

AVSLUTTENDE CASE

Optimalisering av planlegging av framdrift i byggeprosess ved hjelp av BIM



FORFATTER: TORE OLSEN HAGELUND

Dato: 27.05.2013

SAMMENDRAG

Tittel:	Optimalisering av planlegging av framdrift i byggeprosess ved hjelp av BIM	Dato: 27.05.13
<hr/> <hr/> <hr/>		
Deltaker:	Tore Olsen Hagelund	
<hr/> <hr/> <hr/>		
Veileder:	Bjørn Arild Godager	
<hr/>		
Evt. oppdragsgiver:	Skanska Norge AS	
<hr/>		
Stikkord/nøkkelord (3-5 stk)	Planlegging – BIM – MS Project – Revit – Naviswork	
<hr/>		
Antall sider/ord: 22/ 4 785	Antall vedlegg: 6 (inkludert de i Fronter)	Publiseringsavtale inngått: Ja

Kort beskrivelse av avsluttende case:

Denne oppgaven er en avsluttende oppgave i årstudium i BIM ved Høgskolen i Gjøvik. Jeg har sett på muligheter ved å bruke BIM i planleggingen av ett byggeprosjekt, for å få ut en fremdriftsplan og hvor mye etterarbeid det blir på planen.

Modellen er modellert i Autodesk Revit 2013, det er laget en simulering i Autodesk Naviswork 2013 og dette er eksportert til en fremdriftsplan i Microsoft Project 2010.

Jeg ser også på trimmet bygging og muligheter for å bruke BIM i dette arbeidet. Trimmet bygging inneholder noen metoder som gjør planleggingsarbeidet i byggeprosessen enklere og mer oversiktlig. Trimmet bygging og BIM er noe som går hånd i hanske og mange entreprenører har mye og hente ved å bruke 4D-BIM i planleggingen av ett byggeprosjekt. Her kan man enkelt simulere byggeprosessen og man vil raskt få oversikt over om noen aktiviteter kolliderer og man eventuelt må re- planlegge.

Innhold

1. Innledning.....	5
1.1 Bakgrunn	5
1.2 Definisjon av oppgaven og problemstilling.....	5
1.3 Avgrensninger	5
1.4 Fakta om prosjektet	6
2. BIM	7
2.1 Definisjon av BIM	7
2.2 Modelleringskrav.....	8
2.3 Fra BIM- modell til fremdriftsplan	9
3. Planlegging	11
3.1 Planlegging med bruk av BIM.....	11
3.2 Fastsettelse av enhetstider	12
3.3 Prosess ved 4D simulering	13
4. BIM og trimmet bygging.....	14
4.1 Trimmet bygging filosofien	14
4.2 Dagens situasjon i Skanska.....	17
4.3 Trimmet bygging og BIM, hvilke muligheter?.....	20
5. Konklusjon.....	21
Vedlegg.....	22
1. Fremdriftsplan fra MS Project.....	
2. Eksempel på utkikkplan	
3. Revit fil: Eidsvollbygningen Revit (Ligger i Fronter).....	
4. IFC fil: Eidsvollbygningen IFC (Ligger i Fronter)	
5. Naviswork fil: Eidsvollbygningen Naviswork (Ligger i Fronter)	
6. MS Project fil av fremdriftsplanen: Eidsvollbygningen MSP (Ligger i Fronter)	
Kilder	22

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Alt tyder på at BIM har kommet for å bli i bygg og anleggsbransjen. Ikke alle klarer å se nytteverdien av BIM. Av egen interesse ønsker jeg å se nærmere på optimalisering av planlegging av framdrift i byggeprosess ved hjelp av BIM. Jeg brenner sterkt for BIM og planlegging i byggeprosjekter og ser nytteverdien av dette.

For å få godkjent et toårig deltidsstudium innen BIM må man levere en avsluttende case oppgave på 20 studiepoeng (5+15 poeng). Ved valg av oppgave la jeg vekt på at oppgaven skulle være reel og være på min arbeidsplass slik at det materialet jeg trenger har jeg lett tilgjengelig. Jeg er utdannet tømrer, har to årig fagskole, mesterbrev og 1,5 år som prosjektingeniør i Skanska. Bakgrunnen for oppgaven er egen interesse innen fremdriftsplanlegging av rehabiliteringsprosjektet innen bygg.

1.2 Definisjon av oppgaven og problemstilling

Jeg vil finne ut om hvilke muligheter BIM har i forhold til å lage gode fremdriftsplaner og se på fordeler og ulemper med dette. I Skanska har de innført noe som heter «trimmet bygging» som baserer seg på Lean. Jeg vil finne ut av om BIM kan være med å skape positiv effekt på Trimmet bygging.

Jeg skriver oppgaven i samarbeid med Skanska og med utgangspunkt i rehabiliteringen av Eidsvollsbygningen til 200 års jubileet i 2014.

Opgaven er gjennomført med følgende problemstilling:

Er det mulig å optimalisere planlegging av framdrift i byggeprosess ved hjelp av BIM?

Er det mulighet å lage en god fremdriftsplan som er forankret i en BIM modell?

Kan man se sammenheng og fordeler med BIM og «trimmet bygging»?

1.3 Avgrensninger

Med tanke på ressurser og tid jeg har til å gjennomføre oppgaven har følgende avgrensninger blitt gjort:

- Eidsvollsbygningen er et stort prosjekt med mange detaljer. Hele bygningen er modellert med hovedfokus på kjeller. Hvelvkjeller er ikke medtatt i oppgaven da denne ble prosjektert ferdig april 2013. Tekniske fag og terreng er ikke medtatt i modellen.

- Ut fra modellen lager jeg en fremdriftsplan kun over kjelleren med hjelp av Navisworks simulate 2013 og eksportere dette til Microsoft Project 2010. Dette gjelder da byggetekniske fag.

- Programvare som har vært brukt: Modellering i Revit 2013, planlegging i Naviswork simulate 2013 og Microsoft Project 2010, Solibri modell viewer, og Microsoft Office.

1.4 Fakta om prosjektet

Statsbygg har fått i oppdrag av Kulturdepartementet å rehabilitere og restaurere Eidsvollsbbygningen. Etter gjennomføring av program-, forprosjekt- og detaljprosjektfase, er vi nå i gang med byggefasen. Oppdraget omfatter også istandsetting av parken. Budsjettrammen lyder på 310 millioner kroner.

Eidsvollsbbygningen er sett på som norgeshistoriens viktigste byggverk, der Norges første grunnlov ble signert av 112 menn fra sør- Norge til nord- trønderlag. På grunn av stor reiseavstand ble ikke nord- Norge representert i maidagene 1814.

Formålet er å sette hovedbygningen og paviljongene i stand til Grunnlovens 200-årsjubileum i 2014. Utgangspunktet er tilbakeføring til slik det kan ha sett ut i 1814, men også universell utforming skal ivaretas. Rom i kjelleren skal rekonstrueres for å gi publikum en mer autentisk opplevelse av hvordan rom for tjenerskapet var i 1814.

Skanska er hovedentreprenør som har det overordnede ansvaret for fremdrift og produksjon av byggeprosjektet. Skanska har blitt tiltransportert kontrakter som maler, rør, ventilasjon, parken og vindusrestaurering. Resten av fagene som er involvert går inn som en direkte underentreprenør til Skanska. Dette gjelder da tapeter, blikkenslager, laftearbeider for å nevne noen.



Bilde: Her er all panel demontert og sendt til reparasjon. All panel på Eidsvollsbbygningen og paviljonger har blitt demontert og reparert. Foto: Tore O. Hagelund

Formålet er å rekonstruere Eidsvollsbbygningen og paviljonger slik det så ut i 1814. Carsten Anker som var eier av Eidsvollsbbygningen på denne tiden gjorde mange utenlands innkjøp. Dette gjøres også nå. Tapeter og border leveres og monteres fra en kunstner i Tyskland, døroverstykker kommer fra USA, tepper kommer fra England slik at prosessen som var i 1814 er ganske lik den som er i dag.

2. BIM

2.1 Definisjon av BIM

Det finnes flere definisjoner av BIM.

Eastman definerer BIM på følgende måte: *“A modeling technology and associated set of processes to produce, communicate, and analyze building models”*. (BIM handbook (Eastman, Teicholz, Sacks og Liston 2008)

Autodesk definerer BIM på følgende måte: *“BIM is an intelligent model-based process that helps owners and service providers achieve business results by enabling more accurate, accessible, and actionable insight throughout project execution and lifecycle..”*

(<http://usa.autodesk.com/company/building-information-modeling/experience-bim>)

Wikipedia definerer BIM på følgende måte: *“Building information modeling (BIM) is a process involving the generation and management of digital representations of physical and functional characteristics of a facility. The resulting building information models become shared knowledge resources to support decision-making about a facility from earliest conceptual stages, through design and construction, through its operational life and eventual demolition.”*

(http://en.wikipedia.org/wiki/Building_information_modeling)

Buildingsmart Norge definerer BIM på følgende måte: «Med systemer for bygningsinformasjonsmodellering (BIM) vil man modellere bygninger og andre byggverk bestående av objekter med alle detaljer. Objektene tildeles egenskaper og har relasjoner mellom seg. Det betyr at når et objekt endres forteller programmet hvordan dette påvirker relasjonen til andre objekter. Under prosjekteringen utarbeides en datamodell av bygget i 3D, som inneholder informasjon om for eksempel romskjema, areal og volum, navn, typebetegnelser, samlet oversikt over materialer og så videre.»

(<http://www.buildingsmart.no/buildingsmart>)

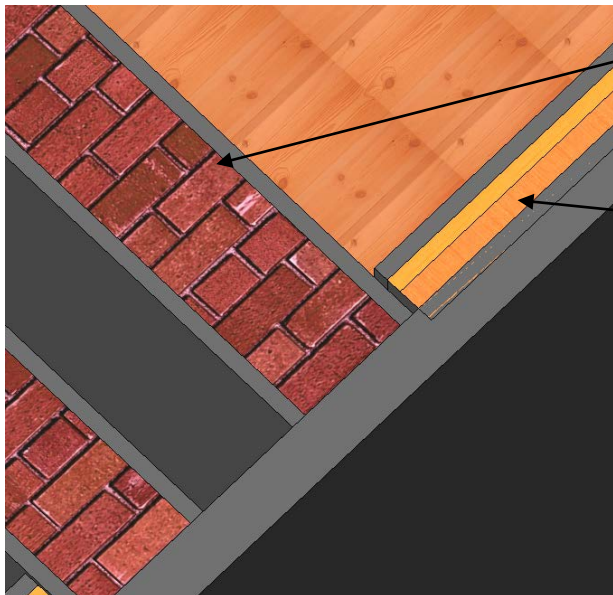
Ut fra min forståelse av BIM synes jeg visualisering og planlegging er de viktigste fokusområdene i norsk bygg og anleggsbransje.



Bilde over er logoen for buildingSMART international.

2.2 Modelleringskrav

Det var utfordrende å definere spesielle modelleringskrav i denne oppgaven. Jeg viste at jeg måtte modellere alle sjikt slik at jeg klarte og ta komponentene inn i Naviswork.



Som man ser av bilde så er teglveggen delt opp i to sjikt. Ytterst har man ett lag med rapping og så har du teglveggen.

Den andre veggen er bygd opp med ett lag rapping, «ru» panel og utforing av veggen.

Dette fordi at man skulle få tak i de ulike bygningsdelene i Naviswork.

Bilde: Bilde er tatt ut fra Revit modellen og viser oppbygning av innvendig teglvegg med rapping og utforet yttervegg med «ru» panel og rapping.

Siden jeg viste at bygningsdelene måtte modelleres (hvert sjikt i veggen) ble følgende krav satt til modelleringen:

- Veggsjikt skulle deles opp slik veggen var bygd opp
- Vinduer og dører skulle holde riktig informasjon (bxh)
- Gulvoppbygningen skulle også deles opp per sjikt. (støpt plate, oppføring og tregulv)

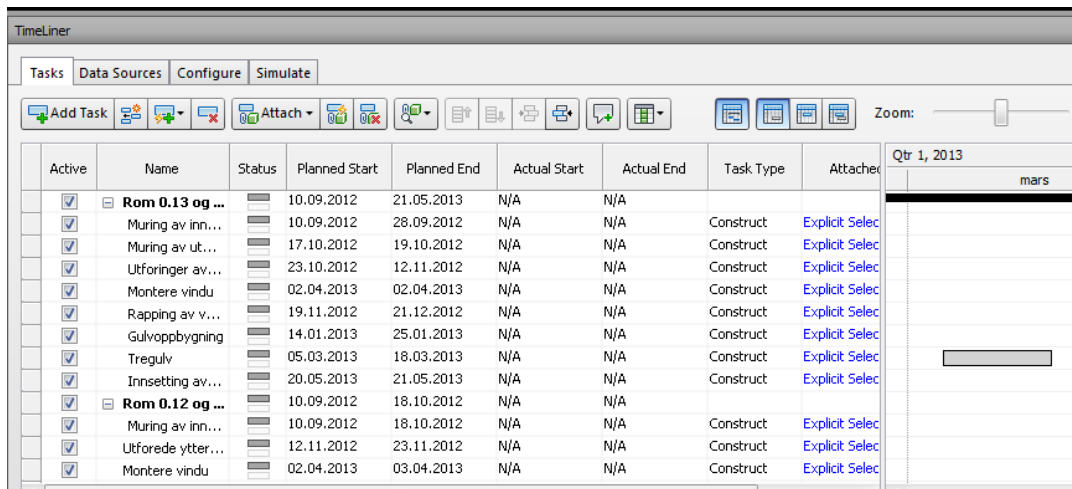
Siden man skulle gjøre simulering i Naviswork, måtte man sette noen krav. Følgende tre krav ble satt:

- Teknisk visualisering som krever en kvalitet som inneholder korrekt informasjon, geometri (størrelse, form) og plassering mm.
- Enhetstider må man ha inn i modellen.

2.3 Fra BIM- modell til fremdriftsplan

Først modellerte jeg Eidsvollbygningen i Revit 2013. (Modellen ligger i innleveringsmappe i Fronter) Deretter importerte jeg revitfilen inn i Naviswork. Det var i Naviswork man gjorde selve planleggingen.

I Naviswork tok jeg bygningsdeler og dro inn i «timeliner» og la inn start dato og slutt dato. En svakhet med Naviswork er at man ikke får koblet aktivitetene sammen. Skal man legge inn en ny aktivitet mellom to andre, må man legge til ny start og slutt dato på alle aktiviteter om de påvirker hverandre. Å koble aktiviteter sammen får man gjort først i Microsoft Project som skal benyttes for å følge opp fremdriften.



Active	Name	Status	Planned Start	Planned End	Actual Start	Actual End	Task Type	Attached
<input checked="" type="checkbox"/>	Rom 0.13 og ...		10.09.2012	21.05.2013	N/A	N/A		
<input checked="" type="checkbox"/>	Muring av inn...		10.09.2012	28.09.2012	N/A	N/A	Construct	Explicit Selec
<input checked="" type="checkbox"/>	Muring av ut...		17.10.2012	19.10.2012	N/A	N/A	Construct	Explicit Selec
<input checked="" type="checkbox"/>	Utføring av ...		23.10.2012	12.11.2012	N/A	N/A	Construct	Explicit Selec
<input checked="" type="checkbox"/>	Montere vindu		02.04.2013	02.04.2013	N/A	N/A	Construct	Explicit Selec
<input checked="" type="checkbox"/>	Rapping av v...		19.11.2012	21.12.2012	N/A	N/A	Construct	Explicit Selec
<input checked="" type="checkbox"/>	Gulvoppbygning		14.01.2013	25.01.2013	N/A	N/A	Construct	Explicit Selec
<input checked="" type="checkbox"/>	Tregulv		05.03.2013	18.03.2013	N/A	N/A	Construct	Explicit Selec
<input checked="" type="checkbox"/>	Innsetting av ...		20.05.2013	21.05.2013	N/A	N/A	Construct	Explicit Selec
<input checked="" type="checkbox"/>	Rom 0.12 og ...		10.09.2012	18.10.2012	N/A	N/A		
<input checked="" type="checkbox"/>	Muring av inn...		10.09.2012	18.10.2012	N/A	N/A	Construct	Explicit Selec
<input checked="" type="checkbox"/>	Utførede ytter...		12.11.2012	23.11.2012	N/A	N/A	Construct	Explicit Selec
<input checked="" type="checkbox"/>	Montere vindu		02.04.2013	03.04.2013	N/A	N/A	Construct	Explicit Selec

Bilde: Dette er ett skjermtklipp fra Naviswork. Her legger man inn aktivitetsnavn, start- og sluttdato.

Når det blir endringer i fremdriftsplanen eller i modellen så må følgende gjøres:

- Tilpasse eller justere fremdriftsplanen
- Eksportere den nye modellen inn i Naviswork
- Koble de nye aktivitetene i modellen med nye aktiviteter
- Gjøre eventuelt nye visualiseringsinnstillinger
- Kjør ny 4D simulering

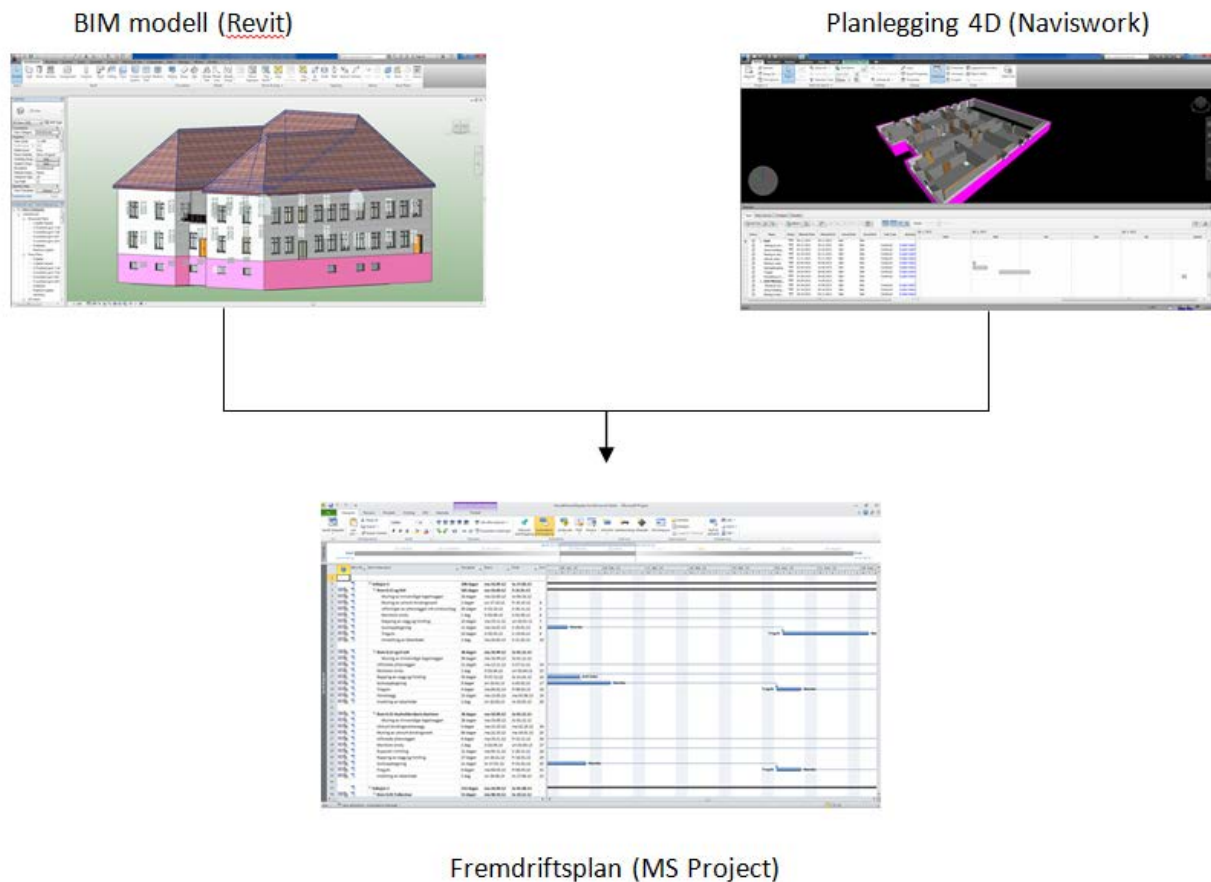
4D-BIM er ett uttrykk man bruker der modellen er blitt beriket med egenskapen tid. Begrepet 4D-BIM er ment å referere til firedimensjonal. Det vil si 3D+tidplan=4D-BIM.

Etter alle aktiviteter var opprettet i Naviswork, ble dataene eksportert inn i Microsoft Project i en xlm fil. Dette gikk heller ikke helt smerte fritt. Det var mange innstillinger man måtte gjøre for å få dette til sikkerlig. Etter mye lesing og studering i «Mastering Autodesk Naviswork 2013» (Dodds og Johnson) kom jeg frem til de rette innstillingene.

Planen var da inne i Microsoft Project. For å få en helhetlig fremdriftsplan som man kan styre ett byggeprosjekt ut fra, gjenstår det fortsatt mye arbeid. Aktivitetene ligger nå inne med start og slutt dato. Deretter sette opp det logiske nettverket i planen slik at om aktiviteter tar lengre tid enn først

antatt, påvirker dette foranliggende aktiviteter som igjen kan påvirke sluttdato. Dette er en omfattende og tidkrevende jobb som jeg mener man burde få gjort i Naviswork. Se vedlegg 1 for fremdriftsplanen jeg laget i MS Project.

Jeg mener planleggingsarbeidet i ett byggeprosjekt bare bør foregå ett sted slik at det blir minimalt med oppdateringer. Naviswork har mange funksjoner som også Microsoft Project har med økonomioppfølging, men mangler funksjonen med ressursstyring og tildeling av ressurser til hver aktivitet. Derfor er det praktisk talt umulig å følge opp byggeprosjektet kun i Naviswork.



Figuren over viser hvilke programvarer som har blitt brukt for å komme frem til en fremdriftsplan fra Revit 2013 til MS Project 2010.

Man må påregne noe etterarbeid i MS Project for å få det logiske nettverket på plass og tildeling av ressurser slik at planleggingsprosessen blir optimalisert. Jeg ønsker at fremtiden bringer programvare der man kan gjøre dette i ett program slik at man slipper å følge opp fremdriften andre programmer. Dette kan fort skape problemer og bli fort uoversiktlig og man da mister kontrollen.

3. Planlegging

3.1 Planlegging med bruk av BIM

Jeg mener mange entreprenører har mye å hente når det gjelder bruk av 4D-BIM i planleggingsfasen. Har man en komplett 4D-BIM modell er man sikker på at man får med seg alle detaljer i en fremdriftsplan. Da slipper man og «glemme» ting som burde ha vært med i planen. Har man alle fag inn i en BIM modell, vil man få hele bildet på hva som skal bygges til en hver tid og hvilken rekkefølge og dermed enklere kunne lage en mest mulig korrekt fremdriftsplan.

Ved å bruke 4D-BIM i fremdriftsplanlegging mener jeg at man får en komplett fremdriftsplan som inneholder det meste. Man får mange fordeler ved å planlegge med BIM. Man kan for eksempel kjøre visualiseringsprosesser og bruke disse som visualisering i 6-, 3- og ukesmøter. Da får man ett komplett bilde om hva som skal være ferdig i kommende periode og om alt er klart til å sette i gang neste aktivitet.

En 4D-BIM krever kobling mellom selve fremdriftsplanen og modellen. Aktiviteter i fremdriftsplanen må kobles til hvert objekt/sjikt. Man kan også dele inn ett bygg i flere soner eller områder om man ønsker simulering bare i disse. Dette kan være mer enn nok for å få god utnyttelse av en 4D-BIM.

Ved å bruke 4D-BIM vil man også få bedre kontroll over materialflyten i ett prosjekt. Man har alltid oversikt hvor det arbeides til en hver tid. Eksempel på dette er om store aggregater må heises på plass før man lukker bygget. Da kan man enkelt gå inn i visualiseringen å se med en gang når dette skjer. Har man også materialer med lang leveringstid vil man også enklere få frem når dette må være levert byggeplass.

Jeg mener bruk av en 4D-BIM modell vil være med på å optimalisere planleggingen av framdriften i ett byggeprosjekt og er ett verktøy som synliggjør hvilket arbeid som skal gjøres til en hver tid.

3.2 Fastsettelse av enhetstider

Når det gjelder fastsettelse av enhetstider er dette utfordrende når det gjelder Eidsvollsbygningen og rehabiliteringsprosjekter generelt. På Eidsvollsbygningen er det gammelt håndverk som ble gjort for over 200 år siden som gjelder. Dermed kan det være vanskelig i en planleggingsfase å fastslå eksakt tid man vil bruke på en aktivitet i fremdriftsplanen.

Eksempel på dette er utmurt bindingsverksvegg. Dette er et tungt bindingsverk med stendere og sviller på 200 mm x 200 mm som skal tappes sammen. Slik Skanska har gjort er det først satt opp ett anslag deretter har vi sett på den første veggen som har blitt satt opp og justert varigheten etter dette utover i planen.

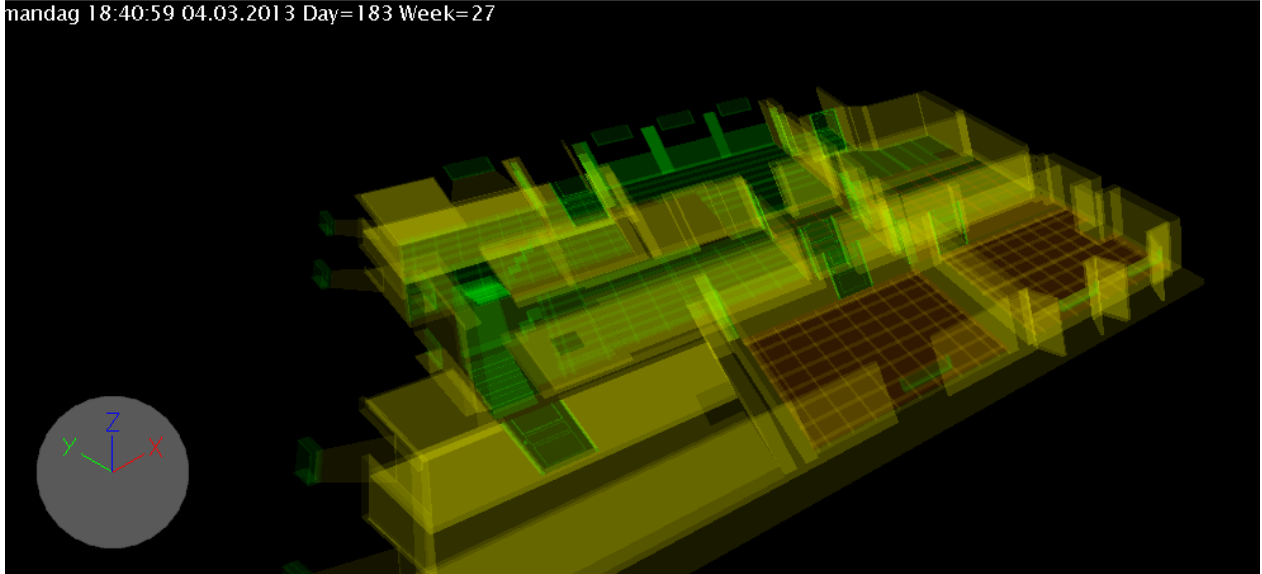


Bilde: Her har man en utmurt bindingsverksvegg slik man antar det var i 1814. Reisverkkonstruksjon av 118x118 som er tappet sammen og kledd med sivmatter. Enhetstidene her er ikke i noe standard.

3.3 Prosess ved 4D simulering

Har man laget en BIM modell så er det veldig enkelt å få til en simulering i Naviswork. Simulering kan brukes til mye. For eksempel kan man selge dette inn for byggherrer og man kan selv finne ut hvordan det ser ut på byggeplassen til en hver tid. Man ser også om aktiviteter kolliderer og om planen er logisk oppbygd slik at vegger er på plass før man pusser de og ikke motsatt.

mandag 18:40:59 04.03.2013 Day=183 Week=27



Bilde: Her får man et komplett bilde om hvordan det ser ut i kjelleren på Eidsvollsbygningen onsdag 04.03.13 byggedag 183 og byggeuke 27. Det gule viser hvilke arbeider som er ferdig, det grønne viser hvilke arbeider som gjenstår og det røde er pågående arbeider.

Her får man fort oversikt over hvilke aktiviteter som gjenstår. Man vil også alltid se om det er aktiviteter som kolliderer med hverandre. Har man mange aktiviteter med avhengigheter vil dette være et utmerket hjelpemiddel. Restaureringen av Eidsvollsbygningen har mange avhengigheter og mye koordinering. Eksempel på dette er følgende rekkefølge i hvert enkelt rom:

- Grunnarbeider maler (Maler)
- Malerbehandling av brannmurer (Maler)
- Remontering av støpejernsovner (Gamle ovner)
- Montere tapetunderlag (Tapetmontør Tyskland)
- Malerbehandling med bly (Maler)
- Montering av tapet (Tapetmontør Tyskland)
- Montering av tapetborder (Border fra Sverige)
- Legge gulvteppe (Tepper fra England)
- Sprikelmontasje (GKrør)

Her har man eksempel på bare noen aktiviteter som må koordineres. Det som er spesielt er maling med blyholdig maling som i utgangspunktet er forbudt i Norge, men det er gitt tillatelse fra Klima- og forurensningsdepartementet. Blyholdig maling trenger minimum 3 døgn til å tørke. Da kan ingen

andre arbeider foregå i rommet. Her kan man da enkelt foreta en simulering med en 4D- BIM og dermed har man meget god oversikt over når hver enkelt underentreprenør kan utføre sitt arbeid i de enkelte rom.

4D-BIM kan også brukes i HMS arbeidet på byggeplass. På bilde på forrige side ser man eksempel på at en rømningsvei blir blokkert. Ved arbeid i gulv i hjørnerommet som også er en rømningsvei blir en av to rømningsveier blokkert. Dette er ikke så enkelt å se på en papirversjon av fremdriftsplan, men ved visualisering av prosessen ser man dette med en gang og man kan finne en ny rømningsvei.

4. BIM og trimmet bygging

4.1 Trimmet bygging filosofien

Trimmet bygging basere seg på Lean Construction filosofien. Lean Construction står for «slank produksjon» og skal være med å få bortkastet tid vekk fra ett prosjekt. Trimmet bygging har flere fremdriftsplaner:

1. Hovedplanen som viser de store linjene
2. Faseplaner
3. Utkikksplan (som er en sjekklister på om neste aktivitet kan settes i gang)
4. Ukeplaner

I trimmet bygging tankegangen så fører det med noen kriterier for om neste aktivitet kan startes. De kan også kalles 7+1 kriterier:

1. Foregående arbeid skal være avsluttet
2. Arbeidsplassen/ omgivelser skal være klart
3. Tegninger og beskrivelse må være tilgjengelig
4. Man må ha tilgjengelige ressurser
5. Materialer må være tilgjengelig
6. Alt utstyr for å utføre jobben må være på plass
7. Ytre forhold (vær, vind, tillatelser etc)
- +1. SJA, må det utføres sikker jobbanalyse for aktiviteten

Se vedlegg 2 for eksempel på utkikksplan.

Møtestrukturer i trimmet bygging

Det finnes flere møte typer i trimmet bygging. Man har 6,3, ukes- og basmøter. Dette for å gjøre produksjonen så forutsigbar som mulig.

6 ukers møtene skal inneholde:

- Hovedentreprenør er leder for møtene. Disse styrer basmøtene og har bestemmende myndighet ved prioriteringer.
- Gjennomgår overordnede tegninger, leveranser, bestillinger, mannskap og problemområder.
- Etablerer aksjonsliste.
- Setter opp liste over underentreprenører med navn, telefonnummer og e-post.
- Lager oversikt over hvem av underentreprenør-basene som skal møte på 3-ukersmøtet.

3 ukers møtene skal inneholde:

- Undersøker om foregående arbeider er på plan. Hvilke tiltak er det evt. behov for?
- Avtaler tidspunkt for 1-ukersmøtet og basmøtet.
- Gjennomgår aksjonsliste.
- Gjennomgår framdriftsplan.
- Gjør ferdig navne- og telefonliste
- Utarbeider logistikkplan.
- Kontrollerer om alle har kunnskap om Trimmet bygging

Evaluering forrige uke				Forutsetninger				Ny periode																
HMS	Hva lyktes vi med?	Forbudsområder		HMS	Foregående aktivitet	Material	Utstyr	Tegninger	Plass	1				2				3						
Kvalitet	Bra sortering + alle har jobbet i hht SJA for arbeid på tak	Noen stillasfester er fjernet								Man	Tirs	Ons	Tor	Fre	Man	Tirs	Ons	Tors	Fre	Man	Tirs	Ons	Tors	Fre
Fremdrift	Ikke funnet noen feil ved kontrollmåling av sviller	Innfesting av stålsvill, leverandør av festemidler kommer på plassen								Man	Tirs	Ons	Tor	Fre	Man	Tirs	Ons	Tors	Fre	Man	Tirs	Ons	Tors	Fre
Fag:	I henhold til plan	Bedre fokus på foregående aktivitet								Man	Tirs	Ons	Tor	Fre	Man	Tirs	Ons	Tors	Fre	Man	Tirs	Ons	Tors	Fre
	Fag: Tømmer																							
Omr.	Aktivitet	Mannskap	Fokusområde / kvalitet	HMS	Foregående aktivitet	Material	Utstyr	Tegninger	Plass	Man	Tirs	Ons	Tor	Fre	Man	Tirs	Ons	Tors	Fre	Man	Tirs	Ons	Tors	Fre
A	Sviller plan 4	Jan og Erik	Husk imp svill	1	x	2	3	x	x	2	2	2												
A	Sviller plan 3	Jan og Erik		x	x	2	3	x	x				2	2	2									
A	Sviller plan 2	Jan og Erik		x	x	2	3	x	x						2	2	2							
A	Sviller plan 1	Jan og Erik		x	x	2	3	x	x								2				2	2		
A	Stendere plan 5	Øyvind og Knut	NB: Doble stendere ihht tegning	x	x	x	x	x	x	2	2	2												
A	Stendere plan 4	Øyvind og Knut		x	x	x	x	x	x				2	2	2									
A	Stendere plan 3	Øyvind og Knut		x	x	x	x	x	x						2	2	2							
A	Stendere plan 2	Øyvind og Knut		x	x	x	x	x	x								2				2	2		
A	Stendere plan 3	Øyvind og Knut		x	x	x	x	x	x													2	2	2
A	GUX plan 4	Jan og Erik	Tetthet. Eget oppstartsmøte	x	x	x	x	x	x													2	2	2
B	Granab plan 3	Per og Pål	CC400 i nedsenket område	x	x	x	4	x	5	2	2													
B	Granab plan 2	Per og Pål		x	x	x	x	x	x				2	2	2									
B	Granab plan 1	Per og Pål		x	x	x	x	x	x						2	2	2							
B	Sponlegging plan 4	Jarle		x	x	6	x	x	x	1	1	1												
B	Sponlegging plan 3	Jarle		x	x	x	x	x	x				1	1	1									
B	Sponlegging plan 2	Jarle		x	x	7	x	x	x						1	1	1							

Bilde: Eksempel på 3- ukersplan med 7+1 forutsetninger fra Skanska sitt KS system.

Ukesmøter skal inneholde:

- Kvitterer ut aksjonsliste.
- Kontrollerer at foregående arbeider er på plan. Hvilke tiltak må evt. settes inn?
- Sjekker om arbeidsrekkefølge er avklart og forstått.
- Undersøker om Trimmet Bygging reglene er fulgt.
- Passer på at oppslagstavle er komplett.
- Finner ut om lagerområder er i orden?
- Ser om noe bør endres i logistikkplanen?

Basemøter skal inneholde

- Starter med referat fra 1-ukersmøtet.
- Fortsetter med forrige møtereferat.
- Avstemmer produksjonsplan.
- Setter i verk tiltak for å komme på plan.

Det er også mange som ser nytten i å ha ett lager der materialene blir kjørt til før de skal brukes. Dermed har man materialene før man trenger de og dette gjør at man har slakk i materialleveransene.

At noe ikke går etter planen skjer i ett hvert byggeprosjekt. Da er det viktig at man varsler avviket med en gang slik at man får satt i gang tiltak så fort som mulig. Da sier trimmet bygging filosofien at det skal lages en PPP (En plan for å komme på plan plan). Det er viktig at man er ærlig og innrømmer feil. Det gjør at byggeprosjektet lærer av sine feil og at ikke feilene gjentar seg på nytt.

4.2 Dagens situasjon i Skanska

Skanska har nå brukt trimmet bygging vell ett år. Skanska hadde ulik praksis for planleggingsarbeidet.



Figuren viser Skanska sin plan for trimmet bygging.

Målet er at Skanska skal over på felles praksis i løpet av 2013. Alle prosjekter som starter i 2013 skal ta i bruk trimmet bygging filosofien og gjennomføre dette fullt ut med møteserier og ulike fremdriftsplaner.

Det er mange i Skanska som er skeptisk til trimmet bygging. Mange mener det ikke er mulig å gjennomføre i rehabiliterings prosjekter (som Eidsvollsbbygningen). Jeg mener at med litt tilpasninger i trimmet bygging filosofien er dette ett nyttig hjelpemiddel. Når man driver med rehabiliteringsprosjekter har man ikke alltid oversikten over alt som skal gjøres. Det kan dukke opp ting under veis som endrer forutsetningene. Derfor er det viktig med aksjonslister og planer slik at eventuelle forsinkelser blir kortest som mulig.

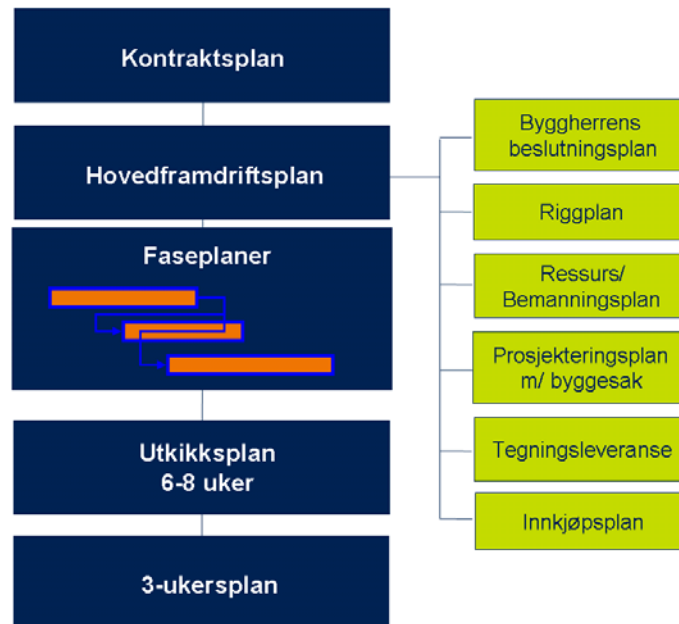
Ett eksempel er om man finner råteskader i bygningen. Handler man da etter trimmet bygging filosofien og varsler med en gang, vil minimalt med tid gå tapt. Selvsagt vil man stort sett ha krav om fristforlengelse i henhold til kontrakt, men fristforlengelsen vil bli så kort som mulig som igjen gjør at byggherre blir fornøyd.

I dag er det om lag 20-23 prosjekter i Skanska som bruker trimmet bygging fullt ut. Fra mitt ståsted fungerer dette veldig bra. Skanska har flere prosjekter som med kort byggetid og stram fremdrift der trimmet bygging er med å gjøre byggetiden kortere og skaper sikkerhet og trygghet i fremdriften.

I dag er et kun ett prosjekt som jeg kjenner til som bruker 4D-BIM. Det er produksjon av betongkonstruksjons langs ny E18 i Vestfold. Mine inntrykk er at dette fungerer bra og brukes nyttig i produksjonen ute på plassen. Jeg håper at dette er starten for 4D-BIM i Skanska. Skanska og andre entreprenører har mye å hente å bruke 4D-BIM. Man får større oversikt over produksjonen og fremdriften blir mer forutsigbar.

Planhierarkiet

Planhierarkiet i Skanska ser slik ut:



Kort beskrivelse av planene:

- *Kontraksplanen* illustrerer det kontrakten sier om framdrift (minimum en milepæl).
- *Hovedframdriftsplanen* er en oversiktsplan som tar utgangspunkt i kontraksplanen og danner grunnlaget for øvrige planer. Brukes primært til informasjon, ofte som visning på overskriftsnivå. Hovedframdriftsplanen er summen av alle faseplanene. Hovedframdriftsplanen brukes til oppdatering av prosent fullført og til rapportering til byggherre.
- *Faseplan* er en produksjonsplan for et geografisk område og/eller produksjonsfase (f.eks råbygg).
- *Utkikksplan* viser et 6-8 ukers vindu hvor prosjektet starter å kvittere ut 7+1 forutsetningene.
- *3-ukersplan* er en detaljert produksjonsplan for et særskilt fagområde, hvor førstkommende uke er planlagt og ressurser er satt dag for dag. Her skal de 7+1 forutsetninger sjekkes ut på et mer detaljert nivå fram mot uke 1.
- *Byggherrebeslutningsplanen* angir frister for de beslutninger byggherren må ta for at arbeidet skal kunne gjennomføres etter kontraktens forutsetninger.
- *Tegningsleveranseplanen* inneholder minimum seneste leveransedato for tegninger i forhold til oppstart av tilhørende innkjøps- eller produksjonsaktiviteter
- *Innkjøpsplanen* viser frister for de ulike steg i innkjøpsprosessen fra utsendelse av forespørselsdokumenter til kontrakt er skrevet, og materialer er levert byggeplass/UE startet opp.

Det er mange planer som skal følges opp og holdes oppdatert til en hver tid. Den viktigste planen er hovedfremdriftsplanen. Her følges fremdriften opp med prosent fullført og ressursstyring av prosjektet. For en detaljert fremdrift er 3- ukersplan en viktig plan der arbeidene er ytterligere detaljert.

Eksempel på prosedyre for å oppdatere faseplaner:

P17. Lage / oppdatere faseplaner	
Input	Fryste faseplaner. Gjenstående varigheter for aktiviteter som er i gang. Beslutning om korrigerende tiltak.
Ansvarlig rolle	Produksjonsleder
Deltakere	Baser internt, UE, verneombud eller HMS-koordinator
Beskrivelse av aktivitet	Obs! Faseplan for ferdigstilling bør lages tidlig. Faseplanen oppdateres ut i fra ett eller flere forhold: <ul style="list-style-type: none"> - påbegynte aktiviteter får annen varighet enn planlagt - endringer i ytre forhold (byggherrebeslutninger, vær, grunnforhold etc) - ny kunnskap tilsier endringer i metodevalg Ved hver oppdatering er hensikten å synliggjøre evt avvik mellom planlagte og virkelige timeverk, og oppdatere faseplanen når driftsmøtet har besluttet å iverksette korrigerende tiltak for å bli ferdig til avtalt tid, og for å oppnå samsvar mellom planlagte og virkelige timeverk videre i prosjektet.
Output	Oppdaterte faseplaner etter korrigerende tiltak. Oppdatert slakk. Separat faseplan for ferdigstilling (bygg).

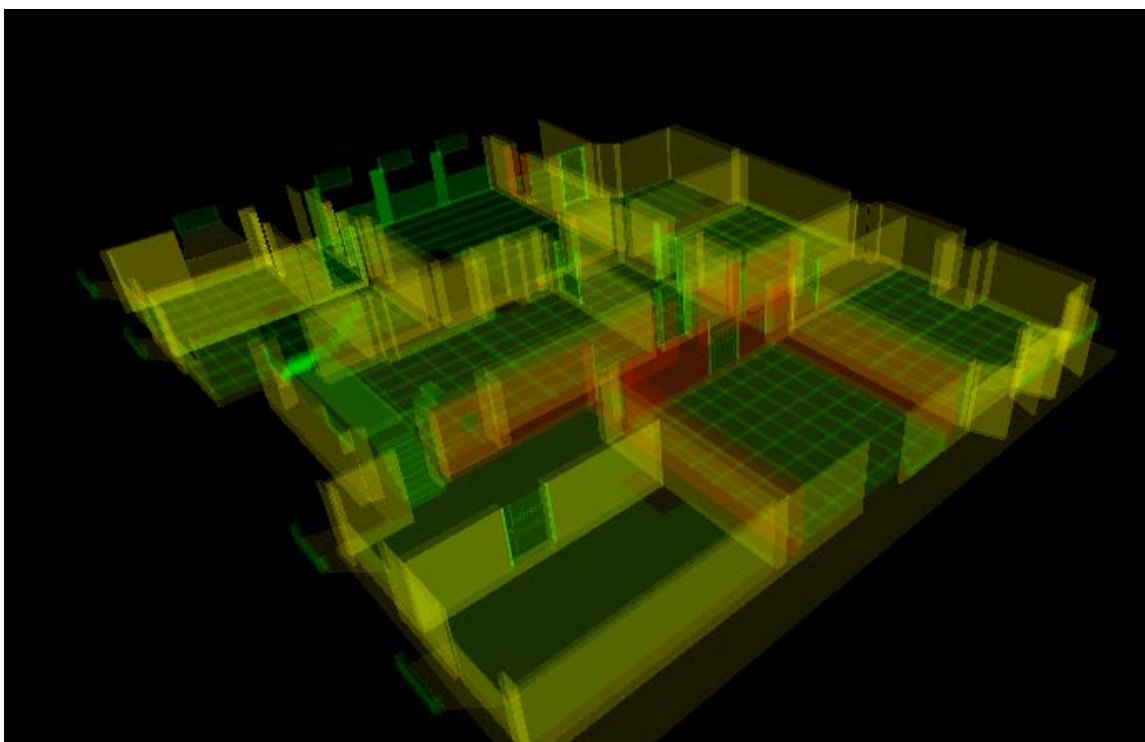
Ideer er hentet fra Skanska Norge sitt KS system om temaet trimmet bygging.

Oppdatering av faseplaner er viktig slik at produksjon går så optimalt som mulig. Ved jevne oppdateringer vil man få oversikt over hva som går etter planen og hvilke tiltak man kan gjøre på aktiviteter som ikke går som planlagt. Å ikke bli ferdig til tide kan koste mye for entrepenører. I form av dagmulktbelagte frister og tap av godt rykte hos byggherrer/ kunder.

4.3 Trimmet bygging og BIM, hvilke muligheter?

BIM og trimmet bygging kommer først inn på «beste praksis». Man har mange muligheter med BIM og planlegging.

Man kan kjøre simuleringer (4D) av de ulike planene (faseplaner, 3-ukers planer, utviklingsplaner osv). Man kan for eksempel lett få oversikt over hva som skal gjøres i neste periode om det er 1, 3 eller 6 uker frem i tid. Dette gjør det veldig enkelt for produksjonsledere/formenn å vite hva som skal gjøres til en hver tid.



Bilde over viser hvilke arbeider som skal gjøres i en kommende periode på 3 uker. Det med rødt er arbeider som skal pågå ut av perioden, grønt skal bli ferdig i løpet av perioden og gult er ferdig i foregående periode. Ved å simulere byggeprosessen på denne måten får man ett godt bilde på hva som skal gjøres og man vil ikke miste oversikten. Det som imidlertid er viktig er at man har en modell som inneholder eksakt alle detaljer slik at de kommer frem i en visualisering.

Ved å bruke simuleringssprosesser ser man med en gang om det er arbeider som har konflikt med hverander. Det gjør planleggingen i byggeprosessen enklere og man får luket ut feil og mangler.

Ved å bruke 4D-BIM i trimmet bygging vil man få bedre oversikt over produksjonen og hva som faktisk skjer fysisk ute på byggeplassen. Man vil alltid kunne forutse kollisjoner av aktiviteter ute på byggeplass og man vil forutse når man trenger materialer.

Det ligger også utfordringer i å lære opp eldre formenn/driftsledere som ikke er komfortabel med bruk av IT verktøy. Jeg mener hvis de gjør ett forsøk og blir trygge på det de gjør og ser, vil de se stor nytte i bruk av 4D-BIM.

5. Konklusjon

4D-BIM er ett nyttig hjelpemiddel i planlegging av ett byggeprosjekt uansett om det er ett rehabiliteringsprosjekt eller nybygg. Veien til å få ut en fremdriftsplan ut av BIM modell er ikke vanskelig, men det må påregnes noe etterarbeid siden aktivitetene ikke blir koblet sammen.

Har man en BIM modell er veien kort for å få ut en fremdriftsplan. I prosjektet ble programmet Autodesk Naviswork valgt brukt. Programmet har noen svakheter. Man har ikke de samme oppfølgingsverktøyene i denne programvaren som i MS Project som man er avhengig av i ett byggeprosjekt. Dette gjelder da oppfølging av ressursbruk, tildele aktiviteter ressurser og prosent ferdig fullført. Jeg regner med at det vil komme en forbedret programvare som kan løse disse oppgavene med ressurser og ferdig prosent fullført slik at oppfølgingen av fremdriften skjer i ett program.

Bruker man 4D-BIM i fremdriftsplanleggingen vil man få en fremdriftsplan der man er sikker på at man har med alle aktiviteter om det er en komplett modell. Det er fort gjort med planlegging i «2-D» at enkelte aktiviteter faller bort. Det er veldig enkelt ved og kjøre simuleringer å se hvordan det ser ut på byggeplassen til en hver tid.

Trimmet bygging og BIM er absolutt noe som går hånd i hanske. Trimmet bygging og «Lean Construction» filosofien handler om å få bort «bortkastet tid» fra ett prosjekt. I trimmet bygging så er det 6-, 3-, og ukesmøter der man går gjennom planen. Bruker man da 4D-BIM får man alltid oversikten hva som skjer i hvert enkelt rom. Skal maler være alene i ett rom, kan man legge inn dette som en forutsetning og da får man ut med en gang om det er noen avvik ut fra de forutsetninger man har satt. Dette er ett veldig nyttig verktøy man kan bruke i fremdriftsplanleggingen.

Når det gjelder planleggingsrollen ute på prosjekt ligger dette ansvaret hos produksjonsleder eller anleggsleder slik det er i dag. Slik jeg ser trenden fremover vil det bli flere planleggingsingeniører som kanskje har flere prosjekter som man følger opp fremdriften i. Jeg mener at 4D-BIM vil være med å lette dette arbeide og man vil ha en bedre oversikt over fremdriften enn på en «2D» fremdriftsplan. Det som blir utfordringen er at man må lære å lese fremdriftsplaner på en annen måte i form av visualisering. Om jeg får ansvaret for planleggingsarbeidet i mitt neste prosjekt, vil jeg absolutt ta i bruk 4D-BIM i planleggingsarbeidet og visualisering for hver enkelt underentreprenør.

Kort oppsummert: Bruk av 4D-BIM vil optimalisere planlegging av framdriften i en byggeprosess.

Vedlegg

1. Fremdriftsplan fra MS Project
2. Eksempel på utviklingsplan
3. Revit fil: Eidsvollbygningen Revit (Ligger i Fronter)
4. IFC fil: Eidsvollbygningen IFC (Ligger i Fronter)
5. Naviswork fil: Eidsvollbygningen Naviswork (Ligger i Fronter)
6. MS Project fil av fremdriftsplanen: Eidsvollbygningen MSP (Ligger i Fronter)

Kilder

BIM handbook (Eastman, Teicholz, Sacks og Liston 2008) ISBN 978-0-470-18528-5

Mastering Autodesk Navisworks 2013 (Dodds og Johnson) ISBN 978-1-118-28171-0

http://en.wikipedia.org/wiki/Building_information_modeling

<http://usa.autodesk.com/company/building-information-modeling/experience-bim>

<http://www.buildingsmart.no/buildingsmart>

http://en.wikipedia.org/wiki/4D_BIM

<http://www.helsebygg.no/vedlegg/37817/TB---GJELDENE-VERSJON.pdf> (trimmet bygging)

<http://www.statsbygg.no/Byggeprosjekter/Eidsvollbygningen>

http://www.buildingsmart.no/sites/default/files/bsnp_5_ressursstyring_og_fremdrift_v0.5.pdf

Skanska sitt KS system når det gjelder temaet «trimmet bygging».

