

CHALMERS

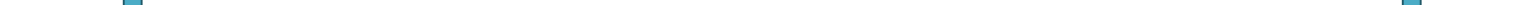


Tillverkningsmetoder för utfackningsväggar – En studie med fördjupning mot fältfabrikers utvecklingsmöjligheter

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Byggingenjör

ANDERSSON SAMUEL
KARLSSON EMIL
KARLSSON NICKLAS

Institutionen för bygg- och miljöteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg 2007
Examensarbete 2007:57



Tillverkningsmetoder för utfackningsväggar

– En studie med fördjupning mot fältfabrikers utvecklingsmöjligheter

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Byggingenjör

SAMUEL ANDERSSON
EMIL KARLSSON
NICKLAS KARLSSON

Manufacturing of in-fill walls

- A study with a deeper research of field factory development

EMIL KARLSSON, 1983 (FÖR CPL)

NICKLAS KARLSSON, 1984 (FÖR CPL)

SAMUEL ANDERSSON, 1984 (FÖR CPL)

© SAMUEL ANDERSSON, EMIL KARLSSON, NICKLAS KARLSSON

Diploma thesis 2007:57

Department of Civil and Environmental Engineering

Chalmers University of Technology

SE-412 96 Göteborg

Sweden

Telephone + 46 (0)31-772 1000

Omslag: Fältfabrik vid projekt Stapelbädden som beskrivs i kap 6.2

Chalmers

Göteborg, Sweden 2007

SAMMANDRAG

Från början var det tänkt att göra ett arbete om yttre träväggar och jämföra hur de kan tillverkas på olika sätt, men har sedan utvecklats till att handla om utfackningsväggar och fältfabriksförbättringar. Målet i arbetet har ändrats under tiden då önskemål om fördjupade studier av olika moment framförts av Peab. De problem som uppstod under arbetet skedde främst de första tre veckorna då vi skulle lägga upp arbetet. Tillverkning av utfackningsväggar och etableringen av fältstationen på projektet Venus, en av våra referensarbetsplatser, drog ut på tiden vilket ledde till att studier av dessa moment blev försenade.

Syftet med arbetet är att utveckla en mall med rekommenderade mått för olika arbetsmoment i en fältfabrik samt redogöra hur enhetstiderna ser ut för fältfabriksbyggda väggar gentemot lösvirkesbyggda väggar. En lönsamhetsberäkning för fältfabrik i jämförelse med lösvirkesprincipen har gett det antal m² väggyta, som kommer att behövas innan fältfabriken blir mer lönsam.

Metoderna som använts för att få reda på informationen är främst undersökningar genom närvaro vid tre stycken arbetsplatser. Vid varje referensobjekt som besökts har intervjuer och anteckningar gjorts för att sedan sammanställas i rapporten. Dessutom har internet och facklitteratur utnyttjats för att sammanställa arbetet.

Arbetet utgår från de olika metoderna att tillverka utfackningsväggar för att sedan gå närmare in på de olika referensobjekt som besökts. Därefter en undersökning kring fältfabrikers uppbyggnad för att sedan avsluta med olika arbetsmoments enhetstider.

Resultatet som framkommit under arbetet med rapporten visar på att lönsamheten med fältfabrik tjänas in ju större produktionen av utfackningsväggar är. Dessutom har enhetstider för arbetsmoment tagits fram som en "lathund" för underlättande vid projektering. Som en del i rapporten har även mått på arbetsyta inom fältfabriken tagits fram för olika arbetsmoment.

ABSTRACT

The project is an investigation of in-fill walls, field factory and time reports. It is a cooperation together with the construction company Peab. The problems that arose during the work were mainly during the first three weeks, because of the delayed manufacturing and establishment of the field factory at the Venus project. Venus project is one of our primal reference object.

The purpose with this work is to create a template with recommended measurements for different elements and to describe how long it takes to create in-fill walls in a field factory compared to building it at the location. The profitability for the field factory in comparison with walls built at the location will be done. The investigation will give a certain number of wall area that needs to be done before the field factory gives more profit than the other method.

The method used for gathering information is based on observations at the different reference objects. Interviews and notes have been carried out and compiled. Moreover the Internet and literature have been used for gathering information. The work presents different methods for manufacturing in-fill walls as well as an investigation about the structure of field factories. The results contains time reports, unit time and recommended working spaces.

The work is written in Swedish.

FÖRORD

Detta examensarbete ingår i utbildningen till Byggingenjör på Institutionen för bygg- och miljöteknik på Chalmers tekniska högskola.

Under resans gång har vi fått mycket hjälp av Peab för att få tag i referenser och material för att sammanställa denna rapport. Platsledningen och yrkesarbetarna vid varje referensobjekt har varit tillmötesgående och gett svar på de frågor vi ställt. Även alla på Peabs kontor har varit öppna och trevliga vilket gett oss goda minnen samt en känsla av gemenskap och samhörighet. Allt det här ligger till grund för att arbetet blivit mer verklighetsbaserat än det annars skulle ha blivit. Vi vill även passa på att tacka vår examinator Leif Granhage för all feedback och stöd som han bidragit med under arbetets gång. All positiv kritik som vi bemötts av utav alla inblandade har styrkt och givit oss viljan att fortsätta in i det sista.

Arbetet har gett som en inblick i verkligheten och vi känner att vi utvecklats i områden som berör våra framtida yrken. Detta kommer att bidra till att vi kommer bättre förberedda ut i arbetslivet, genom teoretisk och praktisk kunskap. Problem som dykt upp, varför de uppkommit och hur de löstes har lärt oss hur tankegångarna på en arbetsplats går.

Maj 2007

Samuel Andersson, Emil Karlsson och Nicklas Karlsson

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. INLEDNING.....	1
1.1. BAKGRUND.....	1
1.2. SYFTE.....	1
1.3. AVGRÄNSNINGAR.....	1
1.4. METOD.....	2
2. UTFACKNINGSVÄGGAR.....	3
2.1. PRODUKTIONSMETODER.....	4
2.2. MATERIALVAL.....	6
2.3. FÖR- OCH NACKDELAR MED UTFACKNINGSVÄGGAR.....	7
3. LÖSVIRKESPRINCIPEN.....	8
3.1. TILLVERKNINGSMETOD.....	8
3.2. ANVÄNDNINGSOMRÅDE.....	10
3.3. FÖR- OCH NACKDELAR MED LÖSVIRKESPRINCIPEN.....	11
4. PREFABTILLVERKNING.....	12
4.1. FRÅN BESTÄLLNING TILL PRODUKTION.....	13
4.1.1. MONTERING - BORDSTILLVERKNING.....	13
4.1.2. MONTERING – "LINE"-TILLVERKNING.....	15
4.2. FÖR- OCH NACKDELAR MED PREFABRICERADE VÄGGAR.....	15
5. FÄLTFABRIK.....	16
5.1. HISTORIK.....	17
5.2. FÄLTFABRIKENS UPPBYGGNAD.....	17
5.2.1. FÄLTFABRIK I TRÄ.....	18
5.2.2. FÄLTFABRIK I STÅL.....	18
5.3. FÖR- OCH NACKDELAR MED FÄLTFABRIK.....	19
6. REFERENSOBJEKT.....	20
6.1. VENUS.....	20
6.1.1. PROJEKT VENUS - FÄLTFABRIK.....	21
6.1.2. PROJEKT VENUS - MATERIALVAL.....	22
6.2. STAPELBÄDDEN.....	24
6.2.1. PROJEKT STAPELBÄDDEN - FÄLTFABRIK.....	24
6.2.2. PROJEKT STAPELBÄDDEN – MATERIALVAL.....	25
6.3. SVEDBERGSKA TOMTEN.....	26
6.3.1. PROJEKT SVEDBERGSKA TOMTEN - FÄLTFABRIK.....	26
6.3.2. PROJEKT SVEDBERGSKA TOMTEN - MATERIALVAL.....	27

7. UTREDNING AV FÄLTFABRIK	28
7.1. ATT TÄNKA PÅ INNAN ETABLERING	28
7.2. EFFEKTIVISERING AV FÄLTFABRIK	28
7.2.1. UTVÄRDERING AV VENUS FÄLTFABRIK	30
7.2.2. UTVÄRDERING AV STAPELBÄDDENS FÄLTFABRIK	31
7.2.3. UTVÄRDERING AV SVEDBERGSKA TOMTENS FÄLTFABRIK	32
7.3 FÄLTFABRIKSANALYS	33
8. ENHETSTIDER.....	34
8.1. TIDSBEGREPP	34
8.2. ENHETSTIDER FÖR LÖSVIRKEPRINCIPEN.....	35
8.3. ENHETSTIDER I VENUS FÄLTFABRIK.....	36
8.3.1. PROJEKT VENUS - PLAN 1, DEL 1	37
8.3.2. PROJEKT VENUS - PLAN 1, DEL 2.....	38
8.3.3. ENHETSTID FÖR VÄGGTYP 3:5.....	39
8.3.4. ENHETSTID FÖR VÄGGTYP 3:10 OCH 3:11	40
8.3.5. ENHETSTID FÖR VÄGGTYP 4:1	41
8.4. SAMMANSTÄLLNING AV ENHETSTIDER	42
8.5 LÖNSAMHETSBERÄKNING	43
9. RESULTAT	46
9.1 SAMMANSTÄLLNING AV ENHETSTIDER	46
9.2 RESULTAT AV LÖNSAMHETSBERÄKNINGAR.....	46
9.3 FÖRSLAG TILL ARBETSYTA I EN FÄLTFABRIK	46
9.4 KOMMENTARER	48
10. REFERENSER.....	49
10.1. LITTERATUR	49
10.2. MUNTliga KÄLLOR	49
10.3 BILDKÄLLOR.....	49
10.4 INFORMATIONSBLAGD	49
BILAGA I.....	50
BILAGA II.....	51
BILAGA III.....	52
BILAGA IV	53

1. INLEDNING

I början av 1950-talet producerades väggar med hjälp av lösvirkesprincipen för att sedan utvecklas till att bli förtillverkade i fältfabrik eller prefabfabrik. Det var i denna tid begreppet utfackningsvägg blev till. Att bygga med utfackningsväggar är idag ett av de vanligaste byggnadssätten vid flerbostadsbyggnader när det gäller användandet av trämaterial.

Det referensobjekt som vi främst använt oss av för fältfabriksstudien har vi fått av Peabs flerbostadsbygge, även kallad Venus, vid Anders Perssons gata. Andra referensobjekt har även studerats men inte till samma grad. I rapporten ingår även en studie om hur förbättringar av fältfabriker skall utföras för att optimera produktionen samt hur enhetstiderna blir i en fältfabrik.

1.1. BAKGRUND

Konjunkturen inom byggsektorn har under ett antal år varit hög och utvecklingen förespås fortsätta ett antal år till. Förutsättningarna och kraven ökar på projekten samtidigt som logistiken blir allt viktigare. En förbättring av ett visst moment i produktionen kan leda till en stor vinst vad gäller tid och ekonomi. Idén till detta examensarbete utgår från tankar att förbättra momentet att tillverka utfackningsväggar. Grunden till denna ligger i vårt intresse att göra jämförelser mellan lösvirkesbyggda, fältfabriksbyggda och prefabricerade väggar.

1.2. SYFTE

Syftet med arbetet är att redovisa vilken tid de olika arbetsmomenten tar att genomföra samt att redogöra för hur en fältfabrik bör se ut. Enhetstiderna kan sedermera jämföras med kalkyler och enhetstider från nybyggnadslistans enhetstider för lösvirkesprincipen. Genom att jämföra olika kalkyler och enhetstider skall beräkningar visa vilken mängd väggarea som krävs innan fältfabriken blir mer lönsam än lösvirkesprincipen.

1.3. AVGRÄNSNINGAR

Från att i början haft en idé på att jämföra träytterväggar har avgränsningar efter önskemål från samarbetspartnern, byggföretaget Peab, ändrats till att studera utfackningsväggar. Eftersom Peab var i startgroparna för ett nytt projekt där utfackningsväggar utnyttjades togs ett gemensamt beslut att studier och förbättringar skulle behandlas. När detta var beslutat utvecklades det till att ingående undersöka vilka materialval av plåt och trä som är att föredra samt vilken metod utav lösvirkesbyggda, fältfabriksbyggda eller prefabricerade utfackningsväggar som är effektivast. Peab presenterade ett önskemål om att rikta in studien på fältfabrikers utformning och enhetstider för en framtida ”lathund”.

1.4. METOD

Genom att göra analyser och undersökningar är tanken att komma fram till hur en fältfabrik kan utformas och utnyttjas på bästa vis. Uppgifterna som vi fått fram i denna rapport kommer från tre olika byggarbetsplatser i Peabs regi. Diskussioner med yrkesmänniskor, arbetsledare och platschefer angående fältstationer om hur de vill förbättra olika moment har beaktats när slutsatser och analyser tagits fram.

2. UTFACKNINGSVÄGGAR

”Icke bärande ytterväggar, så kallade utfackningsväggar står för en stor del av träanvändandet i den svenska byggindustrin” (Johannesson, 1992). Nuförtiden är stommen i nybyggda bostadshus uppbyggd av prefabricerade betongväggar med kompletterande stålpelare med olika varianter av bjälklag och olika typer av utfackningsväggar. Den vanligaste tillverkningstypen för utfackningsväggar är färdiga regelverk i trä eller plåt som placeras in i husstommen med en yttre vindskiva av gips (se figur 2.1).

Utfackningsväggar tillverkas för att främst användas i flerbostadshus, lokaler och industrier. Väggarna utsätts för små laster i jämförelse med bärande ytterväggar i form av vertikallaster (egentyngd) och horisontallaster (vindlast), dock endast i begränsad mängd då utfackningsväggarna inte är bärande. Betongstommen tillsammans med stålpelarna är det primära bärverken i flerbostadshus vilket medför att utfackningsväggen kan monteras i ett senare skede av byggprocessen. Tekniken av kombinerad bärande stomme och icke bärande ytterväggar utvecklades i Sverige under 1950-talet. Metoden att bygga med utfackningsväggar är den mest konkurrenskraftiga för lägenheter på fyra våningar eller mer, vilket har lett till att minst 90 % av marknaden utgörs av flerbostäder enligt tidigare undersökningar. (Eriksson, 2003)



Figur 2.1 Placering av utfackningsvägg.

Huvudorsakerna för utvecklingen var att:

- Skapa större utrymme för boendet samt öka mängden isolering i väggarna. Detta trots att tjockleken på träväggarna var ungefär hälften så tjocka som normala uppmurade väggar. Enligt tidigare gjorda mätningar ökade den relativa boendeytan med cirka 3 % för ett normalt flerbostadshus.
- Öka produktiviteten i produktionen av flerbostadshus.
- Istället för att använda sig av tunga konstruktioner med bärande inner- och ytterväggar så uppfördes lättare konstruktioner med enbart de inre väggarna som bärande stomme.

Prefabricerade väggelement med stomme gjorda i trä eller plåt används i alla typer av byggnationer. Utfackningsväggar är i dagens läge gjorda som ett ramverk med en utvändig gipsskiva som vindsydd för att sedan kompletteras med isolering och invändig gips. Prefabricerade utfackningsväggar kan komma färdigutrustade med isolering och fasadmateriell, men olika lösningar finns att utnyttja beroende på vad beställaren vill ha. Utfackningsväggar har i allmänhet samma uppbyggnad vad gäller regelavstånd och isolering som för bärande träregelväggar, dock så samverkar den inte med den övriga stommen vad gäller lastupptagning och stabilisering. Fasadens primära funktioner är att skydda mot vind, verka på ett värmeisolerande sätt och vara regnskyddande.

2.1. PRODUKTIONSMETODER

Montering av utfackningsväggar kan variera beroende på hur husstommen är uppbyggd. Vid montering används stag som fästs i bjälklag och utfackningsvägg för att få en vertikal vägg (se föregående figur 2.1). Dessa stag är för att öka stabiliteten under byggtiden innan ovanpåliggande bjälklag gjuts. Utfackningsväggarna skruvas dessutom fast i bjälklagen och närliggande väggar. När gjutningen härdar demonteras stagen.

Montage av utfackningsväggar kan generellt ske på tre olika sätt:

TRADITIONELL MONTERING

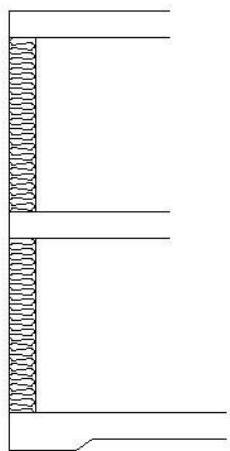
Den första och vanligaste metoden fungerar som så att husstommen i form av skelettsystem av bärande innerväggar och stålpelare uppförs, därefter gjuts bjälklaget. Då bildas luckor i fasaden där väggelementen skall monteras in. Veggarna placeras mellan bjälklagen och fästs sedan fast (se figur 2.2a). Detta sker efter det att huskroppen är upprest för att sedan kompletteras med väggarna.

UTVÄNDIG MONTERING

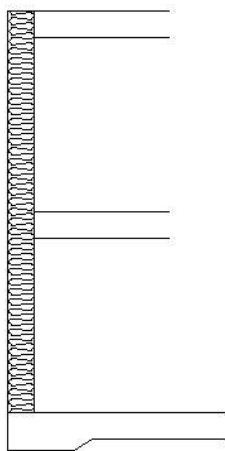
I den andra metoden monteras utfackningsväggarna utanpå bjälklagen (se figur 2.2b). Likaså här är husstommen upprest med bärande innerväggar och stålpelare innan bjälklaget gjuts. Denna metod är mindre vanlig och innebär att utfackningsväggarna blir högre då de täcker fler våningsplan, vilket är otympligare både vid tillverkning och montering. Infästning och montage av väggen sker då huskroppen är färdigbyggd.

MONTERING MED AVSTÄNGARE

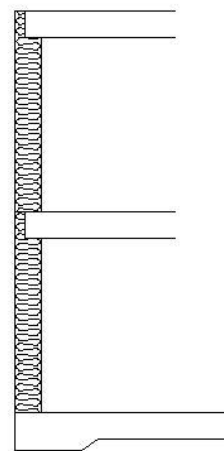
I den tredje metoden monteras en avstängare på utfackningsväggens hammarband vilket innebär att det inte behövs byggas egna avstängare inför gjutning av plattbärlaget (se figur 2.2c). Eftersom avstängarna är förmonterade måste utfackningsväggarna och de bärande innerväggarna vara färdiga för att möjliggöra gjutning av bjälklag.



Figur 2.2a Traditionell montering



Figur 2.2b Utvändigt monterad



Figur 2.2c Monterat med avstängare

Ur en värmeisolerande synpunkt är metoden att montera utfackningsväggen mellan bjälklagen sämre än metoden att montera elementen utanpå bjälklaget, detta eftersom väggelementet som är monterat utanpå våningsplanen täcker en del av bjälklagen vilket minskar uppkomsten av köldbryggor. Att montera utanpåliggande väggar kräver dock större kontroll på ljud- och brandkrav för ett godkänt inomhusklimat. Tredje metoden med avstängare är en kombination av de föregående montagesystemen.

I de flesta fall är det isoleringen som bestämmer dimensionerna på hur stora reglarna skall vara så länge de inte påverkas av någon last. En vanligt förekommande regeldimension i utfackningsväggar är stående 45x170 mm eller 45x195 mm med erforderlig mineralull. För att höja isoleringsvärdet ökas isoleringstjockleken inåt med liggande 45x45 mm regler på de stående reglarna med 45 mm isolering mellan.

Vid tillverkning av utfackningsväggar används olika arbetsmetoder. De är antingen platsbyggda, fältfabriksbyggda eller prefabricerade väggar, vilket kommer att beskrivas mer ingående i efterkommande kapitel. Beroende på byggarbetsplatsens storlek, tillgänglighet och lagringsmöjligheter väljer respektive arbetsplats den metod som är mest lämplig. Tiden och storleken av byggarbetsplatsen har visats sig vara en viktig faktor för att bestämma om prefabricerade väggar eller platsbyggda väggar är lämpligast. Varje projekt varierar också tidsmässigt vilket kräver att utredningar görs om det är lämpligast att välja fältfabrikstillverkade, prefabricerade eller platsbyggda väggar.

Ett exempel på ett tänkbart scenario kan vara om det inte finns tillräckligt med förvaringsutrymme för material, då kan användandet av prefabricerade väggelement utnyttjas istället för platsbyggda element. Ytterligare exempel är ett projekt med uppbyggnad av en huskropp som tar några få månader, där kan det vara bättre med prefabricerade väggar för att slippa etableringskostnader och inläringstider. Vid mindre husbyggnationer är kanske platsbyggda väggar bättre att utnyttja istället för att köpa färdiga element eftersom väggytan är relativt liten.

2.2. MATERIALVAL

Vid tillverkning av regelverk för en utfackningsvägg finns ett bestämt antal material att välja mellan där de två vanligaste materialen är träreglar och plåtreklar. Det kan även förekomma en kombination av dessa. Referensobjekten som utnyttjats i denna rapport har alla använt sig utav varsin metod vilket kommer att redovisas i kapitel 6. Det finns olika faktorer som påverkar vilket metodval som en platschef och entreprenadingsingenjör vill använda sig utav, där de viktigaste faktorerna är fuktproblem, priset på material och tidigare erfarenheter.

Den stora skillnaden mellan trä och plåt när det gäller de fuktrelaterade problemen är att plåtreklarna inte berörs nämnvärt av fukt. Trä däremot kan påverkas av mögel och röta vid uppsugning av väta (se figur 2.3). Vid tillverkning av utfackningsväggar bör starkare maskiner användas vid valet av plåtreklar medan träreglar kan tillverkas med inte fullt så kraftiga batteridrivna maskiner. Det finns kombinationer utav plåt och trä där syll och hammarband består av plåtreklar och de stående reglarna är utav trä. Metoden grundar sig på att syllarna inte skall suga upp någon väta och på så sätt minska fuktproblemen.

Möjligheten att beställa färdigkapade reglar är en metod som fler byggarbetsplatser använder sig utav för att spara tid. Färdigkapat virke kräver endast en begränsad utrustningsmängd i fältfabriken som i sin tur kan ge en mindre upptagningsyta och snabbare tillverkning. Om längderna inte överensstämmer med de verkliga måtten kan hela processen bli försenad. Är reglarna längre än de mått som skall användas så finns det möjlighet att justera detta relativt enkelt jämfört med ifall de är för korta.



Figur 2.3 Här hade det varit bättre med stående plåtreklar.

Olika anledningar till materialval är:

- Risk för fuktskador.
- Tidigare erfarenheter vid tillverkning.
- Priset på materialen.
- Vad som tillåts i budgeten.
- Vad beställaren har för krav.
- Om avstängare skall användas eller inte.

Av de olika byggarbetsplatserna som använt sig av fälthfabriker har undersökningar gjorts om deras materialval. De metoder som används är en regelvägg gjord i en kombination av plåt och trä (Venus) där syll och hammarband är i plåt och stående regler i trä, en regelvägg uppbyggd enbart utav trä (Stapelbädden) och en helt tillverkad i plåt (Svedbergska Tomten). Frågor som ställts till platscheferna på respektive byggarbetsplats har visat att fukten och tidigare erfarenheter varit de viktigaste faktorerna vid valen av material.

2.3. FÖR- OCH NACKDELAR MED UTFACKNINGSVÄGGAR

Utfackningsväggar har fördelen att de är snabba att montera i jämförelse med bärande väggar. Det finns få nackdelar med utfackningsväggar när det kommer till montage och tillverkning, utan största bekymret är att handböcker och tillverkningsanvisningar om väggarna saknas.

Fördelar med utfackningsväggar, icke bärande ytterväggar:

- Bra isoleringsvärde uppnås enkelt i jämförelse med likartade väggar i betong.
- Varierande materialval vad gäller exempelvis regler och fasadskivor.
- Snabbt montage.
- Större bostadsyta tack vare att väggen utnyttjas på ett effektivare sätt och placeras en bit ut i betongstommen (se figur 2.4) (Eriksson, 2003).

Nackdelar med utfackningsväggar, icke bärande ytterväggar:

- Handböcker och beskrivande material saknas.
- Kräver lastupptagande ståpelare som kan försvåra montage.



Figur 2.4 Placering av utfackningsvägg i förhållande till stommen.

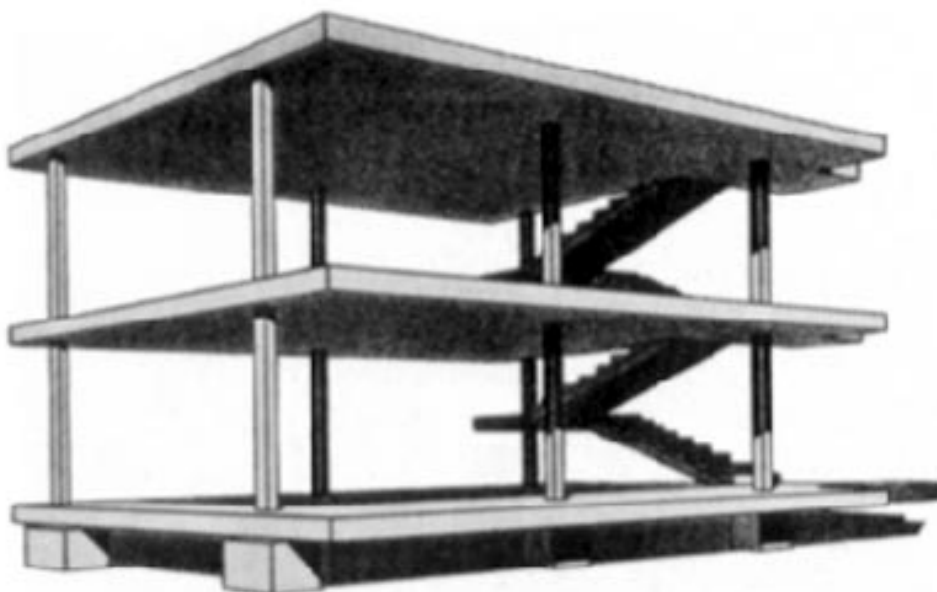
3. LÖSVIRKESPRINCIPEN

En metod att bygga utfackningsväggar är att bygga på den plats, det vill säga, där väggen skall stå. Det kallas med ett annat ord för lösvirkensprincipen. Eftersom väggarna uppförs på plats är möjligheten till sena ändringar stor men det krävs också en stor lagerhantering på plats med hög risk för oanvändbart material eftersom det utsätts för väder och vind.

Lösvirkensprincipen är den vanligast förekommande genom tiden och den längst tillämpade metoden för småskaliga husbyggnationer och har sina rötter från plankhusen. Därefter har utvecklingen till dagens regelstommar uppkommit. Denna stombyggnadsprincip utnyttjar träet på ett mera effektivt sätt och ger ett högre isoleringsvärde än vad som kunde uppnås med oisolerade plankhus.

3.1. TILLVERKNINGSMETOD

Det finns olika metoder att bygga ihop väggars regelverk beroende på hur husets stomsystem är uppbyggt. Alla projekt är i princip uppbyggda som skelettsystem (se figur 3.1), vilket innebär att bärande pelare och lägenhetsavskiljande väggar samt att bjälklag är färdigmonterade för att sedan kompletteras med utfackningsväggar.



Figur 3.1 Huskropp uppbyggd av skelettsystem. <http://demo.sfgb-b.ch> (2007-05-15)

Om det bärande stomsystemet har färdiga bjälklag som i detta fall, finns möjligheten att fästa syll och hammarband i respektive del och sedan komplettera med stående regler (se figur 3.2 och 3.3). En annan metod är då golvbjälklagen är färdiggjutna men inte nästkommande vånings bjälklag. Vid denna situation så monteras syll, hammarband och regler till ett ramverk och reses sedan upp för att fästas i de befintliga väggarna och underliggande bjälklaget.



Figur 3.2 Fästning av sylltätning.



Figur 3.3 Infästning av regel i bärande betongstomme.

Lösvirkesprincipen bör ha gott om utrymme för lagring och hantering av material i närheten av de väggar som byggs. Vid ett sämre logistiskt planerande uppkommer merarbete så som att ta med sig maskinerna och verktygen från varje tillverkad vägg, vilket är ett moment som är tidskrävande. Dessutom, att hämta virket från upplagsplatsen tar tid och det väger mycket eftersom hantverkarna sällan hämtar en regel per omgång utan tre eller mer. Däremot är möjligheterna till sena produktionsändringar stora och kan i stort sett utföras samtidigt som byggnationen pågår vilket är positivt.

3.2. ANVÄNDNINGSSOMRÅDE

Att arbeta med lösvirkessprincipen är ett tidskrävande jobb, därför finns det i dagsläget en möjlighet att utnyttja färdiga element i kombination med lösvirkesskompletteringar för att snabbare få ett tätt hus. Vid ett arbete i Anneberg norr om Kungsbacka uppförs en enplansvilla där egenföretagaren Urban Wallin valt att arbeta med färdiga yttre väggelement och takstolar. Därefter tillkommer kompletteringar enligt lösvirkessprincipen för att erhålla ett tätt hus (se figur 3.4) inom två dygn.

Konceptet kommer från företaget Onsala Villan, ett företag som enbart inriktar sig på att sälja hus med färdiga ytterväggar. Om de hade valt att bygga väggarna på plats helt enligt lösvirkessprincipen så skulle tiden för att få ett tätt hus ökat till cirka två veckor. Risken för materiella skador hade då ökat på grund av att materialet då varit oskyddade från regn och vind en längre tid vilket leder till en längre uttorkningstid.



Figur 3.4 Lösvirkessbyggt hus.

Vid diskussioner med yrkesarbetare har det framkommit att det är medelålders hantverkare som föredrar att arbeta med lösvirkesprincipen framför tillverkning i fältfabrik. De yngre och äldre generationerna är mer positivt inställda till att arbeta med prefab och tillverkning av fältfabriksbyggda element. Troligen ligger grunden till det i den ergonomiskt riktiga arbetshöjden, vilket leder till mindre förslitningsskador, samt det förbättrade arbetsklimat (värme, vindskydd, ljus) som uppnås av fabriksarbete.

3.3. FÖR- OCH NACKDELAR MED LÖSVIRKESPRINCIPEN

Möjligheterna till individuella lösningar, så kallad sen projekteringsmöjlighet, är mycket stor vid utförandet. Nackdelarna med lösvirkesprincipen är att den är mer tidskrävande än att arbeta med prefabricerade väggar. Rent arbetsmiljömässigt leder det till sämre arbetsställningar än vid fabrikstillverkning.

Fördelar med lösvirkesprincip:

- Möjlighet till sen projektering.
- Stora valmöjligheter.
- Färre mellanhänder jämfört med prefabricerade väggar.

Nackdelar med lösvirkesprincip:

- Kräver förvaringsutrymme med risk för förstört material på grund av fukt.
- Tidskrävande vid montage.
- Sämre ergonomisk arbetsställning.

4. PREFABTILLVERKNING

En arbetsmetod som inte kräver någon förvaring på byggarbetsplatsen och inbjuder till snabb montering är utnyttjandet av prefabricerade väggelement. Tillverkningen sker i en fabrik som är avsedd och konstruerad för att tillverka prefabricerade element, vilket medför att förutsättningarna är de bästa. Med traverser i taket (se figur 4.1) kan väggar vridas och vändas för att enkelt kunna montera på både fasader och invändiga skivor. Att använda sig utav prefab hör till de dyrare alternativen i jämförelse med att tillverka på plats eller i fälthabrik. Dock kan det finnas en viss trygghet i att använda sig utav prefab då hela tillverkningen sker under kontrollerade former inomhus. Därmed krävs en relativt liten platsledning på byggarbetsplatsen med hänsyn till förvaring av element. Prefabricerade väggar kan beskrivas som förtillverkning av väggelement.

Vid prefabfabriker sker arbetsmomenten inomhus där varje moment utförs på olika stationer. Arbetsmomenten för tillverkning av väggar sker runt arbetsbord där tillgängliga maskiner och material finns enkelt att tillgå. Den vanligaste metoden är att tillverka hela väggen på det enskilda monteringsbordet, dock finns möjlighet att utnyttja en "line"-princip vilket förklaras mer ingående senare i kapitlet.



Figur 4.1 Travers uppsatt på balkar i tak.

4.1. FRÅN BESTÄLLNING TILL PRODUKTION

Tillverkning av väggar och montering av tillhörande fönster och dörrar i en prefabfabrik sker på tillverkningsbord i en ergonomiskt riktig höjd, vilket leder till att arbetet blir mindre slitsamt för hantverkarna. Processen startar med att beställaren lägger in ett önskemål hos tillverkaren om allt ifrån väggjocklek till placering av fönster och dörrar. Kaplistor skickas ut, den kapansvarige beräknar hur mycket virke som kommer att behövas plockas från det befintliga lagret och kapar sedan reglarna i rätt längder (se figur 4.2) för att sedan transporteras vidare dessa till tillverkning. Under tiden har ritningar skickats ut till hantverkarna som när virket kommer vet hur väggarna skall byggas upp. Regelstommen läggs ut och spikas ihop med tryckluftspistol och kompletteras sedan med beklädnad i form av en vindskena. Tillverkningen utav elementen sker antingen på ett bord eller vid en så kallad "line".



Figur 4.2 Kapning av virke.

4.1.1. MONTERING - BORDSTILLVERKNING

Vid tillverkning av element vid ett bord sker alla moment på ett och samma ställe (se figur 4.3). Vid varje bord finns en möjlighet att montera en traditionell yttervägg med alla dess komponenter såsom; gips, diffusionsspärr, regelverk, isolering, vindskena, luftspalt och fasad. Utöver detta tillkommer dörrar och fönster. Detta kräver att materialet skall finnas i direkt närhet till monteringsbordet. Det är därför viktigt att placeringen av materialförvaring är noggrant planerad och anpassad för maximal effektivitet. En fördelaktig metod kan vara att samla materialupplaget mellan två bord för att få så liten upptagen yta som möjligt för respektive material. Detta eftersom endast en upplagsplats per material är nödvändig.

Tillverkningen startar med att regelverket bestående av hammarband, syll och reglar i trä spikas ihop utefter ritningens beskrivning. Då detta är färdigmonterat förborras hål i hammarbandet och regeln för att sedan stroppas för lyft av väggen (se figur 4.4). Därefter spikas vindskiva på plats för att sedan kompletteras med en luftspalt innan fasaden spikas på. Med hjälp av en travers vänds väggen så att fasaden ligger underst. Sedan monteras fönster och dörrar fast medans traversen håller väggen på stadig höjd. Väggen läggs därefter ner och isoleringen läggs sedan på plats innan diffusionsspärren läggs ut och häftas fast. Det sista som skruvas fast är gipsen innan väggen ställs vertikalt för montage av fönsterbleck och fönsterkarmar innan fönstren drevas. Därefter flyttas väggen med traversens hjälp till ett förvaringsställ innan nästa vägg påbörjas.



Figur 4.3 Monteringsbord.



Figur 4.4 Stroppar för lyft av vägg.

4.1.2. MONTERING – ”LINE”-TILLVERKNING

”Line”-tillverkningen kan jämföras med löpandebandprincipen där en rad av monteringsbord bildar flera stationer. Vid varje station sker ett enskilt moment utav elementtillverkningen. Vid exempelvis första bordet sker monteringen utav regler och när detta är klart transporteras väggramen vidare till nästa bord där montering av gips och plast sker. Sedan utvecklas detta till att isolering och fasad kan monteras vid efterkommande bord.

Genom att använda ”line”-tillverkning kan produktionen effektiviseras, till skillnad från bordstillverkning, eftersom mängden maskiner och material då kan minimeras. För den personen som monterar reglarna behövs då endast en tryckluftsspikpistol och förvaring av regler vid sin station. Samma sak gäller även de andra momenten där maskiner och material förvaras vid respektive station.

4.2. FÖR- OCH NACKDELAR MED PREFABRICERADE VÄGGAR

Vid byggen krävs det att virket har en låg fukthalt innan det byggs in i väggen vilket är möjligt att uppnå i en prefabfabrik. En stor fördel med prefab är att fukthalten i virket är lägre på grund av den torrare luften inne i fabriken. Övriga positiva egenskaper är att det alltid är perfekta förutsättningar avseende klimat, ljus och maskintillgänglighet. Detta innebär också att de flesta arbetsmoment görs i ergonomiskt riktig höjd, samt att alla tänkbara hjälpmedel alltid finns till hands. Vid användningen av prefabricerade element på arbetsplatsen är just-in-time leveranser möjliga och det sänker på så sätt lagerhållningskostnader på byggarbetsplatsen.

Fördelar med prefab:

- Just-in-time leveranser.
- Snabb montering i husstommen.
- Kräver inget förvaringsutrymme.
- Minimering av fukt i regelverken.
- Noggrannhet i produktionen.

Nackdelar med prefab:

- Beroende av transporter och logistik.
- Möjligheten till sena ändringar och justeringar är svårare.

5. FÄLTFABRIK

Fältfabrik, även kallad fältverkstad, är ett slags klimatskal för mobil tillverkning av byggnadselement som utvecklades under 60-, 70- och 80-talet. Uppbyggnaden av en fältfabrik kan ske på olika sätt varvid en ställning eller att bygga i trä är de två vanligaste metoderna. För att underlätta för arbetarna har fältfabriker monteringsbord för montering av väggar för att skapa en mer ergonomisk arbetsställning. Monteringsbordet är försett med hjul för att enkelt skjuvas ut ur fabriken för att sedan lyfta iväg utfackningsväggarna med hjälp av en kran (se figur 5.1). Dessutom finns maskiner såsom tryckluftspistoler och kapsågar tillgängligt vilket ökar effektiviteten i montaget.

De material som behövs såsom gips och reglar förvaras i närheten av fältfabriken, antingen inne i den eller precis utanför ingången. Möjligheterna att förvara virket från regn och vind finns inne i fältfabriken, dock är det begränsat på grund av att tillgänglig yta för förvaring saknas för det mesta. Fördelen med förvaring av material i fältfabrik är att dessa inte behöver täckas med presenningar. Är materialet inne i fabriken har hantverkaren dessutom kortare sträcka att gå för att hämta material vilket ger en effektivare tidsutnyttjande. Skapandet av bättre ergonomi och bättre förvaring av virke gör att risk för fuktproblem minskar, vilket även kan leda till en ekonomisk fördel. Hur effektivt planerad en fältfabrik kan se ut kommer att redovisas i ett senare kapitel.



Figur 5.1 Kranlyft av vägg vid Venus fältfabrik.

5.1. HISTORIK

Det har alltid varit ett problem att hitta ett funktionellt och ett smidigt system för att temporärt täcka materialen på byggarbetsplatser. Konstruktionerna som utnyttjades för att skydda materialen var oftast klumpiga och tunga jämfört med dagens användning av presenningar. Under 60-talet började företag tillverka lättare tältkonstruktionssystem som vindskydd för betongarbete när de arbetade med gjutningar. Användningen av HAKI väderskydd utnyttjades först för betongarbete och murningsarbete samt som armeringsstationer och sågstationer, för att sedan utvecklas till att bli mera använd som en fältfabrik vid tillverkning av elementkomponenter. Utvecklingen av en tältkonstruktion fortsatte in på 70-talets början då ett projekt i Eklanda utvecklades ett väderskydd i syfte att skydda materialen från regn och vind. De utnyttjade färdigkapat virke för tillverkning av väggelementen vilket förbättrade effektiviteten i tillverkningen. Regelverket byggdes med hjälp av lösvirkesprincipen på bottenplattan för att sedan kompletteras med isolering, vindskydd, fönster m.m. (Eriksson, 1995).

Det var först i slutet på 70-talet som tillverkningen av väggelement började byggas på arbetsbord inne i fältfabriken. Ergonomin blev bättre för arbetarna när de kunde tillverka i en vindskyddad miljö inne i fabriken samt att monteringsbordet började användas. Med monteringsbordet uppkom möjligheter att tillverka väggarna fullständigt med vindskydd, isolering, panel och även fönster och dörrar. Elementen transporterades från fabriken och monterades med hjälp av en mobilkran. I slutet av 80-talet började företaget HAKI tillverka enkla lösningar till täta fältfabriker med hjälp av ställningar i justerbara storlekar (Eriksson, 1995).

5.2. FÄLTFABRIKENS UPPBYGGNAD

”En fältverkstad kan vara allt ifrån en arbetsplats bestående av ett arbetsbord på två bockar, till en arbetsplats för ett flertal personer som utför olika arbetsmoment” (Eriksson, 1995). En fältfabrik kan ha olika storlekar beroende på vilken byggarbetsplats och användningsområden den är tänkt för. Som nämnts tidigare användes det först som väderskydd vid betongarbete men den används även till armeringsstationer, rör- och elarbeten och sågstationer för att förbättra arbetsklimatet för arbetarna.

En fältfabrik kan uppföras med olika tekniker och material vilket gör att valmöjligheterna av vilken metod som kan utnyttjas när etableringen sker varierar. I referensobjekten som nämns i kommande kapitel visas vilket val de olika projekten valt för sin etablering av fältfabrik. Det finns två tillverkningssätt att välja på där ena är att bygga i trä och den andra är att montera i stålställning. Faktorer som kan vara avgörande för användandet av de olika konstruktionerna bestämmer ifall fabriken skall vara i trä eller stål är ifall den är tänkt att återanvända på ett senare bygge. En stålställning kostar pengar per dag i hyra medan en i trä kostar för materialet som använts.

När etablering av en fältfabrik sker är det viktigt att i ett tidigt planeringsstadium få utrymme för denna i APD-planen. En APD-plan är en arbetsplatsdispositionsplan där transporter, förvaringsutrymme, kranarea och andra viktiga aspekter över byggarbetsplatsen ges, för att enklare kunna disponera ytan på lämpligt sätt. Logistiken runt en fältfabrik är lika så viktig samt hur transportvägar och förvaring av material fungerar. En fältfabrik behöver oftast mer utrymme än bara fabriken i sig eftersom material för väggarna tar utrymme. En annan faktor

som bör beaktas och som tas med i projektkalkylen är etableringskostnaderna för fabriken. Det är dock en kostnad som kan tjänas in på andra områden genom till exempel snabbare tillverkningsprocess och mindre lagerhantering.

5.2.1. FÄLTFABRIK I TRÄ

Variationerna i träanvändandet skiljer sig beroende på hur stort utrymme det finns att uppföra fältfabriken och vilka materiella tillgångar som finns att utnyttja. Att bygga en fältfabrik med den så kallade lösvirkesprincipen där väggarnas vardera sida monteras samman på marken för att sedan resas och fästas tillsammans är ett sätt att göra. Sedan skall takstolarna monteras för att därefter täckas med en presenning av något slag. Takstolarna är oftast förtillverkade men kan med undantag byggas på plats. För att stabilisera fabriken i horisontella riktningar är det effektivt att använda sig utav containrar längs väggarna. Oftast tar det längre tid att bygga en fältstation helt i trä än att hyra in montage av färdiga moduler av en firma. Den träbyggda fältfabriken kan tjänas in på att den kan återanvändas vid ett senare projekt samt att hyresavgiften försvinner.

5.2.2. FÄLTFABRIK I STÅL

Vid hyra av en fältfabrik köps monteringen och etableringen av en underentreprenör som ansvarar för färdigställandet av fabriken. En fältfabrik uppförd med stålställning är relativt enkel att anpassa efter behov och utrymme tack vare dess monterbara komponenter. Då den behöver stabilitet i sidled krävs det att fältfabrikens väggställning är bred (se figur 5.2a och 5.2b). I detta utförande har ställningsstorleken en negativ inverkan och tar onödigt med utrymme jämfört med en i trä blir samma arbetsyta inne i fältfabriken helt fri. En positiv detalj är möjligheten till förvaring av diverse spik och skruv vid väggens långsidor.



Figur 5.2a "Förvaring" av material på HAKI-ställning.



Figur 5.2b Kapsåg framför HAKI-ställning.

5.3. FÖR- OCH NACKDELAR MED FÄLTFABRIK

I det stora hela så är en fältfabrik en investering för ett förbättrat arbetsklimat oavsett utformning. Det finns bättre och sämre alternativ som kommer att behandlas senare i arbetet under kapitel 7.

Fördelar med fältfabrik:

- Ger ett ergonomisk riktigt arbete i jämförelse med lösvirkesprincipen.
- Justeringar kan utföras sent i planeringen.
- God struktur på förvaring av spik, skruv och ritningar.

Nackdelar med fältfabrik:

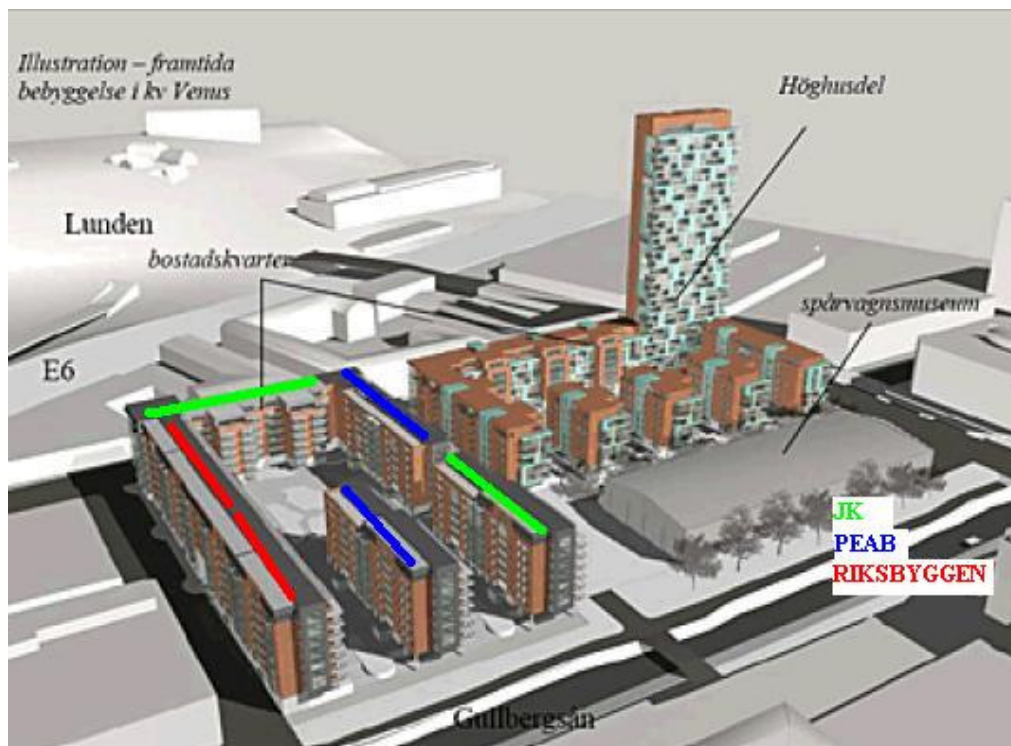
- Kräver utrymme för etablering.
- Vid liten produktion bör en extra beaktning på fältfabrikens lönsamhet göras.

6. REFERENSOBJEKT

I detta examensarbete har tre olika referensobjekt använts som alla använder sig utav utfackningsväggar gjorda med olika materialval så som trästomme eller stålstomme för att kunna göra en uppföljning. Platschef Nanna Carlsson på projekt Venus, platschef Lennarth Johansson på Stapelbädden samt platschef Bertil Winberg på projekt Svedbergska tomten har bistått med information om respektive projekt för vidare efterforskningar. Vidare har diskussioner om lämpliga material och utvecklingsmöjligheter för fältfabrik förts med respektive hantverkare på byggarbetsplatsen för att få professionell inblick i hur momenten fungerar i verkligheten. De tre projekten har olika förutsättningar vad gäller transportvägar, förvaringsutrymme och etablering av kranar. Projekt Svedbergska Tomten har den minsta byggarean, projekt Venus har den mest invecklade logistiken och projekt Stapelbädden har det största byggområdet. Mera ingående information om respektive projekt kommer att redovisas senare i detta kapitel.

6.1. VENUS

Kvarteret Venus är ett projekt som ligger i Norra Gårda mitt i centrala Göteborg och är tänkt att vara färdigbyggt våren 2009. Venus uppförs i närheten av motorvägen och andra stora leder. Det är tre entreprenörer, Peab, JK/AF och Riksbyggen, det byggs cirka 330 bostadsrätter med garage. Första etappen (södra delen) som består av tre huskroppar ligger närmast Gullbergsån och beräknas vara inflyttningsklar till sommaren 2008. Den andra etappen (norra delen) av resterande tre huskroppar beräknas vara klar till våren 2009 (se figur 6.1). Husen är sju till åtta våningar och har en blandning av lägenhetsstorlekar allt från 2 rum och kök till 6 rum och kök. (Välkomstblad, Peab)



Figur 6.1 Projekt Venus, <http://www.m2.nu> (2007-03-25).

Projektet kräver gott samarbete mellan de tre entreprenörerna på området när det gäller logistik eftersom byggnaderna ligger tätt intill varandra och är i olika skeden. Eftersom det är vägar och andra byggarbeten i anslutning till kvarteret Venus så behöver transporten och samarbetet fungera väl. Transporter och samverkan utav byggkranar är noga planerat för att inget skall kollidera med varandra då varje huskropp har varsin egen byggkran. Husen uppförs parallellt med en lite tidsförskjutning för varje etapp vilket resulterar i många aktiviteter på samma plats och minimala förvaringsutrymmen.

6.1.1. PROJEKT VENUS - FÄLTFABRIK

Situationen för Venus fältfabrik i etapp ett är komplex på grund av den minimala ytan som finns att tillgå. Den är uppförd mellan två huskroppar som har två olika entreprenörer, Peab och AF (tidigare namn JK), vilket i detta fall leder till att området bör hägnas in för att avgränsa byggområdet mellan byggföretagen. Eftersom området mellan huskropparna är liten medför detta att fabriken blir smal i förhållande till vad den hade kunnat vara, vilket i sin tur innebär att material som gips och regler förvaras utanför fältfabriken. Måtten på fabriken är 8x12 m och är uppbyggd utav en Haki-ställning med en ljusgenomsläpplig presenning (se figur 6.2). Maskinerna som används vid tillverkning av väggarna är batteridrivna skruvdragare, elektriska vinkelslipar samt en gasdriven och en tryckluftsdreven spikpistol. Dessutom finns en kap- och geringssåg att tillgå inne i fältfabriken.



Figur 6.2 Venus fältfabrik under montering.

6.1.2. PROJEKT VENUS - MATERIALVAL

Till utfackningsväggen används färdigkapade plåtreklar som syll och hammarband där hammarbandet har en isolerande avstängare vilket minskar värmegenomgångskoefficienten för mellanbjälklaget. Väggen består av färdigkapade 45x170 mm träreglar med en utvändig glasrocskiva (se figur 6.3). Glasroc är en utvecklad variant av gipsskiva som är glasfiberarmerad och med glasfiber istället för papp som ytskikt för att kunna motstå väta bättre. Isoleringen är tänkt att appliceras när huset är tätt och när fukthalten blivit tillräckligt låg. Fönster och dörrar monteras innan väggarna är färdigputsade.

För att underlätta isoleringen av mellanbjälklaget använder sig Peab utav en avstängare med 50 mm cellplast (se figur 6.4) som är fastsvetsad direkt på hammarbandet. Detta sparar tid och arbetsställningen förbättras ur ergonomiskt perspektiv. Denna metod medför att bjälklagen måste gjutas efter utfackningsväggarna är monterade. Avstängarnas huvudsakliga uppgift är att fungera som en form för betongen i bjälklaget tillsammans med de underliggande filligranplattorna. Innan plattorna gjuts kompletteras dessa med armering samt förbereds för de bjälklagsgenomgående vvs-rören och elkablarna.



Figur 6.3 Vegg på monteringsbord med syll, stående regler och glasroc.



Figur 6.4 Avstängare.

6.2. STAPELBÄDDEN

Stapelbädden etapp 1 är en del av utvecklingen i Västra Eriksberg på Hisingen i Göteborg där kvarteret är beläget vid hamnen och bockkranen i Eriksberg. Av dem cirka 380 planerade hyresrätterna så består denna etapp utav 121 hyreslägenheter i 6 våningar med garage och förrådsutrymmen under markplan. Lägenheterna planeras vara inflyttningsklara till andra halvåret av 2007 och första halvåret av 2008. Entreprenaden är en delad entreprenad mellan Peab och Tuve bygg, där Peab har hand om stomme och stomkomplettering och Tuve bygg har hand om grunden.

Stommen i huskropparna är av skelettsystem där de lägenhetsskiljande väggarna av prefabricerad betong samt ståpelare är den bärande delen i systemet (se figur 6.5). Stomkompletteringen består utav utfackningsväggar som tillverkas i en fältfabrik. Två stycken byggkranar finns uppställda inom räckhåll för fältfabriken och huskropparna vilken ger en god logistik.



Figur 6.5 Projekt Stapelbädden, www.bostadsbolaget.se (2007-04-26).

6.2.1. PROJEKT STAPELBÄDDEN - FÄLTFABRIK

Fältfabrikens stomme är tillverkad av trä med ett ljusgenomsläppligt vindskydd. Takstolarna och regelverket byggdes upp på fem arbetsdagar utav en hantverkare. I bakre delen av fältfabriken står en mindre container för förvaring av maskiner. Längs ena långsidan finns en kapsåg samt två lufttrycksdrivna spikpistoler. Dessutom står en container längs ena yttre långsidan där en gjerdesåg för kapning av regler finns. Containern i detta fall är till för att stabilisera hela konstruktionen.

Fältfabriken står på en gjuten platta och använder sig utav skenor för utrullning av monteringsbordet (se figur 6.6). De yttre måtten på fabriken är 7x14 m. Då den är byggd i trä finns möjlighet till fortsatt användning av fältfabriken vid nästkommande byggen utom någon egentlig monteringskostnad. Det skulle inte vara fallet med en hyrd fältfabrik med stålställning som måste hyras på nytt.



Figur 6.6 Stapelbäddens fältfabrik.

6.2.2. PROJEKT STAPELBÄDDEN – MATERIALVAL

Då betongstommen och alla stålpelare var monterade innan utfackningsväggarna monterades var risken för fuktproblem mindre än vanligt vilket påverkade valet av material. Syll, hammarband och regler valdes i trä och utvändigt valdes glasrocskivor (se figur 6.7). I detta fall är inte träreglarna färdigkapade vilket gjorde att en gjerdesåg var nödvändig. Ursprungsidén var att processen skulle vara av löpandebandprincipen vilket menas att utfackningsväggarna skulle transporteras direkt från fältfabriken med kranen för att färdigmonteras i ett enda moment. Nu tvingas väggarna emellertid till att förvaras utomhus då tillverkningen går fortare än monteringen.



Figur 6.7 Utfackningsvägg tillverkat av träreglar och glasroc.

6.3. SVEDBERGSKA TOMTEN

I Kungsbacka har Peab en totalentreprenad åt byggherren Aranäs KB. Entreprenaden omfattar nybyggnad av 26 bostadsrätter med tillhörande garage under de båda punkthusen.

Källarvåningen innehåller förråd och teknikutrymmen. Entreprenaden avser en nybyggnad om ca 3950 m² bruttoarea (BTA). Grundläggningen är en pålad bottenplatta av betong med ytterväggar består av utfackningsväggar i plåtreglar, bärande lägenhetsavskiljande väggar i prefabricerad betong, av typen skalväggar, bjälklag är plattbärlag som gjuts på plats.

Ytterväggar utförs som lättkonstruktion med beklädnad av putsbärare och puts, väggar inom lägenheten utförs av plåt och gips. Att utnyttja plåtreglar inne är den vanligaste metoden nu för tiden, detta för att få raka väggar. Byggnadstiden är mellan 2006-10-01 till 2008-02-01.

6.3.1. PROJEKT SVEDBERGSKA TOMTEN - FÄLTFABRIK

Fältfabriken på Svedbergiska tomten är egenhändigt byggd med 45x95 reglar till väggstomme med plywoodskivor som väggskivor och prefabricerade takstolar med en icke ljusgenomsläpplig presenning som tak. Den har en storlek på 8x5 meter. Ena långsidan utgörs av en 6 meter lång container och med en 2 meter lång komplementskiva. Takstolarna är köpta färdigtillverkade och är tänkt att användas vid senare byggarbetsplatser.

Konstruktionen i sig är väldigt mörk och kräver en installation av ljuskällor för att det ska bli ett behagligt arbetsklimat. Marken där etableringen skett består utav grus vilket leder till att monteringsbordet, som står på hjul, kräver skenor som det kan rullas ut på (se figur 6.8). Själva bordet är mindre än väggarna som tillverkas för att underlätta montering av syll och hammarband. På grund av deras val av material till reglarna använder de sig av sladdrivna maskiner i fältfabriken med tanke på att de är kraftigare än en liknande batteridrivna.



Figur 6.8 Svedbergiska tomtens skena för monteringsbordet.

6.3.2. PROJEKT SVEDBERGSKA TOMTEN - MATERIALVAL

Utfackningsväggarna som används har en regelstomme bestående av enbart plåt (se figur 6.9). Dessutom används färdiga avstängare för snabbare gjutning av bjälklag. Anledningen till att endast plåtreglar valdes var för att undvika fuktproblem, vilket är en större risk vid valet av träreglar. Utvändigt används mineritskivor som vindsydd innan komplettering av cellplast och puts sker i slutfasen av fasaden. Valet av mineritskivor gjordes för att denna var mer beständig mot fukt tillskillnad från den traditionella utegipsen, även kallad GNU. Isoleringen och monteringen av dörrar och fönster sker först då huset blivit tätt.



Figur 6.9 Utfackningsvägg av plåtreglar.

7. UTREDNING AV FÄLTFABRIK

Efter besök på olika fältfabriker runtom i Göteborg och Kungsbacka har platschefer, arbetsledare och hantverkare gett sina synpunkter om hur en fältfabrik skulle kunna utvecklas för att bli effektivare samt vad som varit bra med den nuvarande fältfabriken. I detta kapitel kommer fältfabrikernas utförande redovisas och analyseras. Förbättringar och en rekommenderad arbetsyta för de olika momenten i en fältfabrik kommer att belysas. Olika maskiner som kan utnyttjas och hur en fältfabrik skall etableras redovisas även i detta kapitel.

7.1. ATT TÄNKA PÅ INNAN ETABLERING

Genom diskussioner med arbetsledning och hantverkare har förslag på etablering tagits fram för att underlätta projekteringen.

- Valet av hjul på monteringsbordet bör dimensioneras något högre än den beräknade tyngden då de annars kan deformeras.
- Bordet skall dimensioneras för den längsta väggen för att undvika ombyggnation eller förlängning.
- Tältduken skall vid överlappning läggas med god marginal för att undvika läckage vid kraftigt regn.
- Vid val av stålställning kommer snedstag att inkräkta på hantverkarnas arbetsyta.
- Container (med skjutdörrar på sidan) kan användas som vägg för att öka stabiliteten och dessutom ge en nära förvaring av maskiner.
- Vilka maskiner som kan behövas: gas-, lufttrycks-, el- eller batteridrivna.
- Valet av stommaterial med avseende på bredd och stabilitet bör beaktas. Vilket blir det billigaste alternativet om arbetsinsats vid etablering räknas med?
- Vad skall fältfabriken rymma för sorts olika arbetsmoment?
- Minimimått kontra utrymme. Kortsiktigt eller långsiktigt tänkande. Vilket leder till bäst förtjänst om arbetsprestationen blir lägre vid minimalt utrymme?
- Vid tillverkningen av monteringsbordet bör materialet vara så lätt som möjligt för att underlätta vid utrullning.
- Tältdukens ljusgenomtränglighet, är solljuset tillräckligt eller kommer eldrivna ljuskällor att behövas?
- Materialvalet för fältfabrikens väggar: tältduk i genomskinlig plast, presenning eller, för bättre stabilitet, plywood (trästomme).

7.2. EFFEKTIVISERING AV FÄLTFABRIK

Som nämnts i arbetet har de olika referensobjekten haft olika metoder för att etablera sina respektive fältfabriker. Genom att visa hur fältfabriken ser ut för tillfället och hur de kan förbättras för framtida projekt kommer analyser göras. Det är generellt svårt att räkna upp vad som skall förbättras vid en fältfabrik i och med att förutsättningarna varierar för varje projekt. Allt är beroende på hur stort byggarbetsplatsen är, hur länge tillverkningen av väggarna är planerade att hålla på, vad det finns för utrymme för att etablera en fältfabrik.

Det är viktigt att trä och gips förvaras torrt, likaså skall monteringsbordet skyddas från väta för att upprätthålla dess släta yta. För att få plats med förvaring i fabriken krävs oftast en bredare spännvidd där material då blir lättillgängligt.

Valet av maskiner som används i fältfabriken är stora, därför måste en bedömning av vad som är lämpligast och mest lätthanterligt för varje enskilt projekt göras. För montering av regler använd spikpistoler där det är lämpligt med en maskin per hantverkare, det vill säga två spikpistoler för en fältfabrik. När det gäller gipsmontage räcker det med en gipspistol för fältfabriken. En skruvdragare per person är nödvändig då flera av momenten kräver liknande maskin.

I fältfabriken används olika varianter av spikpistoler och skruvdragare:

- Gasdrivna maskiner som är funktionella då de är starka och inte har några elkablar som hänger i vägen, däremot utsätts hantverkarna för den fräna lukten vilken i längden kan orsaka huvudvärk och trötthet.
- Elektriskt drivna maskinerna som uppfyller sitt ändamål väl vid arbete med motståndskraftiga material. Största problemet med dessa är att elkablar ligger överallt vilket kan bidra till snubbelolyckor.
- Tryckluftsdrevna maskiner bör ha en sladdvinda uppsatt i taket för att undvika sladdragningar vid golvet. Fördelen med tryckluft ligger i att det finns en mängd olika varianter av maskiner som är lätta att byta efter behov (se figur 7.1) och att den klarar att arbeta i tungjobbade material. Nackdelen ligger i att en kompressor alltid skall finnas i arbetsplatsens närhet.
- Batteridrivna maskiner fungerar bra, dock klarar de inte av stora motstånd då urladdning sker snabbt. Extrabatteri i närheten krävs då urladdning kan ske flera gånger dagligen. Denna maskin är den smidigaste av de ovan nämnda då dess lätthet och smidighet gör den enkel att arbeta med.

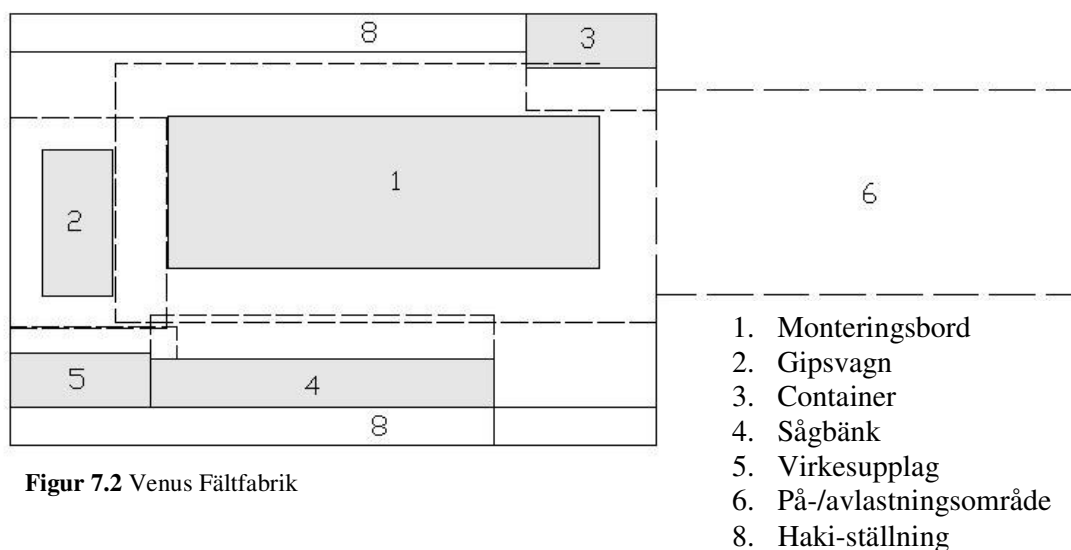


Figur 7.1 Tryckluftsdrivna spik- och häftpistoler

7.2.1. UTVÄRDERING AV VENUS FÄLTFABRIK

Under arbetets gång har observationer på Venus fältfabrik (se figur 7.2) ägt rum som lett till tankegångar om möjliga förbättringar. Brister i hakiflexdukens vattenresistans har varit tydliga tillfällen regn har fallit i stora mängder på kort tid. Speciellt då vattenansamlingar bildas och duken ger efter för det tryck som bildas mot den. Detta leder till att vatten tränger igenom och en läcka är ett faktum. För att förhindra denna företeelse bör duken vara tjockare eller i flera lager. Resistansen blir då bättre och duken kan stå emot vattenansamlingar samt att solljus fortfarande kan tränga igenom och ge en fortsatt god arbetsmiljö.

Platsen för virke och glasroc inuti fältfabriken är strategiskt placerad långt in för att det inte skall vara i vägen då väggar skall lyftas bort från monteringsbordet. Detta innebär att nytt material kan lastas in under tiden en vägg lyfts bort av kranen, vilket i sin tur bidrar till att effektiviteten inte drabbas under tillverkning och att två moment kan utföras samtidigt.



Figur 7.2 Venus Fältfabrik

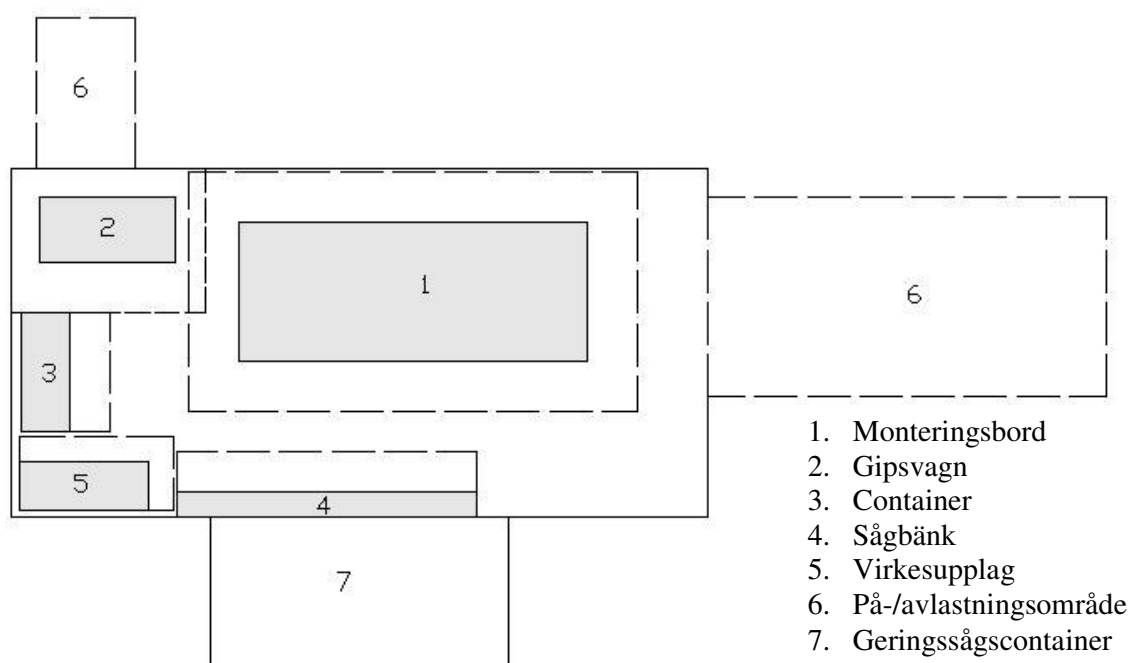
En hypotetisk lösning skulle kunna vara att bland annat utveckla fabriken genom att tillverka den i trä. Detta för att utnyttja det fria utrymmet bättre i fabriken. Genom att Haki-ställningen (punkt 8) minskas och ytterväggarna byggs i trä erhålls cirka 1 m ökad bredd till bättre placering av maskiner. Alternativt kan träväggar ge en förminskning av fabriken.

Med tanke på fältfabriken står mellan två huskroppar befinner sig denna över dräneringsdikt, vilket medförde att en vattensamling uppstod vid ett kraftigt regn. Då det inte fanns en färdig brunn för avledning av vatten fick ett hål borraras genom bjälklaget ner i garaget.

7.2.2. UTVÄRDERING AV STAPELBÄDDENS FÄLTFABRIK

Stapelbäddens fältfabrik (se figur 7.3) etablerades på en stor och plan yta av betong. Tack vare den rymliga ytan valdes en stor fältfabrik med plats för byggmaterial inuti. Den sidoöppning för materialintag som finns är fördelaktig då monteringsbordet inte behöver skjutas ut samtidigt som nytt material skall in. Fuktproblemen minskar då förvaringen av material inne i fältfabriken sker på vagnar, vilket ger ett bättre skydd än under en presenning. Detta beroende på att bockarna som materialet står på inte suger upp fukt underifrån medan en tvärliggande regel för fukten vidare uppåt genom kapillär uppsugning.

Hakiflexdukens ljusgenomsläpplighet ger ett bra arbetsljus för hantverkarna. Här har även en räls för monteringsbordet monterats trots att betongytan är så pass jämn att det inte behövs för att vagnen ska kunna gå fritt.



Figur 7.3 Stapelbäddens fältfabrik

Fältfabriken var uppbyggd på en jämn betongplatta vilket gör att skenan som användes för att skjuta ut bordet ur fabriken var onödig. Hjulen var dessutom så små att de hakade fast sig i spåret. Lösningen hade varit bättre om skenorna tagits bort helt samt att hjulen till monteringsbordet blivit större.

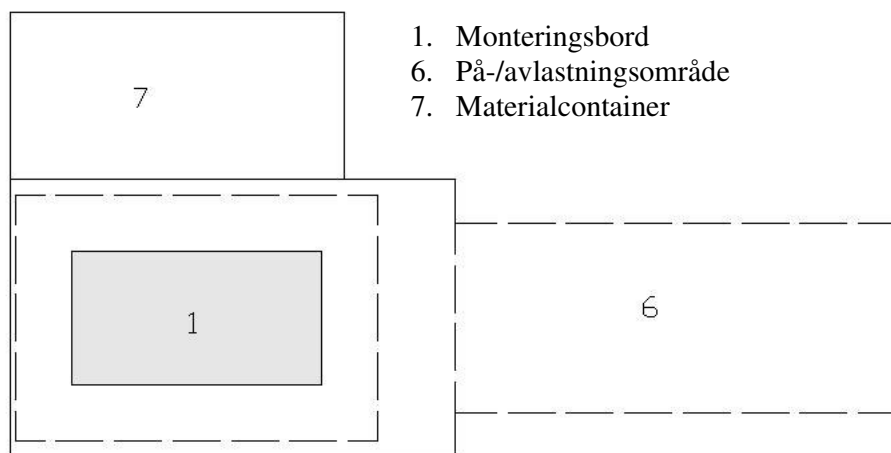
Området kring det mindre på-/avlastningsområdet skulle kunna planeras bättre då annat material förvaras i vägen och förhindrar den tilltänkta funktionen av tillförsel utav regler och glasroc. På grund av det står virket och glasrocen utanför fabriken, vilket medför större risk för fuktproblem.

Storleken är väl tilltagen på fabriken vilket inte medför några problem på arbetsplatsen. Dock så kunde den tillverkats mindre för att spara material.

7.2.3. UTVÄRDERING AV SVEDBERGSKA TOMTENS FÄLTFABRIK

Svedbergska tomtens fältfabrik (se figur 7.4) har som enda uppgift att vara ett vind- och regnskydd under tillverkningen. Begränsat utrymme har lett till att fabriken inte kan vara varken bredare eller speciellt mycket längre vilket heller inte har varit nödvändigt. Därför förvaras materialen utanför fabriken.

Då regelstommen består av plåt och skivan av glasroc så behöver inte en mängd olika verktyg och maskiner användas. Detta för att plåthereglarna är färdigkapade och måttanpassade. Allting tillverkas med eldrivna maskiner där uttag finns uppsatta i takstolarna. På detta sätt blir arbetsmiljön bättre då inga sladdar ligger i vägen för monteringsbordets hjul, vilket också medför att snubbelrisken är låg.



Figur 7.4 Svedbergska tomtens fältfabrik

Den gröna presenningen som användes till tak gjorde att fältfabriken fick en trång känsla av instängdhet. Därför var även ljuskällor installerade för att förbättra arbetsmiljön. Hade en ljusgenomsläpplig plastduk använts skulle den extra ljuskällan inte behövas samt att arbetsklimatet skulle vara gynnsammare.

Containern som utnyttjades som förvaring av material och stabilisering av fältfabriken borde ha haft en skjutdörr med öppning riktad in mot fabriken. Detta skulle underlätta tillgången på maskiner och material.

7.3 FÄLTFABRIKSANALYS

Den fälthfabrik som har haft bäst utformning för sitt ändamål av de tre referensobjektens olika fälthfabriker är Svedbergska tomtens. Dess uppbyggnad kännetecknas av enkelhet och fungerar sin ringa storlek till trots helt exceptionellt. Då de endast använder sig utav plåtreklar vid tillverkningen behöver de inte ha någon annan maskinell utrustning än elektriska skruvdragare och vinkelslip vid tillverkningen utav utfackningsväggarna. Plåtreklarna kommer i färdigkapade längder och är bara att montera ihop, vilket är ett effektivt sätt att spara tid. Även förvaringen av själva materialet blir enklare då plåtreklarna inte är lika benägna som träreglar vad det gäller att ta upp fukt. Men därmed inte sagt att enbart plåtreklar som skall användas vid tillverkning utav utfackningsväggar.

Det går att kombinera ett smidigt format på fälthfabrik och samtidigt använda sig utav träreglar i tillverkningen. Ett bra alternativ är då att använda sig utav färdigkapade regler så att inte den stora och otympliga gjerdesågen behövs utan det räcker med en mindre kap- och geringssåg.

8. ENHETSTIDER

”Enhetstid, det vill säga tidsåtgången för en viss mängd vid en viss arbetsmetod. Det är också enhetstider man räknar med när man planerar och bereder” (Byggförbundet, 1971). Oftast gäller det hur mycket som produceras på vilken tid. Den enhetstiden som kommer att beskrivas i beräkningarna nedan är antal m^2 /timme och person (i arbetet kommer timme skrivas h). Ett arbetslag på två hantverkare beräknas enligt Peab till 1,8, vilket innebär att 20 % av kapaciteten finns att tillgå till andra moment.

De flesta beräkningar som utförs för att räkna ut hur lång tid ett arbete pågår grundar sig på Nybyggnadslistan. Nybyggnadslistan är baserat på lösvirkesbyggda moment och är därför inte lika pålitligt vid utnyttjandet av fälthabricsbyggda väggar och prefabricerade väggar. Nedan kommer beräkningar och studier utförda på Venus fälthabrik presenteras. Meningen är att få fram enhetstider vid tillverkning som skall motsvara fälthabricsens produktion i jämförelse med lösvirkesprincipen.

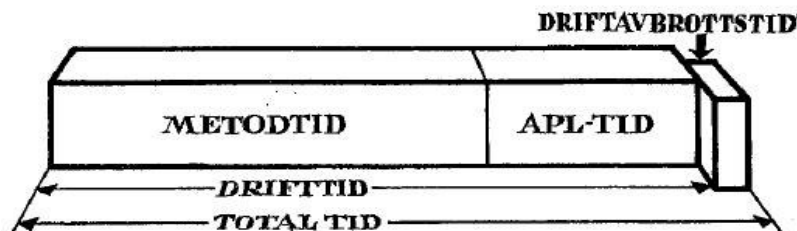
8.1. TIDSBEGREPP

För att få ett mått på en kapacitet används enheter per dagar, timme eller minuter. Dessutom skall tiden anges om det gäller för personer, maskiner eller arbetslag.

- Persontid är den totala tiden det tar för antalet medverkande personer att utföra ett visst arbetsmoment.
- Lagtid är den tid det tar för ett lag bestående av personer och maskiner att utföra ett arbete.
- Maskintid är den totala tiden som maskinen varit i bruk vid ett visst moment. Kräver maskinen kontinuerligt att en förare är närvarande räknas denna med i maskintiden.

Dessutom anges tiden och även enhetstiden ur effektivitetssynpunkt som till exempel metoddid, APL-tid, drifttid, driftavbrottstid och totaltid (se figur 8.1). Dessa tider används vid förtydligande av enhetstider. Enhetstid = $1/\text{Kapaciteten}$

- Metoddid är den totala tid det tar för arbetsrelaterade moment att färdigställas.
- Arbetsplattstillskottstid (APL-tid) är mindre störningar och avbrott i produktionen som inte varar längre än en timme.
- Drifttid avser tiden det tar att utföra momentet inklusive APL-tid.
- Driftavbrottstid är längre driftavbrott som varar under längre tid en timme.
- Totaltid innefattar samtliga moment från början till färdig produkt med tillhörande avbrott och driftstörningar.



Figur 8.1 Tidsbegrepp, (Byggförbundet 1971)

8.2. ENHETSTIDER FÖR LÖSVIRKEPRINCIPEN

Enhetstiderna (enligt tabell 8.1) i denna rapport grundar sig från Nybyggnadslista 1999. Det som behandlas i rapporten är utfackningsväggar gjorda med träregelstomme, stålstomme och en kombination av båda med en glasrocskiva som vindskydd.

- **I tiderna ingår om annat ej angivs**
 - a) Uppsättning av stolpverk, inkl erforderliga bearbetningar, passningar, urtag, underlägg, kortlingar m.m.
 - b) Inläggning av remsor av mineralull, fiberduk o dyl. mellan regler och stomme och mellan tätstående regler.
 - c) Fastsättning med spik, stålspek eller med hjälp av bultpistol.
- I montering ingår i förekommande fall utläggning av syllar, syllisolering, fastsättning av styrlister, hammarband, regler och takbräda vid blockskarv etc. till färdigmonterad vägg.

Tabell 8.1 Utvalda delar med driftenhetstider ur Nybyggnadslista 1999.

Aktivitet	Enhet	Tid (h)
Bärande väggar av trä – c-avstånd över 0,45 t.o.m. 0,60 m	m ²	0.16
Tillägg för utfackningsväggar	m ²	0.05
Tillägg för tvärsnittyta över 66 cm ²	m ²	0.04
Gipsskiva på vägg utvändig	m ²	0.11
Ytterväggselement av trä – kranmontering	st	0.33
Ytterväggselement av trä, över plan 1 – kranmontering	st	0.55
Tillägg per m ² (kranmontering)	m ²	0.05
Ytterväggmontering av trä – manuell montering	st	0.17
Tillägg per m ² (manuell montering)	m ²	0.09
För vägghöjd över 3.25 m tilläggs per påbörjad meter (utgår för hela väggytan)	m ²	0.03

BERÄKNINGSEXEMPEL

En utfackningsvägg med måtten 4 x 2,6 m skall tillverkas och monteras på plats i ett flerbostadshus. Väggen består utav stående regler med dimensionerna 45x170, centrumavstånd 600 och utvändig gips. Med värden tagna ur Nybyggnadslist 1999 fås totala tillverkningstiderna. Då utfackningsväggar räknas som bärande väggar av trä erhålls tillverkningstiden 0,16 h/m² vägg, för montering av syll, hammarband och regler, vid centrumavstånd 600. Vid tvärsnittyta över 66 cm² på reglarna (45 x 170 = 76,5 cm²) erhålls ett tillägg på 0,04 h/m². För den utvändiga gipsen ges tiden 0,11h/m². Ställs de givna värdena upp fås:

Antal m ² vägg:	$4,0 \times 2,6 = 10,4 \text{ m}^2$ (bruttoarea)
Tillverkning vägg:	$0,16 \times 10,4 = 1,664 \text{ h}$
Tillägg för utfackningsvägg:	$0,05 \times 10,4 = 0,52 \text{ h}$
Tillägg för tvärsnittyta över 66 cm ² :	$0,04 \times 10,4 = 0,416 \text{ h}$
Montering utvändig gips:	$0,11 \times 10,4 = 1,144 \text{ h}$
Summa timmar:	$= 3,744 \text{ h}$ (för hela väggen)
Driftenhetstid:	$3,744/10,4 = 0,36 \text{ h/m}^2$

8.3. ENHETSTIDER I VENUS FÄLTFABRIK

För att få fram en fungerande enhetstid så har en tidtagningsstudie för olika moment gjorts. Dock har mätningar över en längre tid varit en begränsning i detta arbete vilket gör att sammanställningar av producerade väggar i jämförelse med tiden nu kommer att vara varierande beroende på olika faktorer.

En vanlig arbetsdag varar åtta timmar men med tanke på att det kan innehålla fler än ett moment för hantverkarna såsom montering, diskussioner m.m. utnyttjas inte alla åtta timmar på att endast tillverka väggar. Med hjälp av ett arbetstidschema beräknas enhetstiderna fram. Från kalkyler och gamla erfarenheter har Peabs platsledningen beräknat driftenhetstiden för att tillverka väggarna till $0,28 \text{ h/m}^2$ och person.

Det kalkylerade driftenhetstiden för att tillverka väggarna var $0,28 \text{ h/m}^2$ för en person. Detta ger oss att varje person förväntas producera $1/0,28 = 3,57 \text{ m}^2/\text{h}$

Uträkningarna för de formler som följer är i det första byggskedet, vilket leder till att en inlärningsstid där faktorer som frågeställningar, förberedelser och inlärn timer tar upp en del av produktionstiden. I produktionen av väggarna arbetar en hantverkare och en lärling (skolelev) vilket gör att antal personer som tillverkar väggarna sätts till 1,5 personer (baseras på arbetsledaren Tony Karlssons erfarenheter kring lärlingars kunnighet och snabbhet). Detta leder till att närmevärdet kommer att sättas till 1,5 personer istället för 1 person.

Med en hantverkare och en lärling blir den beräknade lagtiden $= 3,57 \times 1,5 = 5,36 \text{ m}^2/\text{h}$. Dessa värden kommer att användas i beräkningarna som kommer.

8.3.1. PROJEKT VENUS - PLAN 1, DEL 1

Med hjälp av Peabs granskningshandling, där utläsningar av mått på ritningar görs, beräknas ett mått på väggarna till:

Total längd på väggar = 64,84 m

Höjd på väggar = 2,6 m

Vilket ger oss en total area av väggar = $64,84 \times 2,6 = 168,58 \text{ m}^2$ (bruttoarea)

Tillverkningen för elementen tog sex dagar med en total arbetstid på 48 timmar, detta är då för de 1,5 personer som vi räknar med. Driftenhetstiden för att tillverka väggarna blir:

Driftenhetstid för plan 1, del 1 = $(48 \times 1,5)/168,58 = 0,43 \text{ h/m}^2$.

Kalkylerad driftenhetstid = $0,28 \text{ h/m}^2$.

ANALYS - PLAN 1, DEL 1

Det kalkylerade värdet och verkliga värdet stämmer inte överens vilket inte är helt överraskande med tanke på de faktorer som spelat in under första delen av byggtiden. Beräkningar har genomförts under de första sex arbetsdagarna. Arbetsmomentstiderna var inte korrekt ifyllda för de separata arbetsmomenten utan var förda som en klumpsumma av hela arbetstiden för montage och tillverkning. Den korrekta arbetsmomenttiden fylldes först i efter några veckor då arbetsledningen behövde en mer noggrann tidtabell. En annan faktor som påverkar den icke korrekta enhetstiden är avsaknaden av den tänkta avstängaren som skulle användas utan den blev försenad och levererades till del 2.

De faktorer som påverkat den uträknade enhetstiden är:

- Frågeställningar om ritningen.
- Arbetsordning vid montage av virke.
- Diskussioner med arbetsledning.
- Hur effektivt två yrkesarbetare jobbar tillsammans, i detta fall en hantverkare och en lärling?
- Osäkra tider för hur länge tillverkningsmomentet pågått.
- Montage

8.3.2. PROJEKT VENUS - PLAN 1, DEL 2

Med hjälp av Peabs granskningshandling, där utläsning av mått på ritningar görs, beräknas ett mått på väggarna till:

Total längd på väggar = 69,95 m

Höjd på väggar = 2,6 m

Vilket ger oss en total area av väggar = $69,95 \times 2,6 = 181,87 \text{ m}^2$ (bruttoarea)

Tillverkningen för elementen tog sju dagar med en total arbetstid på 64,5 timmar, detta är då för de 1,5 personer som vi räknar på. Driftenhetstiden för att tillverka väggarna blir då:

Driftenhetstid för plan 1, del 2 = $(64,5 \times 1,5)/181,87 = 0,53 \text{ h/m}^2$.

Kalkylerad driftenhetstid = $0,28 \text{ h/m}^2$.

ANALYS - PLAN 1, DEL 2

Det kalkylerade värdet och verkliga värdet stämmer inte överens vilket bland annat beror på att nya avstängare har monterats på plats i fältfabriken. Förändringar på monteringsbordet, så som specialbyggda hållare för att stödja avstängarna under väggbyggandet, gjorde att tiden blev längre än det tilltänkta värdet. Beräkningar har genomförts under de sju arbetsdagarna. Arbetsmomentstiderna var inte antecknade på de separata arbetsmomenten utan på hela arbetstiden för montage och tillverkning. Detta medför att resultatet inte blir helt tillförlitligt med anseende på tidberäkningen.

De faktorer som påverkat den uträknade enhetstiden:

- Montage av de nya avstängarna.
- Andra arbetsmoment som montage och utslagning linjer tillkommit.
- Läckage av vatten in i fältstationen.
- Osäkra tider för hur länge tillverkningsmomentet pågått.
- 1,5 hantverkare

8.3.3. ENHETSTID FÖR VÄGGTYP 3:5

Efter att ha gjort beräkningar från två etapper på plan 1 märktes det att enhetstiderna var svåra att räkna ut på ett korrekt sätt eftersom arbetsmomenttider saknades. Därför har det i denna del beräknats enhetstid på tillverkningen utav en specifik vägg. Tidtagning har utförts på de moment som skett för att sedan sammanställa till mindre moment i tabellen nedan (se tabell 8.2). Denna vägg är den längsta som kommer att produceras och är 8,28m lång samt innehåller tre fönster vilket gör att den är rätt så komplex att tillverka (se bilaga I). Persontiden som tagits fram har erhållits genom att ta tid på hur länge varje moment tog för de två hantverkarna att montera ihop väggen. Persontiderna för de olika momenten blev:

Tabell 8.2 Metodenhetstider väggtyp 3:5.

Moment	Tid	Beskrivning
Syll och hammarband	5 min	Hämtning, utläggning, justering och vinkelslipning
Regling	153 min	Montering, kapning och skruvning
Gipsning	74 min	Mätning, tillskärning och spikning
Plastning	23,5 min	Fästa plast över fönster- och dörruttag, kapning av regler för fästning av plast
Övrigt	23 min	Arbetsknutna diskussioner och arbeten
Total tid	278,5 min	

Effektiv tillvekningsstid = 278,5 minuter => 4,64 timmar

Väggens längd = 8,28 m

Väggen höjd = 2,6 m

Total area = 8,28 x 2,6 = 21,45 m² (bruttoarea)

För att få en verklig driftenhetstid behövs persontiden att tillverka väggen ändras från 278,5 minuter (4,64 h) till 328,5 minuter (5,48 h) där 50 minuter är diskussioner och övriga händelser. Detta leder till att enhetstiderna för tillverkningen blir:

Metodenhetstiden för väggtyp 3:5 = 4,64/21,45 = 0,22 h/m².

Driftenhetstiden för väggtyp 3:5 = 5,48/21,45 = 0,26 h/m².

Kalkylerad driftenhetstid för en hantverkare = 0,28 h/m².

ANALYS - VÄGGTYP 3:5

Den kalkylerade driftenhetstiden stämmer bättre överens med det verkliga värdet i jämförelse med de beräkningar som genomfördes etappvis. Enhetstiderna i ovanstående beräkning gäller endast tiden då tillverkningen skedde. Tiderna från start av produktionen till dess att sista momentet utfördes är längre än den effektiva arbetstiden är för tillverkningen.

8.3.4. ENHETSTID FÖR VÄGGTYP 3:10 OCH 3:11

Enhetstiden baseras på tillverkningen av två väggar där en hantverkare ensam arbetat med tillverkningen. Väggarna är 1,79 m respektive 2,59 m långa med ett fönster och en dörr totalt (se bilaga II och III). Persontiderna som erhållits gäller hur lång tid det tog för en hantverkare där sammanställningarna finns i tabellen nedan (se tabell 8.3). Metodenhetstiderna för de olika momenten blev:

Tabell 8.3 Metodenhetstider väggtyp 3:10 och 3:11.

Moment	Tid	Beskrivning
Syll och hammarband	7 min	Hämtning, utläggning, justering och vinkelslipning
Regling	46 min	Montering, kapning och skruvning
Gipsning	23 min	Mätning, tillskärning och spikning
Plastning	9 min	Fästa plast över fönster- och dörruttag, kapning av reglar för fästning av plast
Övrigt	20 min	Arbetsknutna diskussioner och arbeten
Total tid	105 min	

Effektiv tillverkningstid = 105 minuter => 1,75 timmar

Väggens längd = 4,38 m

Väggen höjd = 2,6 m

Total area = $4,38 \times 2,6 = 11,39 \text{ m}^2$ (bruttoarea)

För att få en verklig driftenhetstid behöver tiden att tillverka väggen på ändras från 105 minuter (1,75 h) till 205 minuter (3,42 h) där 100 minuter är diskussioner och övriga händelser. I detta moment krånglade både tryckluftspistolen och den gasdrivna pistolen, vilket gjorde att en felsökning gjordes som tog 25 minuter innan beslut togs att använda hammaren. Detta leder till att enhetstiderna för tillverkningen blir:

Metodenhetstiden för väggtyp 3:10 och 3:11 = $1,75/11,39 = 0,15 \text{ h/m}^2$.

Driftenhetstiden för väggtyp 3:10 och 3:11 = $3,42/11,39 = 0,30 \text{ h/m}^2$.

Kalkylerad driftenhetstid för en hantverkare = $0,28 \text{ h/m}^2$.

ANALYS - VÄGGTYP 3:10 OCH 3:11

Den kalkylerade driftenhetstiden stämmer bättre överens med det verkliga värdet i jämförelse med de beräkningar som genomfördes etappvis. Enhetstiderna i ovanstående beräkning gäller endast tiden då tillverkningen skedde. Tiderna från start av produktionen till dess att sista momentet utfördes är längre än den effektiva arbetstiden är för tillverkningen.

8.3.5. ENHETSTID FÖR VÄGGTYP 4:1

Väggtyp 4:1 är en vägg som monteras i ett ytterhörn på bostadshuset. Väggen har längden 3,45 m med uttag för ett panoramafönster vilket innebär att det finns få hela reglar som går från syll till hammarband (se bilaga IV). Då det var två hantverkare som arbetade med väggen har persontiderna fått räknas om till att stämma överens med ifall det bara hade varit en hantverkare (se tabell 8.4). Persontiderna för de olika momenten blev:

Tabell 8.4 Metodenhetstider väggtyp 4:1

Moment	Tid	Beskrivning
Syll och hammarband	3 min	<i>Hämtning, utläggning, justering och vinkelslipning</i>
Regling	58 min	<i>Montering, kapning och skruvning</i>
Gipsning	17 min	<i>Mätning, tillskärning och spikning</i>
Plastning	9 min	<i>Fästa plast över fönster- och dörruttag, kapning av reglar för fästning av plast</i>
Övrigt	5 min	<i>Arbetsknytna diskussioner och arbeten</i>
Total tid	92 min	

Effektiv tillverkningstid = 92 minuter => 1,53 timmar

Väggens längd = 3,45 m

Väggen höjd = 2,6 m

Total area = 3,45 x 2,6 = 8,97 m² (bruttoarea)

För att få en verklig driftenhetstid behöver tiden att tillverka väggen på ändras från 92 minuter (1,53 h) till 108 minuter (1,8 h) där 16 minuter är diskussioner och övriga händelser. Detta leder till att enhetstiderna för tillverkningen blir:

Metodenhetstiden för väggtyp 4:1 = 1,53/8,97 = 0,17 h/m².

Driftenhetstiden för väggtyp 4:1 = 1,8/8,97 = 0,20 h/m².

Kalkylerad driftenhetstid för en hantverkare = 0,28 h/m².

ANALYS – VÄGGTYP 4:1

En vägg i dess enklaste form är utan uttag för varken fönster eller dörrar, där endast montering av reglar på syll och hammarband samt glasrocskivor erfordras. Sett ur tillverkningstid/m² är det den effektivaste väggtypen att tillverka eftersom inget merarbete krävs. Väggtyp 4:1 är en vägg tvärtemot detta, då det har ett panoramafönster som kräver att de flesta reglarna kortas. Detta till trots har enhetstiderna lyckats hållas nere vilket är ett bevis på fälthabrikens goda funktionalitet. Sedan har även mallar monterats på monteringsbordet för att slippa använda sig av tidsödande kryssmätningar under tillverkningens gång för att mäta in väggens vinkel.

8.4. SAMMANSTÄLLNING AV ENHETSTIDER

Genom summering av observationerna i ovanstående avsnitt har ett medelvärde uträknats. Då metodenhetstiderna skall bli så exakta som möjligt så har inte avsnitten från plan 1, del 1 och del 2 tagits med i beräkningarna. Detta på grund av att de mätningarna inte är lika exakta och skulle då ge en missvisande bild. Medelvärdet leder fram till den slutgiltiga metodenhetstiden för de olika momenten i en fältfabrik. Antagen driftenhetstid för projekt Venus var satt till $0,28 \text{ h/m}^2$. Målet var att få till ett trovärdigt resultat som ska spegla verkligheten för fältfabriken. Värdena som presenteras nedan (se tabell 8.5 och diagram 8.1) är grundade på effektivt arbete, det vill säga den persontid det tar med arbetsrelaterade tillverkningsarbeten. Men möten, diskussioner och annan förspild tid förekommer lika mycket oavsett om utfackningsväggarna byggs i fältfabrik eller genom lösvirkesprincipen.

Den kanske största vinsten som företag ändå gör på att använda sig av fältfabrik är den förbättrade ergonomin. Allt arbete sker i höjder mellan 0,8 m till 1,5 m vilket leder till friskare hantverkare i längden med mindre förslitningsskador som följd. Det innebär att sjukskrivningar kommer att minska längre fram i tiden, vilket både företag och medarbetare tjänar på.

Tabell 8.5 Hopräknade enhetstider för slutgiltigt resultat i fältfabriken.

		3:5	3:10, 3:11	4:1	Totalt	Enhetstid (h/m ²)
		21,45 m ²	11,39 m ²	8,97 m ²	41,81 m ²	41,81 m ²
Syll och hammarband	(min)	5	7	3	15	
	(h/m ²)	0,004	0,010	0,006		0,006
Regling	(min)	153	46	58	257	
	(h/m ²)	0,119	0,067	0,108		0,102
Gipsning	(min)	74	23	17	114	
	(h/m ²)	0,057	0,034	0,032		0,045
Plastning	(min)	23,5	9	9	41,5	
	(h/m ²)	0,018	0,013	0,017		0,017
Övriga förberedelser (arbetsrelaterat)	(min)	23	20	5	48	
	(h/m ²)	0,018	0,029	0,009		0,019
Produktionstörningar (gäller endast drift)	(min)	50	100	16	166	
	(h/m ²)	0,039	0,146	0,030		0,066
Summa (metodenhetstid)	(min)	278,5	105	92	475,5	
	(h)	4,64	1,75	1,53	7,92	
	(h/m ²)	0,22	0,15	0,17		
Tid att tillverka 41,81 m² med metodenhetstiden: 7,92 timmar ->						0,189
Summa (driftenhetstid)	(min)	328,5	205	108	666,5	
	(h)	5,48	3,42	1,80	11,11	
	(h/m ²)	0,26	0,30	0,20		
Tid att tillverka 41,81 m² med driftenhetstiden: 11,11 timmar ->						0,266

8.5 LÖNSAMHETSBERÄKNING

Lönsamheten som framkommer i diagrammet nedan visar vilket antal m² vägg som behöver byggas för att fältfabriken ska bli ett lönsamt alternativ. Vid fältfabriksbyggda väggar tillkommer moment som montering av väggelementen med kran vilket innebär ett tidspålägg jämfört med platsbyggda väggar. I diagram 8.1 och 8.2 utläses att fältfabriken har en högre startkostnad som beror på etablering och avetablering samt fasta priser för maskiner. Priset på materialkostnader för monteringsbord och upplagsbord för kap & geringssåg är inte medräknat. Detta innebär att den kostnaden tillkommer för fältfabrikens totalkostnad dock inte i den lösvirkesbyggda kostnaden. I den här jämförelsen antas att båda metoderna använder sig utav färdigkapat material.

Fältfabrikskostnader:

- Etablering => 34600 kr (*fast kostnad*)
- Hyra fältfabrik inklusive moms => $(4830 + 25 \% \text{ moms})/30 = 201,25$ kr (*per dag*)
- Lönekostnad => $295 \times 8 = 2360$ kr (*per dag*)
- Tillverkad m² vägg (metodenhetstid) => $(1/0,189) \times 8 = 42,3$ m²/arbetsdag
- Tillverkad m² vägg (driftenhetstid) => $(1/0,266) \times 8 = 30,1$ m²/arbetsdag

Fältfabriks kostnad (metodenhetstid) = Etablering + hyra per dag + lönekostnad per dag =>
 => $34600 + (201,25/42,3) \times Y + (2360/42,3) \times Y$ =>
 => $34600 + 60,55 \times Y$

Fältfabriks kostnad (driftenhetstid) = Etablering + hyra per dag + lönekostnad per dag =>
 => $34600 + (201,25/30,1) \times Y + (2360/30,1) \times Y$ =>
 => $34600 + 85,09 \times Y$

Där Y är antal m² tillverkad vägg

Lösvirkeskostnader:

- Maskinkostnad => 3000 kr (*fast kostnad*)
- Kostnad kap- och geringssåg => 25,20 kr (*per dag*)
- Lönekostnad => $295 \times 8 = 2360$ kr (*per dag*)
- Tillverkad m² vägg (driftenhetstid) => $(1/0,5) \times 8 = 16$ m²/arbetsdag

Lösvirkes kostnad (driftenhetstid) = Maskinkostnad + hyra maskiner per dag + lönekostnad per dag =>
 => $3000 + (25,20/16) \times Y + (2360/16) \times Y$ =>
 => $3000 + 149,08 \times Y$

Där Y är antal m² tillverkad vägg

Ekvationen går ut på att ta reda på antal m² vägg där fältfabrik - lösvirke = 0. Detta ger då ett värde på Y som visar när fältfabrik blir lönsammare i metodenhetstid och driftenhetstid. Beaktning bör tas att driftenhetstiderna är effektiv arbetstid och att det inte stämmer överens med verkligheten då de inte arbetar åtta timmar i sträck med tillverkning.

Metodenhetstid: Fältfabrik – Lösvirke = 0 =>
 => $(34600 + 60,55 \times Y) - (3000 + 149,08 \times Y) = 0$ =>
 => $31600 = 88,53 \times Y$ =>
 => $Y = 31600/88,53 = 356,9 \text{ m}^2$ vägg

Driftenhetstid: Fältfabrik – Lösvirke = 0 =>
 => $(34600 + 85,09 \times Y) - (3000 + 149,08 \times Y) = 0$ =>
 => $31600 = 63,99 \times Y$ =>
 => $Y = 31600/63,99 = 493,8 \text{ m}^2$ vägg

Detta betyder att det behövs 357 m^2 tillverkade väggar för att det skall löna sig med att etablera en fältfabrik när beräkningen enbart görs med metodenhetstiderna. Däremot om driftenhetstiderna utnyttjas fås ett värde på 494 m^2 .

Tiden för hela byggnationen beräknas vilket medför att det tar cirka 8,4 dagar ($356,9/42,3 = 8,4$) att tillverka 357 m^2 med metodenhetstiden, däremot tar det cirka 16,4 dagar ($493,8/30,1 = 16,4$) att tillverka 494 m^2 med driftenhetstiden. Frågan är om det är värt att etablera en fältstation för 9 dagars respektive 17 dagars tillverkning?

Med de formler som angivits har diagrammet utformats för att ge en enklare insyn hur kostnaderna ändras med antal m^2 vägg.

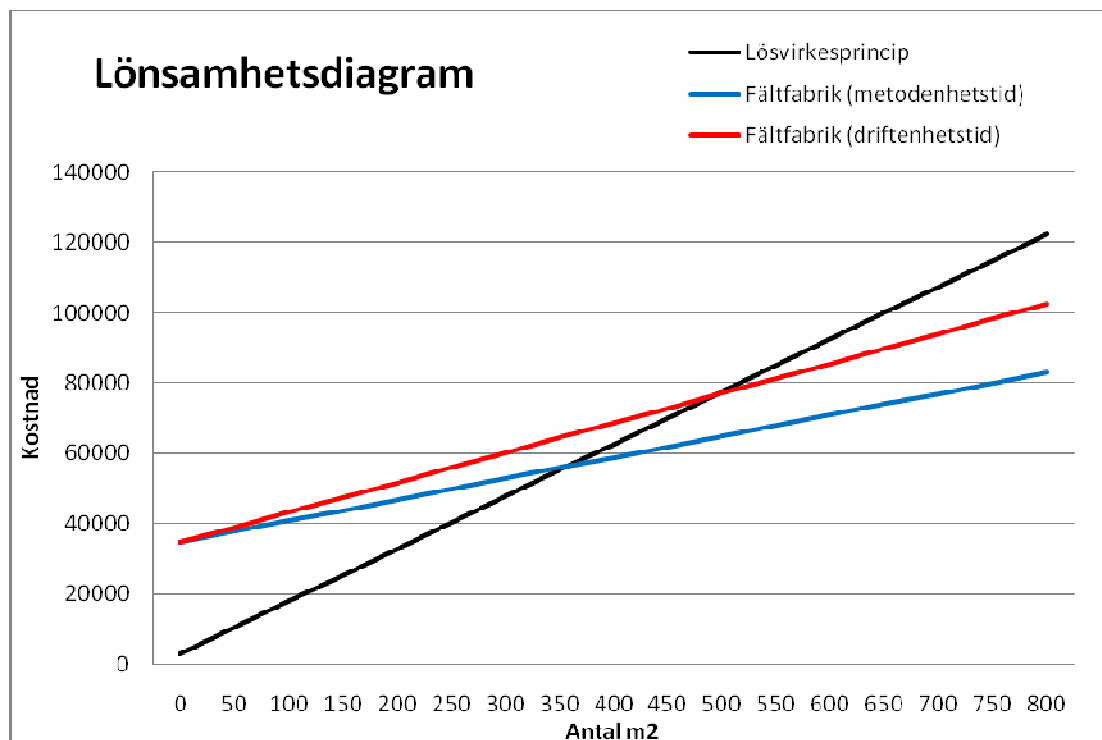


Diagram 8.1 Lönsamhetsdiagram.

Teori och praktik överensstämmer inte med verkligheten samt att varje projekt har olika förutsättningar. För att få en säkerhetsmarginal på metodenhetstiderna och driftenhetstiderna har ett tidsspann på $\pm 5\%$ gjorts.

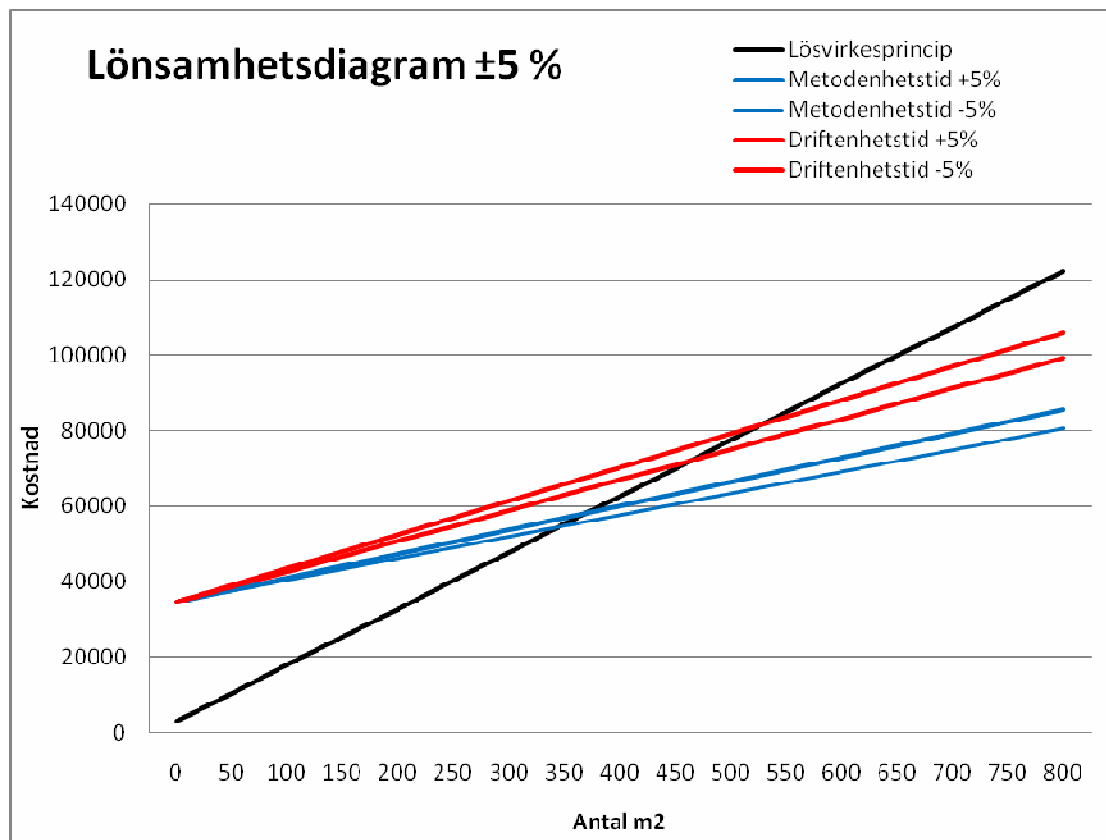


Diagram 8.2 Lönsamhetsdiagram med 5 % felmarginal åt båda håll.

- Fältfabriken har en högre startkostnad men både metodenhetstiden på $0,189 \text{ h/m}^2$ och driftenhetstiden på $0,266 \text{ h/m}^2$ gör att kostnaderna i ett långsiktigt perspektiv hålls nere i jämförelse med lösvirkesprincipen.
- Lösvirkesprincipen har på grund av lägre tillverkningshastighet ($0,5 \text{ h/m}^2$) en kraftigare ökning av kostnaderna.

9. RESULTAT

I detta kapitel presenteras de samlade resultat och slutsatser som erhållits under arbetets gång.

9.1 SAMMANSTÄLLNING AV ENHETSTIDER

Det samlade resultatet för enhetstiderna som presenteras nedan är de siffror som tagits fram genom tidtagning vid tillverkning i fältfabrik.

Syll och hammarband	-	0,006 h/m ²
Regling	-	0,102 h/m ²
Gipsning	-	0,045 h/m ²
Plastning	-	0,017 h/m ²
Övriga förberedelser	-	0,019 h/m ²
Produktionsstörningar	-	0,066 h/m ² (gäller endast driftenhetstider)
Metodenhetstiden	-	0,189 h/m ²
Driftenhetstiden	-	0,266 h/m ²

9.2 RESULTAT AV LÖNSAMHETSBERÄKNINGAR

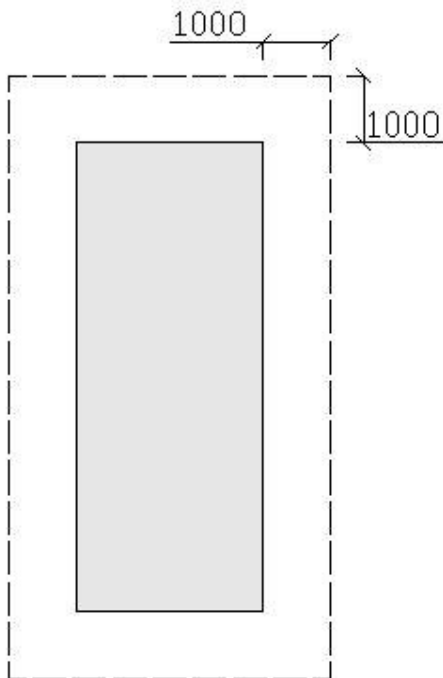
Det antal m² utfackningsvägg som behöver tillverkas för att en fältfabrik ska bli mer lönsam än lösvirkesprincipen.

Metodenhetstid: Fältfabrik – Lösvirke = 0 => 356,9 m² ±5 %

Driftenhetstid: Fältfabrik – Lösvirke = 0 => 493,8 m² ±5 %

9.3 FÖRSLAG TILL ARBETSYTA I EN FÄLTFABRIK

Studier och frågeställningar om upplägg och planlösningar på respektive byggarbetsplats har lett till denna sammanställning. Här redovisas vad som är rekommenderade arbetsytor efter egna motiveringar. Generellt sett vill hantverkare ha så stora ytor som möjligt för att underlätta arbetet medan ledningen vill ha så komprimerat som möjligt. I nedanstående figurer visas olika arbetsytor och materialupplag som kan effektivisera fältfabriken.

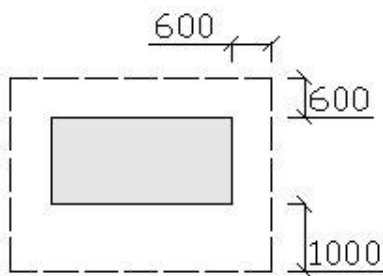


1. Monteringsbord

Mått: Varierad storlek beroende på största väggens höjd och längd.

Arbetsyta: 1000 mm runt bordet för rekommenderad arbetsutförande.

Rekommendation: Ja, monteringsbordet är nödvändigt oavsett väggens uppbyggnad. Hjulen bör vara dimensionerade att klara av tyngden av väggen och bordet. Vid etablering direkt på ojämn mark krävs ett par skenor som monteringsbordet kan rullas ut på.

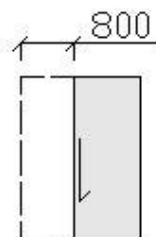


2. Gipsvagn

Mått: Rekommenderat 900/1200 x 2400 mm.

Arbetsyta: 1000 mm framför för rekommenderat arbetsutförande och 600 mm runt vagnen.

Rekommendation: Ej nödvändig, men bra för att undvika fuktskador.

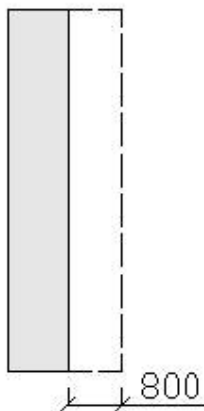


3. Materialcontainer

Mått: 1000 x 2400 mm.

Arbetsyta: 800 mm för passage (skjutdörrar).

Rekommendation: Ej nödvändig, kan lika gärna stå utvändigt. Stabiliseringseffekt uppnås vid placering dikt an fälthabriken.

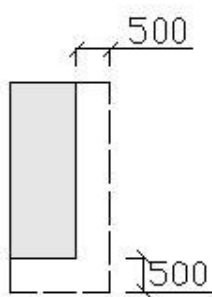


4. Sågbänk

Mått: Djup 900 mm (maskindjup), längd beroende på reglarna.

Arbetsyta: 800 mm framför för rekommenderad arbetsutförande.

Rekommendation: Ja, vid användning av träreglar.



5. Virkesupplag

Mått: Beroende på reglarnas längd och bredd.

Arbetsyta: 500 mm framför och vid sidan av upplag för rekommenderat arbetsutförande.

Rekommendation: Ej nödvändig, men bra för att undvika fuktskador.

9.4 KOMMENTARER

Från de undersökningar som genomförts har resultat erhållits. Detta kommenteras i nedanstående punkter.

- Genom noggranna mätningar har fälthfabriken visat sig vara mer effektiv vid en större produktion av utfackningsväggar. Dock skall produktionstiden beaktas om det är värt att uppföra fälthfabriken.
- Lönsamheten erhålls genom jämförelser av fälthfabrik gentemot lösvirkesprincipen. I ekvationen som utförts har alla fasta och rörliga kostnader tagits i beaktning för att få fram det antal m^2 som erfordras.
- En optimal lösning för uppbyggnaden av en fälthfabrik skall vara möjlig genom den lathund som framtagits. Att tänka på är vilka arbetsmoment som egentligen behövs för att bygga väggen samt storleken som finns att tillgå för etableringen.

10. REFERENSER

Referenserna erhålls främst från de tre arbetsplatserna i Peabs regi genom intervjuer och studiebesök. De litteraturkällor som används hänvisas i arbetet.

10.1. LITTERATUR

- Johannesson C.M. (1992) *Träbyggnadshandboken*. (3. Upplaga), ISBN 91-85576-22-0
- Eriksson Bengt (1995) *Utveckling av fältverkstäder* FoU-Väst Rapport 9501, Byggmästareföreningen Väst
- Eriksson Per-Erik (2003) *Wood components in steel and concrete buildings – In-fill exterior wall panels*, Nordic Industrial Fund project 02077
- Byggförbundet (1971) *Planering och beredning*

10.2. MUNTliga KÄLLOR

- Svensson Stefan *Entreprenaderingen Venus* Peab Sverige AB
- Carlsson Nanna *Platschef Venus* Peab Sverige AB
- Karlsson Tony *Arbetsledare Venus* Peab Sverige AB
- Berntsson Niklas *Arbetsledare Venus* Peab Sverige AB
- Andersson Beng-Åke *Arbetsledare Venus* Peab Sverige AB
- *Hantverkare projekt Venus* Peab Sverige AB
- Johansson Lennarth *Platschef Stapelbädden* Peab Sverige AB
- Paterson Daniel *Arbetsledare Stapelbädden* Peab Sverige AB
- *Hantverkare projekt Stapelbädden* Peab Sverige AB
- Winberg Bertil *Platschef Svedbergsska tomten* Peab Sverige AB

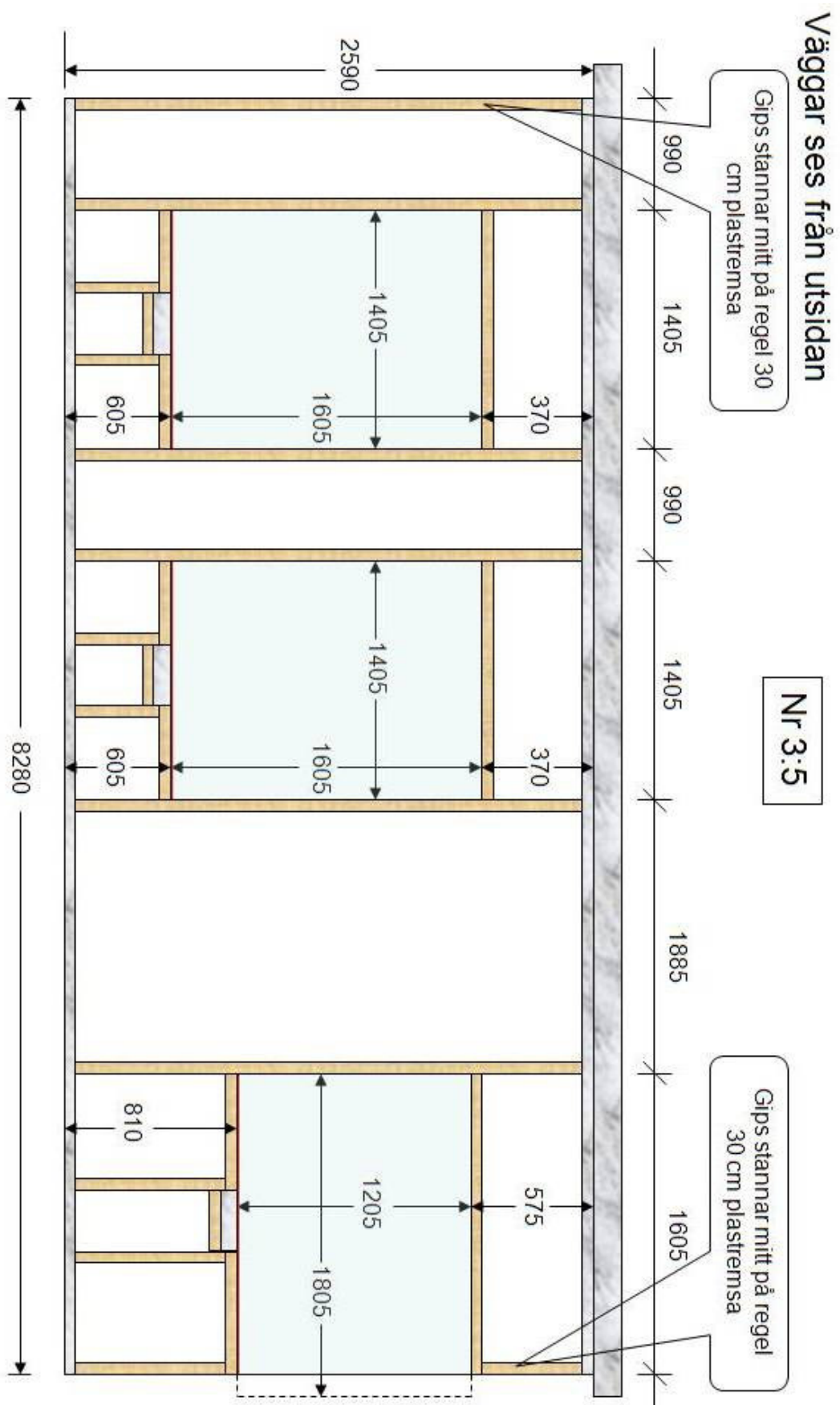
10.3 BILDKÄLLOR

- <http://www.m2.nu/peab/pdf/kartor.pdf> (2007-04-03)
- <http://www.bostadsbolaget.se/stapelbadden/dagbok.html> (2007-04-20)
- <http://demo.sfgb-b.ch/TG/20erJahre/Galerie/Bilder/Corbu/1914Skelettsystem1914.jpg> (2007-05-15)
- Byggförbundet (1971) *Planering och beredning*, sidan 29

10.4 INFORMATIONSLAD

- Välkommen till BRF Spårvagnen kvarter Venus, Göteborg (Peab)

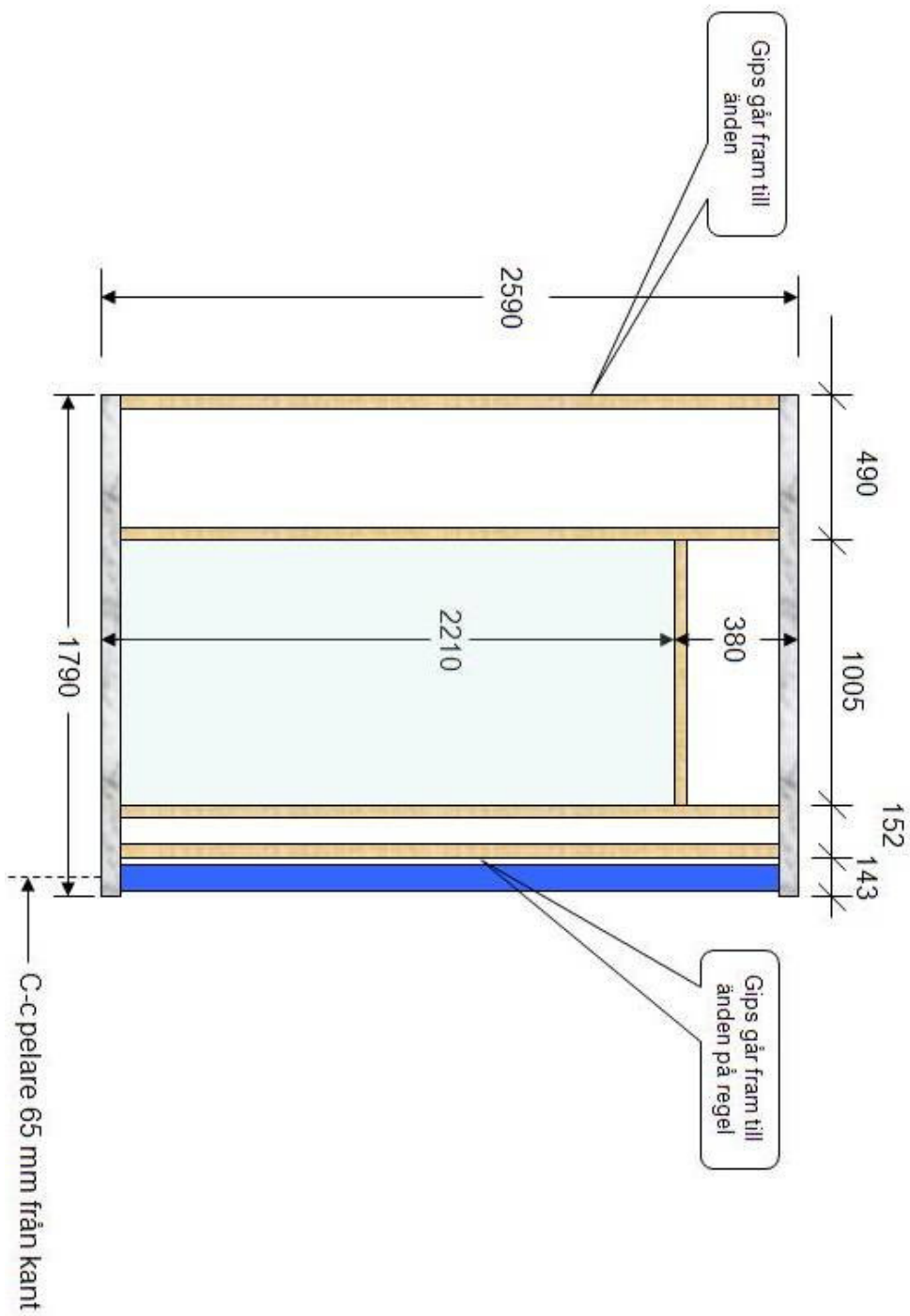
BILAGA I



BILAGA II

Väggar ses från utsidan

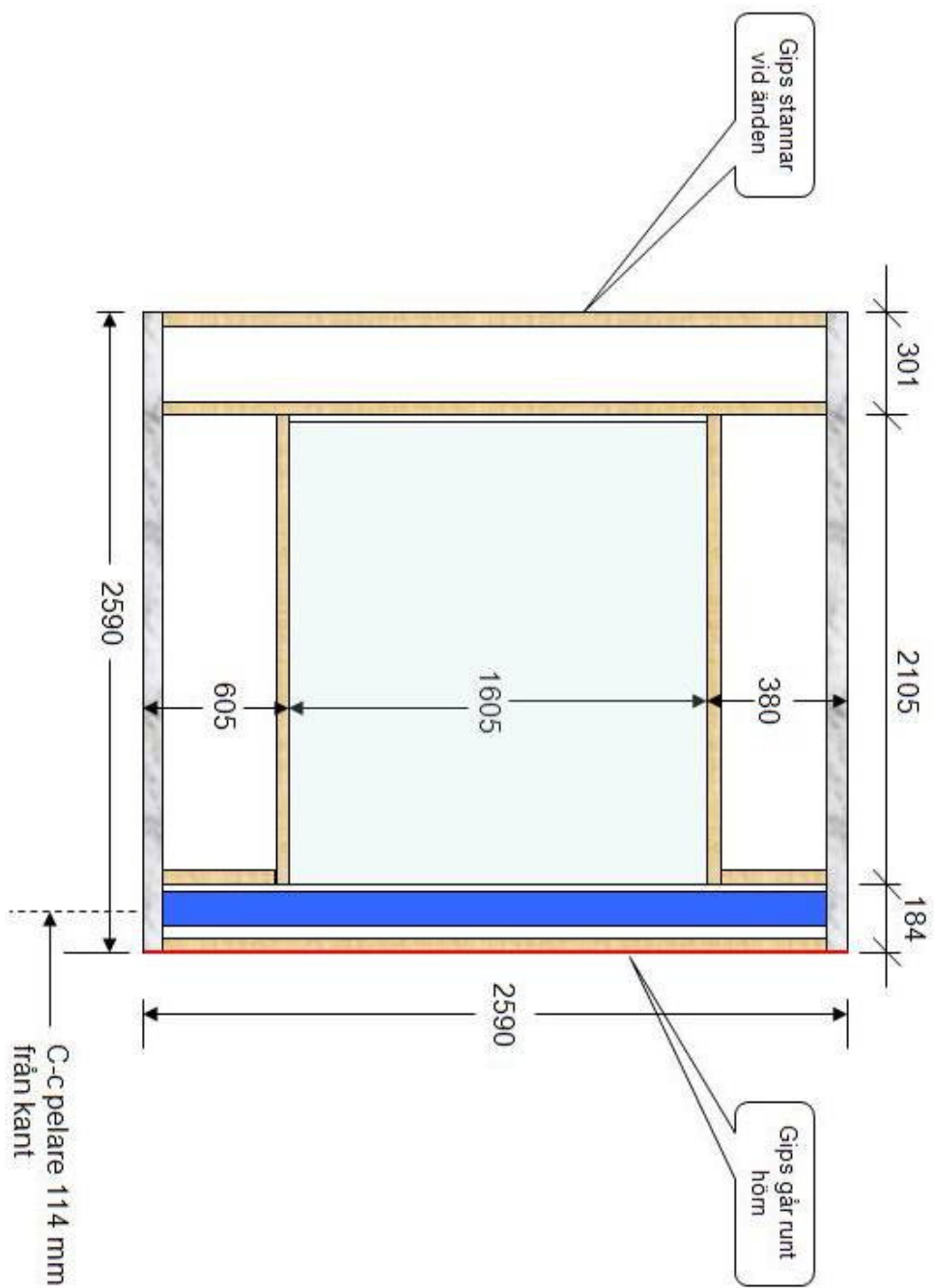
Nr 3:10



BILAGA III

Väggar ses från utsidan

Nr 3:11



BILAGA IV

Väggar ses från utsidan

Nr 4:1

