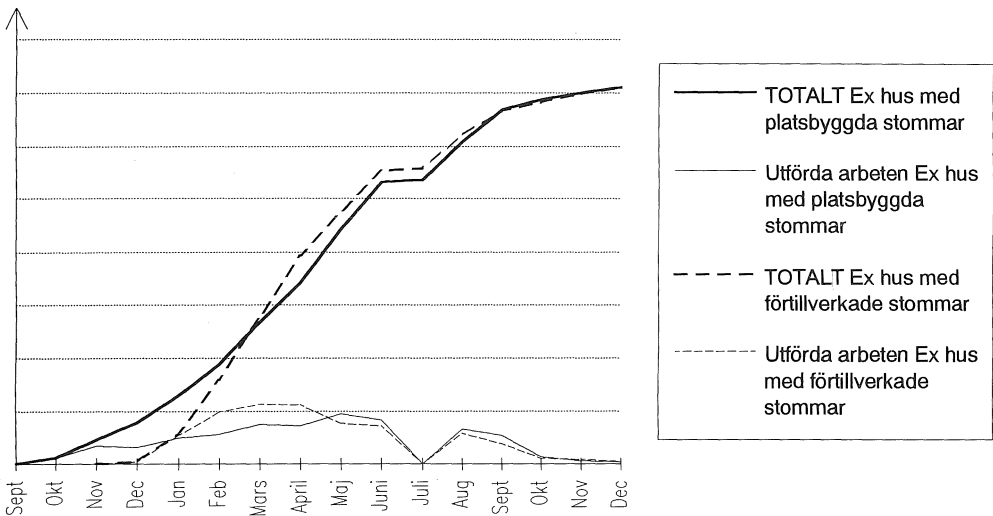


Fig 6.3.3.4 Översiktlig kapitalkostnadsberäkning under antagna förutsättningar enligt texten. (Anm Kurvan "utförda arbeten" visar endast periodens byggkostnad exklusive kapitalkostnaderna. Kurvan "Totalt" visar samma inkl kapitalkostnaderna.)



Båda kvarteren har bostadsrättslägenheter. Lägenhetsköparna har betalat *dels* förskott i samband med kontraktskrivningen och *dels* den egna resterande kapitalinsatsen innan inflyttning. Ev olikheter i kapitalkostnaderna till följd av ev olika rutiner i och storleken av dessa inbetalningar har ej följts upp.

Skillnaderna i produktionskostnader och i kapitalränteutfallet som konsekvens härav ska i normalfallet återspeglas i såväl storleken av dessa inbetalningar för köp av bostadsrätt som i månadsavgifternas storlek. Månadsavgifterna ska dessutom innehålla driftskostnader och avsättningar för framtida underhåll och reparationer. Fig 6.3.3.5 visar exempel på månadsavgiftens fördelning på olika kostnadsslag under de första åren för bostadsrättslägenhet inom Sticklinge- höjden. Den procentuella kostnadsskillnaden etapperna emellan som redovisas i fig 6.3.3.3 - 5 procent - reducerar kalkylmässigt i bruksskedet även Kv Joggarens räntekostnader som andel av månadsavgiften med drygt 3 procent jämfört med Kv Terränglöparens motsvarande kostnad. Månadsavgiftens storlek minskar därigenom kalkylmässigt med ca 2 procent under de första åren under annars lika förutsättningar beträffande upplåning och räntor. Dessa förutsättningar finns normalt ej på en turbulent lånemarknad. Så ej heller under tid för utbyggnaden av Kv Terränglöparen och Joggaren. Uträkningen ovan ska därför endast ses som ett kalkylexempel som visar hur lägre produktionskostnader kan påverka månadsavgifternas räntestorlek. Motsvarande positiv påverkan på bostads- köparnas egen kapitalinsats bör även föreligga.

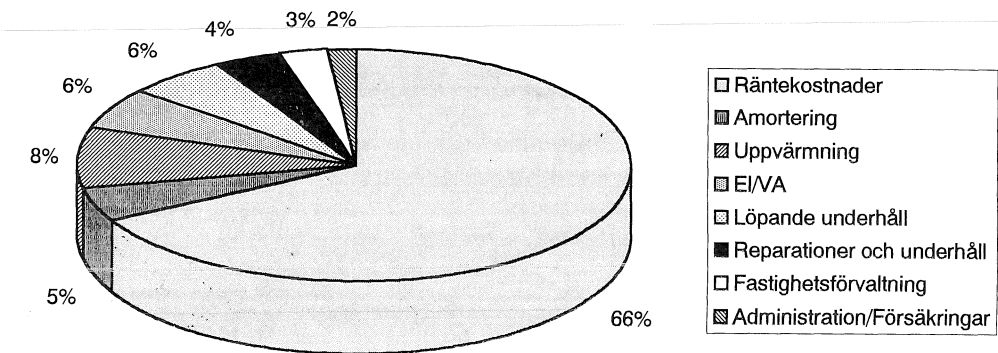


Fig 6.3.3.5 Exempel på månadsavgiftens fördelning på olika kostnadsslag gällande bostadsrättslägenhet inom Sticklinge- höjden.

## 6.4 Arbetsmiljö

Beskrivningen under avsnitt 5.7 och 5.8 pekar på vissa förbättringar av arbetsmiljön på byggarbetsplatsen vid övergången från platsbygge till bygge med större andel förtillverkning. Till största delen beror detta på skillnader byggsystemen emellan. I viss omfattning kan orsaken här till hänföras till rationaliseringar och förbättringar vid arbetsplatstillverkningen av vissa byggdelar i Kv Joggaren - exempelvis förtillverkningen av tak på intilliggande grundplattor. Dessa förbättringar kan förstås mot bakgrunden av att den första etappen, Kv Terränglöparen, kan betraktas som en etablerings- och inkörningsperiod inför kommande etapper som kan dra nytta av dessa tidigare erfarenheter. Detta synsätt bekräffas vid jämförelsen mellan platsbygget i Kv Terränglöparen och den tredje etappen inom Sticklingehöjden, Kv Isjakten, med samma flerbostadshus som i Kv Terränglöparen. Arbetsmiljön i detta med fabriksbetong platsbyggda flerbostadshusområde har varit bättre än i Kv Terränglöparen. Bl a uppstår denna förbättring genom rationaliseringsåtgärder och mera förtillverkning enligt följande.

Taken har som i Kv Joggaren förtillverkats på intilliggande grundplattor och hissats på plats i sektioner med hängrännor och skyddsräcken påmonterade. Förtillverkade utfackningsväggar har inköpts. Plattbärlagren har försetts med ingjutna dosor för ledningsgenomföringar varvid formsättning och efterlagningar av ursparingar i pågjutningen undviks. Dessa med flera åtgärder har i sin tur bl a resulterat i mindre mängder byggavfall. Byggavfallet har i Kv Isjakten även sorterats upp i tre fraktioner.

Man kan alltså konstatera att mera förtillverkning och större serier utöver att ge kortare byggtider och lägre produktionskostnader såsom påvisas under avsnitt 6.3 även kan leda till en bättre arbetsmiljö på byggarbetsplatsen om produktionsplaneringen också beaktar denna fråga.

### *Jämförande ergonomisk utvärdering*

Jämför man de sammanlagda tiderna på arbetsplatsen för de båda produktionssystemen kan konstateras att produktionssystemet med större andel förtillverkning, Kv Joggaren, ej oväntat genererar endast en tredjedel så mycket belastande arbetsmoment som det platsbyggda systemet. Vid denna jämförelse finns dock ej arbetsbelastningen vid tillverkningen i elementfabriken med.

För att få en heltäckande bedömning av produktionssystemen i berört avseende måste man dock göra en djupare analys av belastningsnivån för resp arbetsmoment. Vidare måste man ta med de ergonomiska förhållandena i elementfabriken såväl beträffande tidsvolym som beträffande slag av belastningar. En ergonomisk studie av förhållandena i fabriken har därför tillkommit och resultatet redovisas i BELABs rapport. Nedan följer sammanfattning och slutsatser.

De slutsatser som kan dras ur den genomförda analysen av de två olika produktionssystemen är att belastningsnivåerna i stort inte skiljer sig nämnvärt.

Båda produktionssystemen har arbetsmoment som genererar höga belastningsnivåer på byggarbetsplatsen. Den stora skillnaden är tidsomfattningen på arbetsmomenten. Prefab-systemet har arbetsmoment som genererar belastningsnivåer likvärdiga det platsbyggda alternativet, dock är tidsomfattningen endast en tredjedel av motsvarande platsbyggd byggedel.

Tas däremot också tillverkningen av elementen i fabriken med i jämförelsen blir den totala tidsomfattningen för de båda systemen likvärdig.

För den enskilde individen är variationen i arbetet viktigt så att man inte arbetar med en ensidig belastning under lång tid. Om man jämför de båda produktionssystemen och det arbete som utförs på byggarbetsplatsen, kan konstateras att även om prefab-montaget går betydligt snabbare så är arbetsmomenten mera ensidiga. För den enskilde individen innebär detta att risken för förslitningsskador är mycket stor eftersom han arbetar med samma arbetsmoment i princip varje dag, oavsett hur lång tid det tar att montera ett specifikt objekt.

Medan betongarbetaren vid det platsbyggda produktionssystemet i vissa skeden av produktionen kan ha ännu tyngre arbetsmoment, kan han i andra skeden av produktionen ha en annan typ av arbetsmoment som inte är fullt lika belastande eller åtminstone inte påverkar samma kroppsdel.

Slutsatserna av detta resonemang är att båda produktionssystemen vad gäller arbetet på byggarbetsplatsen genererar höga belastningar. Belastningsnivåerna och det ensidiga arbetet medför att montören/byggnadsarbetaren löper en stor risk att få förslitningsskador vilket kan leda till en förtidspensionering. Skillnaderna i belastningsnivåerna är för små för att man ska kunna säga att det ena produktionssystemet är att föredra framför det andra ur ergonomisk synpunkt.

Vid tillverkningen av elementen i fabriken kunde man förvänta sig att många av de belastningsproblem som uppstår vid traditionellt platsbygge var lösta. Studien visar däremot att många belastningsproblem fortfarande finns kvar. Den största fördelen vid fabriksstillverkningen är inomhusklimatet. Detta räcker inte för att undvika att personalen ska riskera förslitningsskador. De produktionsmetoder som används vid elementfabriken är snarlika de som används ute på byggarbetsplatsen.

I dagsläget kan sammanfattningsvis sägas att ur ergonomisk synvinkel är de båda produktionssystemen likvärdiga. Däremot finns en större potential att skapa ett ur ergonomisk synvinkel bra produktionssystem i prefab-alternativet. Ett vidareutvecklat tillverkningssystem av elementen, förbättrad kvalitet och förändrade sammanfogningssystem av elementen kan avsevärt förbättra arbetsmiljön. Kan man på detta sätt undvika förtidspensioneringar och arbetsolyckor finns också stora produktionsekonomiska vinster att göra.

### *Sjukfrånvaro och olycksfall*

Den procentuella sjukfrånvaron, 5,2 procent, bland JM's byggnadsarbetare vid uppförandet av Kv Terränglöparen är jämförelsevis större än motsvarande för byggsystemet med stor andel förtillverkning, Kv Joggaren. Där ligger frånvaron på 4 procent. Den lägre frånvaroprocenten, 4 procent, beror sannolikt på att Kv Terränglöparens formsättnings-, armerings- och gjutningsarbeten i byggsystemet med stor andel förtillverkning, Kv Joggaren, har förlagts inomhus i elementfabrik. Dessa arbetsmoment är som framgår ovan av de ergonomiska studierna de kroppsligt mest påfrestande i hela byggprocessen. (Anm. Omfattningen av sjukfrånvaron för platsbygge inom projektet Sticklinge höjden - 5,2 procent - kan rubriceras som normalt förekommande storlek inom byggbranschen. Motsvarande omfattning - 5,0 - 5,5 procent - finns registrerade hos andra byggtreprenörer i Sverige och även i Norge.)

Lägger man i fallet Kv Joggaren ihop tiderna för sjukfrånvaro för JM's byggnadsarbetare och för stomentreprenörens personal engagerade i elementtillverkning och montage visar det sig att den genomsnittliga sjukfrånvaron blir 5,2 procent vilket är exakt den samma som för byggnadsarbetarna i etappen Kv Terränglöparen enl fig 5.7.4.

Denna exakthet bör på grund av relativt litet statistiskt material ses som en tillfällighet. Tillsammans med resultatet av vad de ergonomiska studierna redovisat ovan tyder emellertid allt på att förläggningen av de belastningstunga och väderlekskänsliga stomarbetena till fabrikslokaler med nuvarande produktionsförutsättningar ej resulterar i någon förbättring av arbetarnas hälsotillstånd vare sig på kort eller lång sikt. Däremot har man anledning tro att sådana förbättringar bör kunna uppnås i framtiden genom mera maskinella och mindre manuella insatser i produktionen i fabriken. Denna uppläggning sammanfaller med strävan efter att uppnå ökad produktivitet genom större industrialisering såsom bl a förordas av D Ahlmark i skriften "Betongelement i svenskt bostadsbyggande - en granskning av inträdes hinder".

## **6.5 Kvalitet**

### *Kvalitetspolicy och egenkontroll*

Inledningsvis konstateras att JM har haft målsättningen att åstadkomma hög standard i närmiljön och i lägenheternas storlek och utrustning. Skälet härtill har varit av marknadsmässig natur. Valet av två olika byggsystem och uppföljningen genom FoU-insats har ej påverkat denna överordnade målsättning.

Företagets kvalitetspolicy har använts för att uppnå rätta produktkvaliteter. Som hjälpmedel har man bl a infört egenkontroll i såväl projekterings- som produktionskedet vilket även omfattat konsulter, underentreprenörer och större leverantörer.

Företagets miljöpolicy har i fallet Sticklinge höjden bl a inneburit att all sprängsten har krossats ner på arbetsplatsen och därmed omvandlats till material som har använts som vägbyggnads- och återfyllnadsmaterial och till husgrundläggning inom området. Därigenom har trafikpåverkan på omgivningen under byggskedet genom borttransport av massor kunnat elimineras.

Det har varit oväntat mycket efterarbete i Kv Joggarens hus för att uppnå beställd och rätt kvalitet trots förtillverkning av stommarna i fabrik, fig 5.6.1.3. Dessa brister upptäcktes genom fortlöpande egenkontroll och avhjälpes innan slutbesiktningen och i så god tid att övriga underentreprenörers arbetsinsats ej hindrades.

Såväl vid slutbesiktningen som vid den påföljande efterbesiktningen av lägenheterna var antalet besiktningsanmärkningar lägre inom Kv Joggaren jämfört med Kv Terränglöparens hus. Lägenheterna var dock som framgår i avsnitt 5.9 och fig 5.9.3 i båda etapperna felfria vid inflyttningarna. Någon kvalitetskillnad i berört avseende i slutprodukten byggsystemen emellan har alltså ej kunnat påvisas.

### *Byggfukt*

Det är känt att en av orsakerna bakom begreppet "sjuka hus" är att man byggt så snabbt att fukten i betongen inte fått torka bort innan andra material påförts. Skador i golvbeläggningen och andra problem som initierats av förekomsten av fukt har i sådana fall uppstått.

Användandet av högvärdig betong - K 50 - i stomentreprenörens element reducerade tiden och kostnaderna för uttorkningen såsom beskrivits tidigare. En undersökning pågår genom medverkan av bl a BELAB om den högvärdiga betongens eventuella inverkan på golvlim och plastmaterial genom hög alkalitet. Enligt uppgift finns det indikationer på att sådan betong kan påverka dessa materialslag med emission av allergiframkallande gaser som följd. Om detta kan påvisas måste elementtillverkarnas produktionsuppläggning ändras i framtiden.

I flerbostadshuset inom Kv Terränglöparen påfördes mattläggningen först fem månader efter valvgjutningen och två månader efter att s k "tätt hus" uppnåtts och värmen satts på. RF låg då vid 90 procent och därunder. Den relativt långa tiden för uttorkning tillsammans med valet av K35 i bjälklagen säkerställer rätt slutkvalitet i utförandet.

I fallet Kv Joggaren kunde mattläggningen påbörjas tidigare och redan tre månader efter montagestart eftersom bjälklagselementens RF redan låg under 90 procent vid leveranstillfället. Värmen hade då även i detta fall stått på under de sista två månaderna efter "tätt hus". I princip hade mattläggarens arbete kunnat tidigareläggas ytterligare om produktionstidplanen hade anpassats till betongelementens bättre förutsättningar genom låg RF redan vid leveranstillfället. Detta framgår av motsvarande tidplan för Kv Frisksportaren - det andra projektet med betongelementbyggda flerbostadshus. (Anm se avsnitt 6.3.2.)

### *Kvalitetstest*

SBUF har finansierat utvecklingsprojektet "Kvalitetsvärdering av byggarbetsplatser" som genomförts av en arbetsgrupp inom FoU-Väst med representanter från byggtreprenörer och CTH. Skriften är i första hand tänkt som en hjälp för produktionsansvariga hos byggtreprenörer och specialentreprenörer. Metoden innebär att man med hjälp av åtta kriterier poängsätter sina erfarenheter av bygget. För varje kriterium sätts ett betyg i skalan 0-5. Detta betyg är sedan viktat allt efter den betydelse kriteriet har i det totala sammanhanget. Summa poäng kan sedan jämföras med max-poäng som erhålles om varje kriterium fått betyget 5 - "exceptionellt bra på alla områden". Värderingsmetoden, som utgår från kundernas behov, bygger på den analysmetod för företaget i sin helhet som presenterats av SIQ-Institutet för Kvalitetsutveckling.

Delprojekten Kv Terränglöparens och Kv Joggarens flerbostadshus har värderats i kvalitetsavseendet av arbetsledarna på platsen i enlighet med ovan beskriven metod. Resultatet, som framgår av fig 6.5.1, ligger för båda delprojekten i betygsskalan mellan 3 och 4 - mellan "bra" och "mycket bra". Man kan därmed påstå att resultatet är tillfredsställande, men att det finns plats för ytterligare insatser om betyget "mycket bra" ska uppnås i kommande likartade projekt.

Skillnaden mellan delprojekten är i avseende på summan av delbetygen som synes endast 2 procent och alltså obetydlig. Kriteriet "Erfarenhetsbearbetning" är poängmässigt ca 20 procent bättre i etappen Kv Joggaren. Denna punkt 2 i figuren ska återge synpunkter på vilka data som samlats in, hur de hålls aktuella och används för planering och utvärdering av kvalitet. Den relativt stora skillnaden i detta avseende är förklarlig om man betänker att Kv Terränglöparen var den första utbyggnadsetappen inom Sticklinge höjden. Denna etableringsfas innehöll bl a intrimning av platsorganisation och av system för samarbete mellan alla deltagande parter för att uppnå rätt kvalitet. Det är därför naturligt att påföljande etapper inom Sticklinge höjden har kunnat dra nytta av erfarenheterna under denna etableringsfas. Denna positiva utveckling mot bättre planering och samverkan kommer även till synes i form av lägre kostnader vid utbyggnad av de följande etapperna Kv Joggaren och Kv Isjakten såsom redovisas under avsnitt 6.3. Det ligger sålunda inget motsatsförhållande mellan å ena sidan arbetsinsatser och därmed merkostnader för att uppnå rätt kvalitet och å andra sidan strävan efter att få ner produktionskostnaderna vilket påpekats i avsnitt 1.2 och även framgår av andras erfarenhet (SBUF informerar nr 90:31 m fl).

Kriterier för kvalitetsvärdering	Poäng Kv Terränglöparen	Poäng Kv Joggaren	Max-poäng enl SBUF 94:35
1. Ledarskap	92	92	120
2. Erfarenhetsbearbetning	50	61	80
3. Projekt- och kvalitetsmål	45	48	60
4. Medarbetarnas utveckling, engagemang och delaktighet	101	98	140
5. Produktion	165	177	220
6. Säkerhet	64	64	80
7. Resultat	125	120	160
8. Kundtillfredsställelse	106	106	140
Summa	748	766	1 000

Fig 6.5.1 Kvalitetsvärdering av byggarbetsplatserna Kv Terränglöparen och Kv Joggaren i enlighet med anvisningarna i "SBUF informerar nr 94:35".

#### *Kvalitetstest genom boende-enkät*

JM skickade ut enkätformulär till hushållen i de två kvarterens flerbostadshus med anhållan om deras synpunkter på lägenheter, utrustning, fasader och yttre miljö. 43 bostadsrättshavare i vardera kvarteren svarade. Svarsfrekvensen blev därmed 73 procent. De boende skulle beträffande 55 av JM formulerade påståenden kryssa för det alternativ av 4 st angivna som bäst svarade mot deras uppfattning. Nedan följer ett utdrag och göres jämförelser kvarteren emellan med anknytning till byggnadernas kvalitetsegenskaper enligt de boendes värderingar.

Jämförelser mellan bostadsrätts- lägenheterna i kvarteren	Fördelningen av antalet förkryssade svar			
	Stämmer inte alls	Stämmer ganska dåligt	Stämmer ganska bra	Stämmer helt och hållet
Terränglöparen	2	5	25	11
Joggaren	2	6	23	12

Fig 6.5.2 Antalet förkryssade och fördelade svar på enkät-påståendet "Kvaliteten i utförandet motsvarar våra förväntningar".

Som synes anser 36 bostadsrättshavare i Kv Terränglöparen och 35 i Kv Joggaren att kvaliteten är "ganska bra" eller "helt och hållet" tillfredsställande. Fördelningen på de fyra alternativen kvarteren emellan är som synes förvånande lika.

Man kunde tänka sig att olikheter i utförandet av stommen skulle göra att de boende inom respektive kvarter hade olika upplevelser av ljudisoleringen. Fig 6.5.3 visar att även i detta fall var bostadsrättshavarnas bedömning praktiskt taget lika. Övervägande andelen av de som svarade, 67 procent i båda kvarteren, ansåg att byggnaderna var väl ljudisolerade.

Jämförelser mellan bostadsrätts- lägenheterna i kvarteren	Fördelningen av antalet förkryssade svar			
	Stämmer inte alls	Stämmer ganska dåligt	Stämmer ganska bra	Stämmer helt och hållet
Terränglöparen	8	6	20	9
Joggaren	6	9	20	8

Fig 6.5.3 Antalet förkryssade och fördelade svar på enkät-påståendet "Vi tycker att byggnaden är väl ljudisolerad".



En markant skillnad i uppfattningen om kvalitetsegenskaper kvarteren emellan noteras först i värderingen av ytterväggar. Som framgår av fig 6.5.4 är hela 36 hushåll i Kv Terränglöparen belåtna med tegelytterväggens utseende i deras flerbostadshus medan endast 25 hushåll i Kv Joggaren är det betr deras ytterväggar av färgade och mönstrade betongelement, fig 6.5.5 och 6.5.6.

Jämförelser mellan bostadsrätts- lägenheterna i kvarteren	Fördelningen av antalet förkryssade svar			
	Stämmer inte alls	Stämmer ganska dåligt	Stämmer ganska bra	Stämmer helt och hållet
Terränglöparen	3	4	14	22
Joggaren	9	8	14	11

Fig 6.5.4 Antalet förkryssade och fördelade svar på enkät-påståendet om att vi tycker att de murade fasaderna i vårt Kv Terränglöparen är vackra resp vi tycker att de mönstrade fasaderna i vårt Kv Joggaren är vackra.

JM försökte i enkäten genom påståendet "Vi tycker att husens fasader är av ringa betydelse", testa de boendes synpunkter på betydelsen av ytterväggens utseende. Hela 37 hushåll i Kv Terränglöparen resp 39 i Kv Joggaren ansåg att detta påstående "stämde inte alls" eller "stämde ganska dåligt". De boende lägger alltså mycket stor vikt vid denna utseendefråga vilket bör vara en tankeställare för de som planerar och projekterar nya bostadsområden.

Sammanfattningsvis kan man av enkätsvaren utläsa att de boende anser att de byggnads- och installationstekniska kvalitéerna är goda och rätt likvärdiga kvarteren emellan. Däremot tycker man att tegelytterväggen utseendemässigt är att föredra framför den målade och mönstrade ytterväggen av betongelement.

Det bör understrykas att ytstrukturen i Kv Joggarens flerbostadshus har fått en viss av arkitekten angiven utformning och färgsättning som gäller just för detta kvarter. Produktionsuppläggningsen i stomentreprenörens fabrik gör det annars möjligt att variera ytterväggens utseende i nästan obegränsad omfattning. Det kan ej uteslutas att val av ett annat alternativ betr strukturer och färger på ytterväggarna i Kv Joggaren skulle ha bedömts mera välvilligt av de boende än vad som framgår av enkätsvaren.



Fig 6.5.5 Flerbostadshus, Kv Terränglöparen.



Fig 6.5.6 Flerbostadshus, Kv Joggaren.

## 6.6 Driftsförhållanden under bruksskedet

Som beskrivits tidigare har rätt kvalitet uppnåtts vid inflyttningen i flerbostads- husen inom resp kvarter. Båda etapperna har uppförts med samma standard. Vissa olikheter i valet av material och byggdelar byggsystemen emellan skulle dock kunna innebära att kostnaderna för drift och underhåll blev olika stora och måhända betydelsefulla sett in i ett långsiktigt perspektiv. Ett sådant förhållande skulle kunna inverka på bedömningen av byggsystemens totalekonomi. I detta textavsnitt utvärderas vissa skillnader i ytterväggskonstruktionen och dess inverkan på kostnaderna för drift och underhåll. De olikheter som i övrigt finns byggsystemen emellan är så små att de ej behöver beaktas i detta sammanhang.

### *Underhåll*

Ytterväggen av betong i Kv Joggaren är målad medan motsvarande vägg i Kv Terränglöparen har ett ytskikt av halvtstens tegel.

En målad yta måste underhållas. Underhållsintervallerna styrs erfarenhetsmässigt mera av estetiska skäl än av tekniska. Färgernas beständighet och utseende kan variera beroende på olikheter i klimat, väderstreck och luftföroreningar, vilket influerar på valet av tidpunkt för nödvändigt underhåll.

Tiden för uppföljningen av projektet Sticklingehöjden räcker givetvis ej till för att utvärdera tidpunkten för erforderlig ommålning av Kv Joggarens ytterväggar enligt dessa kriterier. Färgfabrikens erfarenheter från andra liknande projekt tyder emellertid på intervaller på långt över 20 år. (Anm. se vidare avsnitt 5.6.2.)

Ur underhållssynpunkt talar erfarenheten för att en vägg med ytskikt av tegel rätt utförd fordrar mycket litet översyn i ett långt tidsperspektiv. Som andel av driftskostnaden är detta underhåll försumbart.

Fogarna i ytterväggar av betongelement har varit ett problem i många prefabbyggen från miljonprogrammets tid. Fogmaterialet har efter ett 20-tal år förlorat sin elasticitet. Otäthet har uppstått och regnvatten har kunnat tränga in med bl a vattenskador och rostangrepp på armeringen som följd.

Fogarnas utformning har sedermera förbättrats och nya slag av tätningmaterial har tillkommit (Anm se bl a Betongelementföreningen och Hus AMA 83). Fig 6.6.1 visar konstruktionslösning som använts av stomentreprenören under lång tid och som ingår i etappen Kv Joggaren. Den mest betydelsefulla detaljen i denna utformning är tätningslisten. Den tillverkas sedan 15-20 år tillbaka av Värnamo gummifabrik AB och består av Kloroprengummi. Kloropren-lister som har använts i Kv Joggaren har god kemikalie-, värme- och åldringsbeständighet. Ett alternativ med EPDM-lister skulle ha blivit väsentligt billigare, men beständigheten mot olja och brandhärdigheten dock något sämre. Aktsamhet vid användandet av formolja förordas av tillverkaren i sådan brukssituation.

Enligt Värnamo gummifabrik AB har inga rapporter om bristfällig tätningsfunktion med dessa två slag av tätningslister erhållits. Detta är även stomentreprenörens erfarenhet. (Anm Tätningsfunktionen och materialkvalitet testas enligt uppgift sedan 14 år tillbaka av Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut i ett fullskaleförsök. En delrapport beräknas föreligga under 1996.)

Fram till tidpunkt då annan och ny information om fogarnas beständighet föreligger har man med hänvisning till vad som sagts ovan anledning att anta ett tidsintervall för underhållsbehovet på långt mera än 20 år.

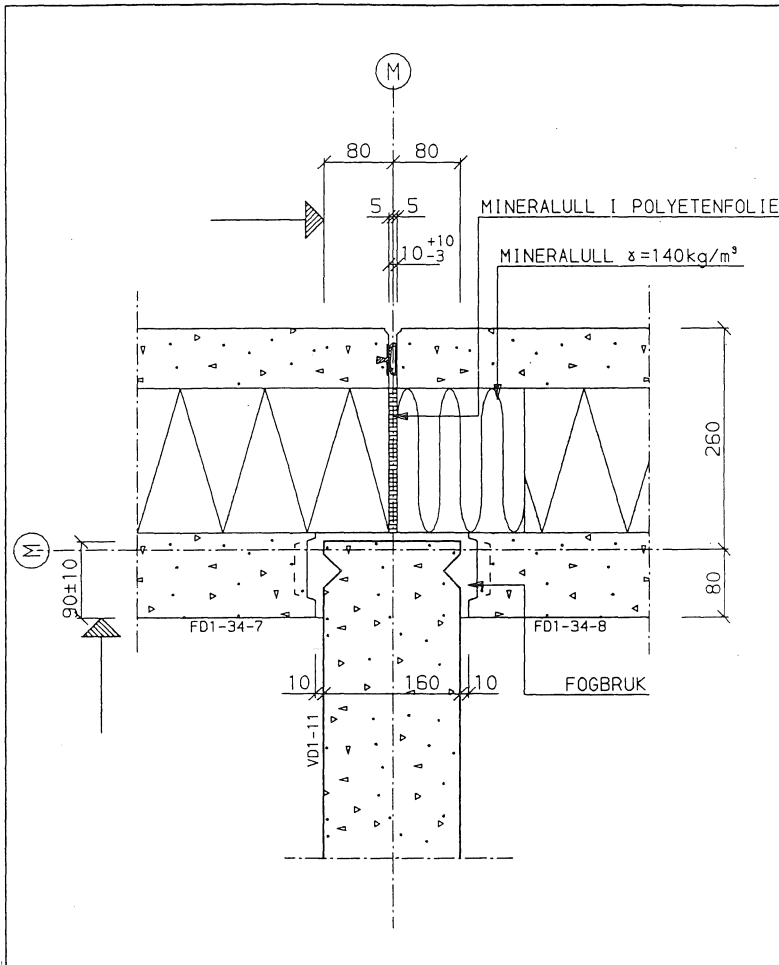


Fig 6.6.1 Horisontalsektion genom fasad med anvisningar om fogutformning.

### *Kostnader i bruksskedet*

Fig 3.3.1 visar skillnader i byggdelar och material mellan flerbostadshusen i Kv Terränglöparen respektive Kv Joggaren. Som framgår av figuren finns viss olikhet i u-värdet byggsystemen emellan. En jämförande värmebehovskalkyl för byggnad i sin helhet har genomförts och visar på ca 2 000 kWh, 1,9 procent mindre energibehov för uppvärmningen av hus inom Kv Joggaren under annars lika förutsättningar betr yttre förhållanden. Denna kalkyldifferens är som synes mycket liten och uppstår efter olika kalkylmässiga och delvis osäkra antaganden. Smärre kvalitetsskillnader i utförandet liksom i yttre lokala lägesförhållanden kan i brukssituationen visa sig ha väsentligt större inverkan på värmebehovet. I den ekonomiska utvärderingen byggsystemen emellan har därför denna faktor ej medräknats.

Betongelement i ytterväggen i Kv Joggarens hus har även en positiv funktion i ett annat sammanhang. Betongelementen har stor massa vilket leder till bättre värmeutjämning i flerbostadshusen inom detta kvarter än inom motsvarande hus i Kv Terränglöparen. Den större värmelagringskapaciteten bidrar till stabilare temperaturförhållanden och därmed bättre inomhusklimat (bl a Betongelementföreningens handbok).

I det långsiktiga perspektivet råder viss osäkerhet omkring fogarnas beständighet i betongelementbyggda hus och om kostnadernas storlek. I Betongelementföreningens handbok rekommenderas en besiktning vartannat år under bruksskedet. Övergången till annan fogkonstruktion och bättre kvalitet på tätningsslistan som beskrivits ovan borde kunna leda till längre underhållsintervaller än tidigare och till mindre problem.

För att få ett begrepp om underhållskostnadens storlek har erfarenheter från fogreparationer inhämtats och lagts till grund för en översiktlig kalkyl. Underhållsintervallet har antagits ligga mellan 25 och 50 år. Ränteläget 8,5 procent, varav 3,5 procent räknas utgöra realränta, har använts för att få fram en nuvärdeskostnad.

Kalkylmässigt kan man tänka sig att i nuläget sätta in ett engångsbelopp på bank där det förräntar sig. Beloppets storlek vid behovet av åtgärd ska göra det möjligt att täcka kostnader för underhållsåtgärd efter vissa antagna år. Kalkylresultatet med dessa förutsättningar visar att om fogarna måste repareras efter 25 år respektive 50 år så blir detta engångsbelopp i nuläget ca 110 000 kronor respektive ca 50 000 kronor. Kalkylvärden av dessa storleksordningar inverkar ej på slutsatserna om de ekonomiska skillnaderna byggsystemen emellan enligt avsnitt 6.3.3.

## 6.7 Sammanfattande utvärdering

### 6.7.1 Planering och Projektering

Genom att JM på samma gång representerade byggherrens intresse i detta tidiga skede och samtidigt har varit totalentreprenör har JM fått förutsättningar för projektplanering i samverkan med konsulter, underentreprenörer och materialleverantörer. Detta har bl a inneburit att JM:s produktionserfarenheter kunnat förmedlas vidare till konsulterna. JM har inom ramen för gällande bestämmelser även kunnat välja och föreskriva utrustning och standard i utförandet anpassade till den på Lidingö rådande marknadssituationen. Eftersom hög standard har eftersträvat har man exempelvis ej valt utanpåliggande elledning och kontakter i prefab-byggsystemet, Kv Joggaren. Detta skulle annars bevisligen ha kunnat minska såväl installations- som tillverkningskostnaderna av elementen i fabrik. Samma krav på hög standard låg till grund för beslutet om att ej välja förtillverkade innerväggelement vilket skulle ha passat in i målsättningen om mera förtillverkning och ett snabbare produktionsförlopp med kostnadsbesparingar som följd.

JM fick i offertskedet på grund av då rådande marknadsläge låga anbudspriser från stomentreprenörerna - detta trots att byggnadernas form och mått ej gav de bästa förutsättningarna för fabrikstillverkningen. En bättre etappuppläggning för stomentreprenören hade varit om JM hade valt att börja med etappen med prefabbygget och försökt anpassa husens formgivning till elementfabrikens produktionsförutsättningar. Att sedan i en platsbyggd etapp ha gått utifrån dessa nya förutsättningar skulle ej ha haft någon negativ inverkan på en rationell uppläggning av denna produktion. Den valda etappuppläggningsen berodde på att JM ville komma snabbt igång med en första etapp och då passade det traditionella byggandet med platsbyggda stommar bäst med avseende på erfarenhet och tillgängliga personalresurser. Samtidigt fick man mera tid till att förplanera och projektera för Kv Joggarens flerbostadshus med mera långtgående förtillverkning.

Stadsdelsplanen för hela Sticklinge höjden visar att 24 lika flerbostadshus ska uppföras. Med denna förutsättning till grund togs beslut om att lägga upp projekteringen utan CAD-tillämpning för att spara kostnader och i tron att behovet av ändringar etapperna emellan skulle bli få och små. Det visade sig emeller - tid senare under projektutvecklingen att vissa förbättringar tillkom och att projektinnehållet ändrades något även genom övergången till prefabsystemet. Ändringarna har var för sig varit små och utsträckta i tiden. Om denna utveckling vore förutsägbar när beslut om projekteringsuppläggning förelåg, så skulle JM ha valt att använda CAD som hjälp i projekteringen.

Stomentreprenören använde dock CAD i sin projekteringsuppläggning för flerbostadshusen i Kv Joggaren vilket företaget har haft nytta av i den senare beställda prefab-etappen, Kv Frisksportaren.

Tidsåtgången resp kostnaden för projekteringen av Kv Joggarens hus blev ca 27 procent resp 20 procent större än motsvarande värden för Kv Terränglöparen. Visserligen minskade arkitektens och konstruktörens tidsåtgång, men stomentreprenörens tidsinsats för projekteringen blev så mycket större.

Enligt stomentreprenören beror detta i allt väsentligt på att projekteringsavdelningen såsom normalt är i prefabssammanhang, har fått lägga ner mer tid för projekteringsplanering, för beredning av produktionen i fabrik och för montageberedning.

En jämförelse mellan Kv Terränglöparen och Kv Joggaren betr uppkomna fel i projekteringen som har medfört kostnader i produktionen visar att Kv Joggaren dominerar. Skillnaden mellan byggsystemen i detta avseende beror på att i byggsystem med platsgjutna stommar - Kv Terränglöparen - upptäcks mått- och andra systemfel i tidigt produktionsskede och rättas till inför det fortsatta arbetet med stomme och installationer. Därigenom begränsas kostnaderna för projekteringsfelen. Eftersom betongelementen till arbetsplatsen Kv Joggaren har tillverkats i en följd har genomgående systemfel först upptäckts efter monteringen på arbetsplatsen. Även om antalet projekteringsfel skulle ha varit lika många i de två byggsystemen så blir därmed kostnadskonsekvenserna större för prefabbygget.

## 6.7.2 Produktion

### *Produktion och produktionstider*

Uppförandet av den bärande stommen i Kv Terränglöpares flerbostadshus innebar ett växelspel med utrustning och arbetsstyrka mellan två huskroppar i taget. Denna uppläggning är rationell i platsbyggnadssammanhang. Jämfört med Kv Joggarens produktion blir dock tiden fram till sk "tätt hus" längre. Tillsammans med mer tid för uttorkning blir den totala produktionstiden väsentligt längre i Kv Terränglöpares flerbostadshus.

I prefabalternativet Kv Joggaren uppfördes betongstommen inkl husets ytterväggar i en sammanhängande operation under 11 montagedagar. I detta byggsystem är man mindre beroende av väderleksförhållandena. Produktionsplaneringen förenklas och den blir säkrare. Sk "tätt hus" med förtillverkat tak påsatt erhöles efter ca 3 veckor.

Genom att stora husvolymerna och ytor blev tillgängliga tidigare än i Kv Terränglöparen kunde underentreprenörerna i Kv Joggarens fall sätta in större arbetsstyrkor än i etappen Kv Terränglöparen vilket bidrog till att förkorta den totala byggtiden. Byggtiden för en hel etapp fram till inflyttning reducerades totalt med ca 12 veckor - från ca 55 arbetsveckor för Kv Terränglöparen till 43 arbetsveckor för Kv Joggaren.

Erfarenheterna från uppförandet av Kv Joggarens flerbostadshus tyder på att man hade kunnat reducera tiderna i produktionstidplanen ytterligare för JMs egna arbeten och för underentreprenörernas arbetsinsats efter stommontaget. Förutsättningarna härför fanns genom att betongelementen hade så lågt RF-tal redan vid leveranstillfället. Uttorkningsbehovet genom de kompletterande fognings- och igjutningsarbetena var relativt litet och värmen kunde snabbt sättas på.

Räknas tidsåtgången i elementfabrikerna in i den totala tidsförbrukningen så blir den jämförbara skillnaden i tidsåtgång byggsystemen emellan ca 2 000 timmar vilket motsvarar ca 5 procent lägre tidsåtgång vid uppförandet av Kv Joggarens flerbostadshus.

Den procentuella andelen av den totala tidsåtgången på arbetsplatsen minskar från nära 100 procent i Kv Terränglöparen till ca 70 procent i Kv Joggaren genom mera förtillverkning i betongelementfabrik. Om man enbart ser på arbetstidsåtgången för byggnadsarbetarna på arbetsplatsen så minskar deras arbetstidsåtgång med ca 40 procent vid övergången till arbetena i Kv Joggaren - byggsystemet med stort inslag av förtillverkning.

### *Produktions- och kapitalkostnader*

Redovisningen av produktionskostnaderna har enligt programmet skett genom att Kv Terränglöparens produktionskostnad satts till 100 procent. Motsvarande jämförelsevärde för det alternativa byggsystemet med stor andel av förtillverkning, Kv Joggaren, blev 90 procent. Den procentuella skillnaden - 10 procent - som bygger på uppgifter tagna direkt ur bokföringen måste emellertid korrigeras. Hänsyn måste tas till att Kv Terränglöparen fått bära exploateringsområdets etableringskostnader. Efter en kalkylmässig justering som även tagit hänsyn till minskade kapitalkostnader genom tre månader kortare byggtid för byggsystemet Kv Joggaren blir skillnaden 5 procent lägre produktionskostnad för flerfamiljshusbygget i Kv Joggaren.

### **6.7.3 Arbetsmiljö**

Arbetsplatsens "säkerhetsplan" låg som underlag för arbetet med att åstadkomma en god och säker arbetsmiljö inom båda kvarteren. Till rutinerna hörde återkommande protokollförda skyddsronder.

Minskning av mängden *byggavfall* och strävan efter att uppnå "ett rent bygge" bidrar erfarenhetsmässigt till minskning av förekomsten av olycksfall och till ökad produktivitet. Mängden byggavfall som transporterades bort motsvarade 0,20 kbm per kvm BTH i byggsystemet Kv Terränglöparen och 0,13 kbm per kvm BTH i fallet Kv Joggaren. Byggavfallet på arbetsplatsen minskade alltså med ca 35 procent vid övergången till byggsystemet med stor andel förtillverkning.

*Sjukfrånvaron* bland byggnadsarbetarna blev 5,2 procent på arbetsplatsen Kv Terränglöparen och 4,0 procent i fallet Kv Joggaren. Lägger man ihop sjukfrånvarotiderna för byggnadsarbetarna på arbetsplatsen Kv Joggaren med motsvarande tider för stomentreprenörens personal i fabriken och på arbetsplatsen så blir genomsnittsvärdet 5,2 procent vilket är samma frånvaroprocent som för platsbygget Kv Terränglöparen. Denna exakthet får ses som en tillfällighet eftersom det statistiska underlaget är litet. Utvärderingen tyder emellertid på att det med nuvarande produktionsuppläggning ej uppstår någon påtaglig minskning av sjukfrånvaron vid övergången till mera förtillverkning.



Sjukfrånvaron under tid för uppförandet av flerbostadshusen inom resp kvarter omfattar endast en relativt kort tidsperiod under den anställdes verksamma liv. Genom en jämförande utvärdering av de ergonomiska förhållandena erhålles ytterligare underlag för bedömning av eventuella olikheter byggsystemen emellan som kan leda till ohälsa och frånvaro i ett långt tidsperspektiv. Sådana olikheter kan även ha stor samhällsekonomisk betydelse vilket bör beaktas inför framtida val av byggmaterial och produktionsuppläggning.

Den *ergonomiska* utvärderingen som även omfattade studier av arbetsuppläggningsen i betongelementfabriken kunde konstatera att ur ergonomisk synvinkel var de båda byggsystemen likvärdiga. Elementtillverkningen innehöll en stor andel manuella insatser. Samtidigt påpekades att det med ett vidareutvecklat tillverkningsystem i fabriken borde finnas möjlighet till avsevärda förbättringar av fabriken arbetsmiljö. Införandet av en rationellare produktion i fabriken skulle därmed kunna leda till såväl lägre produktpriser som en bättre arbetsmiljö.

#### **6.7.4 Kvalitet**

JMs *kvalitetspolicy* har använts. Egenkontroll har tillämpats i såväl projekterings- som produktionsskedet vilket även omfattat konsulter, underentreprenörer och större leverantörer. Vid inflyttningsstillfällena var flerfamiljshusen i båda kvarteren felfria.

SBUFs publicerade skrift "Kvalitetsvärdering av byggarbetsplatsen" har använts vid en jämförande *testning*. Resultatet blev att ingen skillnad i kvalitet kvarteren emellan kunde registreras med denna testmetod. En enkät som bostadsrättshavarna fick svara på gav samma resultat med undantag för de boendes åsikt om utseendet på ytterväggarna. Kv Terränglöparens tegelfasader ansågs vara att föredra framför de mönstrade och målade betongelementväggarna i Kv Joggaren.

#### **6.7.5 Driftsförhållanden under brukskedet**

Genom att båda byggsystemen i stort har likvärdiga byggtekniska konstruktioner och installationer synes även driftsförhållandena komma att bli rätt likvärdiga.

Skillnaden i ytterväggskonstruktionen kvarteren emellan har dock föranlett en översiktlig analys och kalkyl betr underhållsbehovet av fogar och målade ytor gällande Kv Joggarens yttervägg av betongelement. Med nuvarande erfarenheter av material och utförande synes tidpunkten för behovet av underhållsåtgärd att ligga långt över 20 år fram i tiden. Kalkylen visar att nuvärdet av underhållskostnaden vid reparation av fogarna ej är av den storleksordning att den påverkar slutsatsen om den ekonomiska skillnaden byggsystemen emellan med ca 5 procent lägre produktionskostnad för flerbostadshusen i Kv Joggaren.

## 7. VIDAREUTVECKLING

Rapportens målsättning har begränsats till en jämförelse mellan två olika byggsystem såsom det framgår av beskrivningen under punkt 2. Under denna punkt 7 göres ett tillägg som motiverats av följande.

Utöver insamlandet av uppgifter som direkt berör ifrågavarande projekt har även andra arbetsplatser och materialleverantörer besökts. Därvid har aktuella problem och möjliga problemlösningar med anknytning till detta utvecklingsprojekt kunnat diskuteras. Nyttig information och synpunkter har även erhållits genom litteraturstudier. Nedan återges några av dessa erfarenheter och synpunkter som kan ge uppslag till förbättringar inom byggsektorn.

### *Betongelement i flerbostadshus*

Stomentreprenörerna vill ha samverkan med byggherren och dennes representanter på konsultsidan i tidigt planeringsskede med målsättning att kunna påverka utformningen av bostadshus i fråga till elementbyggnadsteknikens förutsättningar (bl a Ahlmark D). Därigenom bör det vara möjligt att uppnå större rationalitet och lägre produktpriser. Liknande möjlighet till påverkan finns i samverkan med en totalentreprenör.

Rationalitet i projektering och tillverkning förutsätter bl a att antalet olika element per projekt hålls nere (bl a Birgersson B). Detta är möjligt genom vissa restriktioner då det gäller utformningen av hus och lägenheter. Projektet Kopparlunden, Västerås, med 68 lägenheter med ytstorlek från 33 till 59 kvm förlagda utefter en s k loftgång kan tjäna som exempel på en sådan långt driven anpassning. Den resulterade enligt stomentreprenören som är densamma som för Kv Joggaren, i såväl rationell projektering som effektiv produktion i fabriken.

Lägenhetsstorleken varierar med ett antal hela eller halva bjälklagselement. Alla lägenheter begränsas av hela längden väggelement av betong vilket bl a gör att endast fyra vertikala skarvar per lägenhet förekommer. Inga el-dragningar och dosor finns ingjutna. Dessa ligger i stället utanpå elementen. Endast en större ursparing per lägenhet och lika för alla göres i bjälklagselement för vertikala rör- och ledningsdragningar. Bjälklagselementen spänner från yttervägg till yttervägg vilket ger stor frihet att planera lägenheten. Rumsskiljande lättväggar består av element av gipsskivor på plåregelstomme. Dessa förtillverkade element med färdig ytbehandling monteras av leverantören. Projekteringen förenklas. Exempelvis behövs endast en ritning som underlag för stomentreprenörens tillverkning av 53 st innerväggelement. Enligt entreprenören skulle bortåt 30 st ritningar behövas för ett normalprojekt med motsvarande antal väggelement på grund av de många elementvarianter och ingjutningar som brukar förekomma. Hög betongkvalitet garanterade en fuktighetshalt under 90 procent RF redan vid tidpunkt för montaget.

Byggtreprenören kunde färdigställa detta projekt under 1994 på 5½ månader från och med grundplatta till första inflyttningen tack vare den rationella uppläggningsen enligt ovan. Hyrorna blev låga.

Som byggtreprenören själv har uttalat det så är en sådan utformning med små lägenheter och uppläggning i övrigt endast möjlig i begränsad omfattning i andra sammanhang. En efterfrågan på dessa lägenheter måste finnas lokalt. Detta exempel visar emellertid på vissa utvecklingsmöjligheter i fall då man har en marknad och andra förutsättningar som underlag för att kunna anpassa form och standard till ett genomtänkt industrialiserat byggande. I det aktuella fallet underlättades planeringen och beslutsfattandet av att byggtreprenören samtidigt var byggherre med ansvar även för den framtida fastighetsförvaltningen. Stomentreprenören tillhörde dessutom samma koncern vilket ytterligare måste ha bidraget till det integrerade samarbetet över de ekonomiska intressegränserna. Detta rationella projekt kan tas som exempel på att ett effektivt industrialiserat byggande förutsätter samverkan på sätt som inledningsvis beskrivits.

#### *Ytterväggar av lättelemt*

Valet av konstruktion och ytskikt i ytterväggen har betydelse för såväl produktions- som underhållskostnaden. Allmänhetens bedömning av vad som är låg eller hög standard i dessa sammanhang återspeglas i byggherrarnas marknadsanpassning.

Betongelementet i ytterväggen, Kv Joggaren, representerade en relativt stor andel av elementleverantörens offert. Orsaken härtill var bl a det mera hantverksmässiga inslaget med åtföljande stor tidsförbrukning i tillverkningen av detta element jämfört med övriga produkter (fig 5.6.2.1).

I anslutning till detta forskningsprojekt beslöts därför i efterhand om en utredning omkring möjligheten för andra ekonomiska och estetiskt acceptabla ytterväggsalternativ. Även dessa skulle vara förtillverkade helement och skulle monteras av betongelementleverantören - antingen våningsvis i takt med övrigt montage eller mot slutet innan de förtillverkade sektionerna av yttertaket sattes på plats.

En av förutsättningarna för utformning, tillverkning och uppsättning skulle vara att man skulle undvika ställningsbyggande utom hängställningar för efterarbeten i takfoten och för skydd i samband med de kompletterande takarbetena.

En översiktlig jämförelse av produktionskostnaden för olika ytterväggsalternativ visas i fig 7.1. Jämförelsen återger ingen bedömning av olikheter i standard alternativen emellan. Ej heller har hänsyn i kalkylen tagits till skillnader i det framtida underhållet av själva ytskiktet. I likhet med marknadsbedömningen som gjordes i fallet Sticklinge höjden, måste även dessa faktorer tas med i framtida projekt vid överväganden om val av ytterväggsalternativ.

Ytterväggar	Jämförelsevärden i procent av ytterväggsalternativ 1	Besparingarnas ungefärliga storlek i procent av produktionskostnaden för bygget med ytterväggsalternativ 1
1. Lätt utfackningsvägg 170 mm med träregelstomme, isolering och 120 mm fasadtegel	100	0
2. Sandwichelement med mönstrad betongytterskiva 70 mm, styrenisolering 170 mm och betonginnerskiva 100 mm	ca 100	0
3. Lätt utfackningsvägg 170 mm med träregelstomme, isolering och lockpanel 22 mm	ca 80	ca 2
4. Lätt utfackningsvägg 170 mm med träregelstomme, isolering och plåtbeklädnad av TRP 70	ca 60	ca 4

Fig 7.1 Översiktlig jämförande produktionskalkyl över alternativa utföranden av yttervägg.

### *Informationsöverföring*

JMs kontakter i MA-sammanhang med underentreprenörer och leverantörer till Sticklingehöjdens två etapper har skett med hjälp av brev, telefax och telefon. Det samma har gällt i kontakterna med konsulterna och mellan konsulterna inbördes. Här finns en utvecklingspotential. Detta gäller även för många andra byggföretag.

Exempelvis bör inköpsfunktionen i framtiden kunna effektiviseras genom entreprenörens och byggmaterialhandelns anslutning till ett "Edifact-system" (Horstman P m fl). En samarbetsorganisation "EDI-Bygg" har etablerats efter ett förarbete i DK Bygg med Svensk Byggtjänst som huvudman. Organisationen ska verka för att förbättra möjligheterna för byggsektorns företag att utväxla information i elektronisk form.

En inköpare ska, när branschföretagen mera allmänt ansluter sig till bruket av "Edifact"-regelverket, kunna ta kontakt via datorer med materialproducerande företag i såväl in- som utland. I och med Sveriges anslutning till EU har denna möjlighet fått ökad betydelse. Sådan direktkontakt öppnar även möjlighet för affärsuppgörelse mellan producent och entreprenör utan att parterna behöver gå över mellanhänder. Detta skulle resultera i väsentliga kostnadsbesparingar även genom förenklade kontaktvägar vid förfrågningar, beställningar, ändringar och avrop.

En av förutsättningarna för anslutning till ett "Edifact-system" är att entreprenörer, konsulter och leverantörer mera allmänt har personal med datorvana. För närvarande är detta ej fallet, men många företag är nu igång med personalutbildning i datorbruk. Vissa byggföretag har redan databanker för internt bruk med information om leverantörer, material och priser. Tillsammans med större datorvana kommer detta att underlätta övergången till ett mera allomfattande branschsystem med nätverk för informationsförmedling i elektronisk form.

### *Bättre tillverkningsteknik i fabrik för betongelement*

Som beskrivits under avsnitt 5.6.2 uppstod omfattande efterarbeten på arbetsplatsen genom projekterings- och tillverkningsfel. Dessutom var tidsåtgången för inmätningar och montage av ursparingar och ingjutningsgods = ca 30 procent av totala tidsåtgången, en förhållandevis stor andel av totaltiden i fabrik.

Det bör vara möjligt i liknande projekt i framtiden att bli a med hjälp av CAD/CAM-tekniken uppnå lägre projekteringskostnader och bättre samordning av projekteringen konsulterna emellan med mindre fel som följd. IT-tekniken ger även andra möjligheter som ligger nära i tiden att kunna utnyttja. Wikforss Ö påpekar att:

"CAD-tekniken har bara använts för att producera ritningar - för att rita hus. I de system som nu utvecklas kommer byggnaderna att modelleras. Fakta och goda exempel hämtas ur databaser, som möjliggör återanvändning och förädling av olika lösningar. Datorsystemen kommer att stödja problemlösning, utformning och design."

Samma teknik borde kunna användas i automatisk överföring av utsättningsdata från projektörens handlingar till formsättningen som underlag för montering av elementavgränsningar och ingjutningsgods. Systemlösningar finns redan och praktiseras även i Sverige för överföring av utsättningsdata till horisontellt liggande gjutformar i elementfabriker. Motsvarande teknik borde vara möjlig att utveckla även i samband med formsättning och gjutning av vertikalt stående element utan att man går miste om rationaliteten vid användandet av paketformlösningar. Utvecklingsarbetet bör samtidigt inriktas mot att åstadkomma produktionsteknik för tillverkning av element utan den stora omfattningen av porer i ytan som beskrivits ovan och som kostar tid och pengar genom behovet av spackling och annat efterarbete.

Sådana lösningar kräver byggnads- och maskininvesteringar som i sin tur förutsätter en större marknad än den som finns i dag. Å andra sidan kommer denna större marknad ej att finnas utan kvalitetsförbättringar i tillverkningen och väsentliga prisreduktioner.

#### *Byggnadsdelarnas andel av produktionskostnaden och ungefärliga livslängd*

I tidningar och tidskrifter förekommer ibland uttalanden om att byggtid och kostnader i framtiden ska kunna reduceras med upp till 50 procent. Denna rapport visar exempel på en 20-procentig reduktion av byggtiden vid övergången till byggsystem med stor omfattning på förtillverkningen. Kostnadsreduktionen blev dock ej större än ca 5 procent. (Anm. se fig 6.3.3.3.) Utöver redan påpekade möjligheter för framtida produktionsförbättringar görs nedan en analys på översiktlig nivå beträffande förutsättningarna för ytterligare väsentliga förbättringar. Val av andra alternativa byggsystem kan leda till påtagliga reduktioner av byggtider och kostnader. Inför sådana överväganden bör även faktorer som påverkar livstidskostnader (LCC) tas med i bedömningen.

I IVA-M186/1974 finns en figur med rubricerat innehåll. Denna har reviderats beträffande antagen ungefärlig livslängd på material och utrustning samt anpassats till Kv Terränglöparens motsvarande andelar av produktionskostnaden, fig 7.2. Figurens innehåll möjliggör vissa översiktliga utvärderingar i anslutning till detta textavsnitt om vidareutveckling.

Som framgår av figuren återfinns ca 60 procent av produktionskostnaden definierat enligt ovan i ett 10-tal mindre kostnadsposter. Om man fördelar dessa 60 procent av produktionskostnaden på hänförlig tidsåtgång i timmar och gör en liknande uträkning för den 40-procentiga andelen för posten "stomme inkl fasader, undergolv och utfackningspartier", så visar det sig att produktionskostnadsandelen i det första fallet är ca tre gånger så stor per förbrukad timme som i det senare. Materialkostnadsandelen är alltså väsentligt mycket större i de ovan nämnda 10-tal posterna. "Material" i detta sammanhang handlar bl a om el-, vent- och VS-material, om inredning och om sk "vita varor". Strävan efter påtagliga kostnadsreduktioner bör i dessa delar av produktionen inriktas mot att förenkla utförandet och mot att få ner de direkta materialkostnaderna.

Eventuella ändringar av "materialets" omfattning och kvalitet leder till ändringar i drifts- och underhållskostnaderna. Livslängdsaspekterna och livstidskostnaderna (LCC) måste tas med i sådana överväganden.

Kostnaden för stommen inkl fasader, icke bärande innerväggar, balkonger, undergolv och utfackningspartier utgör ca 40 procent av produktionskostnaden i dessa hus uppförda som s k platsbygge. Motsvarande andelspost för hus i Kv Joggaren är av liknande storleksordning såväl i procent som i kostnadsandel, vilket ej tyder på att någon *radikal* kostnadsminskning kan uppnås genom uppförande av flerbostadshus med förtillverkade betongstommar med nuvarande konstruktionslösningar och fabriks-tillverkning. Detta bekräftas även av andras erfarenheter (bl a Birgersson B).

En jämförelse mellan byggande av flerbostadshus i USA resp Sverige (Miller T m fl) visar på att totalkostnaden minskar påtagligt om man väljer träregelstomme eller regelstomme av stål med åtföljande stomkompletteringar. Stommen måste enl bestämmelser i USA skyddas genom konstruktioner med brandklassade gipsskivor. Hänsyn härtill har tagits i de jämförande kostnadskalkylerna i omtalad bok.

Sådant stombyggande i Sverige kommer att även kunna förenkla arbetena med installationerna och därmed bidra till att reducera kostnaderna. Samma sak bör kunna gälla för allt arbete med infästning av utrustning och inredning.

Utöver besparingar vid övergången till utförande enl ovan erhålles större möjligheter för framtida återvinning och återanvändning än i utföranden med betongstommar (Jansson M). Omvänt bör man ta med i övervägande att den genomsnittliga livslängden för sådana flerbostadshus bör sättas betydligt lägre.

Brandrisken och risken för spridning till intilliggande bebyggelse bör vara större än i hus med betongstommar och ytterväggar som i Kv Terränglöparen och Joggaren. Även underhålls- och försäkringskostnaderna måste sannolikt bli större i sådana flerbostadshus.

Experimentbygge kan ge värdefull erfarenhet av konstruktionslösningar och produktionskostnaderna härför. Faktorer med anknytning till drift, underhåll, ökad brandrisk, möjlighet för återanvändning m m måste även vägas in om jämförelsen ska bli rättvis byggsystemen emellan.

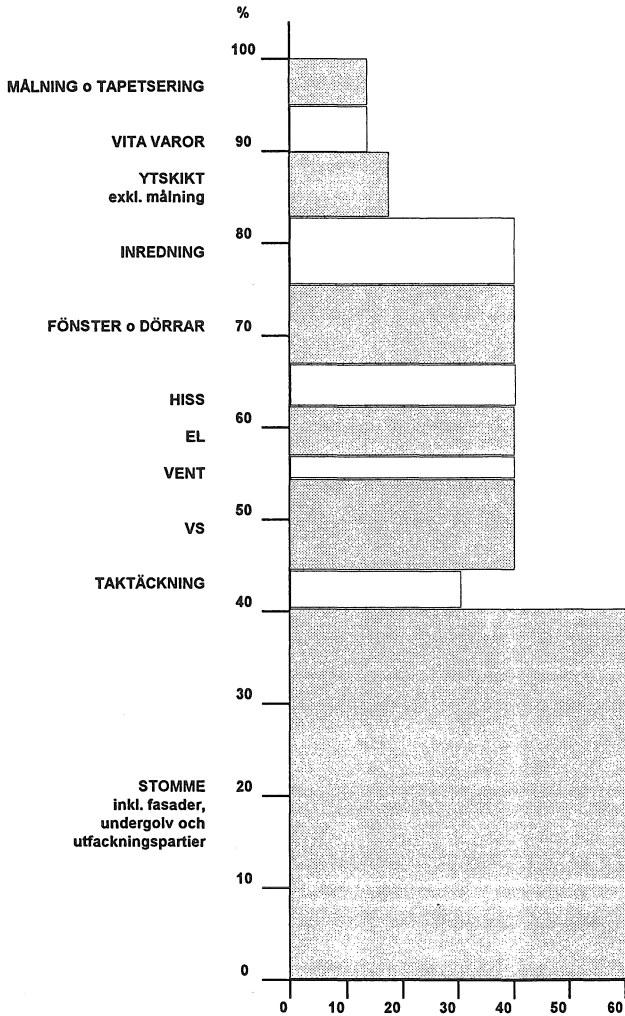


Fig 7.2 Bygghandlingarnas andel av produktionskostnaden exkl grund samt antagen ungefärlig livslängd (Kv Terränglöparen).



## Litteraturförteckning

- Ahlmark D "Betongelement i svenskt bostadsbyggande - en granskning av inträdeshinder", Ahlmark Konsultgrupp AB 1991-10-19
- Andersson M, Ydenius B "Ekonomiska vinster vid upprepad projektering", examensarbete 261:1991, KTH, Institutionen för byggnadsekonomi och byggnadsorganisation
- Alexanderson J "Uttorkningstider för avjämningsmassor före läggning av fuktkänsliga ytskikt", AMA-nytt 1/93
- Arbetskyddsstyrelsen "Internkontroll av arbetsmiljön" - AFS 92:6
- Arbetskyddsstyrelsen "Bygganvisningar" nr 32
- Arvidsson L m fl "Metoder för ekonomiska jämförelser mellan tunga och lätta byggsystem för låga flerfamiljshus", BFR-rapport R 102:1984
- Betongelementföreningen "Betongelement. Handbok i rationellt byggande"
- Asplund E, Danielson U, Moström L "Byggandet i kretsloppet", Byggförlaget 1994
- 
- Bergström J & Werner M "Detaljlösningar i flerbostadshus", examensarbete 1992, KTH, Institutionen för byggnadsteknik
- Birgersson B "Stål eller betong i byggnader, en jämförande studie av totalekonomin", SBUF-rapport 1990 Info-blad 94:07
- Bornehag C-G "Betongkvalitetens inverkan på uttorkningstiden för nygjuten betong" 1992. SBUF projekt nr 1077
- Broms B, Horstman P, Paus K "Rationell distribution av byggmaterial", BFR-rapport R 72:87
- Byfors J "Snabbtorkande betong lönar sig", Cementa 4/93
- Bygghälsan "Byggbranschens arbetsskador" - skrifter 1992-04-10 och 1993-02-01
- Bygghälsan "Checklistor för skyddsronder"
- Bygghälsan/Byggbranschens parter "Normalinstruktion för skyddsombud och huvudskyddsombud"

- Follin T m fl "Beror det på luften?", TCO-skrift 1993
- Hansson B "Sänkta boendekostnader? Erfarenheter från för-  
enklat byggande", 1990 LTH, Institutionen för  
byggnadsekonomi
- Hansson B "Byggmaterial i utsatt miljö. Ekonomisk utvärde-  
ring av provhus i Ystad", 1993, LTH, Institutio-  
nen för byggnadsekonomi
- Hidemar B m fl "Så får vi hälsa i hus" - Hus & Hälsa (Boverket  
och BFR) 1991
- Horstman P, Paus K "Leveransservice och datorisering inom bygg-  
branschen" Transportforskningen, TFB-rapport  
1990:10
- Hård U "Prefab rätt igenom", Byggindustrin 23/93
- Ingenjörsvetenskaps-  
akademien "Rivning av byggnader. Återvinning. Återanvänd-  
ning. Avfallshantering", IVA - M 186/1974
- Ingenjörsvetenskaps-  
akademien "Rätt, hög kvalitet i byggandet", IVA - M 272/1991
- Jacobsson M "Byggandets industrialisering" - Byggnadsin-  
dustrins Förlags AB, 1965
- Jansson M "Hållbart byggande i USA - ny syn på material  
och byggande", Sveriges Tekniska Attacheer,  
1995
- Johansson L "Målning av betong utomhus" - Cementa  
nr 3-1993
- Lind T "Hög betongkvalitet ger snabb uttorkning" -  
Cementa nr 1-1993
- Milaszewski E "Ett effektivt elementbyggeri", Bygg & teknik 1-94
- Miller T, Stone G m fl "Bostadsbyggande i USA & Sverige - en  
jämförande studie", Byggförlaget 1994
- Paus K "Rent bygge - en studie av arbetsmiljön vid ett  
ombyggnadsprojekt", SBUF 1986
- Redlund M "Prefabindustrin måste utveckla fler och bättre  
system", tidskriften Betong 3/92

Rose L	"Produktionsekonomisk beskrivning av ergonomiska effekter vid byggnadsarbete", Byggforskningsrådets rapport 23:92
Rönn M	"Utveckla arbetsmiljön!", Bygg & teknik 1/94
SABO	"Hur blev bygget? Erfarenhetsåterföring i byggprocessen", Stockholm 1991
SBUF	"Effektivare materialhantering - VVS", nr 87:01
SBUF	"Kvalitetsfelkostnader", nr 90:31
SBUF	"Badrum med prefabricerad våtkassett", nr 93:25
SBUF	"Bättre materialhantering på bygget", nr 90:20
SBUF	"Kvalitetsarbete i ett bostadsprojekt - en utvärdering", nr 93:11
SBUF	"Byggström ur den permanenta elanläggningen", nr 94:38
SBUF	"Bygga med omsorg - Rimbo", nr 93:12
SBUF	"Kvalitetsvärdering av byggarbetsplatsen", nr 94:35
<hr/>	
SBUF, Byggförlaget	"Fortlöpande besiktning", 1994
Ström P	"Kvalitetssäkring i byggsektorn. En rapport om dagsläget", BFR-rapport R 26:92
Sv Byggnadsarbetareförbundet	"Policy. Personalutbildning en fråga om rättvisa", Stockholm 1992
Sv Byggnadsarbetareförbundet	"Bygg vidare på Sverige", Byggnads framtidsgrupp, mars 1994
Söderlind G m fl	"Platsomkostnader - förändringar vid produktion av flerbostadshus", BPA Byggproduktion AB och Riksbyggen, 1978
Wikforss Ö	"Informationsteknologi tvärs genom bygg-Sverige", Svensk Byggtjänst, 1993

A10:1996  
ISBN 91-540-5748-5  
Byggforskningsrådet  
Stockholm

Distribution:  
BYGGDOK  
S:t Eriksgatan 46  
112 34 Stockholm  
Tel 08-617 74 50  
Fax 08-617 74 60