



BACHELOROPPGAVE:

MENGDEBEREGNING I BIM

FORFATTERE: KJETIL HARTVEDT, OLE CHRISTIAN SVEEN
OG STÅLE STORØDEGÅRD.

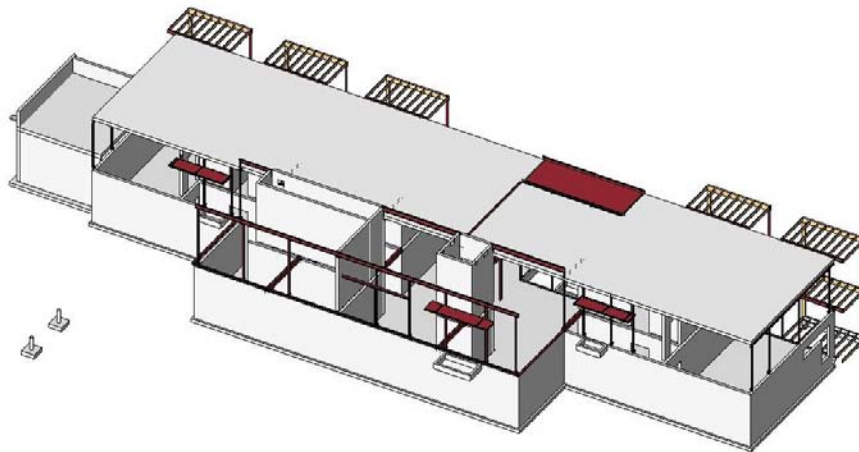
Dato: 22. mai 2012

1. Sammendrag

Tittel:		Dato: 22. mai 2012
<u>Mengdeberegning i BIM</u>		
Deltaker(e)/		
<u>Kjetil Hartvedt</u>		
<u>Ole Christian Sveen</u>		
<u>Ståle Storødegård</u>		
Veileder(e):		
<u>Leif Erik Storm</u>		
Oppdragsgiver: <u>Høgskolen i Gjøvik</u>		
Stikkord <u>BIM, mengdeberegning, Revit Structure, tidsbesparing, effektivitet</u>		
Antall sider: 45	Antall vedlegg: 4	Publiseringsavtale inngått: Ikke enda
<p>Når BIM blir innført for fullt i byggebransjen, vil dette føre til en klar økning i effektiviteten. Likevel viser det seg at det er vanskelig å få alle aktørene til å ta det i bruk. Dette kan skyldes manglende kunnskap, usikkerhet for det ukjent etc. Spesielt at har vi inntrykk av at entreprenørbedrifter er dårlige til å utnytte den informasjonen som ligger tilgjengelig i BIM prosjekter. Derfor er det interessant å se på ulike bruksområder, og vurdere om entreprenørbedriftene vil være tjent med å bruke BIM på disse. Et slikt bruksområde er mengdekontroll, som vi skal se på.</p> <p>Vi har selv sammenliknet vårt tidsforbruk når vi har tatt mengdeberegninger slik mange entreprenører gjør det i dag, og når vi har tatt mengdeberegninger i BIM programmet Revit Structure. For å få et bredere bilde av hvordan det er å bruke BIM til mengdeberegning har vi også kontaktet både entreprenører og prosjekterende som har erfaring fra BIM prosjekter og programmer for å få vurderinger på om de føler de tjener noe på det, og om det er praktisk å bruke.</p> <p>Vi kom frem til en tidsbesparing på mellom 80 og 90% ved bruk av BIM til mengdeberegning, i forhold til vanlig manuell metode. Dette er begrunnet både i våre egne målinger, og erfaringstall vi har fått fra aktører som har tatt i bruk BIM. Men disse tallene varierer veldig på hvor god modell man har.</p>		

1.1 Abstract

Title:	Quantity calculations in BIM
Faculty:	Technology, economy and management – Construction
Authors	Kjetil Hartvedt, Ståle Storødegård, Ole Christian Sveen
Supervisor:	Leif Erik Storm
Employer:	Høgskolen i Gjøvik



Wall Schedule 3			
Type	Area	Length	Volume
Innervegg Betong 200	11.12 m²	2710	2.22 m³
Innervegg Betong 200	9.92 m²	2550	1.90 m³
Innervegg Betong 200	10.40 m²	2010	2.00 m³
Innervegg Betong 200	29.20 m²	8590	5.04 m³
Innervegg Betong 200	7.00 m²	1800	1.40 m³
Innervegg Betong 200	33.42 m²	8590	6.68 m³
Innervegg Betong 200	6.21 m²	1800	1.24 m³
Innervegg Betong 200	28.73 m²	8550	5.55 m³
Innervegg Betong 200	41.39 m²	15600	8.28 m³
Innervegg Betong 200	30.59 m²	10900	6.12 m³
Innervegg Betong 200	28.11 m²	8550	5.22 m³
Innervegg Betong 200	16.11 m²	4250	3.22 m³
Innervegg Betong 200	4.20 m²	2650	0.87 m³
Innervegg Betong 200	5.03 m²	2550	1.01 m³
Innervegg Betong 200	6.23 m²	6336	1.25 m³
Ringmur Betong 200	1.56 m²	3000	0.28 m³
Ringmur Betong 200	3.66 m²	7800	0.70 m³
Ringmur Betong 200	3.38 m²	6700	0.61 m³
Ringmur Betong 200	10.71 m²	21600	1.93 m³
Ringmur Betong 200	7.20 m²	14500	1.32 m³
Ringmur Betong 200	1.40 m²	3000	0.25 m³
Ringmur Betong Terrasse 200	2.23 m²	4000	0.35 m³
Ringmur Betong Terrasse 200	2.23 m²	4000	0.35 m³
Ringmur Betong Terrasse 200	2.23 m²	4000	0.35 m³
Ringmur Betong Terrasse 200	2.23 m²	4000	0.35 m³
Risgrube Betong 150	0.35 m²	850	0.05 m³
Risgrube Betong 150	0.55 m²	1670	0.09 m³
Risgrube Betong 150	0.35 m²	850	0.04 m³
Risgrube Betong 150	0.53 m²	1670	0.08 m³
Risgrube Betong 150	0.53 m²	1350	0.08 m³
Risgrube Betong 150	0.54 m²	2890	0.14 m³
Risgrube Betong 150	0.47 m²	1350	0.07 m³
Risgrube Betong 150	0.89 m²	2690	0.13 m³
Risgrube Betong 150	0.35 m²	842	0.05 m³
Risgrube Betong 150	0.50 m²	1670	0.09 m³
Risgrube Betong 150	0.20 m²	842	0.04 m³
Risgrube Betong 150	0.53 m²	1670	0.08 m³
Risgrube Betong 150	1.23 m²	2690	0.18 m³
Risgrube Betong 150	0.61 m²	1350	0.09 m³
Risgrube Betong 150	1.17 m²	2590	0.17 m³
Risgrube Betong 150	0.54 m²	1350	0.08 m³
Sjaktvegg Betong 250	3.10 m²	2700	0.79 m³
Sjaktvegg Betong 250	2.70 m²	2600	0.69 m³
Sjaktvegg Betong 250	2.90 m²	2700	0.72 m³
Sjaktvegg Betong 250	2.35 m²	2000	0.59 m³
Yttervegg Betong 200	21.03 m²	6005	4.21 m³
Yttervegg Betong 200	35.03 m²	7480	7.01 m³
Grand total: 71	1055.18 m²	428375	210.09 m³

Rendered with permission from Norconsult AS

When BIM is introduced fully in the construction industry, this will lead to a clear increase in efficiency. Yet it turns out that it is difficult to get all the players to take it into use. This may be due to lack of knowledge, uncertainty of the unknown, etc. We especially have the impression that contractors are reluctant to use the information that is available in BIM projects. Therefore, it is interesting to look at different applications, and assess whether contractors will benefit from using BIM on these. One such application is quantity calculations, which we will look further into.

We have compared the time spent when we have taken the quantity calculations in the way many entrepreneurs do it today, and when we have taken the quantity calculations in the BIM capable software Revit Structure. To get a broader picture of how it is to use BIM for the purpose of quantity calculations, we have also contacted both the contractors and designers with experience in BIM projects and software to get reviews on whether they feel they earn time on it, and whether it is practical to use.

We have estimated between 80 and 90% time reduction using quantity calculations in BIM, relative to conventional manual method. This is founded both in our own measurements, and experience data we have received from companies who have adopted BIM. But these numbers vary greatly on how good BIM model you have.


2. Forord

Denne rapporten er vår bacheloroppgave, som er avslutningsoppgaven på vårt treårige studie ved Høgskolen i Gjøvik. Vi går alle tre på byggingeniørstudiet; Kjetil Hartvedt har valgt retningen prosjektstyring og ledelse, mens Ole Christian Sveen og Ståle Storødegård har valgt konstruksjon.

Arbeidet med oppgaven startet høsten 2011 og fortsatte hele vårsemesteret 2012. Vi ble tidlig enige om å velge en oppgave med BIM, siden det er noe som interesserer alle tre og at det er noe som vil komme mer og mer i tiden fremover. Vi falt etter hvert ned på å vurdere mengdeberegning ved hjelp av BIM kontra tradisjonell metode.

Denne rapporten er rettet mot bedrifter som vurderer å ta i bruk BIM verktøy i mengdeberegningen, slik at de skal få et bedre grunnlag til å velge hvilken mengdeberegningsmetode som egner seg best for dem.

Gjennomføringen av oppgaven har vært helt avhengig av at ulike aktører i næringslivet har tatt seg tid til å svare på spørsmålene våre. Derfor vil vi gjerne takke de som har satt av tid til å hjelpe oss på møter eller grundige svar på e-post. Dette er i første rekke Steffen Haugen, prosjektleder i Miljøbygg, Karl Even Lande som er prosjektleder i Syljuåsen, Andre Skjelstad i Toten Bygg og Anlegg, Håvard Slåtten i Nordconsult, Steen Sunesen, daglig leder i BIM Norge, Frode Mohus og Jan Myhre, Statsbygg, Håkon Dahle, COWI, Terje Andersen, NCC og Randi W. Bartnes, Skanska. I tillegg flere andre som har bidratt, disse vil vi også takke, selv om de ikke nevnes med navn.



Kjetil Hartvedt

Ole Christian Sveen

Ståle Storødegård

Gjøvik, 22. mai 2012

Innholdsfortegnelse

1. Sammendrag	2
1.1 Abstract.....	3
2. Forord	4
3. Ordliste	7
4. Innledning.....	8
4.1 Endring i forhold til opprinnelig plan.....	8
4.2 Problemstilling.....	9
4.2.1 Presiseringer og avgrensninger.....	9
4.3 Rapportens oppbygging.....	9
5. Metode	10
5.1 Hovedpunkter.....	10
5.2 Egne forsøk og datainnhenting.....	10
5.2.1 Fremgangsmåte	11
5.2.2 Nøyaktighet.....	12
5.2.3 Fremgangsmåter for mengdeberegning i Revit Stucture	13
6. Litteraturstudie.....	15
7. Teori og undersøkelser.....	17
7.1 Nødvendig kvalitetskontroll ved bruk av Revit Structure til mengdeberegning.....	17
7.1.1 Kontroller at du har fått med alle deler som skal med.....	17
7.1.2 Kontroll av riktig variabler.....	17
7.1.3 Riktige objekttyper.....	18
7.1.4 Er objekter riktig lagd og satt ut	18
7.2 Feil ved bruk av BIM til mengdeberegning.....	18
7.2.1 IFC filer	18
7.2.2 Revit Structure	19
7.3 Manuell metode	24
7.3.1 Areal Vegger:.....	24
7.3.2 Søyler og bjelker:	25
7.4 Hva kreves av modellen for at BIM kan brukes i mengdeberegning?.....	25
7.4.1 Ta ut mengder når prosjektet er i gang	25
7.4.2 Anbudsfasen i en totalentreprise	27

7.4.3 Anbudsfasen i en hovedentreprise, generalentreprise osv.....	27
8. Resultater	29
8.1 På egne forsøk	29
8.1.1 Kallerud Handelspark	29
8.1.2 Omsorgsboliger på Lena	33
8.1.3 Solhellinga 14	34
8.2 Sammenligne data fra pilotprosjekter og erfaringstall	37
8.3 Aktørers estimeringer	38
8.3.1 Håkon Dahle, COWI.....	38
8.3.2 Håvard Slåtten, Norconsult, og Frode Mohus, Statsbygg.....	38
9. Drøfting.....	39
9.1 Svakheter ved metode.....	39
9.1.1 Menneskelige feil.....	39
9.1.2 Begrensninger	39
9.2 Feilkilder	39
9.2.1 På egne forsøk.....	39
9.2.2 Sammenligne data fra pilotprosjekter og erfaringstall.....	41
9.2.3 Aktørers estimeringer	42
9.3 Vurdering av metode.....	42
9.4 Vurdering av resultater.....	43
10. Konklusjon	44
11. Litteraturliste.....	45
Vedlegg.....	46
A. Mail med Jan Myhre, Statsbygg, og Steen Sunesen, BIM Norge	46
B. Mail med Håkon Dahle, COWI.....	52
C. Mail med Frode Mohus, Statsbygg.....	56
D. Mail med Terje Andersen, NCC	59

3. Ordliste

- ❖ **BIM:** BIM står for Building Information Modeling, Bygningsinformasjonsmodellering på norsk. BIM er kort forklart at det skal finnes én modell av bygget som inneholder alle tegningene til bygget, og all informasjon om bygget gjennom dets levetid. Med BIM skal det også være mulig å kommunisere mellom forskjellige programmer, se punktet om IFC.
 - ❖ **Modell:** Når vi bruker ordet modell mener vi en intelligent tegning, altså en tegning som vet hva den er. Modellen vet hva som er bjelker, hva som er vegger og så videre. Det må ikke forveksles med 3D tegning.
 - ❖ **3D tegning:** Med 3D tegning mener vi da en uintelligent tegning, den vet ikke ha den egentlig er. Den består bare av streker som går fra A til B uten noe mer informasjon om hva strekene faktisk er.
 - ❖ **IFC:** Dette er et filformat som er mye brukt innen BIM. Hensikten med IFC formatet er at man skal kunne dele modeller mellom forskjellige programsystemer. For eksempel at man skal kunne åpne et bygg som er modellert i programmet Revit i et annet BIM program, som for eksempel Tekla.
 - ❖ **RVT:** filformatet som Revit Structure bruker
 - ❖ **Revit:** Revit er den BIM kompatible produktlinjen til Autodesk, den består av tre programmer som lett kan kommunisere med hverandre:
 - Revit Architecture for arkitektur.
 - Revit Structure for de bærende delene av bygget, det er dette programmet vi har brukt.
 - Revit MEP, MEP står for mechanical, electrical and plumbing, altså mekanisk, elektrisk og rør.
- Når vi omtaler Revit uten noen spesifisering, mener vi Revit Structure.
- ❖ **Objekt:** Istedenfor å tegne med streker, tegner man med objekter i BIM. Et objekt kan være en bjelke som går fra A til B, men den inneholder også mer informasjon som bjelketype, ståltype, stålets fysiske egenskaper, om bjelken er malt, om den er malt med brannhemmende maling, altså all informasjon du måtte trenge om bjelken.

4. Innledning

Byggebransjen må effektivisere seg for å følge med på den utviklingen man har sett i andre, sammenlignbare bransjer. For å greie dette må ny teknologi tas i bruk. Implementering av BIM ser ut som det mest effektive virkemiddelet¹. Bransjen er nå i en fase hvor mange har tatt i bruk BIM i en viss grad, mens noen få bedrifter har kommet ganske langt og gjennomført pilotprosjekter o.l.

For å ta i bruk BIM blir en gradvis implementering sett på som fornuftig av blant annet Steen Sunesen (personlig kommunikasjon, april 2012), daglig leder i Building SMART Norge. Denne tankegangen har flere fordeler. Først og fremst tar man i bruk de feltene hvor teknologien er godt tilgjengelig først (for eksempel modellchecking og visualisering), for så å ta i bruk de mer avanserte feltene etter hvert (for eksempel energiberegning). En annen fordel er at de involverte dermed ikke trenger sette seg inn i alt det nye på en gang, samtidig som at når man starter å se økonomiske og byggemessige fordeler ved de første prosjektene med delvis bruk av BIM, vil man trolig være mer motivert for sette seg inn i de andre fordelene BIM kan gi. I tillegg tror vi at jo flere prosesser hvor BIM benyttes, jo enklere blir det å øke antallet prosesser ytterligere, siden man da blir mer og mer kjent med tankemåten og programmene.

Med utgangspunkt i tankegangen om gradvis implementering, vil vi se nærmere på et av feltene hvor vi tror BIM kan være nyttig å ta i bruk på dette stadiet. Vi har valgt å se på om mengdeberegning kan gjøres mer effektivt ved å bruke BIM programmer enn ved manuell regning, som er den måten det ofte blir gjort på blant bedrifter i dag.

Det er interessant å finne ut om det er hensiktsmessig å utføre mengdeberegninger ved hjelp av BIM verktøy, for hvis det viser seg å stemme vil forhåpentligvis flere starte å gjøre mengdeberegning på denne måten, og dermed gjøre bransjen mer effektiv. Om det ikke viser seg å stemme, bør det føre til at bedrifter som vurderer å starte med mengdeberegninger på denne måten tenker seg om ennå en gang før de starter med det.

I følge Sunesen (personlig kommunikasjon, april 2012) finnes det ikke mye dokumentasjon om det er effektivt å gjøre mengdeberegninger ved hjelp av BIM og han mener det er interessant for næringen å få mer dokumentasjon om effektiviteten på ulike prosesser som henger sammen med BIM. Dette gjelder selv om enkelte ledende bedrifter allerede har innført de gjeldende prosesser.

4.1 Endring i forhold til opprinnelig plan

Vi bestemte oss tidlig for å undersøke om bransjen utnytter de nye teknologiske verktøyene godt nok. Vi hadde inntrykk av at mange ikke utnyttet de fordelene vi mente for eksempel

¹ I det store bildet kan ikke BIM sees på som en selvstendig del, men som et redskap og en tenkemåte som avhenger av en rekke andre faktorer. Blant annet vil det kreve nye kontraktformer, industrialisering av utførelse, LEAN osv for at BIM skal gi ønsket effekt (Sunesen, personlig kommunikasjon, april 2012). Men dette blir utenfor denne oppgaven.

Mengdeberegning i BIM

BIM kunne gi. Derfor bestemte vi oss for å se nærmere på om bedriftene ville være tjent med å ta de teknologiske hjelpemiddelene i bruk, eller om det ville være for arbeidskrevende. For å avgrense oss noe valgte vi å se på hvilke fordeler entreprenørene ville ha av å benytte BIM.

Dette viste seg å være svært omfattende og vanskelig å skaffe sammenlignbare data for. Etter samtaler med flere aktører i ulike entreprenørbedriftene bestemte vi oss for å begrense oss til å se på mengdeberegning, da det ville blitt altfor omfattende å se på alle mulige fordeler ved BIM. Grunnen til at vi valgte akkurat mengdeberegning var delvis det at vi hadde erfart at enkelte bedriftene ikke utnyttet dette og at vi håpet det skulle la seg gjøre å fremskaffe sammenlignbare data for manuell og automatisk metode for mengdeberegning. Når vi gjorde denne begrensingen, ble det nødvendig å undersøke hvilke av aktørene som gjør mengdeberegning, og når i prosessen denne blir gjort. Da viste det seg at mange av aktørene utførte mengdeberegninger. Derfor valgte vi å stryke begrensingen om å bare se på entreprenører, men i stedet å se på alle som gjør mengdeberegning, da dette vil henge nært sammen.

4.2 Problemstilling

Dermed kom vi frem til følgende problemstilling:

Hvilken tidsbesparelse vil overgangen til bruk av BIM-programmer gi med tanke på mengdeberegning?

4.2.1 Presiseringer og avgrensninger

- Vi presiserer at vi sammenligner tidsbesparelsen ved bruk av BIM med dagens praksis i bedriftene. Dette kan for eksempel være manuell oppmåling på papir, hvis det er dette som er praksisen i bedriftene.
- Videre forutsetter vi også at den prosjekterende part har laget en IFC-modell som kan arbeides videre med i Revit Structure.
- Vi vil også møte med prosjekterende for å se hvordan de gjør mengdeberegninger i hovedentrepriser hvor entreprenøren gir et tilbud på ferdige mengdelister.

4.3 Rapportens oppbygging

Rapporten har først en metode del, hvor vi går igjennom fremgangsmåten vi har benyttet og hvordan mengdeberegning gjøres i Revit Structure. Deretter kommer en del hvor vi undersøker eksisterende litteratur. Så kommer undersøkelser av hvilken kvalitetskontroll som er nødvendig når man bruker BIM til mengdeberegning, om Revit i enkelte tilfeller regner feil, hvordan mengdeberegning gjøres manuelt og hva som kreves av modellen for at man skal kunne bruke den til mengdeberegning.

Deretter kommer resultatene fra prosjekter vi har undersøkt og fra personer vi har snakket med. Etter det kommer en drøfting, hvor vi blant annet ser på usikkerheter knyttet til resultatene vi har kommet frem til. Så kommer konklusjonen og litteraturliste. Til slutt er e-poster vi har benyttet lagt ved.

5. Metode

5.1 Hovedpunkter

Vi skal først undersøke eksisterende litteratur innen feltet. Vi skal ta en rask gjennomgang av litteratur om effekter og innsparinger ved BIM generelt sett, og deretter sjekke om det eksisterer noe litteratur om mengdeberegning i BIM. Dette skal vi gjøre ved å undersøke databaser, tidsskrifter, bøker og lignende, hvor man kan tenke seg at slikt er publisert.

Deretter skal vi kombinere ekstern teori, samtaler og egne undersøkelser for å belyse noen sentrale temaer. Disse temaene er hvilken kvalitetskontroll som er nødvendig når man bruker Revit Structure til å finne mengdene, om det er feil i programmet som gir feil mengder, hvordan mengdeberegning gjøres ved manuell metode og hvor god BIM modellen må være for at det er mulig å hente ut mengder fra den. Her kan vi gå veldig bredt ut når det gjelder teori; i tillegg til det som er nevnt under litteraturstudiedelen, kan vi også bruke forum og lignende til å for eksempel finne mulige feil ved Revit Structures mengdeberegning. Kildene trenger ikke være pålitelige her, siden vi bare bruker det som inspirasjon til situasjoner hvor vi selv kan teste om mengdeberegningen i Revit er riktig. Noen av temaene må vi finne svar på gjennom samtaler med flere av aktørene i bransjen.

Deretter skal vi gjøre egne undersøkelser og datainnsamling, for å forsøke å komme frem til om det lønner seg å bruke BIM til mengdeberegning, og i så fall hvor mye man sparer på å bruke det. Fremgangsmåten for dette følger i punkt 5.2.

5.2 Egne forsøk og datainnhenting

Vi skal sammenligne effektiviteten ved å gjøre mengdeberegninger ved hjelp av BIM verktøy med den måten det viser seg at bedrifter bruker i dag. Det skal vi forsøke å gjøre i tre parallelle prosesser:

- Sammenligne tidsforbruket på mengdeberegning ved henholdsvis manuell- og BIM-metoden i konkrete prosjekter hvor det er delvis bruk av BIM². Data fremskaffes ved egne forsøk.
- Sammenligne data fra pilotprosjekter (BIM) og erfaringstall fra entreprenører (manuell) om tidsforbruk på mengdeberegning per kvadratmeter i ulike typer bygg.
- Be noen aktører, som har tatt i bruk mengdeberegning i BIM, om å estimere hvor mye tid de sparer ved å bruke BIM i mengdeberegningen. Om de har gått bort i fra BIM til bruk i mengdeberegningen, vil vi be dem estimere hvor mye tid de tapte da de brukte det.

På forhånd er det vanskelig å vite hvor mye informasjon det er mulig å skaffe på de ulike delene. Vi kommer derfor til å gå bredt ut, slik at vi sikrer oss tilstrekkelig data, og så gå videre med en mengde vi anser som passende arbeidsmengde. De dataene vi går videre med

² Med *delvis utnyttelse* mener vi at det eksisterer en BIM modell, men at denne ikke er fullstendig utnyttet i alle prosesser.

er de vi føler det er minst usikkerhet knyttet til. Dette gjør at vi ikke vet hvordan tyngdeforholdet mellom de tre delene vil bli før et godt stykke ut i prosessen.

5.2.1 Fremgangsmåte

5.2.1.1 Ved egne forsøk

Vi skal kontakte bedrifter for å få tak i prosjekter vi kan bruke. I utgangspunktet kontakter vi bedrifter i Gjøvik-regionen, men vi kan utvide området om det blir nødvendig for å få inn nok data. Deretter avtaler vi møte med dem og forhører oss om de har prosjekter som passer vår undersøkelse. Hvis de har det og de går med på at vi får benytte prosjektet i undersøkelsen vår, gjør vi en avtale på hvordan samarbeidet med bedriften skal foregå. Dette vil nok variere litt fra bedrift til bedrift.

På møtet med bedriften skal vi også benytte sjansen til å kartlegge hvordan de gjør mengdeberegningen til vanlig. Dette skal vi gjøre gjennom samtale og spørsmål til bedriftens representant. Det er viktig å få klarlagt, slik at vi vet hvilken praksis vi skal sammenligne den teknologiske metoden med.

Når vi får gjort avtaler med bedrifter om prosjekter vi kan følge, vil fremgangsmåten variere litt avhengig av hvordan bedriften gjør arbeidet. Det ideelle er om bedriften har BIM modell av prosjektet, men likevel ikke benytter BIM til mengdeberegninger. Da vil vi be personen som gjør mengdeberegninger i bedriften notere seg hvor lang tid han bruker på de ulike mengdeberegningene og hvilket resultat han kommer frem til. Dermed vil vi få et sett med data som vi kan sammenligne våre resultater med. Våre data får vi frem ved å bruke Revit Structure til å hente ut den samme informasjonen fra modellen, samtidig som vi tar tiden på hvor lang tid vi bruker.

Om enkelte bedrifter har tatt i bruk BIM verktøy ved mengdeberegning er det likevel ikke noe hinder mot at vi kan bruke deres prosjekter. For i så fall kan vi få skrevet ut tegninger og gjøre beregningen på den manuelle måten og sammenligne det med resultatene bedriften får når de bruker BIM verktøy.

På samme måte kan det gjøres ulike endringer for å få undersøkelsen vår til å passe med de prosjektene bedriftene har, slik at resultatet blir to sett med data som er direkte sammenlignbare. Hvor aktuelt det vil være med sånne tilpasninger vil avhenge av hvor enkelt det viser seg å være å finne prosjekter som vi kan undersøke. Vi kommer til å utføre undersøkelsen på et antall prosjekter vi synes er hensiktsmessig og gir en passende arbeidsmengde. Det er vanskelig å si på forhånd hvor mange dette viser seg å bli. Om vi får tilgang til flere prosjekter enn vi rekker å undersøke, kommer vi til å prioritere de som ligner mest på det som tidligere har blitt nevnt som ideelle prosjekt for denne undersøkelsen.

Uansett hvor mange prosjekter vi velger å gå videre med, er det viktig at vi gjennomfører hver beregning flere ganger, slik at vi får et gjennomsnittstall å gå videre med. Dette er spesielt viktig siden vi ikke er erfarne med denne beregningsmåten, er det grunn til å tro at

de første forsøkene vil gå tregere enn det vil gjøre når man får erfaring. Det er tiden man bruker når man har blitt vant til fremgangsmåten som er interessant.

Vi begrenser oss til å se på hvilke muligheter Revit Structure gir, siden det er det programmet vi har fått opplæring i bruken av. Likevel gjør dette at vi kan se på alle BIM modeller, siden de skal kunne kommunisere med hverandre, slik at en fil fra et annet program skal kunne lagres som IFC-fil som igjen kan åpnes i de andre BIM programmene, deriblant Revit Structure. Dermed er vi ikke avhengige av at det er Revit Structure som er brukt til å lage modellen.

5.2.1.2 Fremgangsmåte sammenligne data fra pilotprosjekter og erfaringstall

Vi tar kontakt med bedrifter som er ledende innen bruk av BIM, og ber om å få data på hvor mye tid mengdeberegning har satt i de prosjektene de har gjennomført. Avhengig av hvilken form denne dataen er i, er det muligens behov for å omforme den. For at vi skal kunne bruke den videre må den over på en form hvor man ser tidsforbruket per kvadratmeter, sortert i klasser for ulike bygg.

Deretter kontakter vi entreprenører og ber dem om et estimat av hvor mye tid mengdeberegningen tar manuelt, per kvadratmeter, for de samme klassene med bygg. Dermed har vi to sett med data som kan sammenlignes.

5.2.1.3 Fremgangsmåte aktørers estimeringer

Vi kontakter aktører som har tatt i bruk BIM mengdeberegning, og ber dem estimere hvor mye tid de sparer på å gjøre mengdeberegningen på denne måten. Om de har valgt å gå bort i fra BIM til mengdeberegning, ønsker vi et estimat på hvor mye tid man taper ved å bruke BIM.

Aktører som er kjent med begge måter for mengdeberegning bør ha et godt innblikk i om man sparer tid ved å bruke BIM, men denne typen estimater vil ofte ha stort slingringsmonn. Derfor kommer vi først og fremst til å bruke disse estimatene til å kvalitetssikre de øvrige resultatene.

5.2.2 Nøyaktighet

Nøyaktigheten er avhengig av flere faktorer, og vi kommer både til å basere oss på egne beregninger og beregninger og estimater fra bedrifter.

5.2.2.1 Egne beregninger

Som tidligere nevnt skal vi gjennomføre de samme undersøkelsene flere ganger, slik at vi kan få et gjennomsnittstall. Dermed har vi også mulighet til å luke bort de målingene som tydelig viser seg å være feil, for eksempel ved at vi blir usikre på fremgangsmåten ved den første målingen. Det må vi gå ut ifra ikke vil skje med en person som er erfaren på denne metoden for mengdeberegning.

Vi har satt opp en tabell for nøyaktighet/avrunding av tidsforbruket avhengig av hvor lang den totale tiden er:

Fra (totaltid)	Til (totaltid)	Nøyaktighet/avrunding
0 min	30 min	Nærmeste 30 sekunder
30 min	1 time	Nærmeste minutt
1 time	7,5 time	Nærmeste 5 minutter
7,5 time	Lengre enn 7,5 time	Nærmeste 30 minutter

Vi kommer til å bruke denne tabellen til å runde av beregningene våre til slutt.

5.2.2.2 Bedriftenes beregninger og estimater

Bedriftenes beregninger og estimater vil være vanskeligere for oss å styre nøyaktigheten på. Vi skal oppfordre dem til å gjøre beregningene og estimatene så nøyaktig som det lar seg gjøre. Men det er mulig at ikke alle bedrifter ser den store nytten for dem av dette prosjektet, så det er dermed mulig at de ikke gjør dette så grundig som vi skulle ønske. Vi kommer derfor til å gjøre rede for hvordan bedriftenes tall har blitt fremskaffet, slik at det gir en indikasjon på nøyaktigheten. I den videre bruken av dataene fra bedriftene må vi også ta hensyn til hvor nøyaktige vi anser dem for å være.

5.2.3 Fremgangsmåter for mengdeberegning i Revit Structure

5.2.3.1 Generell fremgangsmåte

- Først velges *View* i toppmenyen, deretter velger man *Create*. Der åpner man nedtrekksmenyen som heter *Schedules* og velger *Schedule/Quantities*.
- Da vil man få opp et pop-up vindu, hvor man skal velge kategorien man skal mengdeberegne, for eksempel velger man *Structural Framing* for bjelker.
- Når man går videre får man opp et nytt pop-up vindu. Under *Fields* putter man inn passende segregeringskriterier, for eksempel *Type*, *Volume*, *Length* og/eller *Area*. Så setter man det i en naturlig og oversiktlig rekkefølge.
- Det samme pop-up vinduet har flere faner. Man går videre til den fanen som heter *Sorting*, og setter først opp *Type* deretter de andre man tidligere har valgt (for eksempel *Volume*, *Length*, *Area*). Så huker man av *Grand totals*.
- Så går man til fanen som heter *Formatting*, der velger man de feltene man ønsker totalverdiene for, for eksempel *Volume*, *Length* eller *Area*. Til slutt huker man av *Calculate totals* og trykker *OK*.

5.2.3.1.1 Spesielle teknikker brukt i denne oppgaven

5.2.3.1.1.1 Lengde av forskjellige typer stålprofiler i bygget (Omsorgsboliger på Lena)

Vi starter med generell fremgangsmåte, og sorterer etter type. Kopierer deretter navnene på bjelkene over i Excel. Tallene skrives inn manuelt når disse ikke kan kopieres. Bruker kalkulator eller bare skriver rett inn om det er 4 eller mindre bjelker av typen, og sletter disse fra listen fortløpende. Dermed vil vi bli stående igjen med de bjelkene eller søylene som har større antall. Vi fortsetter med å fjerne alle søylene under med *delete row*, for å få

totalen på bjelkene eller søylene vi ønsker å vite total lengde for. Vi setter tilbake søylene vi har fjernet ved å trykke *Ctrl + Z* til vi er hvor vi vil være.

5.2.3.1.1.2 Lengde av forskjellige typer stålprofiler i balkongene (Omsorgsboliger på Lena)

Vi bruker *spot elevation* funksjonen og tagger topp og bunnen av alle søylene vi vil vite høyden på. I neste omgang tar vi topphøyden minus bunnhøyden. Når man har fått regnet ut og skrevet ned alle høydene, så legger vi sammen dette med resten av målene for balkonger. Det kan kanskje være raskere når "mål av balkonger med BIM" også inkluderer å se og skrive opp volumet av søylene, som nå vil være unødvendig, men dette utgjør neppe mer enn 10-20 sekunder totalt, ettersom det er skrivingen av navn som tar tid.

6. Litteraturstudie

Det er gjort noe forskning på effekter ved bruken av BIM generelt. Dette er hentet fra en dansk undersøkelse som går på bruk av dataverktøyer og BIM i byggebransjen. Her ser vi at de har funnet ut at entreprenørene yter 10-15 % bedre som følge av et bedre prosjektgrunnlag laget i BIM, både på grunn av mindre montasjestopp med bedre modellsjekking og mer effektiv kalkulering:

10-15% mere effektive entreprenører

10-15% er hvert fald tal, der går igen i flere cases. Ved opførelsen af Rambølls nye hovedsæde hentede den tekniske entreprenør en produktivitetsgevinst på 15% i kraft af færre montagestop og hurtigere udførelse som følge af et mere fejlfrit projektmateriale. I en anden case modtager bygherren merydelser fra sine fagentreprenører, der svarer til 15% af enterprisesummen som "betaling" for et mere effektivt kalkulations- og udførelsesgrundlag. Mens en fagentreprenør i en tredje case forlods skærer 10% af sit tilbud, fordi han har erfaring for, at projektmateriale fra den pågældende rådgiver er så pålideligt og gennemarbejdet, at han kan arbejde tilsvarende mere effektivt. (Østergaard 2011, s 37).

Et amerikansk pilotprosjekt for bruken av BIM har tatt for seg kostnadsestimeringen man kan gjøre i BIM. Dette prosjektet er fra Dallas, Texas i USA, det er et 6 etasjes kontorbygg tegnet av Beck Group med kontorarealer på 135 000 sf (ca. 12 500 m²). Kostnadsestimeringen er gjort i programmet DProfiler, som er et BIM program som spesialiserer seg på å lage kostnadsestimater tidlig i byggeprosessen.

Beck's experience using DProfiler for estimating, compared to traditional manual-based estimating, has resulted in 92 % time reduction in producing an estimate with the digital estimating process; and an estimate with a 1 % delta from the manual estimate on similar projects. Consequently, the design team can achieve the same results in far less time, with potentially more accuracy and the ability to explore more scenarios. (Eastman 2008, s 442)

Det er selvfølgelig også viktig at mengdene er riktige, ikke bare raske. Norconsult Informasjonssystemer har ifølge Øyvind Jensen (2012) i InnoDesign gjort en undersøkelse for å finne ut om mengdene man får automatisk fra BIM avviker fra de man finner manuelt. De utdyper også litt hva feilene kommer av.

NoIS sin erfaring gjennom +200 tester innenfor ARK/RIB-disiplinene er at mengdene ikke beregnes identisk i de forskjellige systemene. Avvikene er for de aller fleste objekter små (0-1%). Men i de fleste modeller finnes det objekter med tildels store avvik.

Hvorfor beregnes mengder ulikt?

Mengdeberegning i BIM

Årsakene kan i hovedsak kategoriseres som 1) ordinære systemfeil 2) kompleks objektgeometri eller 3) ulike premisser.

...

Bruk av forskjellige mengdeberegningsmetoder kategoriserer vi som ulike premisser (3). BIM-verktøyene kan f.eks benytte systemlinjer (senterlinje e.l.) og beregne en teoretisk mengde ut fra denne.

...

Ved kompleks geometri som f.eks buede vegger med varierende høyde få r vi alltid store utslag. Det samme gjelder krumme tak og dekker, f.eks kuppelformede tak. Dette skyldes som oftest manglende eller sviktende beregningsteknologi for de komplekse formene (kat. 2).

Bortsett fra den undersøkelsen fra Norconsult Informasjonssystemer, som bare går på nøyaktigheten av resultatene, har vi ikke funnet noen dokumentasjon som går på mengdeberegning ved hjelp av BIM.

7. Teori og undersøkelser

7.1 Nødvendig kvalitetskontroll ved bruk av Revit Structure til mengdeberegning

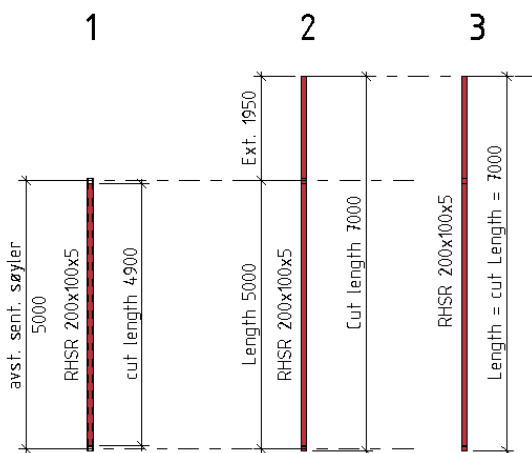
7.1.1 Kontroller at du har fått med alle deler som skal med

Revit Structure har innebygd muligheten til å benytte flere filtre for at man bare skal sitte igjen med de tingene man er interessert i å finne mengdene på. Men man føler seg kanskje nødt til å kontrollere at disse filtrene har fått med alle de riktige punktene, og at det ikke har blitt med andre ting som ødelegger mengdeberegningen.

Kontrollen for å se hva man har fått med i listen er lett å utføre. Når man klikker på et punkt på lista så vil den aktuelle delen, for eksempel en vegg eller en stolpe, bli markert i tegningen ved at den blir blå. På den måten kan man relativt raskt gå igjennom listen og se hva som har blitt med, selv om det er mange punkter på listen. For å se at det mangler noe derimot må man ha ganske god kjennskap til prosjektet, eventuelt følge godt med på om det mangler noe når man gjør sjekken over. Dette kan også fort skje, hvis man har lagt til kommentarer på objektene som man filtrerer etter, kan det være at man har glemt å legge til kommentar på en eller flere av objektene, som så blir filtrert bort.

7.1.2 Kontroll av riktig variabler

Når man skal velge hva som kommer frem i tabellene, er det viktig at man vet hva man spør om. Det kan være mange tilsynelatende like variabler som vil gi forskjellige verdier. Et eksempel på det som vil gi svært store feil er å velge *Length* istedenfor *Cut Length* når man skal ha en bjelketabell. Lengden man får med *Length* er der man satte den til å begynne med, mens *Cut Length* er med *offsets*, altså den korrekte lengden. Det kan gi feil i alle retninger, som kan bli fra noen millimeter til flere meter.



Mark	Type	Material Name	Reference Level	Cut Length	Length	Count
1	RHR 200x100x5	Steel - S355	Level 2	4900	5000	1
2	RHR 200x100x5	Steel - S355	Level 2	7000	5000	1
3	RHR 200x100x5	Steel - S355	Level 2	7000	7000	1
RHR 200x100x5: 3						3
Grand total: 3						3

Length= avstand mellom utsetningspunkter
Cut Length = virkelig lengde

Bjelke 1 og 2 har utsetningspunkter i center søyler.
Bjelke 3 har utsetningspunkt i hver ende av bjelke.

Bilde 7.1: Forskjeller på length og cut length. Skjermbildet fra modell fra NCC.

7.1.3 Riktige objekttyper

Det kan virke som en selvfølge at man velger ut riktige objekttyper, men også her kan det oppstå merkelige situasjoner som vil gi store feil i mengdene. Det kan være at noen har konstruert detaljer ved hjelp av materialer, istedenfor å bruke standard objekter. Et eksempel kan være trapper, som det er mulig å lage i programmet, men det kan være at noen har laget de for eksempel ved å bruke fundamentelementer istedenfor trappeelementet. Skal man da ta ut et volum på fundamenter vil man da få et altfor stort volum, hvis det er mange trapper som er laget på samme måten vil dette gi en veldig stor feil.

7.1.4 Er objekter riktig lagd og satt ut

Objekter kan være bygd opp feil fra grunnen av, eller de kan være plassert ut på en måte som for tegneren virker logisk, men som ikke er det for programmet. Det kan for eksempel være at en vegg som er bygd opp av flere sjikt, mangler et eller flere av dem, eller at et sjikt har feil tykkelse. Skal man da ta ut mengdene av de forskjellige lagene vil det enten mangle helt, eller så vil man få feil mengder. Hvis det er lag som mangler helt, kan man i mange tilfeller tenke at man oppdager dette siden posten mangler i listene, men det kan være snakk om at det er 2 eller flere like lag i vegg, da blir det verre å oppdage bare ved å se på listene. Derfor bør man kontrollere om veggtypen er riktig før man tar ut mengdene.

Det skjer også ofte at for eksempel vegger og vinduer er modulert på andre etasjer enn de faktisk befinner seg i. Hvis man da skal ta ut mengder pr. etasje vil disse mengdene bli feil, og man er nødt til å gjøre endringer i modellen, eller korrigere manuelt.

7.2 Feil ved bruk av BIM til mengdeberegning

7.2.1 IFC filer

Et viktig poeng med BIM konseptet er bruken av IFC filformatet. Dette formatet skal være felles for alle programmer som er knyttet til BIM. Man skal kunne overføre filer fra et program, og i teorien få åpnet modellen, uten tap av informasjon, i et annet program. Dette er et konsept som ikke er ferdig utviklet enda. Når man eksporterer og importerer IFC filene oppstår det ofte problemer, som at sammenkoblinger mellom objekter ikke virker som de skal lenger. Dette kan i verste fall føre til enkelte feil i mengdene.

Vi testet dette ved å lagre en modell som IFC fil og deretter omgjøre den til RVT til igjen. Deretter sammenlignet vi arealene vi får når vi gjør mengdeberegning på de to modellene, som burde vært identiske. Antallet vegger blir det samme, men som vi kan se i bilde 7.2 er arealet av dem over halvvært i den modellen som har vært via IFC formatet.

Derfor kan det være lurt å unngå IFC formatet ennå, og heller ta ut mengdene fra originalmodellen, selv om man mister noe av poenget med BIM.

Schedule: Wall Schedule - Solhellinga 14 Testing IFC		Schedule: Wall Schedule 4 - Solhellinga 14 Testing	
Wall Schedule		Wall Schedule 4	
Type	Area	Type	Area
Basic Wall:Ringmur Betong 200:688116	1.120 m ²	Ringmur Betong 200	7.28 m ²
Basic Wall:Ringmur Betong Terasse 200:	1.920 m ²	Ringmur Betong 200	1.40 m ²
Basic Wall:Ringmur Betong Terasse 200:	1.920 m ²	Ringmur Betong Terasse 200	2.23 m ²
Basic Wall:Ringmur Betong Terasse 200:	1.920 m ²	Ringmur Betong Terasse 200	2.23 m ²
Basic Wall:Ringmur Betong Terasse 200:	1.920 m ²	Ringmur Betong Terasse 200	2.23 m ²
Basic Wall:Ringmur Betong Terasse 200:	1.920 m ²	Ringmur Betong Terasse 200	2.23 m ²
Basic Wall:Ristgrube Betong 150:820746	0.400 m ²	Ringmur Betong Terasse 200	2.23 m ²
Basic Wall:Ristgrube Betong 150:820746	0.584 m ²	Ristgrube Betong 150	0.35 m ²
Basic Wall:Ristgrube Betong 150:820746	0.340 m ²	Ristgrube Betong 150	0.58 m ²
Basic Wall:Ristgrube Betong 150:820746	0.608 m ²	Ristgrube Betong 150	0.30 m ²
Basic Wall:Ristgrube Betong 150:820746	0.525 m ²	Ristgrube Betong 150	0.53 m ²
Basic Wall:Ristgrube Betong 150:820746	0.942 m ²	Ristgrube Betong 150	0.53 m ²
Basic Wall:Ristgrube Betong 150:820746	0.473 m ²	Ristgrube Betong 150	0.94 m ²
Basic Wall:Ristgrube Betong 150:820746	0.889 m ²	Ristgrube Betong 150	0.94 m ²
Basic Wall:Ristgrube Betong 150:820746	0.397 m ²	Ristgrube Betong 150	0.47 m ²
Basic Wall:Ristgrube Betong 150:820746	0.584 m ²	Ristgrube Betong 150	0.89 m ²
Basic Wall:Ristgrube Betong 150:820746	0.337 m ²	Ristgrube Betong 150	0.35 m ²
Basic Wall:Ristgrube Betong 150:820746	0.608 m ²	Ristgrube Betong 150	0.58 m ²
Basic Wall:Ristgrube Betong 150:820746	1.233 m ²	Ristgrube Betong 150	0.29 m ²
Basic Wall:Ristgrube Betong 150:820746	0.608 m ²	Ristgrube Betong 150	0.53 m ²
Basic Wall:Ristgrube Betong 150:820746	1.166 m ²	Ristgrube Betong 150	1.23 m ²
Basic Wall:Ristgrube Betong 150:820746	0.540 m ²	Ristgrube Betong 150	0.61 m ²
Basic Wall:Sjaktvegg Betong 250:123337	3.462 m ²	Ristgrube Betong 150	1.17 m ²
Basic Wall:Sjaktvegg Betong 250:123337	2.990 m ²	Ristgrube Betong 150	0.54 m ²
Basic Wall:Sjaktvegg Betong 250:123337	3.174 m ²	Sjaktvegg Betong 250	3.16 m ²
Basic Wall:Sjaktvegg Betong 250:123337	2.585 m ²	Sjaktvegg Betong 250	2.73 m ²
Basic Wall:Yttervegg Betong 200:113686	21.028 m ²	Sjaktvegg Betong 250	2.90 m ²
Basic Wall:Yttervegg Betong 200:765225	3.054 m ²	Sjaktvegg Betong 250	2.35 m ²
Grand total: 71	474.963 m ²	Yttervegg Betong 200	21.03 m ²
		Yttervegg Betong 200	35.03 m ²
		Grand total: 71	1055.16 m ²

Bilde 7.2: til venstre er listen over vegger etter at modellen har vært IFC fil, til høyre er samme veggene i den opprinnelige filen. Gjengitt med tillatelse fra Norconsult AS

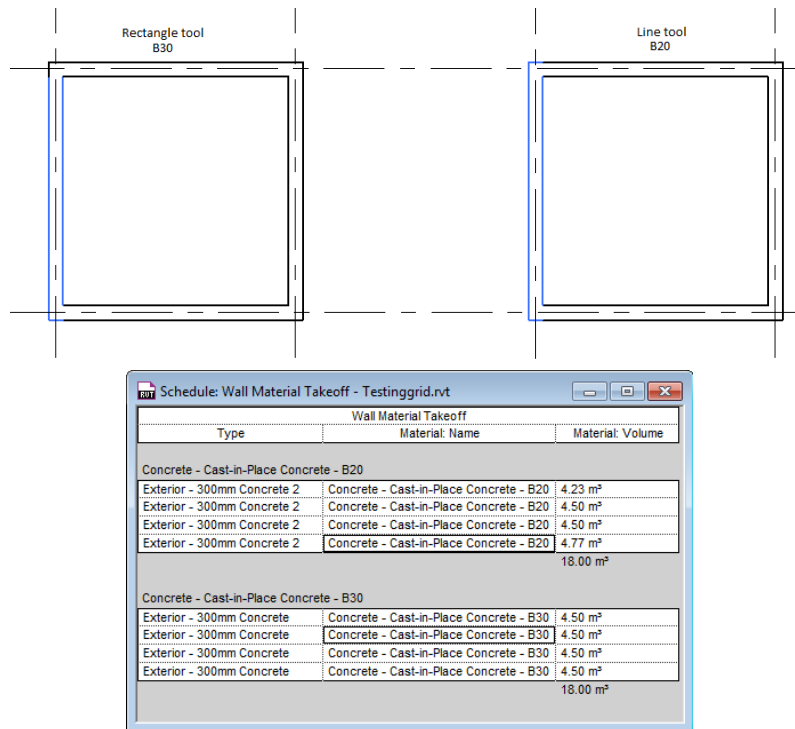
7.2 2 Revit Structure

7.2.2.1 Enkeltvegger som settes sammen

Man må være klar over hvordan Revit Structure deler opp forskjellige bygningskomponenter, siden det ofte kan oppstå spesielle kvantiteter. Et eksempel på dette er når man skal ta ut volumet av en vegg. Da må man passe på hvordan du har definert og tegnet opp veggen. Her er det laget to tilsynelatende identiske rom, det ene (B30 betong) er laget med *rectangle tool*, og det andre (B20 betong) med fire vegger som er laget som enkeltvegger med *line tool*. Forskjellen i betongkvalitet er bare for å kunne skille veggene i tabellen. De blå strekene viser hvordan de to veggene har blitt delt opp annerledes; *line tool* veggen omfatter begge hjørnene og blir derfor lenger. Dette gir forskjellig volum i volumtabellen på de forskjellige instansene, men det totale volumet blir fortsatt riktig siden en annen vegg ikke omfatter noen av hjørnene og derfor blir tilsvarende kortere. Forskjellen er ikke så stor (høyde*tykkelse*tykkelse), og det vil neppe være noe særlig stort problem, med mindre man har veldig tykke og høye vegger. Riktignok ville det ikke blitt noen feil om man skulle ha

Mengdeberegning i BIM

støpt hele rommet med en bestilling, men man må altså være forsiktig om man skal støpe en og en vegg. Dette er kanskje ikke en stor feil, men det er absolutt noe man bør være klar over, selv om den totale summen blir den samme.



Bilde 7.3: Hvordan veggareal fordeler seg, avhengig av hvordan de er laget.

7.2.2.2 Mange mål tas fra senterlinje

Når Revit Structure skal finne informasjon om en vegg vil det ofte hente målene sine fra senterlinjen til veggen. Dette gjør at det oppstår en del feil. Spesielt må man være klar over dette hvis man trenger arealet på veggen, siden det vil bli feil med en gang veggen har et hjørne, eller hvis veggen er buet. Feilen her kommer av at Revit Structure ikke kan vite om du er interessert i å finne arealet av innsiden eller utsiden av veggen. Det er mulig å selv sette opp formler som regner ut et riktigere areal for deg, men det vil være veldig vanskelig, om ikke umulig, å få den til å regne helt eksakt nøyaktig areal for alle veggene i et bygg eller en seksjon.

Denne feilen blir heller ikke særlig stor, med mindre man jobber med svært tykke vegger. Men det er allikevel verdt å være klar over at man ikke nødvendigvis får de helt korrekte målene. Man kan derfor ikke stole blindt på de og bestille materialer som er akkurat nok til å dekke veggen. Det kan derimot bli et problem hvis det for eksempel skal bestilles maling til mange vegger samtidig, siden feilen fort blir større hvis det er mange hjørner. En måte man kan jobbe seg rundt dette problemet er å legge til et lag i veggtypen på den siden man vil ha arealet, for så å bruke *Material Takeoff* til å finne overflatearealet av dette laget. Men, som vi ser i neste punkt, er det heller ikke sikkert at dette alltid gir korrekt mengde.

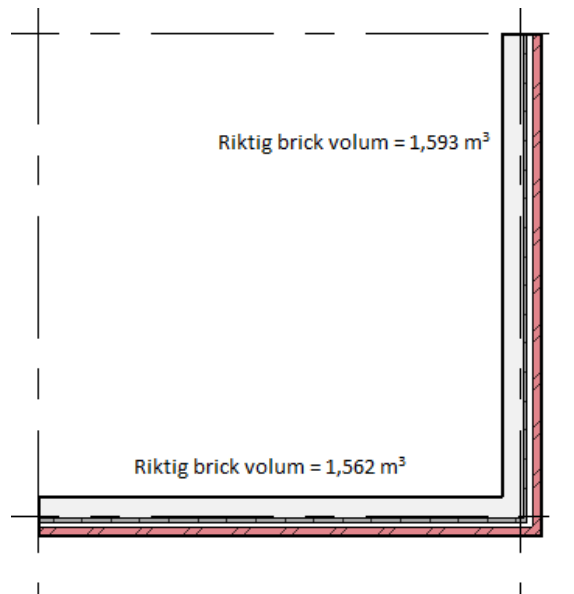


Multi-Category Material Takeoff		
Type	Material: Name	Material: Area
Concrete - Cast-in-Place Concrete - B30		
Exterior - 300mm Concrete	Concrete - Cast-in-Place Concrete - B30	15.450 m ²
Exterior - 300mm Concrete	Concrete - Cast-in-Place Concrete - B30	14.550 m ²
		30.000 m ²

Bilde 7.4: Forskjell på ytre og indre areal

7.2.2.3 Vegger som består av flere materialer

Det oppstår også lett feil i volumberegninger av vegger bestående av flere materialer når man skal hente ut volumet av enkeltmaterialer. Problemene oppstår også her når det kommer hjørner på bygget. Feilen kommer som følge av en kombinasjon av begge de to forrige punktene. Lager man en tilsvarende hjørne med *rectangle tool* så vil Revit Structure regnet volumet av de forskjellige materialene ved å ta tykkelsen ganger høyden og gange med lengden av senterlinjen. Da vil man få en feil i hjørnet som blir større eller mindre enn det reelle volumet avhengig av om man er på inn- eller utsiden av hjørnet. Det blir også feil om har laget veggene med *line tool*, Revit Structure har da definert veggene slik som de ble tegnet opp. Programmet vil da regne volumet av materialet i den veggen som ble tegnet først ut i fra lengden av senterlinjen, som inkluderer hjørnet. Altså blir volumet riktig på yttersiden, mens innersiden vil gi et volum som er for stort. Den andre veggen vil få et volum som er regnet ut fra senterlinjen frem til der hvor den møter den første veggen. Det indre materialsjiktet vil da få riktig volum, mens det ytre vil få et for lite volum. Også her vil ikke feilen være spesielt stor, med mindre man har veldig tykke vegger, eller tykke materialsjikt.



The screenshot shows a window titled 'Schedule: Multi-Category Material Takeoff - Testinggrid.rvt'. It displays a table with the following data:

Multi-Category Material Takeoff		
Type	Material Name	Material Volume
Masonry - Brick		
CW 102-85-215p	Masonry - Brick	1.593 m³
CW 102-85-215p	Masonry - Brick	1.467 m³
		3.060 m³

Bilde 7.5: Vegger med flere materialsjikt

7.2.2.4 Sammenkobling av bjelker, stolper og vegger

Ting som vi mennesker syntes er veldig klart kan ofte være veldig diffust for et dataprogram. Dette viser seg tydelig når Revit Structure skal skille mellom ulike konstruksjonsdeler, spesielt når bjelker møter stolper eller vegger. Noen ganger gir Revit Structure ut feil overflateareal fra en bjelke mellom vegger og/eller stolper. Istedenfor å regne det synlige arealet, som for eksempel skal males, så hender det at programmet regner det totale arealet av bjelken, altså med sidekantarealet som møter veggen/stolpen. Men det hender også at programmet gir riktig areal, altså uten arealet som møter veggen/stolpen.

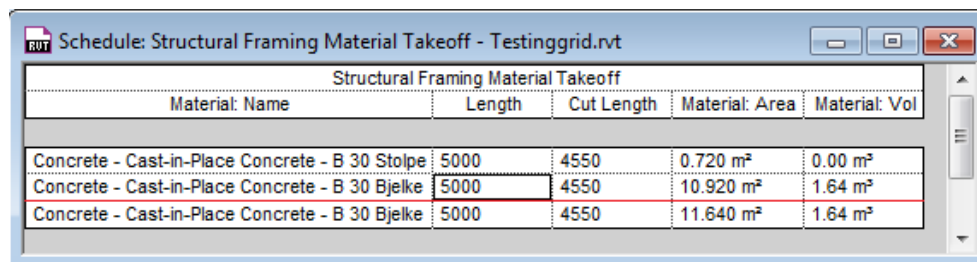
Det aller verste med dette er at det tilsynelatende ikke er noe bestemt som avgjør om programmet regner med endeflatene eller ikke. Noen ganger gir den arealet med, andre ganger uten. Den eneste måten feilen kan fremprovoseres konstant på, er ved å sette bjelken og stolpen/veggen til sammen betongtype. Det er vel i utgangspunktet veldig vanlig at de skal bygges i samme betongtype, noe som gjør dette til en vanlig feil og noe man må huske på. Et enkelt triks for å unngå dette vil være å gi forskjellig navn til betongtypene som skal være i de forskjellige elementene.

Dette er også en feil som kan bli ganske stor hvis det er snakk om mange, ganske store, betongbjelker. Men det er mulig å se om programmet har regnet med eller uten endeflatene. Når programmet har regnet med endeflatene oppgir det også et ekstra areal

Mengdeberegning i BIM

ved siden av de andre arealene i den samme betongtypen som veggen er av, dette arealet er arealet av endeflatene. På den måten ser man hva som er gjort, men man blir nødt til å kontrollere at alle bjelkene har riktig utvalgt areal. Siden man også får et ekstra areal er man nødt til å filtrere bort dette når man skal finne det totale arealet, men det er ganske enkelt å få til.

Tabellen under viser to identiske oppsett, hvor de to rekkene over den røde streken er laget med en bjelke mellom to stolper, hvor stolpen og bjelken har forskjellig betongtyper. Mens den nederste rekken er fra et likt oppsett, men med samme betongtype på stolpe og bjelke.



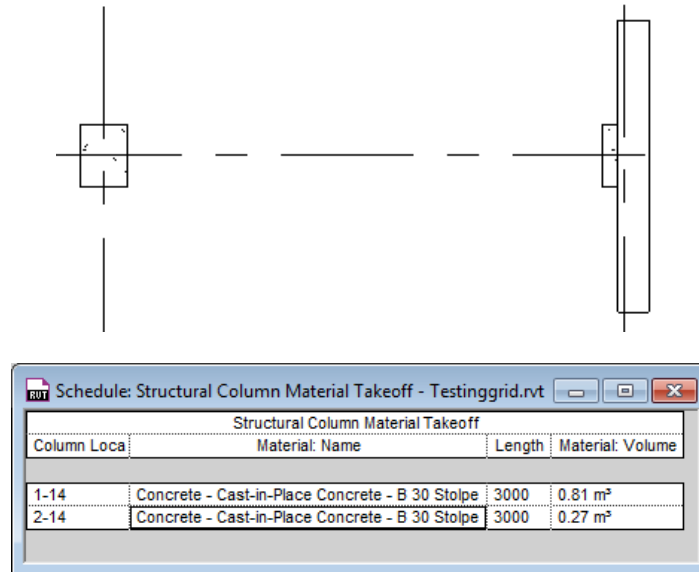
Material: Name	Length	Cut Length	Material: Area	Material: Vol
Concrete - Cast-in-Place Concrete - B 30 Stolpe	5000	4550	0.720 m ²	0.00 m ³
Concrete - Cast-in-Place Concrete - B 30 Bjelke	5000	4550	10.920 m ²	1.64 m ³
Concrete - Cast-in-Place Concrete - B 30 Bjelke	5000	4550	11.640 m ²	1.64 m ³

Bilde 7.6: Ulike areal avhengig av betongtype.

Det oppstår også feil i veggens areal, dette henger sammen med at programmet tar arealmålene sine fra senterlinjen, og på den måten ikke vet hvilken side av veggen man er interessert i å finne arealet fra. Derfor får man et areal av veggen som er lengden av senterlinjen ganger høyden av veggen, altså tar det ikke hensyn til arealet av bjelken som ender i veggen.

Når man skal ta ut volumet av en bjelke er det viktig at man er klar over hvordan man har definert bjelken. For eksempel mellom to stolper så kan man enten ha satt bjelken til å være mellom ytterkantene av stolpene, eller til å ligge oppå stolpene. Volumet vil da bli regnet slik bjelken er definert. Standard i Revit Structure er at bjelkene går mellom søylene, selv om man drar en bjelke over flere søyler, derfor er man nødt til å passe på dette hvis man skal ha bjelken oppå søylene. Dette gjelder også hvis man skal ha bjelke mellom, eller på overkant av vegger.

Når man setter stolper og vegger sammen vil veggen overskrive stolpen. Hvis man da skal ha volum eller overflate av stolpen vil det ikke være mulig å hente ut dette, siden dette volumet har forsvunnet til veggen. Dette går bra så lenge vegg og stolper er av samme betongtype og skal settes opp samtidig, men hvis man først skal sette opp stolpene og trenger et volum for betongsbestilling, vil man få et altfor lite volum.



Bilde 7.7: Feil volum på betongsøyle

7.3 Manuell metode

7.3.1 Areal Vegger:

Man måler lengdene med linjal ut fra en plantegning, gjerne på utskrevet papir av stor størrelse. Er det flere etasjer trenger man tegninger fra hver etasje. Det er uvesentlig hvilket program plantegningen er laget i, bare at målene stemmer og at tegningen er tydelig slik at en ikke går glipp av detaljer. I større bygg innebærer dette at man ofte må skrive ut flere plantegninger for samme etasje, og eventuelt lime sammen disse for å få en plantegning over hele bygget, eller at man må gjøre målinger over flere forskjellige plantegninger for ulike deler av bygget separat. Man sitter gjerne med en linjal som gjør omregningen til meter for en, for eksempel vil en linjal ment for å måle på målestokk 50:1 måle to centimeter som en meter. Da står en fritt til å skrive ned resultatet i hvilken som helst form, for eksempel på papir, og regne ut resultatet ved å multiplisere lengdene med de aktuelle høydene. Høydene må man vite fra erfaring med prosjektet eller finne ut på annen måte. Her bruker mange visualiseringen i en 3D modell for å se høyder, hvis det ikke er en standardhøyde i bygget.

Nøyaktigheten kan variere, mye med tanke på hvilken målestokk det er på plantegningen. Man runder av til nærmeste millimeter på linjal, som fort kan utgjøre en del hvis målene er store. En teknikk som ofte kan brukes for å spare tid er å se om flere etasjer har samme vegger, og så regne disse av isolert for så å addere dette til i hver etasje likheten forekommer.

Dører og vinduer trekkes fra på slutten, når man er ferdig med å måle et område. Målene på disse er normalt skrevet på plantegningen over den aktuelle døren eller vinduet. Man teller da opp alle av lik type, og ganger antallet med arealet av den typen.



Bilde 7.8: Eksempel på hvordan en plantegning med vegger kan se ut. Gjengitt med tillatelse fra Syljuåsen AS

Ofte trenger man bare et overslag av arealene, og da er det vanlig å ikke trekke fra arealene til vinduer og dører, men i stedet anta at det tilsvarer svinnet i byggingen.

7.3.2 Søyler og bjelker:

Hvilke bjelker og søyler som kreves blir beregnet i andre programmer, for eksempel Focus Konstruksjon. Deretter tegner man inn disse bjelkene, i for eksempel Revit Structure. Det er viktig å merke seg at de analytiske egenskapene med tanke på belastning i Revit Structure ikke blir brukt, og at man dermed ikke kan sjekke modellene for noe rundt dette. Man sjekker hver bjelke og søyle manuelt ut fra erfaring opp mot prosjektet. Noen vi intervjuet skrev av og til ut snitt av bygningen på papir for å se over hver enkelt søyle/bjelke.

7.4 Hva kreves av modellen for at BIM kan brukes i mengdeberegning?

7.4.1 Ta ut mengder når prosjektet er i gang

Når man senere i prosjektet skal hente ut mengder, som for eksempel når man skal bestille fra leverandører, er det ofte slik at man skal bestille for en eller noen deler av bygget, istedenfor alt på engang. Man kan for eksempel markere objektene i de forskjellige delene av bygget med kommentarer hentet fra en framdriftsplan som sier noe om hvor de befinner seg. Det kan også være aktuelt å ta ut store deler av den komplette modellen og lage egne modeller for de forskjellige delene av bygget. Dog er det fint mulig å hente ut mengder for etasjer uten å gi noen ekstra informasjon, siden det ligger inne hvilken etasje de starter og slutter i, men dette må selvsagt være riktig angitt.

Alle objekter må inneholde den riktige informasjonen. Her er det viktig at det ikke er gjort snarveier som får til følge at mange objekter blir oversett og faller ut fra mengdelistene, man vil da få altfor små mengder. Typiske snarveier kan være i gjentakende mønstre og

detaljtegninger der man antar at man som menneske skjønner at alle skal være like, men det vil ta lang tid å modellere disse. Selv om dette kan være strevsomt er det viktig for å få komplette lister. Det kan være lurt å få skikkelig kontroll over kopi funksjonene i programmet for å effektivisere tegning av like deler. Men hvis det er tatt slike snarveier er det fortsatt mulig å få riktige mengder, så lenge den som tar ut mengdene er klar over hvor mange ganger de like delene gjentar seg.

Det er også viktig at objektene inneholder tilstrekkelig informasjon til at det er mulig å få et oversiktlig syn i listene, at de inneholder informasjon som betongkvalitet, forskjellige lag i vegger og så videre. Da kan man enkelt sette opp lister som for eksempel hvor mye B30 betong man trenger, hvor mye B20 betong man trenger og så videre.

Samhandling mellom ARK og RIB kan også være essensielt ettersom noe som entreprenøren skal sette opp kan være delt mellom ingeniørens og arkitektens modeller, men allikevel skal bestilles og bygges samtidig. Dette er et viktig prinsipp i BIM, men kan være vanskelig for en entreprenør siden han da må få mengder fra både arkitekt og ingeniører, hvis han ikke sitter med begge modellene selv og muligheten til å åpne de.

Kort og godt er det viktig at modellen faktisk er riktig, slik man vil at den faktisk skal bli bygget. Det viktigste for å få ut mengder av en BIM modell er at objektene inneholder informasjon. Akkurat dette punktet er kanskje det som skiller størst mellom en 3D-tegning og en BIM-modell. I en typisk 3D tegning er bygget bare laget av en haug med streker som går fra A til B. Dette gir gode nok tegninger til å bygge fra, men det er umulig for et dataprogram å hente ut mengder, siden strekene ikke inneholder noen informasjon om hva de faktisk er. En BIM-modell er bygd opp av mer enn bare streker. Den inneholder all informasjon som lengder, høyder, bredder, tverrsnittstyper, tykkelser, materialtyper og så videre. BIM programmer kan deretter bruke disse verdiene til å regne ut arealer, volumer, vekt og så videre. Er det ting man syntes mangler er det også mulig å lage sine egne formler som regner ut det man måtte trenge fra disse grunnverdiene.

Hvilke parametre man trenger kan variere; BIM modellene inneholder ofte veldig mye mer informasjon enn man trenger for mengdeberegning. Hvis vi tar betong som et eksempel vil det kanskje holde med lengde, bredde og høyde for å få et volum, disse parametrene kan man også bruke til å regne ut forskalingsareal på betongen, eventuelt også til å anta armering hvis man har en formening om hvor stor prosentandel av tverrsnittarealet som skal være armert. Men det er svært viktig at modellen vet at strekene, som angir et volum, også vet at dette volumet inneholder betong, for at det skal bli mulig å ha noen oversikt over hva de forskjellige volumene man får oppgitt i listene er. Skal man ha informasjon om en stålsøyle, kan det være lurt å ha informasjon som startetasje, sluttetasje, stålkvalitet, tverrsnittsprofil (HE-A, IPE, osv.) for å kunne gruppere stolpene man har i bygget. Informasjonen man vil ha ut kan kreve lengde (*cut length*) og vekt. Da vil man sette opp en formel for vekten ved å gange tverrsnittsarealet med lengden, for så å gange dette volumet med massetettheten for stålet. På den måten får man hvor mange løpemeter stolpe man

trenger, og hvor mye det vil veie. Siden det er angitt ståltype og tverrsnittprofil kan man også slå sammen dette automatisk med bjelkene i bygget og få en tabell for alt stålet, hvor det også er angitt hvor mange stolper og bjelker man har.

For at noe skal kunne kalles BIM i utgangspunktet, er prosjektet nødt til å være BIM tvers igjennom. Alt må være tegnet i BIM kompatible programmer. Dette er spesielt viktig når man skal ta ut mengder. En essensiell del av BIM konseptet er at man skal ha ferdig større deler av tegningsgrunnlaget før man begynner å bygge, på den måten vil det også være fint å bruke BIM programmer til å ta ut mengdene. Men slik er ikke alltid i praksis ennå.

7.4.2 Anbudsfasen i en totalentreprise

Et godt, og svært vanlig, eksempel på at det mangler tegnings- og informasjonsgrunnlag for mengdeberegninger er totalentrepriser. I en totalentreprise kan grunnlaget fra byggherren variere veldig, fra så å si ferdige arkitektforslag, til en muntlig beskrivelse av et bygg man vil ha utført. Dette kan faktisk være så diffust som at byggherren ringer en entreprenør og spør hvor mye det vil koste å bygge et toetasjes parkeringshus på ei tomt. Skal man da få et nøyaktig kostnadsestimat ved hjelp av vanlige BIM programmer er man faktisk nødt til å prosjektere mer eller mindre ferdig bygget før man har vunnet anbudet. Dette kan fort koste flere hundretusen, avhengig av størrelsen på bygget, når entreprenøren må få hjelp fra et prosjekterende firma. Dette er penger de fleste entreprenører ikke har råd til å avse på et prosjekt de kanskje ikke får allikevel, selv om prosjektsummen kan være mye større og man ville fått mer nøyaktige anbudspriser. På den måten hadde man kanskje vært bedre rustet til å få det beste anbudet, og man har en mindre risiko for at prosjektet blir mye dyrere enn man ga pris på i anbudet. Man kunne kanskje også ha brukt modellen på et senere prosjekt om man ikke vant anbudet, og bare gjort enkle endringer for å tilpasse det aktuelle prosjektet.

Selv om det er prosjektert bedre i anbudsgrunnlaget vil det antageligvis ikke være godt nok til at man kan ta mengdeberegning rett fra anbudsgrunnlaget i en totalentreprise. Dette er også noe av hensikten med en totalentreprise, at entreprenøren skal stå bak hele bygget uten at byggherren behøver å hente inn anbud for både utførelsen og prosjekteringen av bygget. På den måten er det entreprenørens ansvar å få riktig prosjektering til en billigst mulig pris for byggherren, og man ser seg da nødt til å gjøre mengdeberegninger på et uklart grunnlag.

7.4.3 Anbudsfasen i en hovedentreprise, generalentreprise osv.

I de fleste hovedentrepriser, generalentrepriser og andre liknende entrepriseformer er ofte anbudsgrunnlaget mye mer konkret enn i en totalentreprise. På den måten kan entreprenørene ta ut riktige mengder for å regne ut et anbud på. Så lenge de prosjekterende firmaene har laget en god nok BIM modell. Det kan også tenkes at de prosjekterende tilbyr disse listene til byggherren så han kan bruke de i anbudsrunder. Riktignok kan det allikevel kanskje være nyttig for entreprenørene å se på modellen for å lage sine egne lister, hvor de bruker egne og mer spesifikke løsninger for mengder enn det

Mengdeberegning i BIM

som er laget generelt av de eksterne prosjekterende. Men også her er det nok ganske vanlig at prosjektet er langt fra 100 % ferdig prosjektert før man hyrer inn entreprenører og starter bygging. Slik byggebransjen er i dag vil man jo starte byggingen tidligst mulig, mens i et BIM prosjekt vil man ha modellert ferdig det meste av bygget før man begynner byggingen. Det er uansett god sjanse for at man kan benytte seg av mengdeberegning i slike entrepriseformer i anbudsfasen, så lenge de prosjekterende har tegnet en BIM modell.

8. Resultater

8.1 På egne forsøk

8.1.1 Kallerud Handelpark

Prosjektet har en kostnad på 125 millioner, og skal bli et kjøpesenter.



Bilde 8.1 Plankart av bygget. Hver etasje er delt opp i sonene som er vist på tegningen Gjengitt med tillatelse fra Miljøbygg AS.

8.1.1.1 Areal av vegger

Den manuelle målingen ble gjort av en kontaktpersonen i firmaet som står for byggingen av prosjektet. Vi vet fra intervju med vedkommende at han hadde utfordringer med mange forskjellige høyder i bygget. Han måtte dermed ha flere snitt-tegninger som viste høyden av bygget på ulike punkter. Han brukte plantegninger på papir i målestokk 1:50 og 1:100. Bilde 6.1 viser hvilket område de ulike plantegningene skal dekke. De har navn fra A-PL 600 til A-PL 612, altså 13 plantegninger i alt. Han lot være å trekke fra dører og vinduer i det totale arealet.

Da han hadde regnet ut areal bindingsverk, brukte han samme areal for isolasjon, og ganger med 2 eller 3 avhengig av antall lag med gips/OSB (finérplater). I selve beskrivelsen går det frem at hver akse og vegg måles det både høyde og lengde av. Dette skrives så inn i et program, i dette prosjektet blir Byggoffice brukt.

Mengdeberegning i BIM

Fagkapittel	12 TØMRERARBEID		
Post	Beskrivelse	Enh.	Mengde
12.24	INNERVEGGER		
12.24.1	P1 VEGG I Y18 OG MOT VAREMOTTAK		
	Høyde i Y18: 5,1m Lengde i Y18: 53m Høyde i akse W: 5,1m Lengde i akse W: 54m Tverrvegg lengde 3,1m		
12.24.1.1	Stenderverk i stål	m2	515,00
12.24.1.2	Gips 1 lag på hver side	m2	1 130,00
12.24.1.3	Isolasjon	m2	565,00
12.24.1.4	Åpninger i bindingsverk	stk	5,00
12.24.2	P1 VEGG I AKSE X36		
	Høyde: 5,4m Lengde: 30m		
12.24.2.1	Stenderverk i stål	m2	191,00
12.24.2.2	Gips 1 lag på hver side	m2	382,00
12.24.2.3	Isolasjon	m2	191,00
12.24.2.4	Åpninger i bindingsverk	stk	1,00

Bilde 8.2: Utdrag fra beskrivelsen. Gjengitt med tillatelse fra Miljøbygg AS

Kontaktpersonen sier han brukte ca. 12 timer på beskrivelsen. Dette inkluderte posisjonsnummer, enhet, mål, med mer. De to siste postene i beskrivelsen, som omhandler "diverse poster" og "innkassing av rørføring på søyler", ser vi ikke for oss å kunne gjøre i Revit Structure, da dette krever en mer nøyaktig modell og bedre kjennskap til prosjektet enn vi har. Kontaktpersonen anslår at han brukte 15 minutter på hver av de to postene. Denne tiden trekker vi fra totaltiden, og dermed står vi igjen med at han brukte 11 timer og 30 minutter på den delen av beskrivelsen vi skal sammenligne med.

12.24.17	Diverse poster		
12.24.17.1	Hulltagning ferdig vegg Ø<100mm	stk	100,00
12.24.17.2	Hulltagning ferdig vegg Ø>100mm	stk	40,00
12.24.17.3	Kubbing i vegg	stk	30,00
12.24.17.4	Utføring av paroc 2"2"	m2	175,00
12.24.17.5	Isolasjon 50mm utføring	m2	175,00
12.24.17.6	Gips på utføring	m2	175,00
12.29.1	Innkassing av rørføring på søyler		
12.29.1.1	Bindingsverk på søyler	stk	1,00
	Høyde 4m 400x400mm Bunnsvill og toppsvill over grunnbelysning		
12.29.1.2	Plater på bindingsverk	stk	1,00
12.29.1.3	Inspeksjonsluke	stk	1,00
12.29.1.4	Sparkling og maling iv innkassing	stk	1,00
12.29.1.5	Beslag i rustfritt stål	stk	1,00
	Beslag på søyler til høyde 1,1m over ferdig gulv		

Bilde 8.3: De to siste postene i beskrivelsen. Gjengitt med tillatelse fra Miljøbygg AS

Mengdeberegning i BIM

Det er fortsatt er usikkerhet forbundet med noen av underpunktene, og deres utførelse: åpninger i bindingsverk, nedforet himling, bjelkelag, plater på bjelkelag, gipshimling trebjelkelag, finér på lagerside, skjørt i coop-extra, ekstra gipslag på kontorer og skjørt. Den totale tiden kan dermed reduseres ytterligere, hvis disse punktene er arbeid som ikke er relatert til arealet, eller ikke er erfaringstall antatt ut fra areal eller andre verdier man greit kan finne ved hjelp av Revit. I så fall må det fortsatt gjøres manuelt.

Det eksisterer ingen tilstrekkelig god BIM modell av prosjektet. Den modellen som finnes, er mer å regne som en 3D tegning uten særlig informasjon. Derfor må vi gjøre et estimat over hvor lang tid det vil ta når man bruker BIM. Det kan vi få til ved å gjøre undersøkelsen på et mindre bygg, hvor det er en god BIM modell. Da skal vi finne tidsforbruket per vegg og så skalere det opp til størrelsen på kjøpesenteret.

Man gjennomfører kontroll av modellen ved å se på den i 3D-view. Hvor lang tid kontrollen av modellen tar er vanskelig å estimere ut i fra en annen modell, fordi det er avhengig av størrelsen (for å få enkelt overblikk) og antallet feil (altså kvaliteten på modellen).

Om man er interessert i totalt veggareal, er tidsforbruket ved å finne dette uavhengig av størrelsen på bygget. Det tar ett minutt. I dette prosjektet ønsker man derimot individuelle mål for hver vegg, med posisjonsnummer. Det gjør arbeidet langt mer omfattende. Vi går derfor systematisk igjennom modellen, ved å klikke på hver vegg og notere posisjonen³ og arealet i et ark. Det ville ikke hatt særlig utslag for tidsforbruket om vi heller hadde benyttet et digitalt dokument.

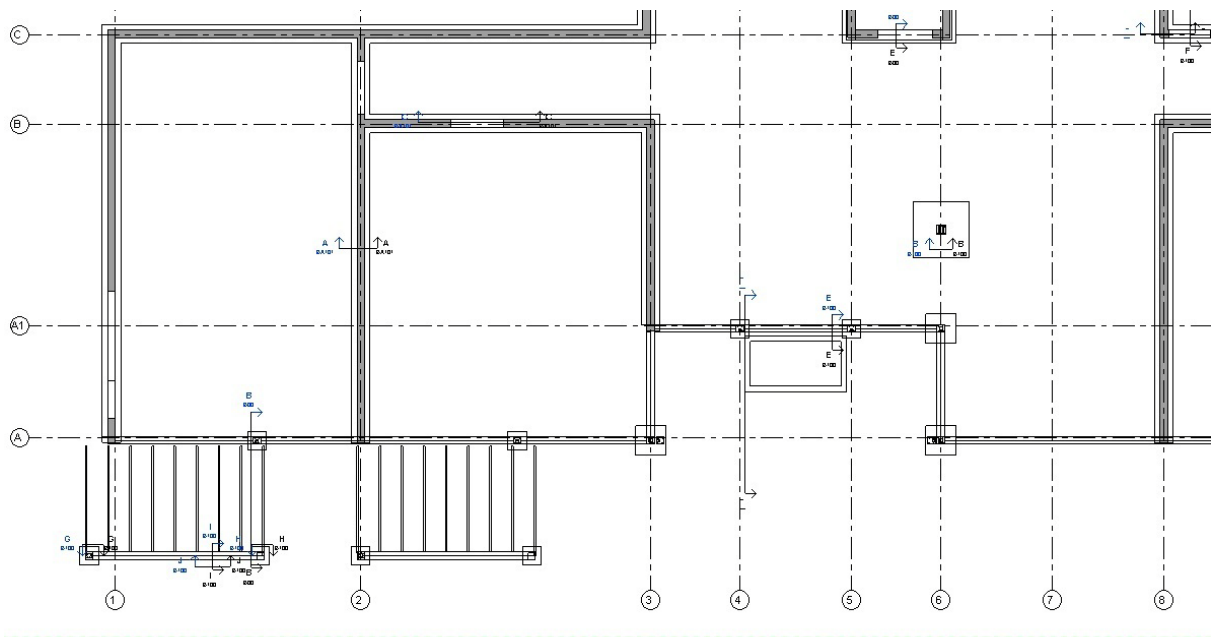
Posisjonsnummer	Areale
P1 vegg i 1	34,707 m ²
P1 vegg i C hjørne i 1	49,908 m ²
P1 vegg i 2	33,908 m ²
P1 vegg i B hjørne i 2	23,390 m ²
P1 vegg i 3 hjørne i X1	18,129 m ²
P1 vegg i 3 hjørne i C	20,820 m ²
P1 vegg i B hjørne i A	29,941 m ²
P1 vegg i B hjørne i C	20,126 m ²

Bilde 8.4: Arket hvor vi noterte veggene med posisjon og areal

³ Posisjonsnummer er lagt inn som grid i den modellen vi gjør forsøket på. Det gjør de enkle å se. Det bør de være i modeller hvor man skal ta ut posisjoner.

Mengdeberegning i BIM

Bilde av modellen vi brukte i estimeringen:



Bilde 8.5: modellen med 8 vegger vi brukte til å estimere. Gjengitt med tillatelse fra Norconsult AS

Den totale tiden det tok å måle disse 8 veggene var 5 minutter og 13 sekunder. Dette inkluderer å skrive det i et system hvor det kommer tydelig frem hvilken vegg som er hvilken. Vi brukte dermed 39,1 sekunder per vegg.

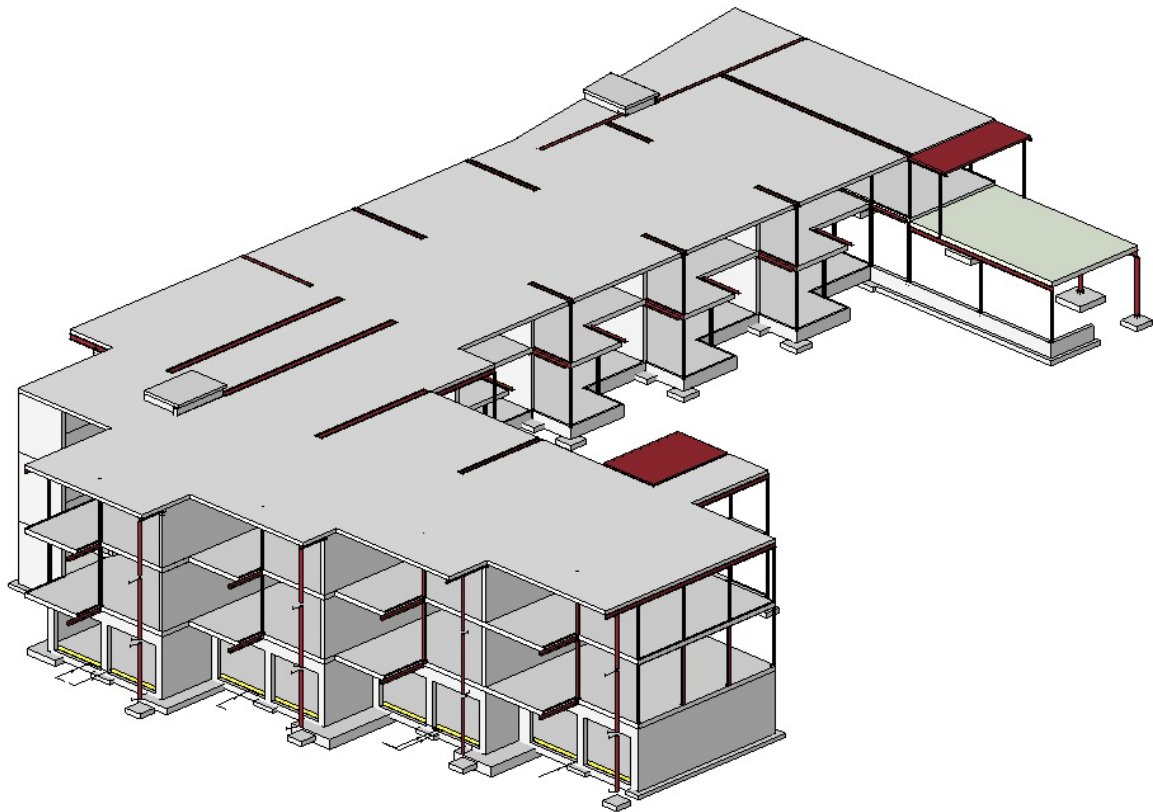
Når vi har gått over plantegningene til kjøpesenteret har vi kommet frem til at det er 74⁴ vegger i bygget. Med 39,1 sekunder per vegg, blir dette til sammen 48 minutter og 15 sekunder.

Vi har nå funnet areal av veggene, men mangler å finne arealene på det som skal oppgis i beskrivelsen. Kontaktpersonen sier: "Når jeg har regnet ut areal bindingsverk, bruker jeg samme mengde for isolasjon, og ganger med 2 eller 3 avhengig av antall lag med gips/OSB (finérplater)." Mange av postene i beskrivelsen skal ganges med samme faktor, og derfor gjør vi utregningen til der det er samme faktor bare en gang. Når vi har slått sammen de med samme faktor, ser vi i beskrivelsen at vi må gjøre denne utregningen 15 ganger. Vi bruker 10 sekunder på hver utregning. Dermed tar dette 2 minutter og 30 sekunder. Totaltiden er da 50 minutter og 15 sekunder.

⁴ Det er litt usikkert rundt vegger som for eksempel går forbi to kontorlokaler, om disse skal regnes som to eller som en sammenhengende vegg. Det vil uansett ikke forandre antallet veldig mye.

8.1.2 Omsorgsboliger på Lena

Prosjektet er et toetasjes bygg med omsorgsboliger. Bæresystemene er stålsøyler og dekkene er av hulldekker og plattendecker.



Bildet 8.6: Skjermbilde av modellen. Gjengitt med tillatelse fra Toten Bygg og Anlegg AS

8.1.2.1 Areal av vegger

Vi beregner først arealet av vegger med manuell metode og deretter henter vi samme informasjon ut fra BIM modellen ved hjelp av Revit Structure. Vi bestemmer oss for å finne det nøyaktige arealet, dermed må vi trekke fra vindus- og døråpninger.

Manuelt gjør vi det ved å måle opp lengdene av veggene med linjal. Der det er vegger som er identiske i flere etasjer, multipliserer vi de med antall etasjer de går igjen i. Deretter trekker vi fra alle vindus- og døråpninger. I Revit Structure følger vi den generelle fremgangsmåten og velger *Walls* som "field" og *Type* og *Area* som segregeringsalternativer.

Ved bruk av manuell beregning brukte vi 2 timer og 35 minutter⁵, av dette tok det 2 timer og 21 minutter å finne arealet av veggene inklusive dører og vinduer, og 14 minutter å trekke fra disse åpningene. Med Revit Structure tok det et minutt å finne nettoarealet.

⁵ Usikkerhet på pluss/minus 10 minutter pga forstyrrelser

8.1.2.2 Vekt av stål inklusive balkonger

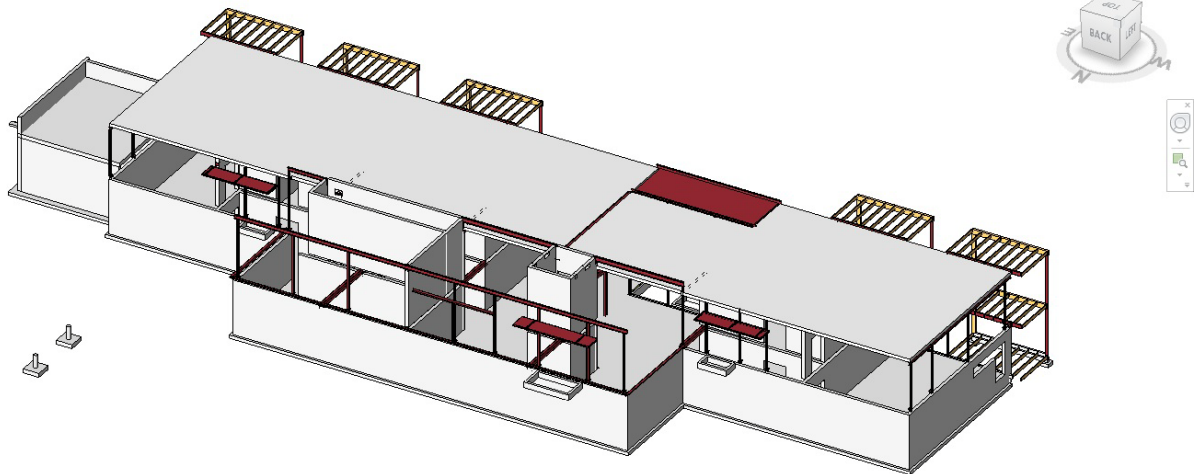
Vi bruker Revit Structure til å finne totalvekten av stålet på to forskjellige måter. Den første ved å finne volumet, og regne oss frem til vekten. Den andre metoden er å se på lengden av de forskjellige stålprofilene, og bruke deres vekt per meter som er gitt i tabeller. Begge deler skal være for hele bygget inklusive balkonger.

For å finne volumet tar vi først for oss selve bygget, og deretter balkongene. Volumet i bygget finner vi ved å følge den generelle fremgangsmåten ved mengdeberegning i Revit Structure. Det tok 2 minutter. Ved tilnærmet samme fremgangsmåte brukte vi 7 minutter på å finne volumet av stål i balkongene.

Det tok 18 minutter og 30 sekunder å finne lengdene og deretter vekten av de forskjellige typene stålsøyler i selve bygget. Vi bruker fremgangsmåten som er omtalt i punkt 5.2.3.1.1.1 For å finne vekten ved hjelp av lengdene av de ulike typene stålprofiler brukte vi fremgangsmåten som er omtalt i 5.2.3.1.1.2. Det brukte vi 14 minutter på å finne.

Arkitektfirmaet (personlig kommunikasjon, oktober 2011) som var tilknyttet prosjektet opplyste at de regnet med å bruke 2-3 dagsverk på en tilsvarende mengdeberegning. Til sammenligning brukte vi totalt 9 minutter på å finne totalvekten av stålsøylene ved veien om volum og 32 minutter og 30 sekunder da vi tok veien om lengdene av de forskjellige profilene.

8.1.3 Solhellinga 14



Bilde 8.7: Skjerm bilde av modellen. Gjengitt med tillatelse fra Norconsult AS

I dette prosjektet skal vi måle arealet av innerveggene av betong. Dette skal vi både gjøre manuelt og ved hjelp av Revit Structure, og deretter sammenligne tidsbruken. Den manuelle målingen gjør vi med linjal rett på skjermen. Det vil trolig gjøre resultatet av arealet mer unøyaktig enn om vi hadde hatt plantegningen på papir og gjort målinger på den. Likevel gjør ikke det noe, siden det er tidsforbruket vi er interesserte i, og vi føler oss sikre på at det tar like lang tid å måle på skjermen som på papir.

Mengdeberegning i BIM

Det tok 9 minutter og 15 sekunder å måle opp lengdene på alle innerveggene av betong. Deretter la vi sammen alle lengdene og multipliserte det med høyden⁶. Det tok 2 minutter og 4 sekunder. Så måtte vi trekke fra arealene av dører og vinduer. På plantegningene så man ikke hvilke størrelse det var på de forskjellige dørene, og derfor måtte vi velge hver enkelt og notere målene. Dette gikk det nok litt ekstra tid på, men det gjorde ikke et veldig stort utslag. Vi brukte 3 minutter og 22 sekunder på å finne målene. Det tok 2 minutter og 5 sekunder å finne arealene av de forskjellige typene og gange det med antallet av hver type, og trekke det fra veggens totalareal. Dermed ser vi at vi totalt brukte totalt 16 minutter og 46 sekunder med den manuelle metoden.

Ved bruk av BIM til å finne mengdene må vi sette opp en liste over veggene. Dette tar ett minutt, men, som man ser på bilde 8.8, inneholder listen også vegger som ikke skal være med. Disse må fjernes fra listen.

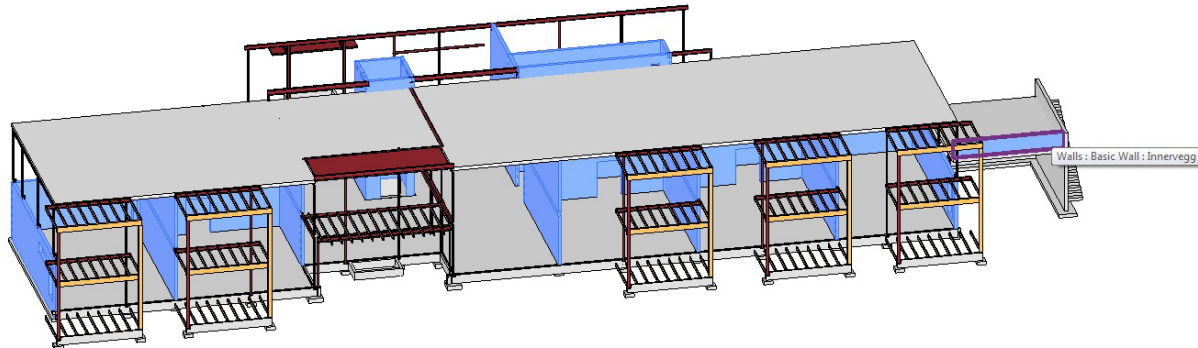
Wall Schedule 3			
Type	Area	Length	Volume
Innervegg Betong 200	11.12 m ²	2710	2.22 m ³
Innervegg Betong 200	9.92 m ²	2550	1.98 m ³
Innervegg Betong 200	10.40 m ²	2810	2.08 m ³
Innervegg Betong 200	29.20 m ²	8590	5.84 m ³
Innervegg Betong 200	7.00 m ²	1800	1.40 m ³
Innervegg Betong 200	33.42 m ²	8590	6.68 m ³
Innervegg Betong 200	6.21 m ²	1800	1.24 m ³
Innervegg Betong 200	26.73 m ²	8550	5.35 m ³
Innervegg Betong 200	41.39 m ²	15600	8.28 m ³
Innervegg Betong 200	30.59 m ²	10900	6.12 m ³
Innervegg Betong 200	26.11 m ²	8550	5.22 m ³
Innervegg Betong 200	16.11 m ²	4250	3.22 m ³
Innervegg Betong 200	4.37 m ²	2550	0.87 m ³
Innervegg Betong 200	5.03 m ²	2550	1.01 m ³
Innervegg Betong 200	6.23 m ²	6335	1.25 m ³
Ringmur Betong 200	1.56 m ²	3000	0.28 m ³
Ringmur Betong 200	3.86 m ²	7800	0.70 m ³
Ringmur Betong 200	3.38 m ²	6700	0.61 m ³
Ringmur Betong 200	10.71 m ²	21600	1.93 m ³
Ringmur Betong 200	7.28 m ²	14500	1.32 m ³
Ringmur Betong 200	1.40 m ²	3000	0.25 m ³
Ringmur Betong Terrasse 200	2.23 m ²	4800	0.35 m ³
Ringmur Betong Terrasse 200	2.23 m ²	4800	0.35 m ³
Ringmur Betong Terrasse 200	2.23 m ²	4800	0.35 m ³
Ringmur Betong Terrasse 200	2.23 m ²	4800	0.35 m ³
Ristgrube Betong 150	0.35 m ²	850	0.05 m ³
Ristgrube Betong 150	0.58 m ²	1670	0.09 m ³
Ristgrube Betong 150	0.30 m ²	850	0.04 m ³
Ristgrube Betong 150	0.53 m ²	1670	0.08 m ³
Ristgrube Betong 150	0.53 m ²	1350	0.08 m ³
Ristgrube Betong 150	0.94 m ²	2690	0.14 m ³
Ristgrube Betong 150	0.47 m ²	1350	0.07 m ³
Ristgrube Betong 150	0.89 m ²	2690	0.13 m ³
Ristgrube Betong 150	0.35 m ²	842	0.05 m ³
Ristgrube Betong 150	0.58 m ²	1670	0.09 m ³
Ristgrube Betong 150	0.29 m ²	842	0.04 m ³
Ristgrube Betong 150	0.53 m ²	1670	0.08 m ³
Ristgrube Betong 150	1.23 m ²	2590	0.18 m ³
Ristgrube Betong 150	0.61 m ²	1350	0.09 m ³
Ristgrube Betong 150	1.17 m ²	2590	0.17 m ³
Ristgrube Betong 150	0.54 m ²	1350	0.08 m ³
Sjaktvegg Betong 250	3.16 m ²	2760	0.79 m ³
Sjaktvegg Betong 250	2.73 m ²	2600	0.68 m ³
Sjaktvegg Betong 250	2.90 m ²	2760	0.72 m ³
Sjaktvegg Betong 250	2.35 m ²	2600	0.59 m ³
Yttervegg Betong 200	21.03 m ²	6285	4.21 m ³
Yttervegg Betong 200	35.03 m ²	7460	7.01 m ³
Grand total: 71	1055.16 m ²	428375	210.09 m ³

Bilde 8.8: Liste over betongvegger i modellen. Gjengitt med tillatelse fra Norconsult AS

⁶ Vi brukte samme høyde for alle vegger. Vi antar at en aktør med god kjennskap til det konkrete prosjektet ville vite hvilke vegger som er av hvilke høyder, og dermed ikke bruke mye tid på å måtte sjekke dette. Derfor mener vi at denne antagelsen gir et mest korrekt resultat.

Mengdeberegning i BIM

Så lenge veggene er navngitt riktig tar det 10 sekunder å fjerne dem. Dermed er vi oppe i ett minutt og 10 sekunder. Men når vi kontrollerte⁷ at vi hadde de riktige veggene i listen, så vi at en yttervegg var tagget som innervegg. Bilde 8.9 viser 3D modellen med valgte innervegger:



Bilde 8.9: Skjerm bilde av det modellen i utgangspunktet tror er innervegger. Gjengitt med tillatelse fra Norconsult AS

Kontrollen tok 15 sekunder. Det gikk så raskt fordi dette er et oversiktlig bygg. Vi kunne raskt fjerne de flatene som skygget, og få godt overblikk over de markerte veggene. Som vi ser ytterst til høyre er det en vegg som er markert som innervegg, men som egentlig er en yttervegg. Denne må også fjernes fra listen. Det kan være vanskelig å finne igjen den vegg man skal fjerne i listen, spesielt når listen inneholder mange vegger⁸. Derfor velger i vegg i 3D modellen, og leser av lengden⁹ (vi kunne også lest av areal, volum eller annet som gjør vegg identifiserbar). Når vi har funnet vegg med den lengden i listen, og kontrollert at det er riktig vegg, fjerner vi den fra listen. Det tok 50 sekunder å fjerne den uønskede vegg fra listen, samt å ta en ny titt på 3D modellen på leting etter flere vegger med feil tag. Det er viktig å være oppmerksom både på vegger som har markert selv om de er yttervegger og vegger som ikke har blitt markert selv om de er innervegger. Til sammen tok det dermed 2 minutter og 15 sekunder å finne mengdene ved å bruke Revit Structure.

⁷ Kontrollen ble gjort ved å velge en vegg av typen man ønsker å undersøke i 3D-view, høyreklikker og velger *Select all instances* og deretter *In entire project*. Pass på at ingenting er skjult, og deretter skjul eventuelle skyggende flater for å få god oversikt. Velg deretter neste type vegg (om man skal kontrollere flere) og følg samme fremgangsmåte.

⁸ Dessverre blir den ikke markert i listen når man velger den i 3D-viewen. Det ville vært den raskeste måten å identifiser den på.

⁹ Det kan hjelpe å notere seg flere desimaler.

8.2 Sammenligne data fra pilotprosjekter og erfaringstall

Etter dialog med flere aktører for å få tall fra prosjekter hvor man bruker BIM, viser det seg at det ikke er mulig å få tall som kan brukes generelt, fordi det er for stor forskjell fra prosjekt til prosjekt. Likevel synes vi det er interessant å gå nærmere inn på begrunnelsen til et par av dem.

Frode Mohus (personlig kommunikasjon, 26. april 2012) i Statsbygg sier at deres erfaring viser at mengdeuttak fra BIM modeller kan være alt fra rett frem til så og si umulig. Tidsforbruket henger sammen med dette. Det avhenger av kvaliteten på modellen.

"Tidsbruk pr KVADRATMETER er ut fra dette et litt "vanskelig kriterium", fordi man med et stort bygg der BIM-en er godt og riktig strukturert og modellert kan bruke LITE tid, og motsatt for et lite bygg med dårlig struktur og modellering kan bruke fryktelig mye tid for å få ut RIKTIGE mengder, hvis det overhodet er mulig."

Videre legger han til at et dagsverk kan være et fornuftig anslag for mengdeberegningen til et bygg på 12 000 m² hvor BIM modellen er rimelig god. Men at det ikke vil ta vesentlig lengre tid å ta ut mengdene på et dobbelt så stort bygg med samme kompleksitet om det også har en rimelig god BIM modell.

Det vil være mulig å finne tidsbruken i et konkret prosjekt, men på grunn av de store variasjonene mellom prosjekter vil ikke et generaliserende tall være særlig interessant, siden det vil ha et stort standardavvik.

Terje Andersen (personlig kommunikasjon, 24. april 2012) i NCC skriver at størrelsen på bygget ikke har så mye å si for tiden det tar, men at kompleksiteten av geometrien er langt viktigere. I forbindelse med tidsbruk for mengdekontroll sier han *"det vi benytter mye tid på er å kvalitetssikre om tegningene er riktige, og å optimalisere det underlaget vi har mottatt"*.

8.3 Aktørers estimeringer

8.3.1 Håkon Dahle, COWI

Håkon Dahle (personlig kommunikasjon, 20. april 2012) skriver at han antar mengdeberegning ved hjelp av Revit Structure tar omtrent 20% av tiden de ville brukt ved manuell metode. Men han presiserer at dette varierer veldig fra prosjekt til prosjekt, og at det av og til ikke vil være mulig i det hele tatt. Av og til vil det ikke være hensiktsmessig å modellere alt, noe som gjør det vanskelig å bruke BIM til mengdeberegning.

Han legger til at en stor fordel med å bruke Revit Structure er at man da kan få full kontroll på at alle elementer er beskrevet og mengdeberegnet. Det at man kan ta ut mengdene for en del av bygget er også svært nyttig.

8.3.2 Håvard Slåtten, Norconsult, og Frode Mohus, Statsbygg

Håvard Slåtten (personlig kommunikasjon, 18. april 2012) i Norconsult jobber som konstruktør og har som en del av arbeidsoppgaven å gjøre mengdeberegninger. Han anslår at han vil bruke omtrent 1 dag på å gjøre mengdeberegninger på et bygg på rundt 12 000 m². Der det aller meste av tiden vil gå med på å kontrollere at beregningene er riktige, slik at han selv føler de er gode nok. Selve mengdeberegningen anslår han at han ikke vil bruke noe særlig mer enn en time på.

Frode Mohus (personlig kommunikasjon, 26. april 2012) fra Statsbygg sier seg også enig i disse antagelsene, men han syntes det blir for vanskelig å anså noe fast tid pr kvadratmeter siden det er så stor variasjon i hvordan bygg er tegnet:

Man kan selvfølgelig finne tidsbruk konkret i et prosjekt, men ved en gjennomsnittsbetraktning over mange prosjekter må man nok ta høyde for at standardavviket vil være STORT, av årsaker nevnt over (Se sitat i punkt 8.2, vår anmerkning). Anslaget dere nevner på "ca. en dag på å trekke ut mengder på et bygg på 12000 m²" høres umiddelbart ikke ut som et urimelig anslag for et prosjekt der modellen er "rimelig god", men på den annen side vil det neppe ta vesentlig lengre tid å trekke ut mengder fra et dobbelt så stort prosjekt av samme kompleksitet hvis også denne modellen er "rimelig god".

9. Drøfting

9.1 Svakheter ved metode

9.1.1 Menneskelige feil

De resultatene som kommer fra eksterne personer er det, som tidligere omtalt, vanskelig å ha god kontroll på. Vi kommer i underkapittel 9.2 til å gjennomgå hvordan vi vurderer nøyaktigheten til hver av dem. Generelt er vi i utgangspunktet skeptiske til nøyaktigheten, samtidig som vi tar for gitt at de gjør sitt beste i den tiden de bruker på spørsmålene våre, slik at vi anser det som usannsynlig at deres innspill er helt feil.

Resultatene vi selv har kommet frem til hefter det også noen usikkerheter til. Ettersom vi har liten praktisk erfaring, er det sannsynlig at vi vil bruke litt lengre tid enn en person som har drevet med mengdeberegning lenge ville gjort. Manglende erfaring øker også sjansen for at vi har oversett enkelte punkter som burde vært mengdeberegnet. Dette har vi prøvd å utelukke ved å være i dialog med flere bedrifter, for å danne et mest mulig fullstendig bilde av hva som skal mengdeberegnes.

9.1.2 Begrensninger

Tidshorisonen på en bacheloroppgave er dessverre så kort at vi ikke hadde tid til å følge et prosjekt fra start til slutt. Det hadde vært ønskelig, for da kunne vi fulgt med på all mengdeberegning i prosjektet, slik at vi hadde fått et bedre bilde av det totale omfanget. Siden ingen av oss har stor praktisk erfaring med byggeprosjekt og at vi ikke fikk tid til å følge et prosjekt kan det være vanlige situasjoner for mengdeberegninger vi derfor har gått glipp av, og dermed ikke har fått undersøkt.

I tillegg ville det gjort det lettere å se hvilke situasjoner BIM mengdeberegning har størst fordeler og i hvilke det vil være mest hensiktsmessig å bruke manuell mengdeberegning.

9.2 Feilkilder

9.2.1 På egne forsøk

Dobbeltjekking av resultatene utgjør en vesentlig del av tidsforbruket ved mengdekontroll. Det hefter en viss usikkerhet ved om vi gjør dette på samme måte som bedriftene og hvor nøye det gjøres. Det er for eksempel mulig enkelte bedrifter kontrollerer resultatene mer enn en gang. For å begrense sjansene for feil har vi, gjennom dialog med aktørene, prøvd å gjøre oss opp et mest mulig nøyaktig bilde av prosessen i bedriftene. Rutinene i de forskjellige bedriftene vil også variere.

9.2.1.1 Kallerud Handespark

I dette prosjektet er det en svakhet at vi ikke har en BIM modell, men måtte gjøre et estimat ut i fra en annen modell. Det er stor forskjell på størrelsen på den modellen vi brukte til estimeringen og den som ville vært i prosjektet. Dette medfører at det kan være utfordringer knyttet til størrelsen på modellen som vi ikke får fanget opp.

I tillegg er den manuelle målingen utført av en person i bedriften, slik at vi ikke har full oversikt over hans arbeid. Men vi har vært i tett dialog med ham, så vi føler vi likevel har fått et godt innblikk i hva han har gjort. Selv om vi trolig navnga veggene på en annen måte da vi brukte BIM til å finne mengdene, vil ikke det ha vesentlig utslag i tidsbruken. Det vil bare være at bedriften enten har en litt kortere eller litt lengre skrivemåte.

De punktene i beskrivelsen som ble nevnt i resultatdelen er vi usikre på hvordan man regner ut, dermed er det ikke sikkert man tar i bruk arealet av veggene for å finne samtlige. Om man ikke bruker arealet eller tilsvarende, vil ikke BIM gi noen fordel og man må mest sannsynlig regne de ut manuelt likevel. Det er usannsynlig at ingen av postene bruker arealet, men det kan være noen. Den tiden kontaktpersonen brukte på dem skulle i så fall også vært trukket fra den manuelle tiden, men det ville ikke gitt et veldig stort utslag.

9.2.1.2 Omsorgsboliger på Lena

9.2.1.2.1 Areal av vegger

Her er et av eksemplene på at vår begrensede erfaring med mengdeberegning kan gi utslag i resultatene. Det vil gjelde begge fremgangsmåtene, men det er grunn til å tro at det vil gi størst utslag på den manuelle metoden, siden vi aldri har prøvd den tidligere. Og om den manglende erfaringen gjør at vi bruker samme prosentmessige ekstra tiden ved begge fremgangsmåter, vil det gi et størst utslag på den metoden som tar lengst tid. Dermed vil den totale tidsforskjellen trolig bli noe mindre om mer erfarne personer har utført begge målingene.

Gjennom dialog med bedriftene har vi også fått fortalt at det i mange sammenhenger er tilstrekkelig med et overslag av mengdeberegningen. Dette gjelder ved bestilling av materialer, siden man da må bestille noe ekstra for å veie opp for svinn, er det utbredt at de dropper å trekke fra dør- og vindusarealene, og sier at det tilsvarer svinnet. Å trekke fra dør- og vindusarealene utgjør en merkbar del av tidsbruken ved den manuelle metoden.

9.2.1.2.2 Vekt av stål inklusive balkonger

Når man benytter den fremgangsmåten som vi nevnte tidligere, må man vite om massetettheten til stålet er det samme for alle bjelker/søyler. Om det er forskjellige tettheter, kan det være vanskelig å vite hvilke bjelker i listen som er av hvilken slag, og dermed hvilken massetetthetsfaktor de skal multipliseres med. I dette tilfellet var det ikke mulig å bruke massetetthetene, fordi Norsk Stål hadde andre mål for kilo per meter bjelke enn standarden. Derfor ville bedriften heller ha totallengdene av de ulike bjelketypene. Vi satte da bjelkene og søylene i alfabetisk rekkefølge, tok vekk de som ikke skulle regnes ut, og satte totalen for de ulike søyletypene inn i et separat Excel dokument.

Denne metoden kunne ikke brukes på de såkalte deltabjelkene, fordi vekten på disse varierer veldig ut i fra hvor de kappes. Dermed er det ingen formel for disse bjelkene som gir et nøyaktig resultat. Dette problemet var kjent i bedriften, og de forventet heller ikke at vi skulle ha disse med i det totale regnestykket.

En annen oppgave som ble gitt var å finne antall kilo stål i balkonger på en av sidene i bygget. Denne oppgaven ble noe mer arbeidskrevende, da vi måtte operere med et vindu med listen og et med modellen i 3D, og sjekke posisjonen til hver bjelke og søyle, for å se om de tilhørte de aktuelle balkongene. Med bedre kjennskap til prosjektet ville man kanskje vite hva som hører til balkongene, og dermed slippe denne gjennomgangen, eller eventuelt bruke den som kontroll.

Det hefter en god del usikkerhet ved arkitektens anslag, siden de ikke har gjort jobben, men bare kommet med et anslag av hvor lang tid de trodde det ville ta. Dette anslaget ble gjort i forbindelse med at entreprenøren vurderte hvem som skulle gjøre mengdeberegningen for dem. Det kan tenkes at de, av ukjente grunner, er tjent med å ta i noe ekstra på anslaget, slik at de er noenlunde sikre på å greie det innen tiden. Vi vet ikke hvor mye erfaring arkitekten av med denne typen mengdeberegning. Om de ikke har gjort veldig mye av dette, vil det være vanskeligere for dem å komme med et godt estimat. Kanskje kontrollerer de resultatet flere ganger enn vanlig også, om de er veldig forsiktige. Det er også mulig at de ikke har lagt ned veldig mye tid i å komme med et best mulig resultat, men bare kommet med noe de intuitivt følte var fornuftig. Til sammen gjør dette at vi må ta en stor usikkerhet med i betraktningen når vi sammenligner vårt resultat med dette estimatet. Det har ikke lyktes oss å få arkitekten til å se nærmere på oppgaven, i håp om å få et bedre estimat.

9.2.1.3 Solhellinga 14

Under den manuelle metoden antok vi at alle innerveggene hadde samme høyde. Det viste seg at enkelte var noe høyere. Dermed ville den utregningen tatt litt lengre tid. Det gjør likevel ikke noe stort utslag, og om en erfaren prosjektør med god kjennskap til prosjektet skulle utført mengdeberegningen, ville det ikke tatt vesentlig lengre tid enn vi brukte, selv om vi forenklet noe. Om det hadde vært et prosjekt med mange vegger med forskjellige høyder, ville Revit Structure kommet enda bedre ut av det i forhold til manuell beregning.

Ved måling i Revit kan man alltid dobbeltsjekke ting i 3D-visningen av modellen hurtig hvis det oppstår usikkerhet. Dette er kanskje en tidsbesparelse som er undervurdert, men vanskelig å tidfeste.

9.2.2 Sammenligne data fra pilotprosjekter og erfaringstall

Når det viser seg at det er så store forskjeller fra prosjekt til prosjekt, føler vi det ikke er noe annet valg enn å gå bort i fra tanken om å få tallfestede resultater på denne delen. Det vi var interesserte i var tall som kunne generaliseres, og når det ikke var mulig å skaffe, er det ikke noe poeng i å gå videre. Tall for et enkelt prosjekt vil ikke ha noen interesse når det ikke kan brukes for andre prosjekter.

Samtlige av de vi har vært i kontakt med har gitt det samme bildet. Dermed er det av større interesse å se på i hvilke tilfeller man er tjent med å bruke BIM modellen til å hente ut mengdene, i stedet for å komme frem til en generaliserende konklusjon.

9.2.3 Aktørers estimeringer

Resultatene i denne delen er svært nært knyttet opp til erfaringene til de personene som ble spurt. Dermed kunne vi fått betydelige forskjeller i resultatene avhengig av hvem vi spurte. I tillegg er det trolig varierende hvor mye arbeid de har lagt ned i å komme med et presist anslag.

Disse forholdene må vi ta med i betraktningen når vi benytter resultatene. Presisjonen i anslagene er romslig, og vi kommer til ta forbehold om at det kan være opp til store avvik. Vi kommer til å se på det som *kvalifisert gjetting* eller estimering, altså ikke noe vi kan legge svært stor vekt på, men bare som en kvalitetskontroll av de øvrige resultatene. Siden de som har estimert har bred erfaring med BIM i mengdeberegning, føler vi oss trygge på at estimatene holder rimelig god kvalitet.

9.3 Vurdering av metode

Vi valgte å ha litt litteraturstudie, deretter en kombinasjon av teori og undersøkelser og en mer spesifikk del hvor vi forsøkte å komme frem til et tallbasert resultat. Dette synes vi har fungert bra, for det var viktig å først få dannet seg et raskt bilde av nytten av BIM generelt og få sjekket hva som fantes av litteratur om mengdeberegning.

Deretter måtte vi få belyst en del temaer. For å få et godt overblikk over disse og være sikre på at vi ikke glemte vesentlige punkter, synes vi det var riktig at vi både sjekket grundig internettsider, forum og så videre, og at vi tok samtaler med forskjellige aktører. Deretter verifiserte vi de punktene vi fant gjennom egne tester i Revit, der det var nødvendig. Derfor mener vi at vi er rimelig sikre på at vi har fått med alle de viktigste punktene, og at resultatene stemmer overens med våre egne erfaringer fra testene og svarene fra aktørene.

I delen for å få frem konkrete tallresultater valgte vi å starte med en tredelt fremgangsmåte, siden vi var usikre på hvor mye data det var mulig å samle inn. Dette mener vi har vist seg å være hensiktsmessig, siden det var begrenset med prosjekter som egnet seg for vårt formål, og at det var vanskelig å skaffe data som var generaliserbar. Mange bedrifter har vært hjelpeløse med å stille sine BIM modeller til disposisjon, men det viste seg som regel at disse var mer 3D tegninger enn egentlige modeller. I det legger vi at de bare visualiserer, og ikke inneholder tilstrekkelig med informasjon om de forskjellige objektene i bygget. Informasjon om objektene er avgjørende for at man skal kunne hente ut mengdene ved hjelp av program som Revit Structure. Dermed fikk vi færre prosjekter å se nærmere på enn vi hadde ønsket. Vi kunne laget en god modell av byggene, og brukt den til å gjøre både manuelle og automatiske målinger, men det ville vært svært tidkrevende og vi fikk derfor ikke tid innenfor de gitte rammene.

Ettersom det ikke var mulig å skaffe generaliserende tall for tidsbruk per kvadratmeter for ulike bygg og det hefter store usikkerheter ved estimatene, viste det seg nødvendig å se alle tre under ett for å komme frem til et resultat med akseptabel usikkerhet.

9.4 Vurdering av resultater

Vi har sett på hva som kreves av en modell for at den skal kunne benyttes i mengdeberegning. Det var ikke veldig mye, men samtidig mer enn det aktører som bare bruker Revit til å lage en 3D tegning av bygget vil legge inn. Altså må man ha en modell man legger ned tilstrekkelig arbeid i til at den blir en BIM modell, for at det skal være aktuelt å mengdeberegne med BIM.

Avvik i mengdene som skyldes feil i programmet eller i programmets evne til å lese IFC filer er begrenset, men noen av de spesielle tilfellene vi har omtalt bør man likevel legge merke til. Nødvendig kvalitetskontroll av modellen vil også utgjøre en vesentlig del av tiden mengdeberegningen tar, men man vil også måtte gjøre noe tilsvarende om man beregner mengdene manuelt.

Resultatene er ganske samstemte i at det er raskest å bruke BIM til mengdeberegning. Dette underbygges av våre egne forsøk. Hvor vi for eksempel i Solhellinga 14 sparte 86,6% av tiden da vi brukte BIM. På Kallerud Handelspark reduserte vi tidsforbruket med 86,7% da vi brukte BIM. Også på prosjektet Omsorgsboliger på Lena sparte vi veldig mye tid på å bruke BIM.

Håkon Dahle (personlig kommunikasjon, 20. april 2012) anslår at han i gjennomsnitt sparer 80% av tidsforbruket ved å benytte BIM. Også de vi kontaktet for å få erfaringstall sier at det er mest effektivt å benytte verktøy som henter mengdene ut fra BIM modellen.

Men samtidig presiserer alle at det er svært store variasjoner. Så selv om det som regel lønner seg å bruke digitale verktøy for å finne mengdene, er det ikke alltid det. Dette kommer an på kompleksiteten av bygget og kvaliteten på modellen. I våre egne undersøkelser har vi ikke vært borti prosjekter hvor det ikke har lønt seg, men Frode Mohus sier at "*vår erfaring med dette er at mengdeuttrekk kan være alt fra ganske rett fram til så å si umulig, og dermed tidsbruken tilsvarende*". Dette synet deles av flere av de andre vi har vært i kontakt med, blant annet sier Håkon Dahle følgende: "*Ikke alt vi beskriver som lar seg mengdeberegne i Revit*". Derfor er det viktig at man har nok kjennskap til prosjektet og modellen til at man vet hvilken type mengdeberegning som vil lønne seg i hvert enkelt prosjekt.

Å rette opp feil i modellen vil utgjøre en vesentlig del av tidsbruken ved dårlige modeller, men å rette opp feil er ikke noe som bare vil komme mengdeberegningen til gode. Når man bruker en BIM modell aktivt i byggeprosessen, vil det å rette opp feil være viktig for unngå andre problemer i byggingen også. Derfor kan ikke det å rette opp feil i modellen regnes som et tidsforbruk som bare gjelder mengdeberegning.

10. Konklusjon

Hvilken tidsbesparelse vil overgangen til bruk av BIM-programmer gi med tanke på mengdeberegning?

Vi har kommet frem at man kan oppnå store tidsbesparelser ved å gjøre mengdeberegningen ved hjelp av BIM programmer når man har en god modell tilgjengelig. I prosjektene våre har vi spart 80-90% av tiden ved å bruke BIM i mengdeberegningen. Utfordringene ligger i å vite om modellen er tilstrekkelig god til at man får et raskt og riktig resultat ved å bruke BIM, slik at man velger riktig beregningsmetode. Effekten av å bruke BIM varierer mye ut i fra kompleksiteten av bygget og særlig kvaliteten på BIM modellen.

11. Litteraturliste

- Østergaard, P. H. (2011) *Der er penge i at bygge digitalt* [online]. Danmark: bips nyt (3/2011). URL: http://bips.dk/files/bips.dk/article_files/bipsnyt3-2011.pdf (16.5.2011)
- Eastman, C., P. Teicholz, R. Sacks, K. Liston (2008) *BIM Handbook*. New Jersey: John Wiley & Sons
- Jensen, Ø. (2012) *Forbedrer mengde-kvaliteten fra BIM* [online]. URL: <http://www.innodesign.no/Bygg-Anlegg/Forbedrer-mengde-kvaliteten-fra-BIM> (16.5.2012)
- Sunesen, S. (steen.sunesen@buildingsmart.no), 13. april 2012. *BIM bachelor*. E-post til S. Storødegård (stale.storodegard@hig.no). {Via J. Myhre (Jan.Myhre@statsbygg.no)}. Vedlegg A.
- Dahle, H. (hd@cowi.no), 19. april 2012. *Mengdeberegning i BIM*. E-post til L. E. Storm (leif.storm@hig.no). Vedlegg B.
- Mohus, F. (Frode.Mohus@statsbygg.no), 26. april 2012. *SV: Studenter i Nød*. E-post til K. Hartvedt (kjetil.hartvedt@hig.no). Vedlegg C.
- Andersen, T. (Terje.Andersen@ncc.no), 24. april 2012. *BIM og RIB*. E-post til K. Hartvedt (kjetil.hartvedt@hig.no). Vedlegg D.

Mengdeberegning i BIM

Vedlegg

Vi har innhentet tillatelse til å gjengi alle de følgende e-postene.

A. Mail med Jan Myhre, Statsbygg, og Steen Sunesen, BIM Norge

Fra: Jan.Myhre@statsbygg.no [Ny kontakt](#)

Til: stale.storodegard@hig.no

Tittel: [VS: VS: Re: BIM bachelor](#)

Dato: 2012-04-13 11:53

Her har du en del tekst fra Steen. Han inviterer deg til å ta ytterligere kontakt direkte til han. Han har stor kunnskap om tema og god oversikt over både det Norske og internasjonale BIM – markedet. Her er det mye å hente hvis du ønsker.

Gi beskjed hvis du trenger mer fra meg.

God helg og lykke til videre med oppgaven

Jan myhre

Fra: Steen Sunesen [mailto:steen.sunesen@buildingsmart.no]

Sendt: 13. april 2012 11:43

Til: Myhre, Jan

Kopi: Steen Sunesen

Emne: Re: VS: Re: BIM bachelor

Hei Jan,

Det var en god lang Påske ferie på fjellet. Nå er batteriene ladet igjen.

Jeg har skrevet mine kommentarer i teksten herunder. Ståle er velkommen til å ta kontakt, mail er best.

Mengdeberegning i BIM

Vennlig hilsen – Kind Regards

Steen Sunesen

Daglig Leder - Managing Director

c/o Standard Norge

Strandveien 18 Lysaker

Postboks 365

1326 Lysaker

Norge - Norway

Mobile: +47 928 46 995

E-mail: <mailto:steen.sunesen@buildingsmart.no>

Internet: www.buildingsmart.no

Fra: "Jan.Myhre@statsbygg.no" <Jan.Myhre@statsbygg.no>

Dato: Fri, 13 Apr 2012 09:52:27 +0200

Til: Steen Sunesen <steen.sunesen@buildingsmart.no>

Emne: VS: Re: BIM bachelor

Hallo Steen

Vel overstått Påske?

Jeg har alltid min påskeferie i Heidal v/ Otta. Der treffer vi igjen mange hyggelige mennesker fra år til år. I år kom jeg i snakk med en som studerte og skulle skrive en Bacheloroppgave om BIM. Han lurte på om jeg kunne gi noen tilbakemeldinger om relevans og nytte på problemstillingene de ville tilnærme seg.

Kunne du ta deg tid til å skrive noe rundt dette i fht teksten under? Han ønsket også å sitere noe i sin innledning som viste at temaet var relevant. Jeg tenker da at et sitat fra deg som leder av Building

Mengdeberegning i BIM

Smart har større relevans og tyngde enn fra meg.

Kunne du se på dette?

Jan Myhre

Direktør Faglig ressurscenter

Tlf: 815 55 045 / Mob: 91300635

Besøk: Biskop Gunnerus gate 6

Post: Pb 8106 Dep, 0032 Oslo

Fra: Myhre, Jan

Sendt: 13. april 2012 09:46

Til: Myhre, Jan

Emne: VS: Re: BIM bachelor

Mengdeberegning i BIM

Fra: Ståle Storødegård [<mailto:stale.storodegard@hig.no>]

Sendt: 12. april 2012 17:48

Til: Myhre, Jan

Emne: Re: Re: BIM bachelor

Fint! Oppgaven går ut på å undersøke om det er tidseffektivt å bruke BIM programmer til å hente ut mengdene, istedet for å regne de manuelt. Det gjør vi ved å finne noen prosjekter hvor de delvis bruker BIM, og sammenligner hvor lang tid vi bruker på å finne mengdene vha revit structure i forhold til det bedriftene selv bruker når de regner manuelt. I tillegg skal vi kontrollere at resultatene er gode nok.

Det finnes mange eksempler på effektiviserings effekten av BIM ved mengdeuttak. Men det finnes ikke så mye dokumentasjon av den. Det er interessant for næringen å få mer dokumentasjon på prosesser, også selvom de etter hvert er godt innarbeidet i de førende bedrifter)

Jeg ville rette min oppmerksomhet mot entreprenør. De kan lage et erfaringsbasert estimat over hvor lang tid det tar å beregne mengder som grunnlag for tilbud. Man kunne evt. få dem til å si noen veiledende tall (tid/kvm ift. byggets kompleksitet). Dette kan så sammenliknes med konkrete erfaringer fra prosjekter hvor det er bygget BIM. Skanska var blant de første ute med å ta i bruk BIM til dette. NCC er også godt i dag.

Vi er av den oppfatning at bransjen tar i bruk bare deler av BIM, som modellchecking og visualisering, mens andre områder hvor BIM også kan være av interesse blir forsømt eller ikke utnyttet pga usikkerhet. Derfor har vi valgt et av disse områdene vi tror BIM kan være nyttig, slik at det kan bli et steg mot full utnyttelse av BIM.

Det er riktig at vi ser en gradvis implementering av BIM. Det er fornuftig. De som nevnes er såklare lavhengende frukt som ligger godt innenfor teknologiens muligheter. Andre prosesser krever enten mer av teknologien (komplekse beregninger f.eks energi) eller av informasjonsnivået (f.eks. e-handel fra BIM og FDV).

Det vil være interessant om du kan fortelle kort om hvor langt man er kommet i å ta i bruk BIM til nå (om man ser bort i fra pilotprosjektene) og om dere ser på denne tankegangen om å undersøke ett og ett aspekt ved BIM som nyttig for å kunne ta i bruk flere av BIMs muligheter.

Hvor langt man er kommet, hmm... det er et stort spørsmål. Førende bedrifter er kommet "langt" ift. andre men ikke langt ift. egne ambisjoner. BIM er et verktøy og en måte å tenke på som skal ses sammen med mange andre effektiviserende tiltak: Prosesseffektivisering (f.eks. LEAN), Målfokusert prosjektledelse, Industrialisering av utførelse, sentralisering/automatisering av FDV prosesser, nye kontraktsformer (f.eks. hvor prosjekterende får ansvar for byggets ytelse). Sett i lyset av disse er vi først akkurat begynt å høste gevinstene. Men det er trolig det viktigste skrittet, at effekten kan ses på bunnlinsen (viser til fersk dansk undersøkelse om dokumenterbare gevinster ved bruk av BIM). Generelt sagt kan man si at vi har fått god kontroll på de prosesser som bruker BIM'nes geometri og relativt enkelt informasjonsinnhold. De prosesser som er mer informasjonskrevende trenger fortsatt utvikling av buildingSMART Dataorbok og/eller standardisering av informasjonslagring i IFC modellen. De prosesser som forutsetter nye former

Mengdeberegning i BIM

for organisering og ledelse har vi så vidt bare sett konturene av. Det finnes eksempler på samspill/partnering (IPD i USA)/OPS som kan skape nye insitamentener for effektiviserende atferd. De prosesser som krever omstilling av produksjonsapparatet for økt industrialisering ser man med enkeltstående eksempler som kinesiske Broad Sustainable Building, Engelske Panaloc og Helse Sør-Øst kommende parkeringshus på SiV som skal oppføres på fire uker. De to siste kategorier kan man diskutere om det overhodet er BIM. Det er jo så mye mer. Men BIM er en forutsetning for å lykkes. Og det er viktig at man får styr på de mest grunnleggende prosesser før man gjør mer komplekse effektiviseringer avhengig av ny teknologi. Derfor ser man en gradvis tilnærming i næringen, hvor man bygger erfaringer ovenpå hverandre.

Med næringens gradvise tilnærming, hvor man typisk tar for seg flere og flere prosesser etterhvert som man får kontroll med bruken av BIM er det også fornuftig å knytte dokumentasjonen til enkelte prosesser. Man kan f.eks. oppleve at en entreprenør får stor positiv effekt av kollosjonskontroll men ikke opplever noen direkte nytteverdi av 4D byggesimulering. Hadde man undersøkt på tverrs av prosesser ville svaret da være mindre positivt og gi et feil bilde av at noen prosesser er modne mens andre fortsatt forutsetter utvikling.

Vi har innleveringsfrist ca 20. mai, så det hadde vært fint med svar i god tid før det, men det haster ikke med svar før på minst 2-3 uker ennå.

Ståle.

Jan.Myhre@statsbygg.no skrev:

>Takk for sist

>

>Det skal jeg gjøre.

>Er det noe mer du kan si om innhold i oppgaven eller skal jeg ta

>utgangspunkt i det du sier under?

>

>Hvor god tid har jeg?

>

>Mvh

>Jan Myhre

>

>

>Sendt fra min iPad

>

>Den 12. apr. 2012 kl. 12:26 skrev "Ståle Storødegård"

><stale.storodegard@hig.no<<mailto:stale.storodegard@hig.no>>>:

>

>

>Hei og takk for sist!

>

>Som vi snakket om hos Alice og Arne i påska, så er jeg med på en bachelor

>oppgave hvor vi skal undersøke om det er hensiktsmessig å utføre

>mengdeberegninger vha BIM modellen. Jeg fikk inntrykk av at du syntes dette

>var interessant, og håper derfor at du kan ta deg tid til å skrive noen

>linjer om hvorfor dette er av interesse. Det vil være til stor hjelp om du

>kan gjøre det, for da kan vi bruke/sitere det i innledningen av oppgaven,

Mengdeberegning i BIM

>og dermed vise at prosjektet er nyttig og interesserer.

>

>Mvh Ståle Storødegård

Mengdeberegning i BIM

B. Mail med Håkon Dahle, COWI

Fra: [Leif Erik Storm](#) [Ny kontakt](#)

Til: ["Kjetil Hartvedt \(kjetil.hartvedt@hig.no\)"](#), ["stale.storodegard@hig.no"](#),
["ole.sveen@hig.no"](#)

Tittel: [FW: Mengdeberegning i BIM](#)

Dato: 2012-04-20 11:17

Det gikk ikke fort å få svar. Både dere studenter og vi lærere kan oppleve at vi er lavt prioritert av næringslivet.

Håper likevel dere har nytte av dette svaret.

Mvh Leif Erik Storm

Høgskolelektor Byggfag,

Avdeling Teknologi, Økonomi og Ledelse (TØL)

Høgskolen i Gjøvik

Tlf. 61 13 52 64 / 41 29 48 82

From: Håkon Dahle [mailto:HD@cowi.no]

Sent: 19. april 2012 14:19

To: Leif Erik Storm

Cc: Hilde Ramfjord

Subject: RE: Mengdeberegning i BIM

Mengdeberegning i BIM

Hei

Det er litt vanskelig å angi et nøyaktig tall på hvor stor besparelse vi har av å mengdeberegne direkte fra Revit. Problemet er at det er ikke alt vi beskriver som lar seg mengdeberegne i Revit. Det avhenger blant annet av hvor detaljert modellen er. Det er ikke bestandig hensiktsmessig å modellere alt i 3D.

Hvis vi skal gjette på et tall, så kan vi si at vi bruker 1/5 av tiden vi ellers ville ha brukt på selve masseberegningen. Men som nevnt vil dette variere.

En annen stor fordel med å ta ut mengder fra Revit, er at man ved hjelp av ulike parametere, kan få full kontroll på at alle elementene er beskrevet og masseberegnet. Det samme gjelder at man kan angi en lokasjon på elementene slik at man kan samle elementer på en enkel måte. F.eks få ut samlet mengde for et rom, fløy eller etasje.

Håper dette er tilstrekkelig svar på deres spørsmål

Med vennlig hilsen

Håkon Dahle

Byggingeniør, konstruksjon og byggeteknikk
153 Bygninger

COWI AS

Otto Nielsens vei 12
7414 Trondheim

Sentralbord: (+47) 02694

Direkte: (+47) 92 09 21 21

E-post: hd@cowi.no
www.cowi.no/ www.cowi.com

Mengdeberegning i BIM

Tenk på miljøet - må du skrive ut denne e-posten?

From: Hilde Ramfjord
Sent: Monday, March 12, 2012 12:46 PM
To: Håkon Dahle
Subject: FW: Mengdeberegning i BIM

Hei!

Er dette noe du kan svare på?

Hilde

From: Leif Erik Storm [<mailto:leif.storm@hig.no>]
Sent: Wednesday, March 07, 2012 3:38 PM
To: Hilde Ramfjord
Cc: Kjetil Hartvedt (kjetil.hartvedt@hig.no); 'ole.sveen@hig.no'; 'stale.storodegard@hig.no'
Subject: Mengdeberegning i BIM

Hilde Ramfjord:

Jeg er veileder for en gruppe på 3 studenter som utfører avsluttende bacheloroppgave.

Problemstillingen deres er «Hvilken tidsbesparelse vil overgangen til bruk av BIM-programmer gi med tanke på mengdeberegning?»

Du/dere i Cowi har sikkert erfaring med mengdeberegning i f. eks. en hovedentreprise. Kan du si noe om utgifts-/tidssparing for prosjekterende vha. BIM når det gjelder mengdeberegning?

Kontakt dem gjerne direkte:

- Kjetil Hartvedt – tlf. 93407574
- Ståle Storødegård – tlf. 48263488

Mengdeberegning i BIM

- Ole Chr. Sveen – tlf. 97519318

Mvh Leif Erik Storm

Høgskolelektor Byggfag,

Avdeling Teknologi, Økonomi og Ledelse (TØL)

Høgskolen i Gjøvik

Tlf. 61 13 52 64 / 41 29 48 82

C. Mail med Frode Mohus, Statsbygg

Forwarded by Kjetil Hartvedt <kjetil.hartvedt@hig.no>:

-----Original Message-----

From: Frode.Mohus@statsbygg.no,

Sent: 2012-04-26 08:55

To: kjetil.hartvedt@hig.no, bim@statsbygg.no,

Cc: Diderik.Haug@statsbygg.no, MadsSorhus.Lohne@statsbygg.no,

Hans.Svilosen@statsbygg.no, Oystein.Graffer@statsbygg.no, FO@statsbygg.no,

KarlKristianOlsson.Haave@statsbygg.no,

Subject: SV: Studenter i Nød.

Hei Gjøvik!

Takk for interessant henvendelse. Vi skjønner godt hva dere er ute etter, og skulle gjerne gitt dere noen kvalifiserte tall med to streker under svaret, men jeg tror dessverre svaret på det dere spør om er VELDIG avhengig av KVALITETEN på den BIM-en det skal kjøres QTO på. Vår erfaring med dette er at mengdeuttrekk kan være alt fra ganske rett fram til så å si umulig, og dermed tidsbruken tilsvarende. De viktigste momentene for hvorfor det er sånn er:

- Modellstruktur med relasjonsstrukturer: Vi ser ofte at relasjonsstrukturene for etasjer avviker i BIM-en i forhold til virkeligheten, f.eks. at vegger er modellert på andre etasjer enn de befinner seg, at vinduer i samme vegg er modellert i andre etasjer enn veggene de står i osv. Da blir mengdeuttrekket pr etasje vanskelig, og mye manuelle seleksjoner/kontroller må til.
- Feil objekttyper benyttet: I en del tilfeller er det benyttet feil objekttyper, eksempelvis at en trapp er modellert som et sett med dekkeobjekter (IfcSlab) istedenfor med et trappeobjekt (IfcStair). Mengdeuttrekket blir dermed feil basert på objekttype, og man må bruke ganske mye tid på manuelt å selektere de riktige objektene FØR man trekker ut mengdene.
- Avvik mellom ulike mengdeangivelser og målemetoder: Typisk legger mange programmer ut sine EGNE Property Sets (PSets) med mengder pr objekt. Statsbygg har som krav at de skal legge ut IFC "Base Quantities. I tillegg benytter vi typisk Solibri Model Checker (SMC) som SELV måler mengder i programmet. I en del tilfeller er det vesentlige avvik mellom disse tre mengdene. Dette kan delvis skyldes direkte "bugs" i programvare, dels ulike målemetoder (f.eks. måling av areal midt i vegg, ytterside eller innerside av vegg, eller gjennomsnittet av disse). I slike tilfeller må man ofte analysere HVORFOR avvikene er der for å kunne "stole på" en av metodene, eller i verste fall supplere med tradisjonelle målinger (planimeter). Dermed blir tidsbruken tilsvarende.

I tillegg kommer selvfølgelig at man må ha "tunga rett i munnen" når det gjelder å SUPPLERE

Mengdeberegning i BIM

mengder fra BIM-en med egne prislinjer for objekter som IKKE er modellert, eksempelvis kan en vegg være modellert med to lag gips, stenderverk, isolasjon og ett lag gips, mens dampspærre og fuktspærre IKKE er modellert og må suppleres manuelt.

Tidsbruk pr KVADRATMETER er ut fra dette et litt "vanskelig kriterium", fordi man med et stort bygg der BIM-en er godt og riktig strukturert og modellert kan bruke LITE tid, og motsatt for et lite bygg med dårlig struktur og modellering kan bruke fryktelig mye tid for å få ut RIKTIGE mengder, hvis det overhodet er mulig. Man kan selvfølgelig finne tidsbruk konkret i et prosjekt, men ved en gjennomsnittsbetraktning over mange prosjekter må man nok ta høyde for at standardavviket vil være STORT, av årsaker nevnt over. Anslaget dere nevner på "ca. en dag på å trekke ut mengder på et bygg på 12000 m²" høres umiddelbart ikke ut som et urimelig anslag for et prosjekt der modellen er "rimelig god", men på den annen side vil det neppe ta vesentlig lengre tid å trekke ut mengder fra et dobbelt så stort prosjekt av samme kompleksitet hvis også denne modellen er "rimelig god".

Jeg kopierer inn vår Bygningsøkonomiske seksjon (FØ) på denne mailen samt Karl Kristian Haave som har jobbet mye med BIM på prosjekt Nytt Nasjonalmuseum på Vestbanen, i tilfelle de har ytterligere opplysninger, korreksjoner, synspunkter mv.

Lykke til med oppgaven videre.

Mvh
Frode Mohus

Statsbygg | BIM

Frode Mohus. M.Sc. | Statsbygg – FE / BIM

P.O.Box 8106 Dep – N-0032 Oslo, Norway

Phone: +47 2295-4177 - Cellphone: +47 9009-7803 - E-mail: fm@statsbygg.no

Web: www.statsbygg.no – Skype-ID: fmohus – Twitter: fmohus – Facebook: fmohus

LinkedIn: www.linkedin.com/pub/frode-mohus/3/178/b24

Fra: Haug, Diderik

Sendt: 26. april 2012 07:03

Til: Lohne, Mads; Mohus, Frode; Svilosen, Hans; Graffer, Øystein

Emne: VS: Studenter i Nød.

Hei

Mengdeberegning i BIM

Har vi et raskt svar til disse gutta ?

Diderik

Fra: Kjetil Hartvedt [mailto:kjetil.hartvedt@hig.no]

Sendt: 24. april 2012 08:53

Til: Haug, Dideriå

Emne: Studenter i Nød.

God dag.

Vi er 3 studenter som skriver bacheloroppgave, og lurer på om dere i statsbygg kunne avse potensielt så lite som 1 min, hvilket vil hjelpe oss mye. Vi trenger hjelp fra dere grunnet at dere har kommet langt i bruken av BIM.

Vi ber på forhånd om unnskyldning hvis dette brevet er sendt til feil kontaktadresse for slike spørsmål. (Det ikke er helt åpenbart hvem som er best å ta kontakt med for slikt.)

Vi skal prøve å være kort. Oppgaven omhandler mengdeberegning (uttak av mengder, f. eks. antall stålbjelker) med BIM. (Hovedsakelig i RiB. (Revit Structure, Tekla)) Hva vi lurer på er om vi kan få noen informasjon om "tidforbruk per kvadratmeter i forhold til typen bygg" som blir brukt på å ta ut mengder av et ferdig prosjektert bygg. Lignende mål som kan si noe om forholdet mellom tidsbruk på mengdeberegningen og størrelse/type bygg er like godt. Erfaringstall eller "magefølelse" er helt ok. (Det viktigste for oss er å vite om det er snakk om minutter, timer, dager, etc.)

F. eks. har vi et svar at "Med Revit bruker vi ca. 1 dag, si 8 timer, på å ta ut mengder på et bygg på 12000 kvadratmeter.", hvis det skulle hjelpe på motivasjonen av hvor enkel formen kan være.

Lover full anonymitet hvis det er ønsket.

Mvh.

Ståle Storødegård, Ole Christian Sveen og Kjetil Hartvedt.

Høgskolen i Gjøvik.

D. Mail med Terje Andersen, NCC

From: "Andersen Terje (NO)" <Terje.Andersen@ncc.no>,
Sent: 2012-04-24 08:50
To: "kjetil.hartvedt@hig.no" <kjetil.hartvedt@hig.no>,
Cc: "Karlsen Lars Eivind (NO)" <Lars.Eivind.Karlsen@ncc.no>, "Børstad Øyvind (NO)" <Oyvind.Borstad@ncc.no>,
Subject: BIM og RIB

Hei☺

Det er veldig vanskelig å generelt anslå en tid da dette avhenger av bygningens kompleksitet (geometriske utforming). Det er egentlig ikke avhengig av bygningens størrelse, men hvor kompleks geometrien er. På et enkelt bygg kan vi ta ut mengder på 1 time, mens vi på mer komplekse konstruksjoner kan bruke 3 dager.

Det vi benytter mye tid på er å kvalitetssikre om tegningene er riktige, og å optimalisere det underlaget vi har mottatt. En viktig del er å kontrollere om modellene er riktige, og om det er modelleringsfeil som fører til feil i mengdene. (Dere kjenner kanskje til at man får store feil i stålmengdene fra Revit, dersom man eksporterer "length" og ikke "cut length" på bjelker/søyler). Se vedlagte skjermdump og eksempel på megdeuttak.

Legger ved en liten ifc-fil også. Den kan dere bare benytte dersom dere ønsker det.

Bare ta kontakt dersom dere lurer på noe.

Vennlig hilsen

Terje Andersen

Terje Andersen
Prosjektleder VDC

NCC Construction AS
Postboks 93 Sentrum
0101 Oslo
Besøksadresse
Helsfyr Panorama Innspurten 9
www.ncc.no

Tlf 40 24 68 86
Mobil 402 46 886
terje.andersen@ncc.no
Org.nr NO 911 274 426 MVA

Mengdeberegning i BIM

Fra: Kjetil Hartvedt [mailto:kjetil.hartvedt@hig.no]

Sendt: 24. april 2012 08:09

Til: Karlsen Lars Eivind (NO)

Emne: 1 Min til noen studenter? :)

God dag.

Vi er 3 studenter som skriver bacheloroppgave, og lurere på om dere i NCC kunne avse potensielt så lite som 1 min, hvilket vil hjelpe oss mye. Vi trenger hjelp fra dere grunnet at dere har kommet langt i bruken av BIM.

Vi ber på forhånd om unnskyldning hvis dette brevet er sendt til feil kontaktadresse for slike spørsmål. (Det ikke er helt åpenbart hvem som er best å ta kontakt med for slikt.)

Vi skal prøve å være kort. Oppgaven omhandler mengdeberegning (uttak av mengder, f. eks. antall stålbjelker) med BIM. (Hovedsakelig i RiB. (Revit Structure, Tekla)) Hva vi lurere på er om vi kan få noen informasjon om "tidforbruk per kvadratmeter i forhold til typen bygg" som blir brukt på å ta ut mengder av et ferdig prosjektert bygg. Lignende mål som kan si noe om forholdet mellom tidsbruk på mengdeberegningen og størrelse/type bygg er like godt. Erfaringstall eller "magefølelse" er helt ok. (Det viktigste for oss er å vite om det er snakk om minutter, timer, dager, etc.)

F. eks. har vi et svar at "Med Revit bruker vi ca. 1 dag, si 8 timer, på å ta ut mengder på et bygg på 12000 kvadratmeter.", hvis det skulle hjelpe på motivasjonen av hvor enkel formen kan være.

Lover full anonymitet hvis det er ønsket.

Mvh.

Ståle Storødegård, Ole Christian Sveen og Kjetil Hartvedt.

Høgskolen i Gjøvik.