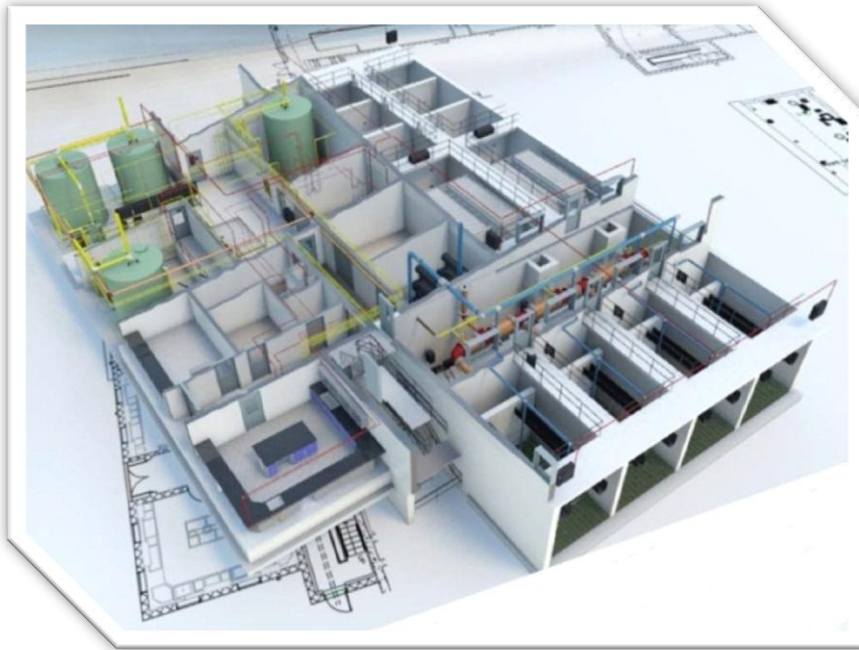


CHALMERS



Jämförelse mellan traditionell mängdavgivning, mängdavgivning med BIM och det verkliga utfallet på arbetsplatsen

*Examensarbete inom kandidatprogrammet
Affärsutveckling och entreprenörskap inom byggsektorn*

AYDA MOAYEDZADEH

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för Construction management
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg 2012
Examensarbete 2012:104

EXAMENSARBETE 2012:104

Jämförelse mellan traditionell mängdavgivning,
mängdavgivning med BIM och det verkliga utfallet på
arbetsplatsen

Examensarbete inom kandidatprogrammet
Affärsutveckling och entreprenörskap inom byggsektorn

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för Construction management
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2012

Jämförelse mellan traditionell mängdavgivning, mängdavgivning med BIM och det verkliga utfallet på arbetsplatsen

*Examensarbete inom kandidatprogrammet
Affärsutveckling och entreprenörskap inom byggsektorn*

© AYDA MOAYEDZADEH, 2012

Examensarbete/Institutionen för bygg- och miljöteknik,
Chalmers tekniska högskola 2012:104

Institutionen för bygg och miljöteknik
Avdelningen för *Construction management*
Chalmers tekniska högskola
412 96 Göteborg
Telefon: 031-772 10 00

Omslag:
Transformation från 2D till BIM
Källa: autodesk.com

Chalmers reproservice
Göteborg 2012

Jämförelse mellan traditionell mängdavgtagning, mängdavgtagning med BIM och det verkliga utfallet på arbetsplatsen

*Examensarbete inom kandidatprogrammet
Affärsutveckling och entreprenörskap inom byggsektorn*

AYDA MOAYEDZADEH

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för Construction management
Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Lansering av Byggnads Informations Modell (BIM) inom byggbranschen har lett till stora förändringar gällande byggprocess och teknologi. NCC är ett av de ledande byggföretagen i Sverige som har tillämpat BIM-konceptet i sina byggprojekt sedan några år tillbaka.

BIM utvecklas snabbt och det sker ändringar inom BIM hela tiden. Byggprojekt har en tidskrävande karaktär och det tar tid att se resultat av vad som har planerats. Det blir det svårt att utvärdera BIM i samma takt som utvecklingen eftersom innan man hinner se resultat av tillämpningen av BIM i ett byggprojekt har nya förbättringar introducerats, med andra ord byggprojekt ligger efter i utvärdering av BIM.

Denna rapport är en pilotstudie som syftar till att jämföra förhållande mellan mängder för betongåtgång hämtad från BIM, anbuds kalkyl och produktions kalkyl mot det verkliga utfallet på arbetsplatsen.

I denna rapport har mycket arbete lagts på att ta fram trovärdiga värden och pålitligt underlag från byggarbetsplatsen som visar det verkliga materialåtgången. Semistrukturerade intervjuer har använts för att visa hur olika kalkyler förbereds. Beskrivna verktyg och arbetssätt är begränsade till hur NCC hanterar olika kalkyler då olika företag kan ha olika program för mängdavgtagning.

Slutligen presenteras rapportens resultat och mängdjämförelse från olika mängdavgtagningsmetoder. Rapporten avslutas med diskussion om hur mängdavgtagning med BIM kan påverka byggprojekt vid tillämpning i större utsträckning.

En rekommendation lämnas för hur framtida studier inom samma område skall struktureras för optimalt resultat.

Nyckelord:

Mängdavgtagning BIM, traditionell mängdavgtagning, materialförbrukning

Comparison between traditional quantity takeoff, quantity takeoff with BIM and the actual outcome on site

Diploma Thesis in the Bachelor Programme
Business Development and Entrepreneurship for Construction and Property
AYDA MOAYEDZADEH
Department of Civil and Environmental Engineering
Division of Construction management
Chalmers University of Technology

ABSTRACT

The launch of BIM in the construction industry has led to major changes in terms of building process and technology. NCC is one of the leading construction companies in Sweden that have adopted BIM concept in their construction projects for a few years.

BIM is developing rapidly and changes continuously. Construction projects have a time-consuming nature; it takes time to see results of what has been planned. Therefore, it becomes difficult to evaluate implementation of BIM at the same pace with its development. Before you can see the result of the implementation of BIM in building projects, new improvements have been introduced, therefore evaluations done regarding affectivity of BIM are behind developments in this area.

This report is a pilot study designed to compare the relationship between material takeoff with BIM, traditional material takeoff and the actual outcome on site.

In this report, major work was put to develop a credible and reliable data from the construction site which shows the actual consumption for cement.

Semi-structured interviews with various actors show how different calculations are prepared. Tools and approaches are limited to how NCC manages various calculations since different companies have different programs for material takeoff.

This report presents the final results for comparison of different ways to make material takeoff for cement and concludes how material takeoff with BIM can affect construction project if applied to a greater extent.

A recommendation for how future studies should be structured for optimal results is also presented at the end of the report.

Keywords: Material takeoff BIM, traditional material takeoff, material consumption on site

Innehåll

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	II
INNEHÅLL	III
FÖRORD	V
BETECKNINGAR	VI
1 INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Problem	2
1.3 Syfte och mål	3
1.4 Avgränsning	3
1.5 Metod	4
2 FALLSTUDIEPROJEKT	5
2.1 Val av projekt	5
2.2 Beskrivning av Marconi Park	5
3 OLIKA MÄNGDNINGSMETODER	8
3.1.1 Mängdning för användning i anbuds-kalkyl (AK)	8
3.1.2 Mängdning för användning i produktionskalkyl (PK)	9
3.1.3 Mängdning med BIM	10
3.1.4 Mängder från verkligt utfall	10
4 RESULTAT	11
4.1 Framtagandet av betongmängder från anbuds-kalkyl	11
4.1.1 Mängder från AK för vägg och valvgjutning	12
4.2 Framtagandet av mängder från produktionskalkyl	13
4.3 Framtagandet av mängder från BIM	13
4.3.1 Mängder för betongåtgång från Revit	18
4.4 Framtagning av mängder från arbetsplatsen	19
4.4.1 Mängder från arbetsplatsen	24
4.4.2 Svårigheter att bestämma materialåtgång i verkligt projekt	25
4.5 Olika aktörers syn på mängdningsmetoder	26
4.6 Jämförelse mellan olika mängdavgivningsmetoder	29

5	SLUTSATSER	33
5.1	Rekommendationer för kommande studier	34
6	REFERENSER	35
	BILAGOR	36
	Byggdelstabell	36
	Intervju med arbetsledare 1	37
	Intervju med arbetsledare 2	39
	Intervju med arbetsledare 3	41
	Intervju med entreprenadingenjör	43
	Intervju med BIM konstruktör	48
	FIGUR 1-1 SKILLNADEN MELLAN IPD OCH TRADITIONELL PROJEKTPLANERING-----	1
	FIGUR 2-1 MARCONI PARK- GÖTEBORG- NCC -----	5
	FIGUR 2-2 KONSTRUKTION AV HUS 1 & 2-----	6
	FIGUR 2-3 KONSTRUKTION AV HUS 3 & 4 & 5 -----	7
	FIGUR 4-1 MATERIAL TAKEOFF -----	14
	FIGUR 4-2 MATERIAL TAKEOFF PROPERTIES -----	14
	FIGUR 4-3 OSORTERAT SCHEMA FRÅN REVIT-----	15
	FIGUR 4-4 SORTERAT SCHEMA FRÅN REVIT-----	16
	FIGUR 4-5 SORTERAD SCHEMA I EXCEL-----	17
	FIGUR 4-6 PROCESSEN FRÅN MODELL TILL MATERIALMÄNGDER -----	27
	FIGUR 5-1 FRAMTIDA STUDIER -----	34

Förord

Denna rapport utgör den avslutande delen av författarens utbildning inom Affärsutveckling och entreprenörskap inom byggsektorn vid Chalmers Tekniska Högskola. Arbetet omfattar 15 högskolepoäng och har pågått under vårterminen 2012 som en fallstudie vid byggföretaget NCC Construction Sverige Region Väst.

Härmed vill jag tacka alla som har tagit tid för att bidra med information till denna rapport. Ett extra stort tack riktas till min handledare, Börje Westerdahl vid Chalmers Tekniska Högskola, för hans stora engagemang och intresse i ämnet och tålamod vid vägledning av denna pilotundersökning. Jag tackar honom hjärtligt för allt extra tid som lades åt bearbetning av rapporten. Jag tackar även NCC för möjligheten att delta i deras projekt som blev till ett spännande och lärorikt examensarbete.

Göteborg juni 2012

Ayda Moayedzadeh

Beteckningar

CAD: Computer Aided Drawing

2D: 2 Dimensionell

3D: 3 Dimensionell

BIM: Building information model

IPD: Integrated Project Delivery

VR: Virtual Reality

PK: Produktionskalkyl

AK: Anbudskalkyl

JAK: Justerad Anbuds Kalkyl

JAK: Justerad Anbuds Kalkyl

MAP: centralt kalkylsystem inom NCC

1 Inledning

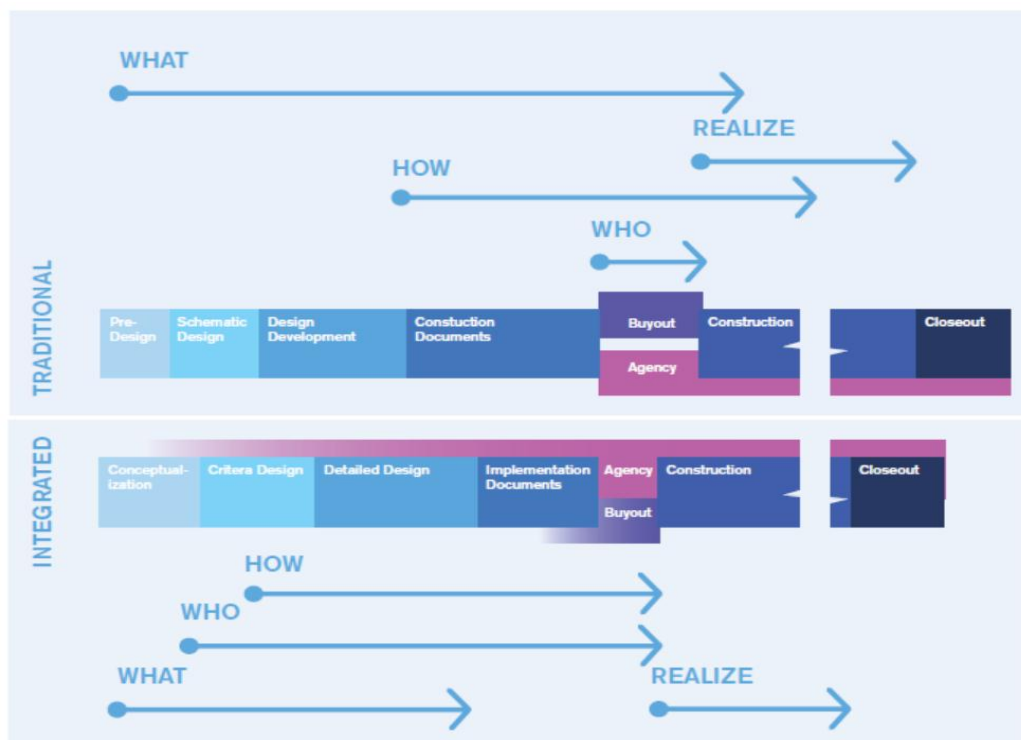
I detta avsnitt presenteras studiens bakgrund, syfte, problemformulering samt avgränsning av rapportens innehåll.

1.1 Bakgrund

Byggsektorn har sedan ett antal år tillbaka genomgått en stor transformation via växling från den traditionella byggprojekt till BIM. BIM (Building Information Model) innebär inte enbart förändring av programvaror utan det innebär stora förändringar i hela byggprocessen från planering till färdigställandet av byggprojekt (Eastman, et al, 2011). BIM kan användas i många olika syften från mängdavgivning till avancerade energianalyser. Informationsflödet är det viktigaste komponenten i BIM projekt (Edgar, J. 2008).

Styrkan med BIM modell är datamängden för projektet som innehåller precisa mått för ritningar, materialbeskrivningar, tid och kostnadsbeskrivningar etc. BIM integrerar olika informationskällor i samma projekt vilket ökar effektiviteten. BIM som informationshanteringsystem är snabbare och har lägre kostnader. Effektiv växling från traditionell byggprocess till BIM ger högre precision med färre resurser samtidigt som mindre risker uppstår jämfört med den gamla byggprocessen (Eastman, et al, 2011).

BIM är ett snabbt utvecklande koncept, dess snabba utveckling försvårar utvärdering av resultatet i samma fart. Den senaste utvecklingen av BIM är Integrated Project Delivery (IPD) som har utvecklats de senaste tre åren (Eastman, et al, 2011).



Figur 1-1 Skillnaden mellan IPD och Traditionell projektplanering

Källa: AIA California Council

Vid IPD planering läggs fokus på integrering av byggherre, arkitekt, projektörer och underentreprenörer i tidig fas av projektplanering. Detta integrerad fokus skapar anpassade beslutsfattande i projektet. Nära samspel mellan alla aktörer från arkitekt till underentreprenörer sker ständigt fram till projektfärdigställande (AIA California Council, 2007).

NCC som är ett ledande byggföretag i Sverige har börjat tillämpa BIM-principen i sina senaste byggprojekt sedan några år tillbaka. Denna tillämpning innebär stora transformationer i både teknologi och byggprocess. Det sker ändringar inom BIM hela tiden. Byggprojekt har en tidskrävande karaktär och det tar tid att se resultat av vad som har planerats. Därför blir det svårt att utvärdera BIM i samma takt som utvecklingen därför att innan man hinner se resultatet av tillämpningen av BIM i ett byggprojekt har nya förbättringar introducerats. Kontroll och utvärdering av tillämpning av BIM i byggprojekt är ett aktuellt ämne hos NCCs ledningsgrupp.

Mängdning eller mängdavgivning innebär att ta fram materialmängder från underlaget som är pappersritningar eller Auto Cad ritningar som även kallas för bygghandlingar. Mängdavgivning från dessa bygghandlingar sker på olika sätt. Ett sätt är att mängda hel manuellen genom att skala fram mått från ritningar och räkna ut materialmängder. Andra sättet kan man hämta ut måtten via Auto Cad ritningar och fortsätta räkna på det. Att skala fram mått manuellt med skalstock är ett tidskrävande moment och har stor risk att mäta och räkna fel. Trots detta är skalning av ritningar för hand en av de mest förekommande metoderna i byggarbetsplatsen.

Mängdavgivning med BIM utförs via olika programvaror som iLink, Vico Office, Revit och är den databaserade kalkylmetoden.

Traditionella mängdavgivningsmetoden består av anbuds-kalkyl (AK) och produktionskalkyl (PK). Hos NCC skapas de kalkylen halvmanuellt genom att skala fram mått från ritningar och sedan räkna datamängd i kalkylprogram MAP.

MAP-systemet är ett centralt kalkylsystem. Data i MAP-system uppdateras ständigt för att skapa en gemensam standard för alla byggprojekt. Detta system eliminerar även dubbelarbete gällande aktuell information vid projektplanering. MAP-systemet innehåller mallar, så kallad RECEPT, för olika bygghandlingars materialmängdning, samt aktuella baspriser för kostnadsberäkningar efter nya avtal osv.¹

1.2 Problem

Transformation av byggprocess från det traditionella till BIM kräver stora förändringar hos företag som tillämpar principen. Denna tillämpning medför många förändringar i planering samt genomförandet av byggprocessen, av samma anledning finns det många moment som behöver kontrolleras om hur BIM påverkar resultatet jämfört med den gamla processen. Förutom detta, byggprojekt tar tid att uppvisa resultat av vad som är planerat, därför blir utvärdering av tillämpningen betydligt långsam.

Hos NCC Sverige har mängdavgivning med BIM och jämförelse av resultat mot verkligt utfall inte prövats tidigare. Dessutom, materialmängder som matas in i

¹ Entreprenadingenjör NCC, intervju den 24 mars 2012.

anbudskalkyl och produktionskalkyl har inte jämförts med verkliga materialåtgången på byggarbetsplatsen. Mot denna bakgrund, finns det utrymme för djupare undersökning av hur materialmängder redovisade i olika kalkyler stämmer med varandra och det verkliga utfallet.

1.3 Syfte och mål

Detta examensarbete syftar till att jämföra mängdning för betong med BIM och traditionella mängdtagningsmetoder mot det verkliga utfallet på arbetsplatsen. Detta sker genom att ta fram pålitlig fakta från arbetsplatsen och jämföra de utfallsmängderna med mängder från samma moment hämtad ur olika kalkyler.

Ett annat syfte med studien är att undersöka hur aktiva i byggprocessen upplevs de olika mängdningsmetoder.

Eftersom detta är en pilotstudie inom NCC, syftar denna studie även till att förslå hur framtida studier skall utföras för maximala resultat.

Målet är att med hjälp av denna undersökning belysa hur värdena för betongåtgång i denna fallstudie bestäms från BIM och traditionellkalkyl. Detta ger en övergripande inblick över hur mängder för samma moment redovisade i olika kalkyler och hur nära verkligmaterialåtgång var och en av de redovisade mängderna hamnar.

1.4 Avgränsning

Olika förhållanden bland annat avsaknaden på tillförlitligt underlag från arbetsplatsen gällande materialåtgång har lett till begränsning av denna fallstudie. Betongleverans som är en stor kostnadsdrivande material studeras i denna rapport.

Betongåtgången är ytterligare avgränsat till två stora moment, valvgjutningar och väggjutningar. Orsaken till denna begränsning är brist på trovärdigt underlag från arbetsplatsen vilket orsakats av svag spårbarhet av tillgängliga leveransföljesedlar.

Studien baseras på totalt 752 tillgängliga följesedlar. Dessa följesedlar tillhör betongleveranser för samtliga utförda gjutningar som bottenplatta, valv, vägg, hissgrupper, trapphus, länkplatta, balk från 01.01.2011 till 30.12.2011. En del av följesedlarna har förtydligande beteckning om vart och vilket moment leveransen tillhör medan många saknade sådan beteckning.

I den här rapporten ges ingen teoretisk beskrivning av vad BIM-kalkyl, anbudskalkyl eller produktionskalkyl innebär utan beskrivningen avgränsas till huruvida NCC Sverige hanterar de olika mängdningsmetoderna i sitt system.

Gjutning av bottenplan uppdelas i två moment som består av gjutning av bottenplatta som är grunden till konstruktionen och gjutningen som sker över bottenplattan. Gjutning av bottenplatta ingår inte i resultatundersökningen i denna rapport. Andra gjutningsmoment som sker över bottenplattan ingår i resultatjämförelse och är döpt till *valv plan 1* i samtliga tabeller.

1.5 Metod

Mängdning med BIM är ett relativt begränsat studieområde med avgränsad litteratur. Litteraturstudier inom BIM och praktisk undersökning av mängdavgivning med BIM har utförts under studies gång.

Semi-strukturerade intervjuer med följande aktörer har utförts: tre arbetsledare som ansvarar för genomförandet av projektet i verkligheten, en entreprenadingenjör som ansvarar för anbuds-kalkyl, en platschef som ansvarar för produktionskalkyl och en civilingenjör som arbetar med implementering av BIM. Samtliga aktörerna är direktkopplade till fallstudie projektet.

Värdena för verkligt utfall är framtagna via sammanställning av 752 följesedlar och respektive fakturor.

Mängderna från AK är framtagna manuellt med hjälp av entreprenadingenjören medan BIM mängderna är framtagna av examensarbetaren via Revit program. Mängder från Revit har kontrollerats mot mängder från Vico Office. Denna jämförelse gav identiska resultat. Dessa resultat redovisas inte i rapporten för att hålla fokus på Revit som används som mängdavgivnings verktyg på NCC.

Den undersökningsbaserade karaktär av denna rapport lägger mer vikt på diskussioner på arbetsplatsen, analys av befintliga fakta på arbetsplatsen samt kritiskt tänkande snarare än faktainsamling från studielitteratur. Mot denna bakgrund är hela undersökningen baserad på noggrann observation av faktaunderlaget från arbetsplatsen och kalkylen. Utförda diskussioner har gynnat rapporten med effektiv brainstorming av många olika åsikter och idéer kring rapportens innehåll.

Examensarbetaren som har utfört denna undersökning har fördelen av praktisk erfarenhet inom byggsektorn. Sommarjobb som labbansvarig i betongfabrik på Skanska Betong Industri och ett års praktik som utsättare på byggföretaget NCC. Denna erfarenhet ökar förståelsen för brister samtidigt som ökar noggrannheten i kritiskt tänkande kring materialet.

2 Fallstudieprojekt

Detta kapitel presenterar olika förutsättningar från val av projekt, krav på fallstudieprojekt samt beskrivning av konstruktionen av fallstudieprojekt.

2.1 Val av projekt

Vid val av projekt för denna studie tillgodosågs att traditionell kalkyl fanns tillgänglig eftersom den är styrande i alla byggprojekt. Teoretiska kraven vid val av projekt var tillgänglighet av leveransföljesedlar för betong och existens av parametrisk 3D modell av bygghandlingar.

Parametrisk 3D modell skiljer sig från 2D Auto Cad ritningar och icke parametriska 3D modell till exempel sketchup som enbart visar ytor. Parametrisk 3D modell har större information databas för mängder, ytor, volymer och andra egenskaper. Parametrisk 3D modell kan bearbetas med olika programvaror för olika ändamål vilket bygger grunden till BIM-konceptet.²

Marconi Park i Göteborg uppfyllde kraven med tillgängliga leveransföljesedlar och parametrisk 3D modell och valdes ut för undersökning.

2.2 Beskrivning av Marconi Park

Marconi Park är ett bostadsprojekt bestående av fem huskroppar där hus 1 och 2 är identiska. Även hus 3, 4, 5 är identiska. Sammanlagt byggs det 91 lågenergilägenheter som bostadsrätter. Den totala projektkostnaden räknas på 122 miljoner med en materialkostnad på cirka 44 miljoner.

Hus 1 och hus 2 är uppdelade i två trapphus, hus 1A- 1B och hus 2C- 2D.

Hus 3E, hus 4F och hus 5G är lika förutom konstruktion av bottenplattan för hus 5G. Skillnaden beror på markförhållanden som kräver mer betong för stabilisering av hus 5G.



Figur 2-1 Marconi Park- Göteborg- NCC

Källa: NCC.se

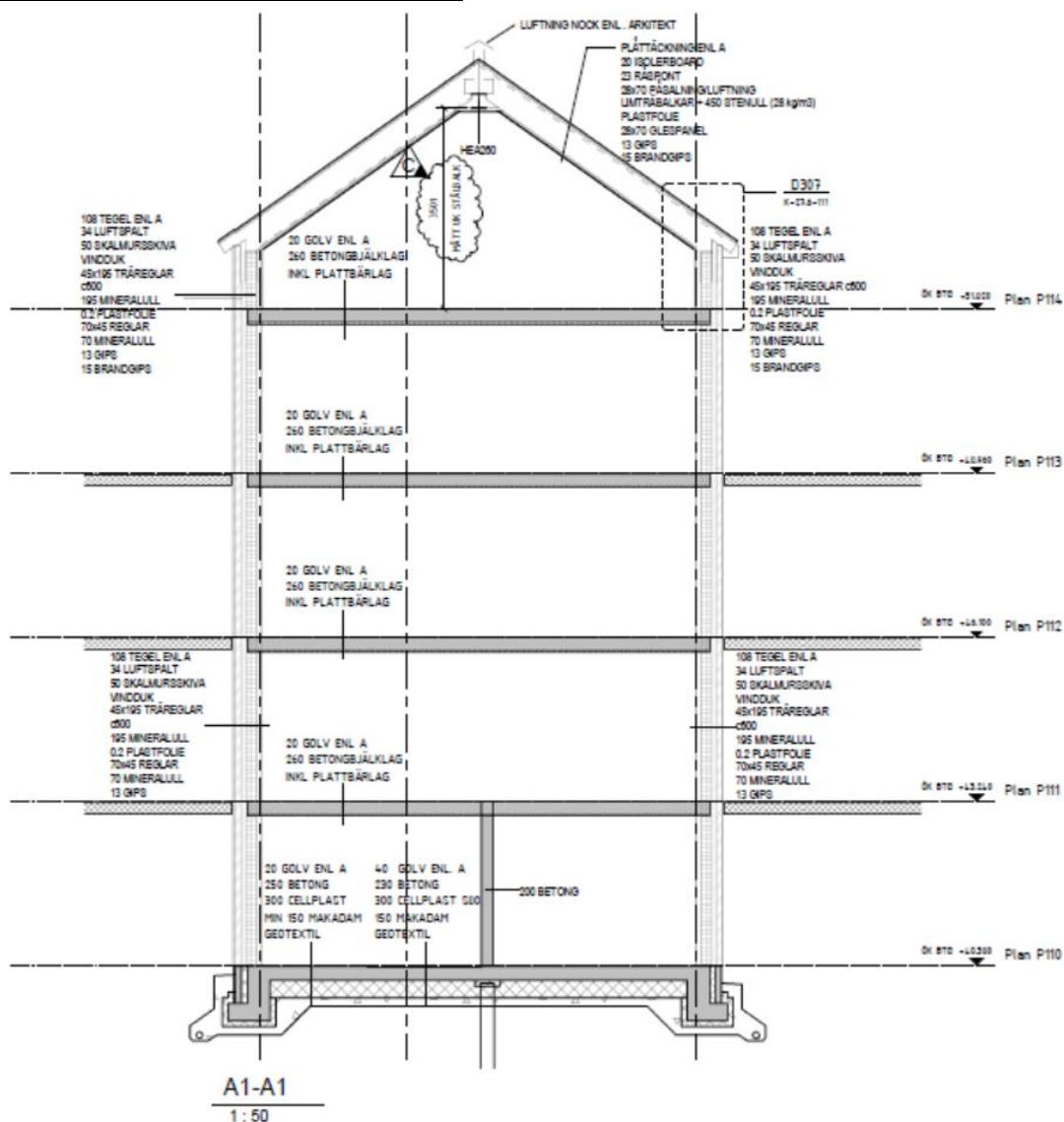
² Civilingenjör NCC, intervju den 27 april 2012

Likheter mellan samtliga hus är illustrerade med figurer och tabeller nedan, lika färger tyder på lika planlösningar i olika våningsplan.

Plan 5 i hus 1 och hus 2 är inredningsbara utan undertak. Det vill säga hus 1 och hus 2 består av sammanlagt 5 bostadsvåningar. Det ryms 26 lägenheter i varje hus.

Tabell 2- Lika planlösningar i hus 1 & 2

Konstruktion av hus 1 och hus 2		
Valv	P5	Bostadsplan 5, Ej undertak
Valv	P4	Bostadsplan4
Valv	P3	Bostadsplan3
Valv	P2	Bostadsplan2
Bottenplan	P1	Entré & Bostadsplan 1

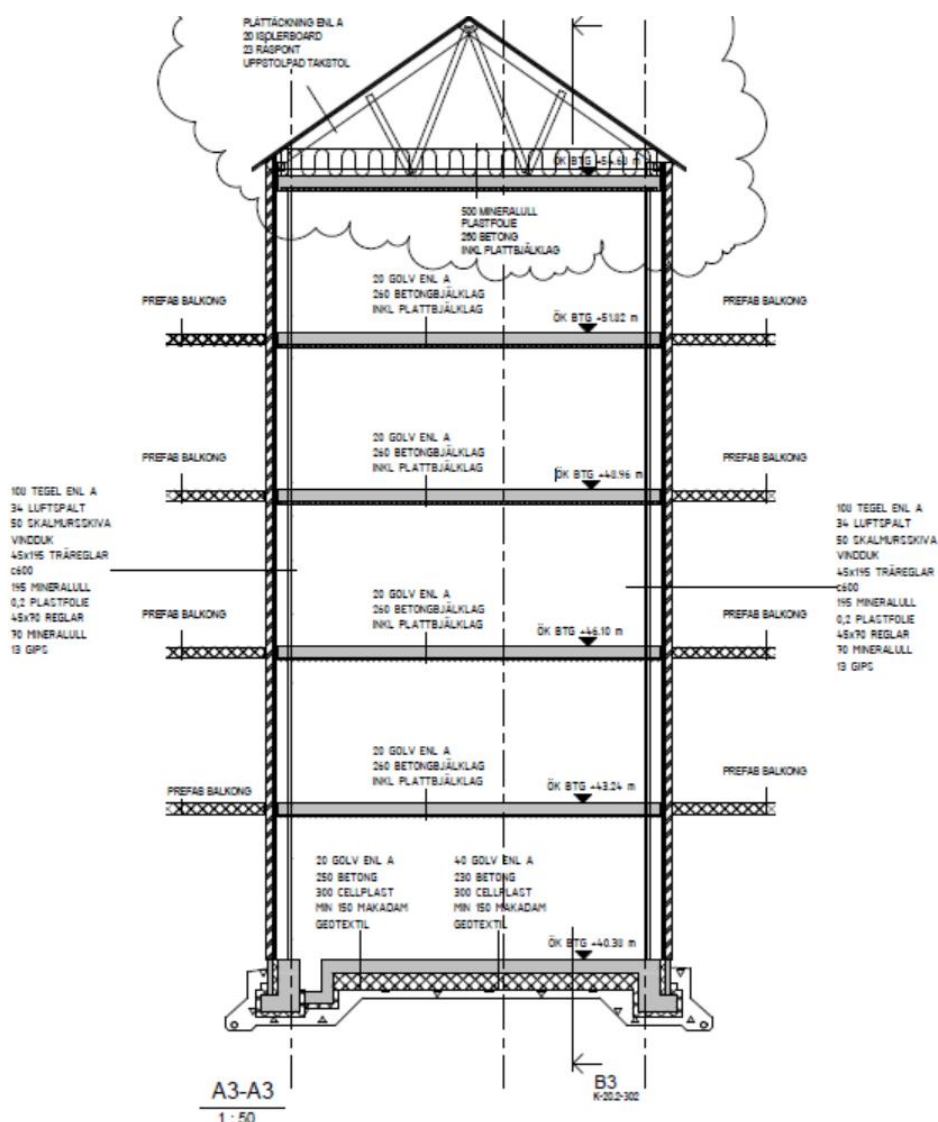


Figur 2-2 Konstruktion av hus 1 & 2

Hus 3-4-5 har samma uppbyggnad utom bottenplan för hus 5. Det finns undertak och ryms 13 lägenheter i varje hus.

Tabell 2-1 Lika planlösningar i hus 3 & 4 & 5

Konstruktion av Hus 3-4-5		
Valv	P6	Undertak
Valv	P5	Bostadsplan5
Valv	P4	Bostadsplan4
Valv	P3	Bostadsplan3
Valv	P2	Bostadsplan2
Bottenplan	P1	Entré & Bostadsplan1



Figur 2-3 Konstruktion av hus 3 & 4 & 5



Figure 2-4 Markoni Park NCC Göteborg

Källa: NCC.se

3 Olika mängdningsmetoder

Detta kapitel är en genomgång av de olika mängdningsmetoderna som har använts för att hämta ut mängder för betong till olika kalkyler. Den korta beskrivningen av de olika kalkylmetoderna avgränsas till hur NCC Sverige tar fram mängder till olika kalkyler. Det klargörs även hur material hanteras på arbetsplatsen i denna fallstudie.

3.1.1 Mängdning för användning i anbuds-kalkyl (AK)³

Första beräkning och resurssammansättning av ett projekt är anbuds-kalkyl som beräknas av entreprenadingenjörer. Pris för projekt eller anbudspris lämnas via denna kalkyl.

AK bygger oftast på bygghandlingar, Auto Cad ritningar och handberäkningar. Tidskrav från kunden som önskar en särskilt leveransdatum på projektet är en avgörande faktor i beräkning av denna kalkyl.

De mest förekommande verktyg i AK beräkningar idag är skalstock och miniräknare för manuell beräkning av måtten från ritningar. Dator är ett annat verktyg som används för att ha tillgång till referensdata från det centrala kalkylsystemet MAP. Detta system innehåller standarddata och beräkningsmallar som används i mängd och kostnadsberäkningar.

Målet är att hålla en viss standard för alla byggprojekt inom NCC och minska tiden för informationsframtagande för avtal och priser. Med hjälp av dessa mallar och förutbestämda marginaler i MAP kan en preliminär beräkning av projektkostnader tas fram i tidigt fas av projekteringen.

³ Entreprenadingenjör NCC, intervju den 24 mars 2012.

Beräkning av AK innebär att entreprenadingenjören bygger hela projektet i teorin, inklusive alla viktiga byggmoment med hänsyn till begärda arbetstimmar för arbetets färdigställande. En så kallad "byggdelstabell" (se bilaga 8.1) utgör momentbeteckning och byggordning som följs under hela projektets gång och är en viktig mall för denna kalkyl.

AK bygger oftast på icke färdigställda handlingar då det sker i väldigt tidigt fas av projektet, därför är mycket av basinformationen på förhandlingsnivå. Det sker förhandlingar och ändringar mellan konstruktör och beställare som kan påverka konstruktionen i tidigt fas av planeringen. När AK räknas fram är många konstruktionsfaser inte 100 % färdigställda och därför kan avsevärda delar av AK inte vara helt aktuella för nästa kalkyl. En detaljerat och pålitlig AK leder till starkare budgetfördelning därför AK brukar räknas med säkerhetsmarginaler som reservation för ändringar orsakad av icke färdigställda bygghandlingar med beställaren.

Denna kalkyl spelar också en stor roll i budgetering av nästa kalkyl som är produktionskalkyl. PK bygger på anbudskalkyl fast anpassas efter platschefens praktisk erfarenhet och tekniska lösningsförslag kring hur konstruktionen skall byggas på det effektivaste sättet.

Tidsaspekten i denna kalkyl skiljer sig från tidsplanen på byggarbetsplatsen. Med andra ord, en entreprenadingenjör räknar ut totalarbetstimmar som krävs för att leverera ett projekt. Tidsplan på arbetsplatsen är en strukturerad aktivitetsplan som planerar deadline för varje moment. Med andra ord, tidsaspekten i anbudskalkyl räknar ut antal begärda timmar för fullgörande av alla moment. Tidsplan på byggarbetsplats planerar hur de timmarna skall delas upp och struktureras efter befintlig arbetskraft. Exempelvis kan det stå i tidsplanen att väggjutning av hus 3 plan 2 börjar tisdag vecka 22 och avslutas onsdag vecka 24. Samma beräkning i anbudskalkyl visar antal begärda arbetstimmar för arbetsutförandet.

3.1.2 Mängdning för användning i produktionskalkyl (PK)

Produktionskalkyl är en sammanställning av alla kostnader och bygger på anbudskalkylen. Platschef har oftast ansvaret för att framställa PK utifrån AK. Platschefens anpassar sin praktiska och tekniska erfarenhet i det som är planerat i AK.⁴

I början av projektet sker det många ändringar och bygghandlingar justeras i samma takt. Detta försvårar färdigställandet av produktionskalkylen innan produktionen sätts igång på arbetsplatsen. Ett par månader brukar avses för intensiv planering av arbetet innan produktionen, det är då PK framställs. Det kan vara tidskrävande att omräkna en nykalkyl i projektets början och därför kan AK användas som referens vid framställning av PK.⁵

Det är mycket kunskap och erfarenhet som ligger bakom justeringar av AK via platschefen för att skaffa en situationsanpassad produktionskalkyl. De teoretiska lösningarna och beräkningarna utförd av entreprenadingenjören i anbudskalkyl integreras med praktiska lösningar och kritiska förslag och justeringar av platschefen.⁶

⁴ Entreprenadingenjör NCC, intervju den 24 mars 2012.

⁵ Platschef NCC, intervju den 8 april 2012.

⁶ Entreprenadingenjör NCC, intervju den 24 mars 2012.

3.1.3 Mängdning med BIM

Mängdtagning via BIM är både enkelt och har hög precision jämfört med de traditionella beräkningsmetoderna som bygger på handberäkningar, skalstock och miniräknare. Det finns möjlighet att få mängder med exakta marginaler vilket reducerar eventuella mätningsfel och räkningsfel.

En nackdel med mängdning med modell är att programmen avsedd för modellbaseradberäkningar ännu inte är användarvänliga. Det vill säga, mängder och lagrade data i modellen är inte lätt att ta fram. Framtagandet av mängder från modell innebär att man väljer sina objekt manuellt och döper om dem för att senare kunna komma åt data på ett enklare sätt. Exempelvis kan man kategorisera modellen i olika plan för att summera mängder i respektive plan eller skapa mängdschema för olika delar av konstruktionen. Funktionerna i dessa program kan upplevas som komplicerade och inte lätt hanteringsbara vilket blir motbjudande för nybörjare.⁷

3.1.4 Mängder från verkligt utfall

Varje arbetsplats har individuell ordning på hur följesedlar och fakturor skall hanteras. Varje leverans på arbetsplatsen medföljer en följesedel som sedan faktureras enligt avtal. Med tanke på rörelse och stor mängd av levererat material till en byggarbetsplats är det viktigt att hålla ordning på följesedlar för att senare kunna använda de i kontroll syfte.

Ibland arbetsledare som tar emot följesedlar antecknar vart den levererade material tillhör medan andra arbetsledare avstår från det. Mestadels är det en ledningsfråga som sätter olika krav på märkning av följesedlar. Om platschefen strukturerar arbetet för vidare utvärdering och återkoppling av resultat påverkas följesedelhanteringsättet på arbetsplatsen.

I Marconi Park, har det funnits krav på märkning av följesedlar fast det har inte varit tydligt i början av projektet, därför saknas många av leveransföljesedlar i tidigt fas av projektet som gjutning av bottenplatta.⁸

Samtliga följesedlar brukar samlas i pärmar och noggrannheten är varierande beroende på genomförd struktur på arbetsplatsen. Utfört arbete brukar dokumenteras av platschef eller arbetsledare i projektdagbok som innehåller data om genomförda moment samt viktiga anmärkningar för varje arbetsdag.

Arbetsledaren utför sina beräkningar från bygghandlingar, tidsplan, produktionsplan. Dator används delvis för beställningar och kontroll av Auto Cad ritningar. Excel och Auto Cad, skalstock och miniräknare används som verktyg vid beräkning av mängder för materialbeställningar på arbetsplatsen.

⁷ Civilingenjör NCC, intervju den 27 april 2012.

⁸ Arbetsledare NCC, intervju den 17 april 2012.

4 Resultat

Detta kapitel redovisar hur betongmängder för vägg och valvgjutningar är framtagna från olika kalkyler. Kritisk bedömning av dessa mängder visar hur jämförelseunderlaget är genererat från varje kalkyl. Därefter följer en sammanställning av framtagna mängder från varje kalkyl.

Beskrivna metoder i detta kapitel gäller enbart hur byggföretaget NCC i Sverige hanterar dessa kalkyler. Det borde uppmärksammas att tekniken kan skiljas lite även inom samma företag i olika länder.⁹

4.1 Framtagandet av betongmängder från anbudskalkyl

Via MAP-systemet kommer man åt anbudskalkylen för projektet. Detta innebär tillgång till intern projektdata. Justerad Anbuds Kalkyl (JAK) är en databas för resurssammanställning av mängder som framställs av entreprenadingenjörer för hela projektet. Här redovisas mängder för betong genom fördelning av mängder i olika recept. Recept beskriver typ, klass och egenskaper av betong som skall användas i olika byggmoment.

Det saknades detaljerat uppdelning av betongåtgång i tillgänglig AK för Marconi Park vilket inte förutsattes i början av denna studie. Det fanns möjlighet att finna en uppdelning av allt material efter typ, totalmängd, och totalkostnad vilket inte var användbart för denna studie. Med andra ord, tillgänglig AK visar totala projektkostnader som totalbetongåtgång för samtliga huskroppar. Betongåtgången sammanställer alla moment från vägg och valvgjutningar till länkplatta, hissgröppar, balkar etc.

Detta blir ett viktigt problem om man skall, som i denna studie, observera vissa specifika momentsbetongåtgång när AK redovisar enbart totalasammanställningen av betongåtgång för hela projektet. Mängder är presenterade i olika nivåer som hindrar jämförelsen. Krav på val av vissa moment i studien är orsakad av begränsningar påtvingade på grund av svag identifiering av leveransåtgång.

Entreprenadingenjören för Marconi Park, försåg denna studie med sina utgångsberäkningar för vägg och valvgjutningar. Denna mall har använts som underlag i kalkyljämförelsen och ger en tillräckligt god uppfattning av hur anbudingenjören har uppskattat mängderna i sin kalkyl.

⁹ Civilingenjör NCC, intervju den 27 april 2012.

4.1.1 Mängder från AK för vägg och valvgjutning

Hus 1 och hus 2 är fördelade i två trapphus, hus 1A-1B och hus 2C- 2D. För samtliga hus 1A, 1B, 2C och 2D är betonggånggen redovisade i AK lika eftersom de har identiska konstruktioner. (se tabell 4-1 och 4-2)

Tabeller för lika konstruktioner redovisades i tabell 2-1 och 2-2.

Tabell 4-1 Mängder från AK för valvgjutningar av hus 1 & 2

Anbudsmängder	Hus 1A-1B-2C-2D	26 Lägenheter		
Moment	Total Yta Huskroppen	Antal plan	Plan/1-4	Undertak Yta
Bottenplatta	206m ³	1		
Väggar	220m ³	4	27,5m ³	16,5m ³
Valv	545m ³	4	68m ³	

Som tidigare nämnts, har hus 3, hus 4 och hus 5G lika konstruktion förutom bottenplattan för hus 5G, där markförhållanden kräver mer betong för stabilisering av huset. AK mängder för hus 3,4 och 5 redovisas nedan.

Tabell 4-2 Mängder från AK för valvgjutningar av hus 3 & 4

Anbudsmängder	Hus 3E-4F	13 Lägenheter	
Moment	Total Yta	Antal plan	Total Yta/plan
Bottenplatta	103m ³		
Väggar	145m ³	5	29m ³
Valv	321m ³	5	64m ³

Tabell 4-3 Mängder från AK för valvgjutningar av hus 5

Anbudsmängder	Hus 5G	13 Lägenheter	
Moment	Total Yta	Antal plan	Total Yta/plan
Bottenplatta	120m ³		
Väggar	145m ³	5	29m ³
Valv	321m ³	5	64m ³

4.2 Framtagandet av mängder från produktionskalkyl

Genom tillgång till MAP-systemet kommer man åt PK som är en resurssammanställning av material och kostnader för projektet. I denna fallstudie är produktionskalkylen en identisk kopia av anbuds-kalkylen då platschefen inte har omräknat AK för sin kalkyl.¹⁰

AK kan anses vara byggförslag som baseras på teoretiskt kunskap av entreprenadingenjören. PK är en utvärdering av byggförslag skapad i AK och justering av en nykalkyl baserad på sin praktiskt och tekniskt erfarenhet.¹¹ Den tillämpningen saknades i Marconi Parks PK och därför saknas i jämförelsen.

4.3 Framtagandet av mängder från BIM

Tillgängligheten av en parametrisk 3D modell är ett krav om man skall mängda med BIM. En 3D modell kan ha olika detaljnivå, exempelvis sketchup är en 3D modell som bara visar ytor och inte är smart nog för att hämta datamängder. Däremot, 3D Revit modell är parametrisk vilket tillåter flera parametrar såsom längd, vikt, volym, färg, garanti tid, ljudklass osv.¹²

I denna studie har Revit, som är ett modelleringsprogram, valts för att hämta ut mängddata från den parametriska 3D modellen. Alternativ för Revit är andra programvaror som Vico Office och iLink. Dessa är inga modelleringsprogram och används som verktyg för att hämta data från de parametriska modellen.

En kontroll av mängdavgivning med Revit och Vico Office visade identiska resultat för betongåtgång. BIM mängder via Revit hämtades utan problem med mängder på detaljnivå hus och plan.

Manualen nedan beskriver ett exempel på hur man hämtar mängd data från modellen för valv.

Mall för Mängdavgivning med Revit

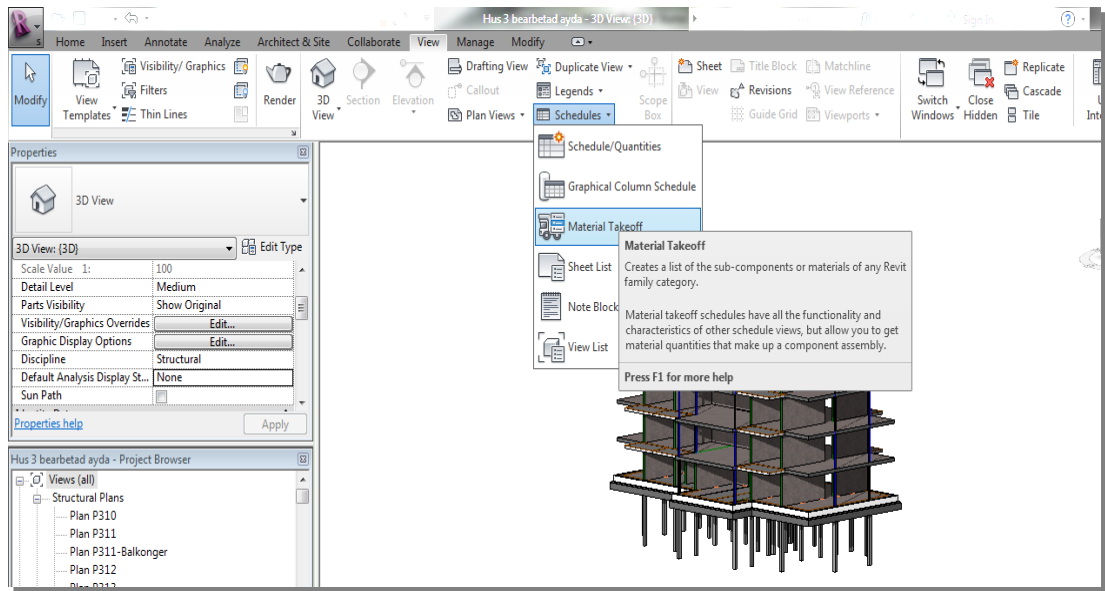
1. Öppna modellen i Revit	View- 3D view
2. Filtera bort extra byggdelarna för en tydligare bild	Välj allt- filtera med trätt symbolen längst ner till vänster av bilden -Filter list öppnas- snabb funktion check none - välj det som skall vara kvar- exempelvis floors för valv – OK

¹⁰ Platschef NCC, intervju den 8 april 2012.

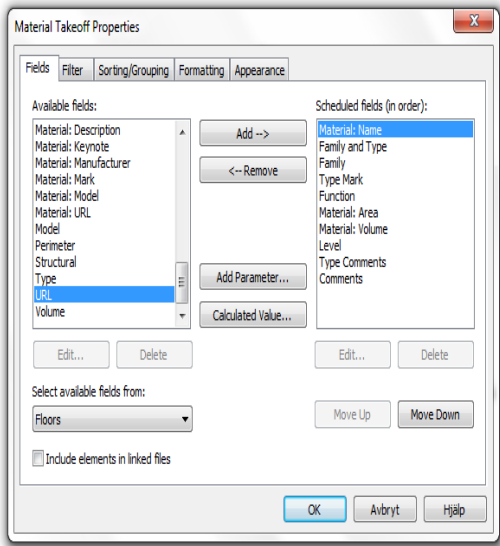
¹¹ Entreprenadingenjör NCC, intervju den 24 mars 2012.

¹² Civilingenjör NCC, intervju den 27 april 2012.

<p>3. Skapa ett schema, Material schedule takeoff</p>	<p>View -schedules- Material Takeoff (se figur4-1) välj kategori, singel eller multipel- OK Material Takeoff Properties öppnas Välj egenskaper och skapa schema som passar önskemål (se figur4-2) OK- schemat med mängder öppnas (se figur4-3)</p>
---	--



Figur 4-1 Material Takeoff



Figur 4-2 Material Takeoff Properties

Fördelen med 'Material Takeoff' jämförd med 'Schedule/quantities' är den mer detaljerade informationspresentationen i första alternativ som ger möjlighet att särskilja gjutbetong från prefabriceradbetong.

Figur 4-2 illustrerar Material Takeoff Properties som väljer ut egenskaper och beräkningsenheter efter behov. Värderna presenteras i olika nivåer och parameter. Styrkan är det stora flexibiliteten att välja ut exakt det som behöver mätas.

Figur 4-3 visar ett exempel på hur ett schema kan se ut med osorterad information. Detta kan hanteras med tillgängliga filtreringsfunktionen i Schedule Properties.

H3 Wall Material Takeoff				
Family and Type	Comments	Material: Are	Material: Vol	Material: Name
Basic Wall: Btg - 200mm	1	14 m ²	2.72 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	1	10 m ²	1.92 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	1	10 m ²	2.04 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	1	24 m ²	4.81 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	1	14 m ²	2.72 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	2	11 m ²	2.16 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	2	13 m ²	2.60 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	2	11 m ²	2.16 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	1	14 m ²	2.70 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	1	12 m ²	2.30 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm		44 m ²	8.81 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	2	23 m ²	4.50 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	2	12 m ²	2.44 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	2	12 m ²	2.30 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	1	5 m ²	0.98 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Generic - 200mm	t	2 m ²	0.43 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	t	1 m ²	0.27 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	1	11 m ²	2.16 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	1	11 m ²	2.16 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	hiss	31 m ²	6.17 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	2	14 m ²	2.72 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	2	14 m ²	2.72 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	2	12 m ²	2.30 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	3	11 m ²	2.16 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	3	13 m ²	2.60 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	3	11 m ²	2.16 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	3	23 m ²	4.50 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	3	12 m ²	2.44 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	3	12 m ²	2.30 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	3	14 m ²	2.72 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Bto - 200mm	3	14 m ²	2.72 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30

Figur 4-3 Osorterat schema från Revit

4. Gruppera och filtrera schemat	Höger klicka på schemat-öppna properties-justera och gruppera efter behov
5. Justera schemat och filtera onödig info presenterat i schemat	Använd filter och Sorting/Grouping i properties för att gruppera informationen efter eget prioritering (se figur4-4)

Som det är illustrerat i figuren nedanför är mängderna sorterade och grupperade efter användbarhet och är färdiga för export till olika informationshanteringprogram.

H3 Wall Material Takeoff				
Family and Type	Comments	Material: Are	Material: Vol	Material: Name
Basic Wall: Btg - 200mm	1	5 m ²	0.98 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	1	10 m ²	1.92 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	1	10 m ²	2.04 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	1	11 m ²	2.16 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	1	11 m ²	2.16 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	1	12 m ²	2.30 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	1	14 m ²	2.70 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	1	14 m ²	2.72 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	1	14 m ²	2.72 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	1	24 m ²	4.81 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	2	11 m ²	2.16 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	2	11 m ²	2.16 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	2	12 m ²	2.30 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	2	12 m ²	2.30 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	2	12 m ²	2.44 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	2	13 m ²	2.60 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	2	14 m ²	2.72 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	2	14 m ²	2.72 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	2	23 m ²	4.50 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	3	11 m ²	2.16 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	3	11 m ²	2.16 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	3	12 m ²	2.30 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	3	12 m ²	2.30 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	3	12 m ²	2.44 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	3	13 m ²	2.60 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	3	14 m ²	2.72 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	3	14 m ²	2.72 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	3	23 m ²	4.50 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30

Figur 4-4 Sorterat schema från Revit

6. Exportera schemat	Export-reports-schedule-spara i txt format
7. Bearbeta mängder	Öppna filen i txt format med excel program(figur4-5)

Avslutningsvis justeras Excel filen för kalkylering av mängder och importerar till kalkylsystemet MAP som indata i RECEPT för vidare beräkning av mängder och kostnader.

Family and Type	Plan	Area	Volume	Material: Name
Basic Wall: Btg - 200mm	1	5 m ²	0.98 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	1	10 m ²	1.92 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	1	10 m ²	2.04 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	1	11 m ²	2.16 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	1	11 m ²	2.16 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	1	12 m ²	2.30 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	1	14 m ²	2.70 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	1	14 m ²	2.72 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	1	14 m ²	2.72 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	1	24 m ²	4.81 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	2	11 m ²	2.16 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	2	11 m ²	2.16 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	2	12 m ²	2.30 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	2	12 m ²	2.30 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	2	12 m ²	2.44 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	2	13 m ²	2.60 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	2	14 m ²	2.72 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	2	14 m ²	2.72 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	2	23 m ²	4.50 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	3	11 m ²	2.16 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	3	11 m ²	2.16 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	3	12 m ²	2.30 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	3	12 m ²	2.30 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	3	12 m ²	2.44 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	3	13 m ²	2.60 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	3	14 m ²	2.72 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	3	14 m ²	2.72 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	3	23 m ²	4.50 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	4	11 m ²	2.16 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	4	11 m ²	2.16 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	4	12 m ²	2.30 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	4	12 m ²	2.30 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	4	12 m ²	2.44 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	4	13 m ²	2.60 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	4	14 m ²	2.72 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	4	14 m ²	2.72 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30
Basic Wall: Btg - 200mm	4	23 m ²	4.50 m ³	Concrete - Cast-in-Place Concrete - C25/30

Figur 4-5 Sorterad Schema i Excel

4.3.1 Mängder för betonggång från Revit

Nedanstående tabeller redovisar valvmängder exporterad från Revit.

Tabell 4-4 BIM mängder för valv hus 1 & 2

Hus 1A	BIM kalkyl m ³	Hus 2C	BIM kalkyl m ³
1A valv p5	58,98	2C valv p5	58,98
1A valv p4	59,02	2C valv p4	59,02
1A valv p3	59,02	2C valv p3	59,02
1A valv p2	59,08	2C valv p2	59,08
1A valv p1	61,70	2C valv p1	61,70
Hus 1B	BIM kalkyl m ³	Hus 2D	BIM kalkyl m ³
1B valv p5	58,98	2D valv p5	58,98
1B valv p4	59,02	2D valv p4	59,02
1B valv p3	59,02	2D valv p3	59,02
1B valv p2	59,08	2D valv p2	59,08
1B valv p1	61,70	2D valv p1	61,70

Tabell 4-5 BIM mängder för valv hus 3 & 4 & 5

Hus 3E	BIM kalkyl m ³	Hus 4F	BIM kalkyl m ³	Hus 5G	BIM kalkyl m ³
3E valv p6	54,62	4F valv p6	54,62	5G valv p6	54,62
3E valv p5	54,69	4F valv p5	54,69	5G valv p5	54,69
3E valv p4	54,72	4F valv p4	54,72	5G valv p4	54,72
3E valv p3	54,72	4F valv p3	54,72	5G valv p3	54,72
3E valv p2	54,85	4F valv p2	54,85	5G valv p2	54,85
3E valv p1	56,49	4F valv p1	54,69	5G valv p1	54,69

Såsom tabeller visar BIM mängder är lika i de våningar som har likadana planlösningar enligt tabell 2-1 och tabell 2-2.

4.4 Framtagning av mängder från arbetsplatsen

All data hämtad från byggarbetsplatsen samlades i ett system för hantering av följesedlar som bestod av en detaljerad lista. Denna lista innehöll följesedelnamn, datum, nummer, recept och leveransstället. Studien började med en sammanställning av följesedlar för betongleveranser på arbetsplatsen och fortsatte med sortering av material som hade märkning för leveransstället.

Dubbelkoll av mängder via relevanta fakturor gällande alla leveranser har gett ett säkert underlag som redovisade mängder för levererat betong fram till 04.12.2011 . Arbetet baserades på sammanlagt 752 följesedlar och respektive fakturor.

För att skapa mer säkerhet i underlaget har en noggrann undersökning av fakturerad mängd, returlass och recept genomförts som kontrollsteg. Jämförelse av samtliga följesedlar mot respektive faktura visade att många av följesedlar saknades på arbetsplatsen. Fördelen med detta tidskrävande kontrollsteg var säkerhet om det totala levererade lasset. Genomförande av denna kontroll bidrog till ökad säkerhet och högre kredibilitet för underlagsmaterialet.

Denna kontroll visade även kvarstående betongmängd eller returlass vid varje leverans vilket debiterades i fakturan. Returlass kategoriseras som materialspill på arbetsplatsen och har en negativ verkan på projektresultat.

Enligt avtal blir returlass upp till 1 m³ inte debiterad av betongleverantören fast ändå syns den på fakturan. . Returlass över 1 m³ debiteras pris enligt avtal. Detta förhållande blev en säker utgångspunkt i materialspillberäkningen. I alla kalkyler är returlass integrerad i beräkning av betongåtgång och är borträknat från mängder för mer exakta värden om riktig materialåtgång.

Svårigheten att spåra 56 % av betongleveranserna utan anvisning på följesedlar har varit det största hindret eftersom det var svårt att spåra vilka moment leveranserna tillhörde. Ett hjälpmedel för att lösa förgående problem med följesedlar utan märkning var projektdagbok. Jämförelse av följesedelsdatum mot dokumenterat moment i projektdagbok som dokumenteras för varje arbetsdag skulle underlätta identifiering av åtgångsställe för många oidentifierade följesedlar. Exempelvis flera löpande leveranser med samma recept tillsammans med pump i samma arbetsdag är tecken på stora gjutningar som valv eller bottenplatta. En eventuell anmärkning om detta moment i projektdagbok kunde identifiera vilket moment respektive följesedlar tillhörde.

Tabell 4-6 Följesedlar i datumordning

Datum	Sedelnummer	Mängd	Märkning	Returlass	Klass	Recept
2011-06-21	1085488	4,5		0,5	C 30/37	16 f5 vct 0,55
2011-06-21	1085479	7,5			C 30/37	16 f5 vct 0,55
2011-06-21	1085476	7			C 30/37	16 f5 vct 0,55
2011-06-21	1085471	5			C 30/37	16 f5 vct 0,55
2011-06-21	1085461	6			C 30/37	16 f5 vct 0,55
2011-06-21	1085459	5			C 30/37	16 f5 vct 0,55
2011-06-21	1085455	5			C 30/37	16 f5 vct 0,55
2011-06-21	1085452	7			C 30/37	16 f5 vct 0,55
2011-06-21	1085449	5			C 30/37	16 f5 vct 0,55
2011-06-21	1085445	5			C 30/37	16 f5 vct 0,55

Tabell 4-7 Följesedlar i datumordning 2

Datum	Sedelnummer	Mängd	Märkning	Returklass	Klass	Receipt
2011-06-21	1085502	7,5			C 25/30	16 f5 vct 0,55
2011-06-21	1085446		pump			
2011-06-22	1085577	6,5			C 25/30	16 ft
2011-06-22	1328585	4			C 25/30	16 ft
2011-06-27	1085678	3,5			C 30/37	16 f5 vct 0,55
2011-06-27	1085666	6			C 30/37	16 f5 vct 0,55
2011-06-27	1085662	7			C 30/37	16 f5 vct 0,55
2011-06-27	1085661	7,5			C 30/37	16 f5 vct 0,55
2011-06-27	1085659	7			C 30/37	16 f5 vct 0,55
2011-06-27	1085654	7,5			C 30/37	16 f5 vct 0,55
2011-06-27	1085651	5			C 30/37	16 f5 vct 0,55
2011-06-27	1085646	7			C 30/37	16 f5 vct 0,55
2011-06-27	1085658	7			C 30/37	16 s4 vct 0,55
2011-06-27	1085698	4			C 25/30	16 ft vct 0,55
2011-06-27	1085645		pump			

På grund av vissa komplikationer var projektdagboken inte tillgänglig under denna studie vilket försvårade fakturaidentifieringen till en stor del.

En annan lösning för att tackla hindret med svåridentifierade följesedlar var att med hjälp av de moment som var kända och spårbara, referera till de moment som saknade beteckning. Exempelvis om man har valvmängder för hus 1 plan 2, förväntas det att hus 2 plan 2 skulle ha samma mängder. På så sätt kunde man kopiera kända mängder till de okända med likadana konstruktioner och ta fram eventuella mängder. Denna lösning saknade trovärdighet eftersom den visade den eventuella materialåtgången. Det som strävs efter, i denna studie, är det riktiga materialåtgången och därför valdes den bort.

En annan lösning var framtagande av medelvärde av alla lika moment och tillämpandet av medelvärdet som materialåtgång för alla lika moment. Föregående brist med osäkerhet i framtagandet av riktiga mängder kvarstår vid denna lösning och valdes också bort som ett lösningsförslag.

När det gäller väggjutningar, brukar arbetsledarna beställa betong för olika gjutningsmoment vid samma leverans för att minska leveranskostnaderna. Därför varje leverans är oftast inte klar indikator för samma gjutning. Exempelvis kan leveransen tillhöra flera olika väggjutningar som sker under samma dag i tur ordning med samma leverans. Dessutom har det pågått parallella gjutningar under hela projektets gång, vilket ökade risken för växling av mängder av väggjutningar från parallella moment. Även denna metod valdes bort därför att den bär på hög risk att dra felaktiga slutsatser på grund av växlande förutsättningar. Med denna bakgrund, väggjutningar blir en svag del av denna studie då de oidentifierade följesedlarna är omöjliga att identifiera manuellt utan projektdagbok.

Förutsättningar är inte lika begränsade gällande valvgjutningar eftersom det fanns säkerhet om att det har gjutits max två valv i en arbetsdag enligt arbetsledaren. Detta beror på tillgänglig arbetskraft och planering av projektet.

Integration av flera identifieringsfaktorer i följesedlarna valdes som bästa lösning till identifiering av de flesta valvleveranserna. Genom att jämföra recept för levererad betong kan man särskilja om betongen är använd för valvgjutning eller väggjutning då betongen har olika egenskaper som lufthalt, klass, hållfasthet etc. (se tabell 4-8)

Av samma skäl, kan gjutning av vägg och valv inte förväntas på lass från samma leverans. Detta innebär ökad säkerhet vid särskiljandet av okända leveranser.

Tabell 4-8 Olika recept för betong

Olika recept	Moment
C 30/37 16 f5 vct 0,55	Valv
C 25/30 16 ft	Vägg
C 28/35 16 ft	Vägg
C 35/45 16 S3 vct 0,40 Fryst 3,8 %	Vägg

Som det nämndes tidigare, beställning av pump följer stora gjutningar vilket sker inom loppet av några timmar under samma arbetsdag av byggtekniska skäl. Därför kan löpande gjutningar under samma dag med liknande valvrecept kategoriseras som valvgjutning.

Tabell 4-9 nedan visar att av totalt 752 leveranser hade 330 leveranser märkning om åtgångsstället på följesedeln vilket blir 44 % av samtliga leveranser. Valvgjutningar bestod till cirka 21 % av de kända följesedlarna. Däremot 19 % av de kända leveranserna tillhörde väggjutningar och bara 4 % tillhörde andra moment som trapphus, länkplatta balk etc. (Se tabell 4-9)

Tabell 4-9 Befintliga följesedlar och anmärkningar

Antal följesedlar	Känd leverans	Procent
752	330	44 %
Moment	Antal Kända	Total
Valv	154	21 %
Vägg	146	19 %
Övrigt	30	4 %

Identifiering av valvgjutningar blev möjligt med referens till recept och datum som fanns på följesedeln. Kunskap om max två parallella gjutningar på samma arbetsdag är också en viktig faktor.

Varje valvgjutning medföljer 7 till 10 följesedlar. Statistiskt sett finns det stor sannolikhet att ett par av de leveranserna under samma datum är märkta vilket som följd identifierar alla sedlar i en sifferrad. Denna lösning har nästan fördubblat resultatet och möjliggjort identifiering av 81 % av valvgjutningar.

De gjutningar i följd som saknade minst en följesedel med beteckning för leveransåtgångsstället saknade möjlighet till säkert identifiering. Återigen kunde även detta problem lösas med projektdagbok via referens till dokumenterat byggmoment men detta blev inte möjlig under denna studiens gång.

Efter integration av recept, datum och befintlig märkning på minst en följesedel i en rad av leveranser kunde 31 ut av 38 valvgjutningar identifieras. Tabellen nedan visar hur resultatet ändrades efter identifiering:

Tabell 4-10 Efter identifiering av okända leveranser

Antal följesedlar	Känd leverans	Procent
752	472	63 %
Moment	Antal Kända	Total
Valv	296	40 %
Vägg	146	19 %
Övrigt	30	4 %

En förbättring på 19 % för valvgjutningar uppnådes med denna lösning. Totalt kända leveranser blev 63 % av 752 leveranser. Med andra ord, 81 % av valvgjutningar identifierades. Skillnaden mellan identifiering av väggjutningar och valvgjutningar och faktorer som hindrar identifieringen kan sammanfattas i följande tabell:

Tabell 4-11 Avgörande faktorer vid identifiering av följesedlar för vägg vs valv

Valvgjutning	Väggjutning
Stor yta=Stor mängd	Mindre yta=mindre mängd
6-8 leveranser per valvgjutning	Flera väggjutningar per lass
1 följesedel per leverans	1 följesedel per leverans
1 valvgjutning tillhör 6-8 följesedlar	1 följesedel kan tillhöra flera väggjutningar
Max 2 parallella valvgjutningar per dag	Flera parallella gjutningar per dag
Flera identifieringsfaktorer	Få identifieringsfaktorer
Hög trovärdighet	Låg trovärdighet

Tidsplanen kunde ha varit en logisk lösning för att ta fram gjutningsordning för väggarna som en ytterligare upplysande faktor. Man skulle kunna gå i genom följesedlar med väggrecept i datumordning, därefter genom att ha två kända leveranser kunde man med hjälp av det planerade gjutordningen inspektera vilka väggjutningar som skulle utföras i mellan. Det saknades säkerhet på tidsplanen, som i detta fall låg alla aktiviteter före tidsplanen. Arbetsledaren kan ändra på ordning av gjutningar på grund av praktiska skäl som väder och arbetskraft osv. vilket minskar pålitligheten för denna lösning och av samma anledning ignoreras den som ett lösningsförslag.

Enligt konstruktionen skall det finnas sammanlagt 6 olika planlösningar som påverkar väggmängderna. De flesta planlösningarna är nästan identiska och därför förväntas de ha samma materialmängder. Denna förutsättning skapar förväntning på att väggmängder för alla lika våningsplan skall vara lika.

Tabell 4-12 Lika planlösningar i hus 1 & 2

Konstruktion av Hus 1 och 2		
Valv	P5	Bostadsplan 5 ,Ej undertak
Valv	P4	Bostadsplan4
Valv	P3	Bostadsplan3
Valv	P2	Bostadsplan2
Bottenplan	P1	Entré och Bostadsplan1

Trots dessa likheter i konstruktionen har framtagna mängder inte samma harmoni. Detta beror att många följesedlar inte ingick i utfallsberäkningen på grund av brist på anteckning om leveransstället.

Tabell 4-13 Väggmängder i lika planlösningar i hus 1 & 2

Hus 1	m ³	Hus 2	m ³
1A vägg p1	24,5	2C vägg p1	22,5
1B vägg p1	19	2D vägg p1	
1A vägg p2	30	2C vägg p2	
1B vägg p2		2D vägg p2	
1A vägg p3	30	2C vägg p3	19,5
1B vägg p3		2D vägg p3	25
1A vägg p4		2C vägg p4	24,5
1B vägg p4		2D vägg p4	33
1A vägg p5		2C vägg p5	
1B vägg p5		2D vägg p5	

Som tabellen 4-12 till 4-14 redovisar saknas harmoni för mängder från följesedlar tillhörande konstruktioner med lika planlösningar. Samma avvikelse gäller även för väggmängder för hus 3-4 och 5.

Tabell 4-14 Lika planlösningar i hus 3 & 4 & 5

Konstruktion av Hus 3-4-5		
Valv	P6	Undertak
Valv	P5	Bostadsplan5
Valv	P4	Bostadsplan4
Valv	P3	Bostadsplan3
Valv	P2	Bostadsplan2
Bottenplan	P1	Entré & Bostadsplan1

Tabell 4-15 Väggmängder i hus 3 & 4 & 5

Hus 3	m ³	Hus 4	m ³	Hus 5	m ³
3E vägg p1		4F vägg p1	26	5G vägg p1	
3E vägg p2		4F vägg p2	28	5G vägg p2	24
3E vägg p3	28,5	4F vägg p3	20	5G vägg p3	20,7
3E vägg p4	29,5	4F vägg p4	29	5G vägg p4	25
3E vägg p5	33,5	4F vägg p5	30	5G vägg p5	37

Som det nämndes tidigare, tillhörde enbart 19 % av de 63 % kända leveranserna till väggjutningar. Statistik sett är 19 % ett väldigt lågt värde för att dra trovärdiga slutsatser. Med den bakgrunden ingår inte väggjutningar i resultatjämförelsen.

4.4.1 Mängder från arbetsplatsen

Mängder i tabellen nedan redovisar verklig betonggång för samtliga hus. Som det motiverades i föregående del skall väggjutningar inte medräknas i underlaget.

Tabell 4-16 Mängder från arbetsplats för valvgjutningar hus 1 & 2

Hus 1A	Utfall m ³	Hus 2C	Utfall m ³
1A valv p5	Saknas	2C valv p5	60,5
1A valv p4	56	2C valv p4	59
1A valv p3	57,5	2C valv p3	Saknas
1A valv p2	59	2C valv p2	58
1A valv p1	58,5	2C valv p1	57
Hus 1B	Utfall m ³	Hus 2D	Utfall m ³
1B valv p5	Saknas	2D valv p5	55
1B valv p4	58	2D valv p4	61,5
1B valv p3	61,5	2D valv p3	Saknas
1B valv p2	59,5	2D valv p2	60,5
1B valv p1	58	2D valv p1	58,5

Tabell 4-17 Mängder från arbetsplats för valvgjutningar hus 3 & 4 & 5

Hus 3E	Utfall m ³	Hus 4F	Utfall m ³	Hus 5G	Utfall m ³
3E valv p6	55,5	4F valv p6	53,5	5G valv p6	52
3E valv p5	55,5	4F valv p5	53,5	5G valv p5	55,5
3E valv p4	52,5	4F valv p4	53	5G valv p4	52,5
3E valv p3	Saknas	4F valv p3	56	5G valv p3	55
3E valv p2	57	4F valv p2	Saknas	5G valv p2	54
3E valv p1	55,5	4F valv p1	53,5	5G valv p1	Saknas

4.4.2 Svårigheter att bestämma materialåtgång i verkligt projekt

Svårigheter att framta materialmängder från arbetsplatsen kan sammanfattas i följande:

- Avsaknaden av projektdagbok
- Avsaknaden av märkning på 56 % av leveransföljesedlar

Avsaknaden av projektdagbok som en viktig informationskälla har hindrat många identifieringsmöjligheter av okända moment som skulle kunna ingå i studien. Följaktligen har större begränsningar påtvingats på grund av denna brist.

I början saknade 56 % av betongleveransföljesedlarna beteckning om leveransstället, efter prövning av olika problemhanteringsmetoder baserad på indikatorer som datum, recept och mängd, förbättrades resultatet med cirka 20 %.

Samtliga identifierade följesedlarna tillhörde valvgjutningar då väggjutningar inte lyckades identifieras på grund av brist på identifieringsfaktorer och annorlunda leveransåtgång jämfört med valvgjutningar. Sammanlagt 31 utav 38 valvmängder identifierades, det vill säga 81 % procent. Detta bildar en stark grund för jämförelse av valvmängder.

Med kritisk bedömning av underlag för väggjutningar, trots allt nedlagt arbete för leveranssammanställning och beräkningar, saknar väggmängder trovärdighet enligt statistikregler då antalet inte är tillräckligt som beslutsunderlag. Trots att det finns väggmängder för 24 plan, saknades logisksammankoppling mellan värdena. Av samma anledning anses värdena inte pålitliga och togs därför bort från utfallsunderlaget som en ytterligare avgränsning.

4.5 Olika aktörers syn på mängdningsmetoder

Nedan presenteras en sammanfattning av intervju med olika aktörer som är kopplade till beräkning av mängder till kalkyler i fallstudieprojektet. De enskilda intervjuerna med varje aktör bifogas i slutet av rapporten.

1. Profil av de intervjuade personerna:

- **Personer:**

3 Arbetsledare och tidigare yrkesman på NCC, en entreprenadingenjör, en platschef med erfarenhet som yrkesman och en nyexaminerad civilingenjör med spetskompetens inom BIM

- **Arbetslivserfarenhet:**

Alla intervjuade personerna har en stark grund till sitt arbete, arbetsledaren med minst erfarenhet som arbetsledare (1 år) har 14 års snickarerfarenhet, i övrigt är alla personerna kompetenta inom sitt ansvarsområde antingen via arbetslivserfarenhet eller utbildning

- **Koppling till Marconi Park:**

Alla intervjuade personerna har haft en koppling till Marconi park, 3 personer var från arbetsledningen på byggarbetsplatsen, platschef till projektet och entreprenadingenjör som har skapat kalkyler till Marconi Park. En civilingenjör med stark intresse inom BIM, och hög kompetens inom virtuellt byggande, som arbetar med implementering av BIM har också ingått i intervjun.

- **Hur mycket använder de intervjuade personerna dator som verktyg på jobbet:**

Dator används i olika utstäckning beroende på arbetsuppgiften. Ute på fältet är man mer van att klara sig utan dator medan kalkyler som AK, PK och BIM är beroende av data insamlade i antingen MAP-systemet eller 3D modellen. För arbetsledarna är dator en praktiskt arbetsredskap medan för andra kalkylatorer är dator ett oerhört viktigt arbetsverktyg.

- **BIM erfarenhet:**

Enda personen som hade utbildning och erfarenhet från BIM var den nyexaminerade civilingenjören från Chalmers som erhöll stort intresse och spetskompetens inom BIM.

2. Vilka metoder förekommer när man mängdar?

Mängdning sker på olika sätt, antingen räknas måttet manuellt med skalstock och mini räknare som är vanligare på arbetsplatsen.

I anbuds-kalkyl brukar man skala fram ytor och mängder från ritningar också, alternativt kan man ta fram mått med hjälp av Auto Cad och räkna ut resten manuellt.

Produktionskalkyl baseras på AK och kräver inte lika mycket manuella beräkningar.

Vid modellbaserade kalkyler kan man använda sig av olika mängdavgivningsprogram som Revit, Vico Office eller iLink för att hämta ut mängddata som sedan importeras till MAP-systemet inom NCC. Via tillgängliga RECEPT förs data in i kalkylmallar och materialmängder och arbetstimmar för att utföra momentet uträknas. Följande tabell illustrerar stegen från modell till materialmängder.



Figur 4-6 Processen från Modell till Materialmängder

3. Beskrivning av hur de personerna har räknat för betongåtgång i respektive kalkyl?

Alla 3 arbetsledaren har en gemensam arbetsätt för betongbeställning. Först skalas ytan som skall gjutas manuellt på ritningen med skalstock och sedan räknas ut tillräckligt betongmängd. Beställning av material sker på ett speciellt och effektivt sätt då arbetsledare beställer så många fullastade bilar fram till sista lasset, därefter sista lasset kompletterings beställs efter noggrann kontrollräkning och mätning på plats.

Enreprenads ingenjör brukar skala fram mått och ytor manuellt på ritningar och får in den informationen in i MAP-systemet för fortsatt beräkningar av materialmängder. Han arbetar efter byggdelstabellen för att skapa struktur på kalkylen. Vid brist på tid kan han få köpa de mängddata via mängdavgivningsfirmor som också använder sig av byggdelstabellen vilket underlättar fortsatt arbete i systemet.

Platschef brukar bygga sin kalkyl på AK och justerar de mängd och lösningar han önskar förbättra.

Intervjuat BIM konstruktören har inte räknat på betongmängder fast de finns via modellen.

4. Varifrån hämtas information och vad bygger varje kalkyl på?

Bygghandlingar, Auto Cad, Tidsplan, produktionskalkyl är grunden för arbetsledarens beräkningar.

AK, offerter, ritningar, MAP systemet och bygghandlingar samt byggteknisk erfarenhet bygger en produktionskalkyl.

Tidsplan från beställaren, handlingar, MAP-systemet och byggdelstabellen och teoretisk kunskap bygger en AK kalkyl.

BIM kalkyl bygger på 3D modell.

5. Hur räknar de för kassationer och spill?

Mellan 4-10 % är marginalen beroende på materialtyp och arbetsförhållanden. Exempelvis gjutning av platta på grus har större spillvärde än gjutning på plyfa. Arbetsledningen minimerar spillvärde via avräkning av sista lasset. För AK och PK och BIM som använder MAP-systemet för att hämta ut de slutliga materialmängderna finns den informationen inlagt i RECEPT via som styrs internt.

6. Hur säkra är beräkningar jämfört med verklig betongåtgång?

Det finns risk för felräkningar och felmätningar i alla manuella beräkningsmetoder och det finns inte riktigt återkoppling från verkligt åtgång för att utvärdera kalkyler.

7. Finns det någon återkoppling till din kalkyl? Finns det någon utvärdering på det?

Arbetsledare får ofta direkt återkoppling när det blir materialspill eller returlass vid gjutning. Anmärkningsvärd stora fel utvärderas annars är det väldigt svagt med återkoppling i alla kalkyler.

8. Om de intervjuade personerna ser förbättringsmöjligheter utifrån sin erfarenhet och kompetens.

Arbetsledaren tycker att skall inte beställa exakt mängd, bäst är det när man tillägs beställer, som är den extra beställningen man skickar iväg efterhand. Detta arbetssätt brukar oftast gå bra beroende på leveranstiden.

Anbudskalkylen tycks förbättra med hjälp av feedback från verkligheten om hur bra lösningar och mängder stämmer med AK.

Produktionskalkylen förbättras om alla använder samma kontoplan för kostnader för att skapa återkopplingsmöjlighet mellan olika projekt. Användarvänlighet och möjlighet att kunna köra samma fil mellan olika program underlättar datastyrd mängdavgivningsmetoden.

9. Hur har respektive personen räknat för betongåtgång?

Arbetsledare har skalat måttet på ritning först och räknat materialmängderna manuellt. De har avräknat sista lasset på plats och justerat sista lasset efter behov.

AK har också skalat fram data från ritningar och fört in de i aktuella RECEPT i MAP systemet.

PK är samma som AK då platschefen inte har ändrat på material mängder i AK i denna fallstudie.

Ingen har tagit fram mängder från BIM då de mängderna inte utnyttjas trots att möjligheten fanns via modellen.

10. Hur kan de mängden hämtas ut?

Allt betongåtgång kan spåras via följesedlar och fakturor som samlas i pärmar på arbetsplatsen. AK och PK mängder finns i MAP-systemet och BIM mängder kan hämtas ut med hjälp av Revit, Vico Office eller iLink.

11. Tror de att man kan mängda säkert baserad på modell?

Alla intervjuade personer från branschen tycker att man kan mängda säkert med BIM eftersom dator kan ge precisa mått. Att skala fram mått manuelllet innebär alltid mätfel och räknefel som elimineras när man mängdar via modell. Det är också snabbare att hämta ut mängder via dator än räkna ut de manuellt.

Det är en ledningsfråga om hur man delar på resurser och om man föredrar att jobba Smart eller hårdare. Man skall inte vara rädd för nya metoder och våga testa nya tekniker, ledningen borde också tänka mer strategiskt att utnyttja resurser på rätt sätt och jobba smartare istället för att jobba hårdare.

Dator kan vara ett bra redskap men bästa lösningen enligt arbetsledare kan vara en kombination av båda modellbaserade mängder och manuella beräkningar eftersom man kontrollräknar på plats för att eliminera spillvärdet.

4.6 Jämförelse mellan olika mängdavgivningsmetoder

I detta kapitel presenteras resultatet som studien har åstadkommit efter jämförelse av materialmängder från olika kalkyl.

Som det nämndes tidigare, efter följesedelsammanställning av 752 tillgängliga följesedlar och uppdelning av de följesedlarna i två huvudmoment som väggjutningar och valvgjutningar, borttogs väggjutningar från jämförelseunderlaget på grund av lågtillförlitlighet av underlag.

Även gjutningar som hörde till bottenplatta av samtliga hus saknade pålitlig underlag och togs då bort från jämförelsen.

Följaktligen avgränsas de redovisade resultat i denna studie till enbart valvgjutningar av fem hus. De kalkyler som ingår i jämförelsen är verkligt utfall, BIM och anbuds-kalkyl.

Mängder från verkligt utfall, BIM och AK sammanställs i tabell 4-20 som jämför betongmängder i en husvis och planvis uppdelning av samtliga valvgjutningar mot respektive mängder uthämtad från AK och BIM.

Denna tabell sätter mängder för verkligt utfall, BIM och AK mot varandra och redovisar hur BIM och AK mängder skiljer sig från verkligt utfall. Med andra ord, tabellen redovisar hur mycket eller mindre mängd från AK och BIM är jämfört med det verkliga betongåtgången. Gulfärgad stapel illustrerar mängdöverskott medan rödfärg betecknar underskott av mängd jämfört med verkligt utfall.

Tabellen nedan redovisar betongmängder hämtad från BIM och AK. Dessa mängder jämförs med verkligt utfall. Differensen mellan BIM och AK från de verkliga materialåtgången redovisas i procent. Guldfärg i tabellen visar när BIM eller AK mängden är mer än verkligt utfall medan den röda färgen visar när AK och BIM mängderna är mindre än verkligt utfall.

Tabell 4-18 Resultatjämförelse för Utfall & BIM & AK

Hus 1A	Utfall m ³	BIM kalkyl m ³	BIM diff från utfall	AKmängder m ³	AK diff från utfall
1A valv p5	Saknas	58,98		68	
1A valv p4	56	59,02	5%	68	21%
1A valv p3	57,5	59,02	3%	68	18%
1A valv p2	59	59,08	0%	68	15%
1A valv p1	58,5	61,70	5%	68	16%
Hus 1B	Utfall m ³	BIM kalkyl m ³	BIM diff från utfall	AKmängder m ³	AK diff från utfall
1B valv p5	Saknas	58,98		68	
1B valv p4	58	59,02	2%	68	17%
1B valv p3	61,5	59,02	-4%	68	11%
1B valv p2	59,5	59,08	-1%	68	14%
1B valv p1	58	61,70	6%	68	17%
Hus 2C	Utfall m ³	BIM kalkyl m ³	diff från utfall	AKmängder m ³	AK diff från utfall
2C valv p5	60,5	58,98	-3%	68	12%
2C valv p4	59	59,02	0%	68	15%
2C valv p3	Saknas	59,02		68	
2C valv p2	58	59,08	-2%	68	17%
2C valv p1	57	61,70	5%	68	19%
Hus 2D	Utfall m ³	BIM kalkyl m ³	BIM diff från utfall	AKmängder m ³	AK diff från utfall
2D valv p5	55	58,98	7%	64	16%
2D valv p4	61,5	59,02	-4%	64	4%
2D valv p3	Saknas	59,02		64	
2D valv p2	60,5	59,08	-2%	64	6%
2D valv p1	58,5	61,70	5%	64	9%
Hus 3E	Utfall m ³	BIM kalkyl m ³	BIM diff från utfall	AKmängder m ³	AK diff från utfall
3E valv p6	55,5	54,62	-2%	64	15%
3E valv p5	55,5	54,69	-1%	64	15%
3E valv p4	52,5	54,72	4%	64	22%
3E valv p3	Saknas	54,72		64	
3E valv p2	57	54,85	-4%	64	12%
3E valv p1	55,5	56,49	2%	64	15%
Hus 4F	Utfall m ³	BIM kalkyl m ³	BIM diff från utfall	AKmängder m ³	AK diff från utfall
4F valv p6	53,5	54,62	2%	64	20%
4F valv p5	53,5	54,69	2%	64	20%
4F valv p4	53	54,72	3%	64	21%
4F valv p3	56	54,72	-2%	64	14%
4F valv p2	Saknas	54,85		64	
4F valv p1	53,5	54,69	2%	64	18%
Hus 5G	Utfall m ³	BIM kalkyl m ³	BIM diff från utfall	AKmängder m ³	AK diff från utfall
5G valv p6	52	54,62	5%	64	23%
5G valv p5	55,5	54,69	-1%	64	15%
5G valv p4	52,5	54,72	4%	64	22%
5G valv p3	55	54,72	-1%	64	16%
5G valv p2	54	54,85	2%	64	19%
5G valv p1	Saknas	54,69		64	

Som det syns i föregående tabell (tabell 4-18) ingick 31 ut av 38 valvgjutningar i jämförelsen. PK ingick inte i jämförelsen då den var en kopia av AK i denna fallstudie.

Man kan dra följande slutsatser från jämförelsen som redovisades i resultatjämförelsetabellen:

1. Mängder från anbudskalkyl är i medeltal 15,7 % (n=31 och standardavvikelse=4,7) mer än mängder från verkligt utfall, vilket är ett logiskt resultat då anbudingenjören räknar lite mer än tillräckligt för säkrare budgetering. Exempelvis AK mängden för betongåtgång för *valv hus 1 plan 1* är 68 m³ medan det verkliga materialåtgången för samma plan på arbetsplatsen blev 58,5 m³. Detta förhållande att AK mängden ligger över verkligt utfallsmängder stämmer i alla 31 valvgjutningar som ingick i resultatjämförelsen. (Se tabell 4-18)
2. Alla redovisade mängder från AK ligger över BIM mängder. Detta beror på säkerhetsmarginalen som räknas i RECEPT för beräkningar av AK. BIM räknar inte mängderna med säkerhetsmarginal som det i AK och därför ligger BIM mängder nära det verkliga materialåtgången. (Se tabell 4-18)
3. Mängder redovisade för BIM och verkligt utfall visar ett intressant förhållande. I 97 % av valvmängder redovisade med BIM, värdena hamnar antingen max 4 m³ mer än verkligt materialåtgång, eller så hamnar de BIM mängderna max 4 m³ under den verkliga materialåtgången. Med andra ord, nästan alla BIM mängder diffade max 4 m³ från mängden i verkligt utfall. I tabellen 4-18 kan man följa mängddifferensen mellan BIM och verkligt utfall med gulfärgad stapel som visar när BIM mängden är mer än verkligt materialåtgång. Den rödfärgade stapeln illustrerar när BIM mängden ligger under verkligt materialåtgång. Medelvärde för BIM mängder är 1.2% (n=31 och standardavvikelse=3.2)
4. Medelvärdet för samtliga valvgjutningar på arbetsplatsen blir 56,5 m³ per valv. BIM mängder skiljer sig cirka 7 % från mängder från verkligt utfall.

Ytterligare intressant resultat som inte ingick i studiens avgränsning blev hur returlass påverkar resultatet. Returlass räknas som materialspill och har negativ verkan på projektresultat. I alla kalkyler är returlass integrerad i beräkningar av betongåtgång och är borträknat från mängder för mer exakta värden om riktig materialåtgång.

Det är avtalat mellan Marconi Park och betongleverantören att i varje leverans returlass upp till 1 m³ inte debiteras. Det innebär att arbetsledaren kan, utan bekymmer för extra kostnad för returlass, lägga till en extra kubik på beställningen.

Ett typiskt fel vid gjutningar är saknaden av några sista m³ betong som beror på felberäkning, fel levererad mängd, mer åtgång på grund av tjockare gjutning osv. För att hindra detta brukar arbetsledare som beställer materialet, lägga på någon kubik betong på sin mängdberäkning i syfte med att täcka den differensen. Denna miss att sakna några sista kubik betong är en tidskrävande och kostsam brist. Följden till sådan miss vid gjutning blir stop på gjutning och väntetid på arbetsplatsen utöver alla leverans kostnader för extra beställningen. På det sättet kan man förvänta sig att en extra kubik betong är värd att överbeställas. Trots detta, resultat visar ett väldigt lågt spillvärde på Marconi Park.

Tabell 4-19 Returlass

Totalt beställd mängd Betong fram till 2011.12.07	3440 m ³
Antal leveranser	752 styck
Total fakturerad returlass	68 m ³

Det är tydligt att arbetssätt som infördes för betongbeställningen genom beräkning av sista lasset på valvet var väldigt effektivt. Arbetsledares sätt att beställa full lastade bilar så nära sista bilen som möjligt och göra kompletteringsbeställning av det sista lasset efter mängdning av kvarstående behov på valv ledde till minimalt spill i detta projekt.

5 Slutsatser

Begränsningar under denna studie lämnade inget utrymme för en bredare undersökning. För att dra slutsatser om BIM ger säkra mängder eller inte, krävs det betydligt bredare undersökning än bara valvmängder för fem hus. Under denna studie har mängdavgtagning med BIM lett till positiva resultat. Det är effektivast att undersöka flera materialslag än bara betongåtgång för att avgöra om BIM har samma effektivitet för andra material som trä, isolering etc. Dock är denna rapport en god indikator på hur beräknad betongmängd med BIM förhåller sig till det verkliga utfallet.

Resultatet på arbetsplatsen är beroende av olika faktorer som arbetsledarens arbetssätt, noggrannheten hos yrkesarbetare och utsättare. Gjutning är inte bara beroende av ytan på plattan eller ytan på väggen som arbetsledare kalkylerar. Materialåtgång är relaterad till volym som påverkas av plattans tjocklek och väggens beredd. Några millimeters felmarginal i utsättning av gjutlaser eller gjuthöjder kan tyckas vara ofarliga men några millimeters differens på en stor yta som valvgjutningar och bottenplattagjutningar påverkar materialåtgången. Därför är det svårt att förvänta sig exakta mängder från BIM som redovisar precisa utfallsmängder då den är i princip direkt påverkad av arbetssättet. Av samma skäl kan man inte ha förväntning på noll differens för BIM-mängder.

Vid tillämpning av mängdavgtagning med BIM för betongåtgång kan lågt spillvärde garanteras om arbetsledaren väljer att hämta BIM-mängder för sin beställning och behåller sitt sätt att kompletteringsbeställa sista lasset efter omräkning på plats. Detta innebär att arbetsledarna skulle kunna effektivisera sitt arbete genom att hämta relativt säkra mängder direkt från BIM och undvika mätfel och räknefel samt räkna snabbare.

En annan fördel vid tillämpning av mängdberäkning med BIM är då anbudingenjören inte behöver överbelastas med beräkningar som skalmätningar på ritningar utan kan utgå från BIM-mängder för sina beräkningar. BIM-mängderna kan vara för små för att tas med direkt i anbudskalkylen. Har anbudingenjören gett sitt anbud direkt på BIM-mängder kommer man antagligen att förlora pengar eftersom man har antagit för lite betongmaterial i AK. Därför borde BIM-mängder vara en utgångspunkt och räknas vidare enligt RECEPT för mängder med säkerhetsmarginaler.

Handberäkningar är mer tidskrävande medan mängdavgtagning med BIM eller den parametriska 3D-modellen har hög precision samtidigt som det är betydligt snabbare. Tid är en värdefull komponent för alla byggprojekt och genom minskad beräkningstid bidrar BIM med ekonomisk besparing och högre vinst.

5.1 Rekommendationer för kommande studier

Krav på tillgänglighet av följesedlar och en 3D-modell var utgångspunkten för denna undersökning.

Svårigheten att få tillgång till jämförbar data från det verkliga projektet blev det största hindret.

För att vid kommande studier kunna göra jämförelse av BIM-mängder för andra materialslag med AK, PK och verkligt utfall krävs följande:

- ✓ Projektdagbok
- ✓ Aktuell tidsplan
- ✓ Detaljerat AK
- ✓ Detaljerat PK
- ✓ Parametrisk 3D-modell
- ✓ Tydlig märkning av leveransstället på följesedlar



Figur 5-1 Framtida studier

Enligt erfarenhet från denna studie rekommenderas det strakt att nästa studie planeras redan innan projektstart då anbudskalkyl och produktionskalkyl kan detaljräknas för områden relevanta för studien.

Tidig planering av studie och utfört krav på anteckning på följesedlar som beskriver materialåtgångstället ökar chansen att skapa ett bredare underlag med spårbar information. Det har lagts mycket tid på framtagning av underlag som kan undvikas via tidigt utfört struktur på arbetsplatsen. Att märka följesedelen är inte något tidskrävande moment. Däremot reducerar märkningen mycket komplikationer vid framtagandet av verkligt utfall på ett väldigt effektivt sätt.

Dessutom kan krav på tillgänglighet av projektdagbok lösa många komplikationer.

Dessa har varit de dolda bristerna som inte förutsetts vid val av projekt för denna fallstudie och kan undvikas för bredare studier i framtiden.

6 Referenser

Eastman, C. Teicholz, P. Sacks, R. Liston, K. (2011). *BIM handbook, A guide to building information modeling for owners managers designers engineers and contractors* – 2 edition. New Jersey: John Wiley & Sons

A working definition, Integrated Project Delivery (2007) [Elektronisk] AIA California Council, Tillgänglig: <http://www.haskell.com/upload/NewsLibrary/WhitePapers/IntegratedProjectDelivery.pdf> hämtades 2012.04.11

BIM Journal, Volume 1 Improving the construction process (Feb 2009) [Elektronisk]. Tillgänglig: <http://www.bimjournal.com/downloads/> hämtades 2012.04.10

BIM Journal Volume 2 Improving the construction process (Jan 2010) [Elektronisk] Tillgänglig: <http://www.bimjournal.com/downloads/> hämtades 2012.04.15

Edgar, J. (2002) 3D-Produktmodell som 4D-Produktionsmodell [Elektronisk] IT Bygg och Fastighet
tillgänglig: http://www.openbim.se/documents/OpenBIM/ITBoF/prodit-3d_produkmodell_som_4d_produkmodell.pdf hämtades 2012.05.25

Transitioning to BIM – A Guide for MEP Firms (2011) [Elektronisk] McGraw-Hill Construction
Tillgänglig: http://images.autodesk.com/adsk/files/transition_to_revit_mep_whitepaper_final.pdf hämtades 2012.05.20

Figurer:

Omslagsbild, *Transformation från 2D till BIM*, autodesk.com , hämtades 2012.04.20

Figur 1-1. Skillnaden mellan IPD och Traditionell projektplanering, <http://www.haskell.com/upload/NewsLibrary/WhitePapers/IntegratedProjectDelivery.pdf>, hämtades 2012.03.03

Figur 2-1. *Marconi Park Göteborg*, <http://www.ncc.se>, hämtades 2012.04.02

Figur 2-2. *Konstruktion av hus 1 & 2*, <http://www.ncc.se>, hämtades 2012.04.02

Figur 2-3. *Konstruktion av hus 3 & 4 & 5*, <http://www.ncc.se>, hämtades 2012.04.02

Figur 2-4. *Marconi Park Göteborg*, <http://www.ncc.se>, hämtades 2012.03.03

Figur 5-1 Framtida studier, <http://stensborg.blogg.se/2011/january/banken-2.html>, hämtades 2012.03.22

BILAGOR

Byggedelstabell

	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
0	SAMMANSATTA BYGGDELAR									
1	MARK	10 Samman- satta	11 Röjning Rivning Flyttning	12 Schakt Fyllning	13 Mark- Förstärkn. Drainering	14	16 Vägar Planer	17 Trädgård	18 Mark- utrustn. Stodmur	19
2	HUSUNDERBYGGNAD	20 Samman- satta	21	22 Schakt Fyllning	23 Mark- Förstärkn. Drainering	24 Grund- konstr	26	27 Platta på mark	28 Huskompl	29
3	STOMME	30 Samman- satta	31 Vägar	32 Pelare	33 (Prefab)	34 Bjälklag Balkar	36 Trappor Hiss Schakt	37 Samverk Tak- stomme	38 Huskompl	39
4	YTERTAK	40 Samman- satta	41 Takstomme	42 Taksags- kompl	43 Tak- täckning	44 Takfor & Gavlar	46	47 Terrasser Altaner	48 Huskompl	49 (Plåt)
5	FASADER	50 Samman- satta	51 Stomkompl Utfackknif	52	53 Fasad- beklädnad Ytsikt	54	56 (Utvändiga trappor)	57	58 Huskompl	59
6	STOMKOMPLETTERING	60 Samman- satta	61 (Innsida ytervägg)	62 Undergolv	63 Innerväggar	64 Innertak	66 Invändiga trappor	67	68 Huskompl	69
7	INV YTSIKT	70 Samman- satta	71	72 Ytsikt på golv & trappor	73 Ytsikt vägg	74 Ytsikt tak Undertak	76 Vita varor	77 Skåp & Inredn. snickerier	78 Rums- kompl Övrigt	79
8	INSTALLATIONER	80 Samman- satta	81	82 Process	83 (Storkök)	84 Sanitet Värme	86 El	87 Transport	88 Sstyr	89
9	GEMENSAMMA ARBETEN	90 Samman- satta	91 Gemens. arbeten	92	93	94	96	97	98	99

Intervju med arbetsledare 1

1. Profil
 - Namn: Benny Lejonhuvud
 - Utbildning: KY-Akademien i 2 år som byggingenjör
 - Tjänst: Arbetsledare på NCC
 - Arbetslivserfarenhet: 1 år som arbetsledare och 14 år som snickare
 - Koppling till Marconi Park: Arbetsledare, ansvarar för gjutning av bottenplattor, stomme komplettering och gips
 - Hur mycket använder du dator som verktyg på jobbet: Jag använder mest Excel för att hålla koll på mina beställningar
 - BIM erfarenhet: Ingen
2. Vilka metoder förekommer när man kalkylerar materialmängder?
Mängdning sker på olika sätt, antingen räknas måttet manuellt med skalstock och mini räknare. Ett annat alternativ är att ta fram mått med hjälp av Auto Cad och räkna ut resten manuellt.
3. Beskriv hur du räknar?
Mängda betyder hur mycket, när och vad som skall beställas. Jag använder mest skalstock och miniräknare. Jag känner mig duktigare på räkna allt för hand jämfört med att använda dator.
4. Varifrån hämtar du information och vad bygger din kalkyl på?
Mina beräkningar bygger på bygghandlingar, tidsplanen, produktionskalkyl och allt dessa finns tillgängligt på arbetsplatsen.
5. Hur räknar du för kassationer och spill?
10 % har jag haft som standard men det beror på materialslag och olika villkor. Just för betongmängder brukar jag avräkning av sista lasset. Jag brukar räkna av det sista lasset via mätning och räknar på plats vad som behövs och beställer halv m³ mer än det, det brukar fungera bra.
6. Hur säkra är de beräkningar jämfört med verkliga åtgången?
Det beror på, man kan ha mät fel, räknat fel, sådana fel kan hända. Erfarenhet och vana spelar stor roll i hur bra resultatet blir, man kan göra mer fel speciell när man är ny och oerfaren.
7. Finns det någon återkoppling till din kalkyl? Finns det någon utvärdering på det?
På vissa ställen finns det. Oftast ser man direkt vad som blir över och det tyder på fel mängdning. Jag försöker hålla koll på det själv.

8. Utifrån din erfarenhet även som snickare, finns det något sätt att förbättra mängdningen ute på byggfältet?
Man ska aldrig inte beställa för mycket, bäst är det när man tilläggs beställa. Tilläggs beställa är den extra beställningen man skickar iväg efterhand. Detta arbetssätt brukar oftast gå bra beroende på leveranstiden.
9. Hur har du räknat för betongåtgång?
Betongmängderna har jag skalat på ritning först och räknat efter det, jag har också avräknat sista lasset på plats och justerat sista lasset efter behov.
10. Hur kan jag hämta ut de?
Allt betongåtgång kan spåras via följesedlar och fakturor som samlas i pärmar.
11. Tror du att man kan mängda säkert baserad på modell?
Både ja och Nej. Är man slarvig kan det vara säkrare att använda någon modell men om man är noggrann från början kan det räcka med det traditionella sättet, saker kan gå för fort här ute ibland och för det behöver man ha bra koll på nästan allt och är tvungen att vara noggrann om det ska funka.

Intervju med arbetsledare 2

1. Profil

- Namn: Anders Fri
- Utbildning: 4 årig Tekniskt gymnasium
- Tjänst: Arbetsledare på NCC, Marconi Park
- Arbetslivserfarenhet: 26 år inom branschen
- Koppling till Marconi: ansvarar för betongstommen
- Hur mycket använder du dator som verktyg på jobbet: Jag använder inte dator så mycket, oftast använder jag dator för Auto Cad och beställningar
- BIM erfarenhet: Ingen

2. Vilka metoder förekommer när man kalkylerar materialmängder?

Beroende på vad man ska mängda kan man använda sig av olika beräkningsmetoder. Oftast utgår man från ritningar och sedan räknar förhand eller använder Cad för att ta fram de måtten automatiskt. Auto Cad går fortare och det blir mer exakta mått. Man brukar ofta ha tillgång till de ritningarna på arbetsplatsen idag.

3. Beskriv hur du lägger räknar materialmängder?

Armering och liknande är svårt att mängda från ritningen, det får man ofta sitta och räkna för hand. Man kan ta fram yta via Auto Cad och sedan får man manuellt räkna mängden, det brukar inte ta lång tid för mig. Man har den tiden i början under planeringsskedet som är innan projektet start.

För Marconi hade jag räknat exakta mängder för varje bottenplatta och valv. Jag hade delat upp arbetet i olika gjutetapper för varje våning för gjutning av väggar också. Eftersom jag hade i tidigt fas räknat ut hur mycket det skulle konsumeras i varje etapp, hade alla mängderna färdigt för resten av husen då många av etapperna var identiska och blev som en upprepning av samma mängder. Jag Justerade mängderna efter erfarenheten också, så till slut visste jag precis hur mycket det skulle gå åt olika etapp. På de första gjutningarna kunde det bli spill men resten justerar man och elimineras spill. Ibland kan de även leverera fel, som det hände också någon gång.

4. Varifrån hämtar du information och vad bygger din kalkyl på?

Mina beräkningar bygger på ritningar, bygghandlingar som finns på arbetsplatsen, Auto Cad och erfarenhet.

5. Hur räknar du för kassationer och spill?

För bottenplatta och valvgjutningar brukar jag alltid räkna av det sista lasset. Fabriken vet att de ska leverera nästan färdig men inte helt och sedan mäter jag hur mycket som fattas på plats och beställer en kompletterings lass. Exempelvis om det är räknat att det ska behövas 80 m³ betong så beställer jag att de skall levereras så nära som möjligt 80m³ med fullastade bilar men inte

allt skall levereras. Typ 75 m³ levereras och i sista bilen har man chans att justera sista lasset efter vad som fattas genom mätning på plats. Då bli det inget spill alls.

6. Hur säkra är de beräkningar jämfört med verkliga åtgången?
Det beror på, det är svårare att räkna på en bottenplatta som är på av grusat yta eftersom det gå åt mer. Om man gjuter på plyfavalv och plattbärlag ska uträknade mängden stämma ganska bra med verkligheten. Vägg är också lätt att räkna eftersom den har kända dimensioner. Erfarenhet är också avgörande, man kan anpassa sig bättre efter situationen.
7. Finns det någon återkoppling till din kalkyl? Finns det någon utvärdering på det?
Nej, jag har tyvärr ingen koll på det.
8. Utifrån din erfarenhet, finns det något sätt att förbättra mängdningen?
Det finns säkert, man gör saker och ting av gammal vana men det behöver inte vara rätt bara för det.
9. Hur har du räknat för betongmängder?
Handräkning, Auto Cad, skalstock och mini räknare
10. Hur kan jag hämta ut de?
De kan spåras via följesedlar men inte alla följesedlar finns kvar, jag har antecknat vilka etapper följesedlarna tillhör.
11. Tror du att man kan mängda säkert baserad på modell?
Tror att man kan, om man har en bra modell.

Intervju med arbetsledare 3

1. Profil
 - Namn: Göran Björmander
 - Utbildning: snickare, 2 års gymnasium på bygg och anläggning
 - Tjänst: Arbetsledare
 - Arbetslivserfarenhet: 6 år på NCC, 30 år inom branschen
 - Koppling till Marconi: Arbetsledare, ansvarar för tak konstruktionen, underentreprenörer och utfackningsväggar
 - Hur mycket använder du dator som verktyg på jobbet: inte mycket, mest för beställning och tidsplanering
 - BIM erfarenhet: Ingen
2. Vilka metoder förekommer när man kalkylerar?
Tumstock och mini räknare är vanligast
3. Beskriv hur du räknar?
Jag räknar också med tumstock och mini räknare
4. Varifrån hämtar du information och vad bygger din kalkyl på?
Mina beräkningar bygger på ritningar och verkligheten. Man kan inte bara beställa efter ritningen, man måste gå ut och mäta på plats med kontrollsyfte.
5. Hur räknar du för kassationer och spill?
Betong beställningen går exakt efter de måtten man för med handräkning och sedan lägger jag på minst en m^3 , det finns retur rätt på en m^3 på våra beställningar så debiteras inte det, brukar lägga lite under och komplettera med sista bilen. Bottenplatta som går 7-8 m^3 , vet av erfarenhet att bilar tar 6 m^3 så beställer en bil med 6 m^3 , räknar vad som fattas och kompletterar det med 1,5-2 m^3 för andra/sista bilen.
6. Hur säkra är de beräkningar jämfört med verkliga åtgången?
Hittills har det stämt bra, jag har givetvis nytta av min erfarenhet som till viss del förbättrar resultatet
7. Finns det någon återkoppling till din kalkyl? Finns det någon utvärdering på det?
Returlass eller spill blir fakturerad, det står även på följesedeln vad bilen har levererat och vad som tagits tillbaka. Exakt mängd för returlass får man på faktura. Man brukar inte kolla på fakturor själv men om det blir för mycket returlass fakturerad kan man bli kallad av platschefen som kollar genom fakturor.
De 5 hus kropparna på Marconi Park är likadana så om man beställer över ett material som råspån, trävirke är det säkert att det materialet som har blivit över

kan användas i nästa hus. Man kan räkna av det sista lasset i sista huset, det brukar gå bra.

8. Utifrån din erfarenhet, finns det något sätt att förbättra?

Nej, inte något särskilt sätt jag kommer på just nu.

9. Hur har du räknat för betong?

Räknat för hand, mät på plats och räknat av sista leveransbilens

10. Hur kan jag hämta ut de?

De finns på följesedlar för betongleveranser.

11. Tror du att man kan mängda säkert baserad på modell?

Ja, jag tror det. Bara modell kan inte vara optimalt. Man får nog använda lite av båda, man måste ha kunskap bakom det.

Intervju med entreprenadingsenjör

1. Profil

- Namn: Sture Grytheim
- Utbildning: Gymnasieingenjör
- Tjänst: Anbudsingenjör eller kalkylator på NCC
- Arbetslivserfarenhet: Började jobba 1968 på anläggning i 15-20 år som arbetsledare och platschef. Sedan bytte till Hus som platschef ett par år och sedan dess har jobbat med inköp och kalkyl. Sammanlagt har jag jobbat som kalkylator i 15 år.
- Koppling till Marconi Park: Jag har gjort anbuds-kalkyl åt Marconi Park
- Hur mycket använder du dator som verktyg på jobbet: På NCC räknar vi allt via MAP systemet på dator
- BIM erfarenhet: Ingen

2. Vilka metoder förekommer när man gör en anbuds-kalkyl?

Hos oss alla ska använda MAP systemet. Man kan räkna väldigt olika i hur detaljerat man går in i projektet. Man kan kalkylera väldigt grovt eller mycket detaljerat. Mängderna räknas för hand men priserna tas fram via MAP systemet eller via anbud från entreprenader. Det tar ungefär 3 veckor för ett projekt som Marconi Park att räkna mängderna för hand.

Det förekommer prov att mängda med dator men det är inte är fullt utvecklat.

3. Beskriv hur du räknar en anbuds-kalkyl?

I beskrivning och ritningar får jag informationen som underlag. Jag bygger min kalkyl efter byggdelstabellen som strukturerar upp arbetet i olika byggdelar. Det innebär i princip att jag bygger huset i teorin så som man bygger det i verkligheten. Jag börjar till exempel med bottenplattan och delar som är i marken och sedan bygger jag upp huset efter tabellen och slutar med målning och inredning. Byggdelstabellen har en struktur på alla byggmoment som man jobbar efter för att inte glömma någonting. Den strukturen har jag använt länge och tycker att det passar mig jätte bra.

4. Varifrån hämtar du information och vad bygger din kalkyl på?

Mitt underlag är beskrivningar och ritningar.

5. Hur räknar du för kassationer och spill?

Allt finns i MAP systemet, jag väljer aktiviteter i MAP systemet, i de aktiviteterna är spill redan inlagt, man har olika spill faktor beroende av olika villkor, material typ. Ska man gjuta betong på marken går det åt mer betong med större spillfaktor jämfört med att gjuta på valv. När man gjuter på valv så är det bara ytan och tjockleken som avgör mängden och det kan mätas fram exakt, om underlaget är ojämnt såsom det ska gjudas på makadam går det åt mer betong, sådant är inlagt i MAP systemet som läggs in centralt inom NCC.

MAP systemet är inköpt av Skandinaviskt kalkyl data som har gjort detta system. NCC centralt har valt att använda detta system och alla i NCC använder detta system för att få struktur i arbetet. Folk sitter centralt i NCC som lägger i priserna. Basvaror priserna som pris på en regel ligger i systemet som uppdateras efter marknaden och nya avtal. Det underlättar arbetet på det viset att inte alla ska sitta och arbeta med samma sak. Detta färdigt levererat system, MAP, innehåller information om bas priser, marginaler för spill och kassationer, olika recept som används för anbuds-kalkyl.

Material, arbete och entreprenader är ett komplettpris som vi lämnar i en anbuds-kalkyl och de räknar jag ut i min kalkyl.

Jag gör inte någon tidsplan utan jag räknar ut hur många arbetstimmar som krävs för att bygga färdig ett projekt, detta kan sättas mot tidspunkten beställaren har som önskemål och fattar beslut om man kan hinna med projektet vid önskad tidpunkt.

I de underlaget få man besked om när beställaren vill att projektet ska levereras och jag räknar efter deras önskemål, huvud tidsplan är för att visa att vi kommer bli klar vid en önskat tid. Produktionsplanen är mycket mer detaljerat än huvudtidsplan som används vid anbud.

6. Hur säkra är de beräkningar jämfört med verkliga åtgången?

Jag räknar min kalkyl baserad på MAP, det finns färdiga recept som justeras centralt i MAP systemet som jag bygger min kalkyl på. Jag får se hur det har gått för projektet till slut och hur de totala beräkningarna stämmer i en ekonomi sammanställning.

7. Finns det någon återkoppling till din kalkyl? Finns det någon utvärdering på det?

Det är dåligt med återkoppling och vi får sällan ta reda på hur det går i verkligheten. De som vet hur det går på riktig är de som utför arbetet på bygget och de har väl inte tid för utvärdering. Det är inte tillräckligt högt prioriterat att utvärdera kalkylen men om man har glömt bort någonting brukar man få reda på det, annars är det sällan vi får någon återkoppling.

Det är inte heller säkert att de på byggarbetsplatsen bygger såsom jag har tänkt och planerat. De kan använda en annan metod och då är det svårt att jämföra resultatet. De värdena som finns här är erfarenhetsvärden, om mängderna inte stämmer kan det även bero på att det är felutfört på arbetsplatsen. Det finns alltid orsaker om det inte stämmer.

Anbuds-kalkylen används för att lämna en anbud för att tala om hur mycket pengar vi behöver för att utföra jobbet medan produktionskalkylen anpassas efter anbuds-kalkyl. Oftast är det platschefen som räknar produktionskalkylen som talar om hur vi kan spara pengar genom att göra det på ett annat sätt och anpassa metoder efter situationen. Därför platschefens erfarenhet spelar stor roll i PK. Anbuds-kalkyl bygger huset i teorin och produktionskalkyl som

bygger på anbuskalkyl anpassar teorin med hjälp av platschefens erfarenhet för att välja ut bästa metoden för att bygga effektivt och spara pengar. Platschef bakar sin erfarenhet i entreprenadingenjörs erfarenhet för att göra det lönsamt. Ofta är PK samma kalkyl som AK och platschefen behöver inte ändra så mycket på AK men behöver justera den efter behov. Jag kan räkna för att vi formar och bygger innerväggar själva i betong men han kanske tycker att det är bättre att använda skallväggar som levereras färdigtformat med armering som fylls i med betong i arbetsplatsen.

Ekonomi styr oss och olika platschefer har olika åsikter om olika metodval, i stort sätt alla tror på sitt sätt. Alla kan vara duktiga på olika saker men det kan vara svårt att ta reda på det när det inte finns någon återkoppling på det man kalkylerar. Jag har inte koll på vad platschefen ändrar utan jag får bara reda på hur projektet går i helhet utan detalj.

8. Utifrån din erfarenhet, finns det något sätt att förbättra AK?

Jag tror att det är bra som det är och vi har de medlen som jag tycker det behövs, det kommer säkert att utvecklas att mängda med dator med det är inte fullt utvecklat än. För oss MAP systemet är grunden men om man har mycket att göra kan man köpa mängder ut av mängdavgiftsfirmer, man får de både på papper och digital och då är det grunden för mitt jobb, de mängderna är också uppbyggda efter byggdelstabellen.

9. Hur har du räknat för betong?

Betong för Marconi har jag mängdat själv. Det finns i många byggmoment, när jag har räknat färdigt för olika moment gör jag en resurssammanställning i MAP och får fram totalt mängden för hela projektet. Jag har däremot inte delat upp de momenten i djupare detalj som våning vis uppdelning av betong åtgången i min kalkyl. Man kan gå i kalkylen och penetrera de om det behövs.

10. Hur kan jag hämta ut de?

Mängder för betong ligger i resurssammanställning i anbuds kalkyl som du kommer åt via MAP. JAK (justerad anbuds kalkyl) innehåller allt data om materialmängderna som visar totalkalkylen för hela projektet, totalt betonatgång för hela projektet är enligt min AK 4500 m³.

Betong ingår i flera moment.

Det finns två huskroppar, en med 26 lägenheter och en med 14 lägenheter, jag räknar inte alla mängder för varje hus utan de som inte är likadana räknar jag en av varje och sedan multiplicerar de i antalet.

11. Tror du att man kan mängda säkert baserad på modell?

Ja men det blir inte lätt, inte än så länge i alla fall. Det beror på vem som matar in data. Det är inte alltid samma uppfattning byggingenjör, arkitekt, konstruktörer eller kalkylator har, dessutom vad som matas in är också viktigt.

Intervju med platschef

1. Profil
 - Namn: Peter Olausson
 - Utbildning: två årig Kyutbildning som byggingenjör
 - Tjänst: Platschef
 - Arbetslivserfarenhet: Jag började år 1992 som målare, efter 8 år började som arbetsledare och sedan 2006 har jag jobbat som platschef
 - Koppling till Marconi: Platschef
 - Hur mycket använder du dator som verktyg på jobbet: mycket
 - BIM erfarenhet: Ingen
2. Vilka metoder förekommer när man gör en produktionskalkyl?
Man brukar få en Justerad Anbuds Kalkyl som man ska justera för att skapa en produktionskalkyl.
3. Beskriv hur du räknar?
Platsledningen planerar inför arbetesbörjan. Jag bygger produktionskalkyl dels på JAK, genom beräkningar, erfarenhet, offerter från maskiner, bodar, kranar, tillbehör, diverse som inte köps in. Många NCC köp ska vi ropa av som man får offerter. 3-4 månader innan projektetstart planerar man från spik till kran och hela den resan är ett sätt att förbereda produktionskalkylen. Man samlar på uppgifter och bestämmer lösningar och försöker hitta hur man ska göra för att hitta bästa lösningarna. Sedan när man gör produktionskalkylen har man arbetat med de frågorna i 2-3 månader. Produktionskalkyl är något man jobbar med under hela resans gång helatiden.
4. Varifrån hämtar du information och vad bygger din kalkyl på?
Jag bygger min kalkyl på Justerad Anbuds Kalkyl och intensive information vid planeringsfasen.
5. Hur räknar du för kassationer och spill?
Erfarenhet är min första redskap. Räknar med 5-6% beroende på material, det finns färdiga recept i MAP systemet också.
6. Hur säkra är de beräkningar jämfört med verkliga åtgången?
Jag gör en ekonomisammanställning och jämför mot JAK för varje resurs.
7. Finns det någon återkoppling till din kalkyl? Finns det någon utvärdering på det?
Jag gör ekonomi sammanställning och det kan vara en bra uppföljning av kalkyler, oftast när projektet tar slut brukar man gå vidare till nästa och tar inte den tiden att kontrollera allt i detalj. Det brukar vara projektledare eller någon på avdelningen som tar sig den tiden att återkoppla resultatet, det gäller också

hur man kontererar. Vi använder olika konto och vi jobbar på lite olika sätt. Vi har några olika kontoplan för olika material.

8. Utifrån din erfarenhet, finns det något sätt att förbättra?

Det är bäst om alla kör med samma kontoplan för då blir återkopplingen exakt. Hur man konterar påverkar resultat, olika platschef kan kontera på olika sätt och det är inte glasklart om vad som är konterat i vilket konto, varje platschef bygger sitt kontoplan. Om man vill ha jätte bra koll på kalkylen så är det bäst om alla kör på samma sätt. Varje platschef har egen kontoplan för hur man ska kontera fakturor. När en entreprenadschefen sammanställer så har han många olika sätt att kontoera och jämföra kalkylen. Konterar alla sina fakturor på samma sätt blir det lätt vid uppföljning och man får möjlighet att även jämföra olika projektkostnader mot varandra.

I princip är det nästan samma material som kommer in till varje arbetsplats och det skiljer sig bara små saker, så om alla arbetsplatser konterar sitt material på samma kontoplan, kan man få en noggrann uppföljning mellan olika projekt också.

Problemet är att varje arbetsplats gör det på sitt sätt och det saknas ordning på hur man ska göra det. Om det hade funnits någon ordning uppifrån på att så här ska det se ut när vi bygger flerbostadshus och så här ska det se ut när i bygger småhus då kände alla igen sig mer och man skulle veta exakt vad som skulle göras från bygge till bygget. Den möjligheten utnyttjas inte på rätt sätt och avsaknaden på återkoppling kan leda till att vi kan göra fel efter fel ibland.

9. Hur har du räknat för betongåtgången?

Jag har inte ändrat på JAK i detta projekt faktiskt, jag har tagit samma material kostnader och bara ändrat på tilläggsmaterial. Betong mängden ligger vi ganska bra till om man tittar på ekonomisammanställningen.

10. Hur kan jag hämta ut de?

Det finns i MAP systemet.

11. Tror du att man kan mängda säkert baserad på modell?

Ja, det tror jag. Det finns folk som sitter och jobbar med det.

Intervju med BIM konstruktör

1. Profil

- Namn: Tobias Boström
- Utbildning: Civil ingenjör, Master program DCPM, Chalmers Tekniska högskolan 2011
- Tjänst: Trainee
- Arbetslivserfarenhet: Ett halvt år som trainee på NCC
- Koppling till Marconi park: Stöd och support i Virtuellt byggande
- Hur mycket använder du dator som verktyg på jobbet: 99 %
- BIM erfarenhet: Utbildning på Chalmers och har gjort exjobb om BIM, jag har spetskompetens och tänker BIM hela tiden och har den som rödtråd

2. Vilka metoder förekommer när man kalkylerar med BIM:

Det finns många olika program för just mängdavgivning, i princip alla 3D program som man kan modellera med kan användas för att hämta mängddata. Det finns även programkostym som är flera program i ett. NCC Tyskland använder en kostym program som heter RIV eye 2 , som Vico Office är en kopia av den. Med RIV eye 2 importeras modellen och därifrån innehåller det olika program som kan användas för att jobba med data och kalkyler.

I Sverige använder man ett centralt data system som heter MAP. Det finns en dödkoppling mellan MAP systemet och Revit, där man importerar mängdförteckningar till MAP från modell via program som Revit, iLink eller Quantity take off.

Revit-mängd data- MAP vad ska man göra – hur mycket- recept- gubb timmar- armering-cell plass – betong- isolering

MAP systemet genom olika recept inlagt i systemet visar vad är det man ska göra och hur mycket man ska göra, exempelvis om man ska gjuta grunden väljs mall för grundkonstruktion och kvadrat meter fylls i och där får man en uträkning av hur mycket arbetstimmar och material som betong, cellplast, armering, fiberduk och grus behövs.

Recept är olika tillvägagångs sätt och mycket praktiskt. Man importerar mängder från Revit till MAP för att fylla i respektive recept. Mängddata från Revit exporteras som textfil med Quantity Take Off och sedan textfilen importerar till MAP för att hämta Materialmängder

Det är tyvärr väldigt få som använder Revit för mängdavgivning. Istället för att 3D programmet genererar den mängden kan man mängda manuellt med skalstock som är det vanliga sättet när man gör kalkyler idag. Grundprincip är att man ska ha en modell som har fler parameter än volym och ytor för att använda BIM informationsmodell. Med BIM kan man hämta mängd data, ljudklassningsdata, utskicksdata, hållfasthetsdata och mycket annat.

3. Hur lägger du upp en kalkyl:
Man kan göra både anbudskalkyl och produktionskalkyl med hjälp av BIM. Man kan importera mängder med Quantity take off till MAP. Man kan göra mängdavgtagning i Revit också. Det används olika program eftersom olika program är bra på olika saker och Revit är bra för att göra mängdlista.
4. Varifrån hämtar du information och vad bygger din kalkyl på?
Det måste finnas ett projekt med modell, beställare som gör bara 2D-modell kan man inte prata om BIM. Beroende på entreprenadform kan beställare komma med 3D modell eller NCC står för ritningar och producerar 3D modellen. Oftast finns det 3D modell men alla inte vet hur de ska användas oh därför mängdar många manuellt även om de data finns.
5. Hur räknar du för kassationer och spill?
Det gör jag i kalkylprogrammet, de marginalerna finns färdiga i recept som bygger på erfarenhet, man kan även justera måttet beroende på vad som beställaren vill ha, ibland kan det behövas.
6. Hur säkra är de beräkningar jämfört med verkliga åtgången?
Vi vet inte det exakt och hoppas på att få några konkreta svar via denna fallstudie.
7. Finns det någon återkoppling till dina kalkyler? Finns det någon utvärdering på det?
Ingen aning, jag har aldrig gått så lång. Däremot är de väldigt intressant att veta och nu väntar på att projektet ska ta slut.
8. Utifrån din erfarenhet, finns det något sätt att förbättra?
Dataspecialister gör program som inte är användarvänliga till exempel det finns inga snapp funktioner och man kan inte plockar ytor per automatik. Grafic user interface, användarvänligheten och hur program talar mellan varan kan förbättras en hel del. Det är största problemet att man sparar filerna i olika format som inte kan läsas av nästa program, det blir krångligt och ineffektivt.
9. Hur har du räknat för betongen?
Jag har inte räknat på det fast de mängderna finns i modellen. Modellen är inte använd för kalkyler i Marconi Park men modellen som innehåller den data finns. BIM är en outnyttjad resurs.
10. Hur kan jag hämta ut de?
Du får använda Revit , Vico Office eller iLink för att hämta materialmängder.

11. Tror du att man kan mängda säkert baserad på modell?

Ja, det tror jag definitivt. Skallstock är beroende av utskriftsformat och noggrannhet i både räkning och mängdning. Man ska inte vara rädd. Delvis är det en ledningsfråga eller strategiskt fråga om hur chefer ser på det här och väljer att dela upp resurser. Ska man jobba smartare eller hårdare är den avgörande frågan.