



BACHELOROPPGAVE:

**KOBLINGEN MELLOM
BIM OG LEAN**

FORFATTERE: Christian Vatnedalen Vik
Maria Øverbø Nevjen
Gry Marianne Buraas

DATO: 28.05.2010





Sammendrag:

Tittel:	Koblingen mellom BIM og Lean	Nr. :	
		Dato :	28.05.10
Deltaker(e):	Christian Vatnedalen Vik		
	Maria Øverbø Nevjen		
	Gry Marianne Buraas		
Veileder(e):	Bjørn Godager		
Oppdragsgiver:	Høgskolen i Gjøvik		
Kontaktperson:			
Stikkord (4 stk)	BIM, Lean, produktivitet og byggeprosess		
Antall sider:	Antall bilag:	Tilgjengelighet (åpen/konfidensiell): åpen	
Kort oppsummering av bacheloroppgaven:			
<p>Flere undersøkelser viser en negativ utvikling i produktiviteten i byggenæringen sammenlignet med andre næringer. Man hører ofte om byggefeil, feil i prosjektering og generelt dårlig samhandling mellom aktørene i næringen. Byggenæringen begynner nå å ta inn over seg at det er et behov for nytenkning, og nye verktøy og metoder tas i bruk som et svar på den negative trenden.</p>			
<p>Oppgavens overordnede mål har vært å kartlegge på hvilke måte en kombinasjon av BIM og Lean kan øke produktiviteten i byggeprosessen. Herunder ville vi også se på om BIM bidrar til å gjøre byggeprosessen mer Lean.</p>			
<p>For å kunne svare på problemstillingen har vi valgt å intervjuer utvalgte aktører i bransjen, samt å foreta en nærmere studie av to konkrete case.</p>			



Forord

Denne bacheloroppgaven er utarbeidet ved Høgskolen i Gjøvik, avdeling for teknologi, økonomi og ledelse, våren 2010.

Ved å velge en bacheloroppgave med temaene BIM og Lean har vi valgt å sette oss inn i to temaer som vi ikke har fått så mye kjennskap til gjennom studiene her på høgskolen. Målet med oppgaven var å øke forståelsen for bedret kvalitet og økt produktivitet ved hjelp av BIM og Lean.

Oppgaven er utført med Høgskolen i Gjøvik som oppdragsgiver, og i et samarbeid med Skanskas BIM-avdeling i Oslo. BIM er et stort satsningsområde hos Skanska.

Vi vil rette en spesiell takk til veileder Bjørn Godager. I tillegg ønsker vi å takke Rupert Hanna hos Skanska Oslo for inspirerende innspill underveis. Vi vil også takke Morten Haveraaen hos Statsbygg, Tor Ørjan Holt hos Multiconsult og Camilla Kaupang hos GASA Arkitekter for at de har delt sine erfaringer med oss. Til slutt vil vi takke Øyvind Svare Kristoffersen, Svein Mossing og Erling Thune-Holm hos Skanska Oslo for at de har gitt oss innføring i spennende prosjekter.



Christian Vatnedalen Vik

Gry Marianne Buraas

Maria Øverbø Nevjen



Sammendrag

Oppgavens overordnede mål har vært å kartlegge på hvilke måte en kombinasjon av BIM og Lean kan øke produktiviteten i byggeprosessen. Herunder ville vi også se på om BIM bidrar til å gjøre byggeprosessen mer Lean.

Byggenæringen utgjør en av landets største næringer både når det gjelder verdiskaping og antall sysselsatte. Selv om teknologien og metodene stadig utvikles, viser flere undersøkelser en negativ utvikling i produktiviteten i byggenæringen sammenlignet med andre næringer. Man hører ofte om byggefeil, feil i prosjektering og generelt dårlig samhandling mellom aktørene i næringen. Byggenæringen begynner nå å ta inn over seg at det er et behov for nytenkning, og nye verktøy og metoder tas i bruk som et svar på den negative trenden.

Det er en økende bruk av bygningsinformasjonsmodeller (BIM) i byggenæringen. Det er tydelig at vi nå står ovenfor et paradigmeskifte med alle de endringene og nye mulighetene denne teknologien vil føre med seg. Statsbygg gikk ut allerede i 2007 og krevde at alle deres prosjekter skal gjennomføres i BIM innen utgangen av 2010.

Lean har sine røtter i den stasjonære industrien, med flyt i prosessene, eliminering av sløsing, og kontinuerlig forbedring som viktige prinsipper. Nå har byggenæringen begynt å ta i bruk flere prinsipper fra Lean-tankegangen, som andre næringer har benyttet seg av i flere år.

For å ha et grunnlag til å svare på problemstillingen har vi gjort et omfattende litteraturstudie, gjennomført intervjuer med utvalgte aktører i byggenæringen og utført en nærmere studie av to case. Med forbehold om at vi kun har gjennomført et fåtall intervjuer, med bakgrunn i valg av kvalitativ metode, har vi gjennom våre observasjoner kommet frem til følgende:

BIM som verktøy kontrollerer og bedrer informasjonsflyten mellom de ulike aktørene og muliggjør gjenbruk av løsninger i større grad en tidligere. Ved å gjennomføre kollisjonskontroller gjør BIM det også mulig å avdekke feil i prosjekteringsfasen slik at ikke-verdiskapende aktiviteter kan minimeres på byggeplass. Alle disse er viktige prinsipper fra Lean-tankegangen og på bakgrunn av dette mener vi at BIM bidrar til en mer Lean prosess.

Når det gjelder muligheten for å kombinere BIM og Lean for ytterligere å øke produktiviteten, mener vi at det er muligheter for å trekke inn planleggingsverktøy fra Lean underveis i prosessene der det er ekstra behov for strukturert planlegging.

Oppsummert kan vi si at BIM blir et verktøy som fremmer filosofien Lean ved å bidra til mer flyt og mindre feil. Planleggingsmetoder fra Lean kan med fordel kombineres med BIM, særlig i prosjekteringsfasen og produksjonsfasen, for å øke produktiviteten i byggeprosessen.



Forkortelser

BIM: Bygnings Informasjons Modell eller Bygnings Informasjons Modelling

GUID: Global Unique Identifier

HBMN: Helsebygg Midt-Norge

IDM: Information Delivery Manual

IFC: Industry Foundation Classes

IFD: International Framework for Dictionaries

IP: Involverende Planlegging

LC-NO: Lean Construction NO

PPU: Prosent Planlagt Utført

SXC: Skanska Xchange

TB: Trimmet bygging

TU: Teknisk Ukeblad

Innholdsfortegnelse

Forord.....	1
Sammendrag.....	3
Forkortelser	4
1 Innledning.....	7
1.1 Bakgrunn.....	7
1.2 Definisjon av oppgaven med problemstilling.....	8
1.3 Avgrensninger	8
1.4 Disposisjon av oppgaven.....	8
2 Metode.....	9
3 Teoretiske perspektiver.....	11
3.1 Avklaring av begreper.....	11
3.1.1 Byggenæringen.....	11
3.1.2 Byggeprosessen	11
3.1.3 Byggeprosessens faser	12
3.1.4 Produktivitet.....	13
3.2 Dokumentasjon på lav produktivitet.....	14
3.2.1 Forskningsprosjekt utført av SINTEF.....	14
3.2.2 Studier av produktivitet utført av CIFE og NIST.....	15
3.3 BIM	16
3.3.1 Definisjon av BIM.....	16
3.3.2 Bruk av BIM	16
3.3.3 Samarbeid om en BIM-modell.....	17
3.3.4 BIM er mer enn 3D.....	17
3.4 Lean	20
3.4.1 Lean Production.....	20
3.4.2 Lean Construction.....	21
3.4.3 Transformation – Flow – Value.....	22
3.4.4 Last Planner	23
3.4.5 Trimmet prosjektering	25



4	Anvendelsen av BIM og Lean.....	27
4.1	Dagens tendenser.....	27
4.1.1	buildingSMART	28
4.1.2	BA-Nettverket.....	29
4.1.3	Byggekostnadsprogrammet	29
4.1.4	BIM.....	30
4.1.5	Lean.....	32
4.1.6	Koblingen mellom BIM og Lean.....	33
4.2	Intervju.....	37
4.2.1	Vårt valg av intervjuobjekter	37
4.2.2	Valg av spørsmål.....	38
4.2.3	Intervju med Multiconsult.....	39
4.2.4	Intervju med Statsbygg	42
4.2.5	Intervju med Skanska.....	44
4.2.6	Intervju med GASA AS.....	46
4.3	Casestudie.....	48
4.3.1	Mølla Senter	49
4.3.2	Skanska Xchange.....	52
5	Diskusjon	57
5.1	Analyse av funn	57
5.2	Sterke og svake sider ved oppgaven	62
5.2.1	Metode.....	62
5.3	Videre forskning	64
6	Konklusjon	65
7	Figurliste	66
8	Referanser	67

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Flere undersøkelser konkluderer med at produktiviteten i byggenæringen, både nasjonalt og internasjonalt, er lav. Tall fra statistisk sentralbyrå viser at mens andre næringer har hatt en jevn økning i produktivitet de siste årene, har produktiviteten i byggenæringen sunket. Dette skyldes blant annet av at byggenæringen er fragmentert og at kommunikasjonen mellom aktørene i stor grad baserer seg på papirdokumenter. Feil og mangler i disse dokumentene skaper ofte uventede kostnader og forsinkelser. Også de andre fasene i byggeprosessen er preget av feil, slurv og mye venting.

I det nylig avsluttede Byggekostnadsprogrammet var økt produktivitet ett av tre fokusområder. 40 forbedringsprosjekter ble gjennomført for å finne løsninger på problemene byggenæringen har med blant annet byggefeil, og den negative produktivitetsutviklingen. Flere av de gjennomførte prosjektene i Byggekostnadsprogrammet hadde fokus på BIM og Lean og hvordan disse kunne bidra til økt produktivitet i byggenæringen.

Lean-prosesser og digital modellering har revolusjonert den stasjonære industrien. De som har vært tidlig ute med implementeringen av disse produksjonsprosessene, som for eksempel Toyota, har oppnådd økt produktivitet og kommersiell suksess. Byggenæringen står overfor en liknende revolusjon, som både vil kreve endring i arbeidsprosesser og et paradigmeskifte fra tradisjonell 2D-basert dokumentasjon til intelligente 3D-modeller.¹

Fokuset på BIM øker i byggenæringen og stadig flere benytter seg i dag av BIM for å effektivisere byggeprosessen. Allerede i 2007 gikk Statsbygg ut med en pressemelding som sa at de hadde som mål om å benytte seg av BIM som hovedregel i alle sine prosjekter i 2010. Undersøkelser fra USA viser at det har vært en økning av BIM-bruken de to siste årene med 75 prosent, og at nesten 50 prosent av byggenæringen i USA benytter seg av BIM.²

1.2 Definisjon av oppgaven med problemstilling

Oppgaven er gjennomført med ønske om å besvare følgende problemstilling:

På hvilke måter kan BIM og Lean kombineres for å øke produktiviteten i byggeprosessen?

- Hvordan bidrar BIM til en mer Lean byggeprosessen?
- Hvordan kan man tenke seg å kombinere de to for å øke produktiviteten ytterligere?

1.3 Avgrensninger

For å være i stand til å gjennomføre oppgaven innenfor de rammene vi har med hensyn på tid og antall deltakere i gruppen har vi gjort en del avgrensninger. Byggeprosessen er en svært omfattende og komplisert prosess. Vi har derfor valgt å se på kjerneprosessene med hovedfokus på prosjekteringsprosessen og produksjonsprosessen. Det er også her vi mener det er størst grunnlag for å kunne bedre produktiviteten.

Vi har i hovedsak konsentrert oss om aktører og prosjekter som har innført BIM og/eller Lean. Derfor kommer vi ikke til å fokusere på hvilke grunner aktører kan ha for å ikke implementere BIM eller Lean, og hva som eventuelt kunne fått dem til å vurdere det.

Lean er et omfattende tema som inneholder flere metoder og verktøy. I oppgaven vil vi derfor fokusere på Lean Production og Lean Construction, og verktøy og metoder som ligger under disse tilnæringsmåtene.

1.4 Disposisjon av oppgaven

Oppgaven er logisk og hensiktsmessig oppbygget bestående av fem hovedkapitler. Kapittel 2 omhandler valg av metode. Deretter kommer et teorigapittel hvor det presenteres begreper og definisjoner som en forutsetning for resten av oppgaven. Kapittel 4 beskriver dagens tendens når det kommer til temaet vårt. I kapittel 4 presenteres sammendrag fra intervjuene vi har gjennomført i forbindelse med oppgaven og to case-studier. I kapittel 5 vil vi sammenfatte og diskutere hovedfunnene våre.

2 Metode

Bruk av tilnæringsmetode skiller hovedsakelig mellom kvantitativ- og kvalitativ metode:

- **Kvantitativ metode:** Entydig formulert problemstilling som utgangspunkt. Bygger på velkjente vitenskapsteoretiske forutsetninger. Resultatene bygger på hypotesetesting, der variablene er entydige og pålitelige.
- **Kvalitativ metode:** Fleksibel forskningsmetode der man går trinnvis dypere inn i problemstillingen og avdekker nye teorier. Denne metoden egner seg for beskrivelse og analyse av karaktertrekk. Materialene kan være tekst fra intervjuer, observasjoner av hendelser og skriftlige kilder. Resultatene er ofte mer nyanserte, og tolkes lettere på ulike måter.^{3,4}

På bakgrunn av disse definisjonene har vi basert oppgaven på en kvalitativ metode. Dette for å ha en mer fleksibel tilnærming som vi kan tolke i forhold til vår problemstilling. Vi har gjennomført intervjuer med et utvalg aktører i næringen og utført studie av to case. Dette for å få frem konkrete erfaringer fra aktørene slik at vi på bakgrunn av dette kan identifisere muligheter og problemområder.

Tidlig i prosjektet var vi nødt til å sette av tid til litteraturstudie på grunn av liten bakgrunnskunnskap om emnet. Det ble innhentet litteratur i form av bøker og rapporter, som omhandler grunnleggende fakta om temaene BIM og Lean.

Ved deltakelse på flere kurs i løpet av prosjektperioden hentet vi også inn mye kunnskap om temaene. Denne kunnskapen omhandlet grunnleggende faktorer, samt ferske fakta og tendenser som nylig har blitt satt på dagsorden.

Kurs og seminarer vi har deltatt på:

- Lean Lab, endags work shop i Lean⁵
- buildingSMART Masterseminar 2010⁶
- Fafo-nettverksmøte: Glenn Ballard fra Lean Construction Institute⁷
- FBA-seminar: Prosjekteringsledelse⁸



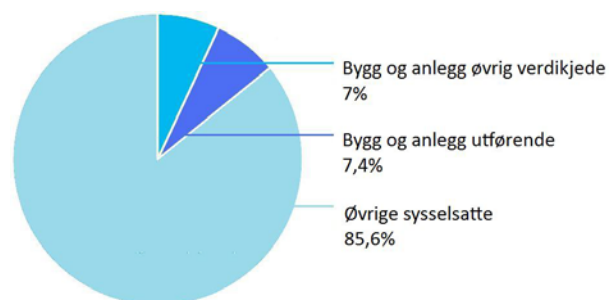
3 Teoretiske perspektiver

3.1 Avklaring av begreper

3.1.1 Byggenæringen

I denne oppgaven benytter vi bevist betegnelsen byggenæring. Vi definerer byggenæringen som en fellesnevner for alle bedrifter innen bygg, anlegg og eiendom.

Byggenæringen utgjør en av landets største næringer, både når det gjelder verdiskapning og antall sysselsatte⁹. Av norsk verdiskapning har hver åttende krone opphav i byggenæringen. En forskningsrapport utført av handelshøgskolen BI konkluderer med at *"byggenæringen er en av Norges største og mest betydningsfulle næringer."*¹⁰ Analyseresultatene i rapporten viser at byggenæringen fremstår som landets største regnet etter antall bedrifter, samt landets nest største regnet etter verdiskapning, bare slått av oljenæringen. Næringen består av nærmere 60.000 små og store bedrifter, fordelt utover hele landet.¹⁰



Figur 1: Antall sysselsatte blant personer bosatt i Norge

3.1.2 Byggeprosessen

Byggeprosessen omfatter *"alle prosesser som fører fram til eller er en forutsetning for det planlagte byggverk."*¹¹ Byggeprosessen som begrep omhandler derfor mange ulike underprosesser som kan deles inn i grupper som vist i Figur 2.

I denne oppgaven vil vi ha fokus på kjerneprosessene, og da spesielt på prosjekteringsprosessen og produksjonsprosessen. De prosessene som defineres som kjerneprosesser er *"de prosesser som har beskrivelse eller produksjon av det planlagte byggverk som sitt resultat."*¹¹ Grunnlaget for prosjekteringen legges i programmeringsprosessen. I programmeringsprosessen identifiseres de krav som bygget må tilfredsstille med hensyn til bruksområder og videre drift. I prosjekteringsprosessen videreutvikler man kravene fra programmeringsprosessen til en beskrivelse av bygget i form av tegninger og tekniske beskrivelser og spesifikasjoner.

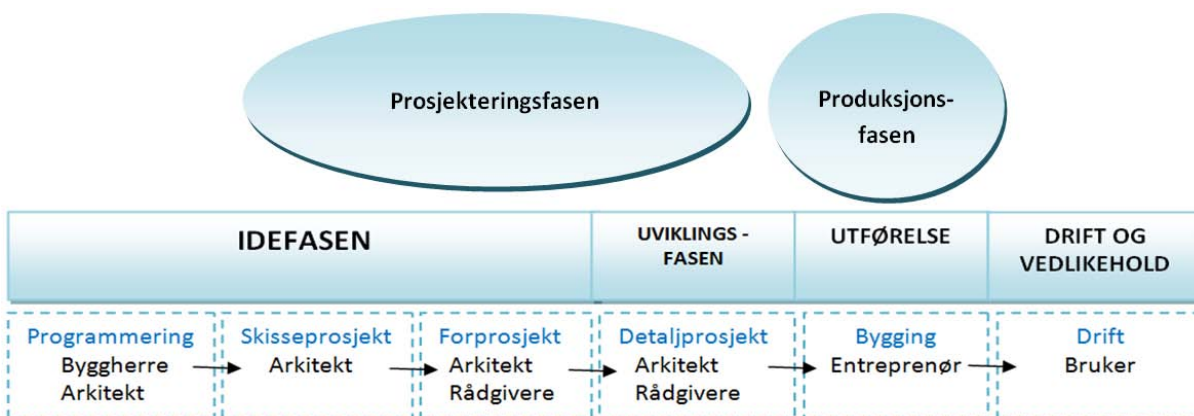
Disse beskrivelsene og spesifikasjonene danner arbeidsgrunlaget som må foreligge før produksjonsprosessen, den fysiske utførelsen av byggverket kan igangsettes. For å spare tid kan prosjektering og bygging kjøres parallelt noe som vil si at prosjekteringsprosessen overlapper produksjonsprosessen. Det samme gjelder for programmeringsprosessen og prosjekteringsprosessen.¹¹



Figur 2: Byggeprosessens delprosesser

3.1.3 Byggeprosessens faser

I de fleste tradisjonelle byggeprosjekter deles byggeprosessen inn i faser for å gi overordnet kontroll og helhetlig forståelse.¹¹ Fasene går parallelt med prosessene og deles gjerne inn etter fire hovedfaser, med tilhørende detaljfaser. Disse fasene opptrer i en lineær, kronologisk rekkefølge og er klart atskilte. Fasene er lagt opp som en slags "stafettpinne" modell, hvor hver fase avsluttes før neste settes i gang.



Figur 3: Fasene i kjerneprosessene

3.1.4 Produktivitet

Produktivitet er et kjent begrep, men brukes nokså forskjellig i ulike bransjer fordi bevissthet og utvikling av begrepet har vært forskjellig.¹¹ Vi skal se nærmere på hva produktivitet innebærer i byggenæringen, og hvordan den kan økes.

Produktivitet i byggenæringen kan defineres som følger:

*"Output measures how much we produce. Productivity measures how much we produce per unit input. From a client's perspective, higher productivity leads to lower costs, shorter construction programmes, better value for money and a higher return on investment. From a contractor's point of view, higher productivity leads to more competitive edge, more satisfied customers, higher turnover and increased profits. From the country's point of view, higher productivity leads to more efficient use of scarce capital, greater incentives to invest, more jobs and economic prosperity."*¹²

For å kunne forbedre produktiviteten må enten innsatsfaktorene reduseres eller verdiskapningen økes. Det er tre måter dette kan gjøres på:¹³

- Arbeidskraften økes
- Forbedringer innenfor eksisterende teknikk
- Ny og bedre teknikk tas i bruk

3.2 Dokumentasjon på lav produktivitet

Det er flere rapporter og undersøkelser som dokumenterer lav produktivitet i byggenæringen. Et utvalg vi har sett på er nevnt i dette kapitlet.

3.2.1 Forskningsprosjekt utført av SINTEF

SINTEF-rapporten, *Produktivitet og logistikk i bygg- og anleggsbransjen: Problemområder og tiltak*, har fokus på "å utvikle tiltak som kan forbedre problemer byggebransjen knyttet til lav produktivitet og svak logistikk."¹⁴ Rapporten tar blant annet utgangspunkt i tall fra Statistisk sentralbyrå som viser at byggenæringen har hatt en svakere utvikling i produktivitet enn andre bransjer her i landet, som vist i Figur 4.¹⁴

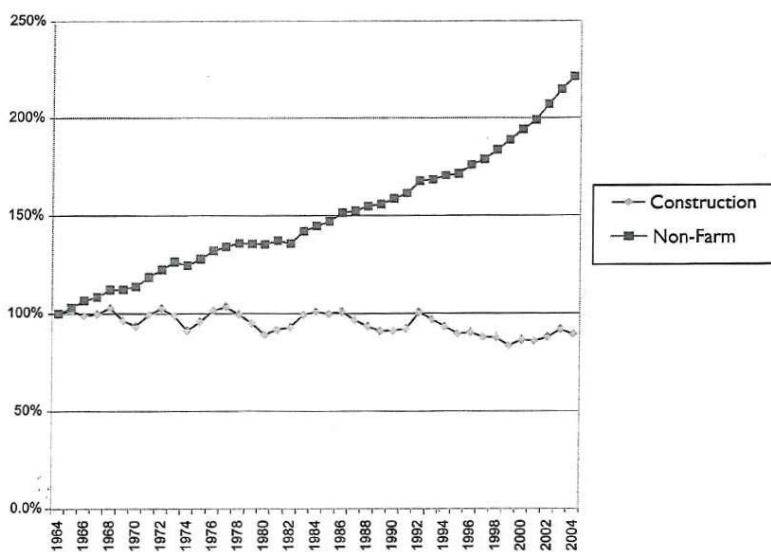
	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Bygg og anlegg	1,00	0,97	0,94	0,72	0,83	0,96
Offshore og skipsbygging	1,00	1,14	1,46	1,29	1,53	1,61
Vareproduserende industri	1,00	1,14	1,56	1,69		1,92

Figur 4: Produktivitetsutvikling i tre norske industrier.

Gjennom studier av et caseprosjekt, samt intervjuer med personer i bransjen, identifiserer Sintef-rapporten ulike problemområder. Rapporten konkluderer med en rekke tiltak og foreslåtte endringer for økt produktivitet, som kobles opp mot blant annet stasjonær industri. "I løpet av de siste 20-30 årene er det blitt utviklet et stort antall ulike tilnærminger til styring for bedret produktivitet og logistikk innen stasjonær industri."¹⁴ Et utvalg av disse teoriene som er relevante i forhold til byggenæringen er helhetlig verdikjedestyring (aktørkoordinering), nettverksteori (aktørsammensetning), kontinuerlig forbedring av samhandling innad i verdikjeden, og Lean Manufacturing.¹⁴

3.2.2 Studier av produktivitet utført av CIFE og NIST

Center for Integrated Facility Engineering (CIFE) ved Stanford University, har utført studier av produktivitet i byggenæringen. *"Extra costs associated with traditional design and construction practices have been documented through various research studies."*¹ Grafen under illustrerer produktivitetsforskjellen på tradisjonell byggenæring (construction industry) og stasjonær industri (non-farm industries) i USA, over en periode på 40 år. I løpet av disse årene økte produktiviteten innen stasjonær industri med mer enn 100 prosent, i samme periode hadde produktiviteten i byggenæringen sunket med 10 prosent.¹



Figur 5: Produktivitetsforskjellen på tradisjonell byggenæring og stasjonær industri.

En studie utført av *National Institute of Standards and Technology (NIST)*, estimerte et tap på 15,8 milliarder dollar for byggenæringen i USA som en konsekvens av *"significant inefficiency and lost opportunity costs associated with interoperability"* i 2002.¹

NIST identifiserte følgende problemområder i sin studie av utilstrekkelig interoperabilitet:

- *"Avoidance (redundant computer systems, inefficient business process management, redundant IT support staffing)*
- *Mitigation (manual reentry of data, request for information management)*
- *Delay (cost for idle employees and other resources)"*¹

3.3 BIM

Forkortelsen "BIM" kan både stå for BygningsInformasjonsModell og BygningsInformasjonsModellering. I Statsbyggs BIM-manual brukes bygningsinformasjonsmodell når man snakker om det som produseres, og bygningsinformasjonsmodellering for å beskrive prosessene som utføres.¹⁵ Eastman benytter bevisst bygningsinformasjonsmodellering for å beskrive en aktivitet i stedet for et objekt, og begrunner dette med at BIM ikke er en ting eller en type software, men menneskelige aktiviteter som innebærer store endringer i prosessene i byggenæringen.¹

3.3.1 Definisjon av BIM

Det finnes ulike definisjoner på BIM:

Eastman: *"A modeling technology and associated set of processes to produce, communicate, and analyze building models"*.¹

General Service Administration (GSA): *"Building Information Modeling is the development and use of a multi-faceted computer software data model to not only document a building design, but to simulate the construction and operation of a new capital facility or a recapitalized (modernized) facility. The resulting Building Information Model is a data-rich, object-based, intelligent and parametric digital representation of the facility, from which views appropriate to various users' needs can be extracted and analyzed to generate feedback and improvement of the facility design."*¹⁶

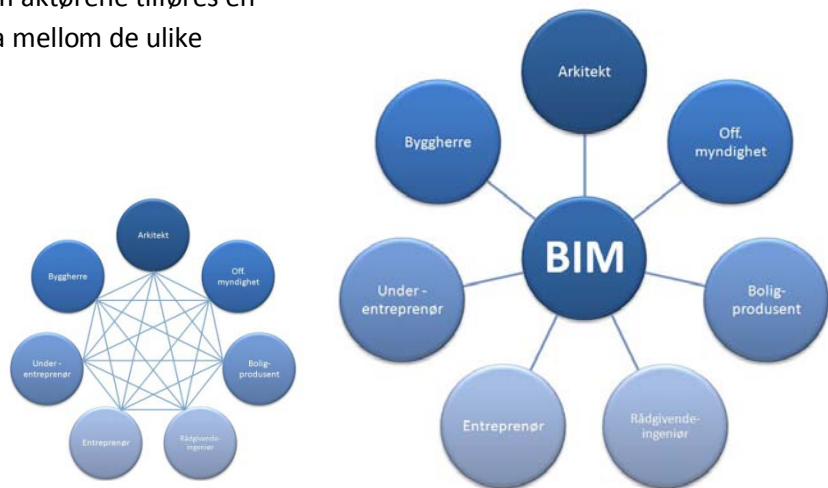
Autodesk: *"BIM is an integrated process that vastly improves project understanding and allows for predictable outcomes. This visibility enables all project team members to stay coordinated, improve accuracy, reduce waste, and make informed decisions earlier in the process—helping to ensure the project's success."*¹⁷

3.3.2 Bruk av BIM

BIM brukes til å konstruere en nøyaktig, digital modell av en bygning. Den digitale modellen er bygd opp av objekter som er tilegnet egenskaper, og som har relasjoner til andre objekter. For eksempel har en vegg opplyst u-verdi og brannklasse, samt relasjoner til eventuelle dører og vinduer. Når modellen er ferdig vil den ideelt sett inneholde nøyaktig geometrisk informasjon og all nødvendig data om gjennomføring av prosjektet.¹ Informasjonen lagret i en BIM-modell kan hentes ut og brukes til for eksempel mengdeuttak, kostnadsestimat, og energisimulering.¹⁶ Hensikten med bruk av BIM er altså å konstruere en nøyaktig BIM-modell, slik at all informasjon er samlet på et sted.

3.3.3 Samarbeid om en BIM-modell

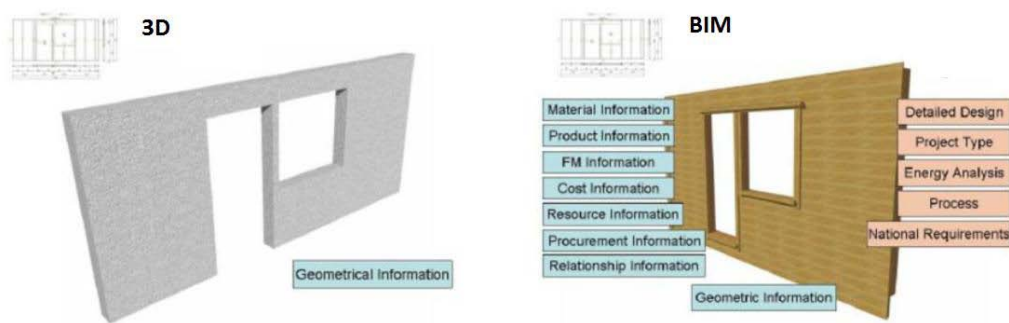
Byggeprosjekter involverer mange aktører, som blant annet byggherre, arkitekt, rådgivende ingeniører, og entreprenører. Alle disse har krav som må koordineres. Ved bruk av BIM i et prosjekt skal BIM-modellen være tilgjengelig for alle de involverte aktørene som skal tilføre informasjon fra sitt felt, slik at informasjonsdataene kan samordnes og at BIM-modellen viser alle installasjoner.¹⁸ BIM-modellen blir dermed et sentralt punkt for kommunikasjon og samarbeid.¹⁹ Hensikten med BIM er altså at informasjon som utveksles mellom aktørene tilføres en BIM-modell, og samspillet øker da mellom de ulike faglige disiplinene.¹



Figur 6: tradisjonell informasjonsflyt og flyt i en sentralisert BIM-modell

3.3.4 BIM er mer enn 3D

En BIM-modell må ikke forveksles med en 3D-modell. Selv om en 3D-modell inneholder geometrisk informasjon, og kan bidra til større forståelse, gir den fortsatt bare et bilde av det som er synlige. Bokstaven "I" i BIM står for informasjon, det er der forskjellen ligger.¹⁶

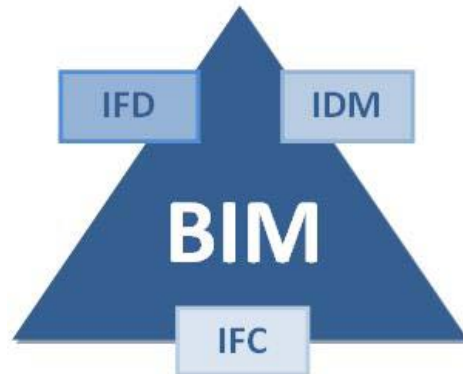


Figur 7: En vegg vist i 3D og BIM

Målet med en BIM-modell er at den skal følge bygget både i utførelsesfasen og videre bruk.¹⁹ Ved å bruke BIM-modellen som underlag kan det utarbeides 4D-, og 5D-modeller. 4D tilfører BIM-modellen et tidsperspektiv, og muligheten for tidsplanlegging. Ved hjelp av 4D er derfor mulig å simulere prosjektet. 5D tilfører BIM-modellen kostnadskalkyler. Ved hjelp av 5D er det mulig å visualisere byggets kostnader i hele dets levetid.²⁰

3.3.5 Tre hovedelementer

De tre hovedelementene, IFC, IFD og IDM, må tas i bruk for å gjøre utveksling av data mellom ulike aktørers programmer mulig.²¹

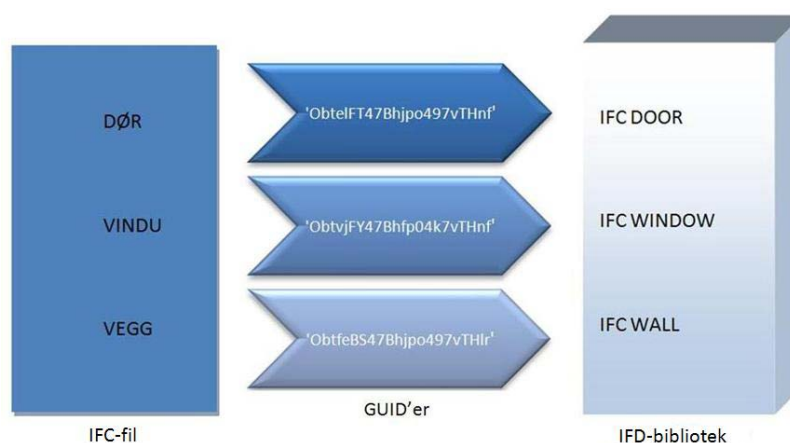


Figur 8: BIM-trekant

3.3.4.1 IFC

IFC er et åpent filformat, og refereres til som en digital bygningsmodell.²² Ved hjelp av IFC kan involverte faggrupper kommunisere gjennom en BIM istedenfor tegninger i 2D og 3D. Alle involverte kan på denne måten høste av og berike modellen. En BIM-modellen fører til økt kommunikasjon og dermed forståelse mellom prosjekterende, oppdragsgivere, entreprenører og andre involverte faggrupper når alle benytter IFC-formatet.¹

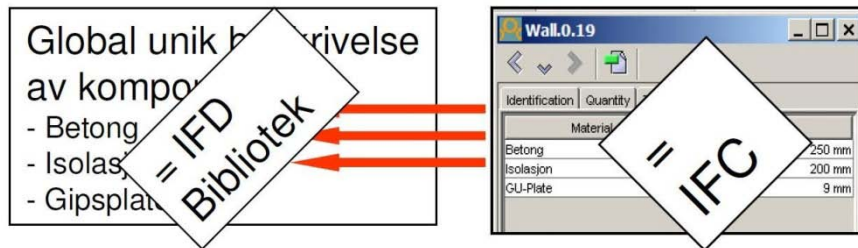
Siden IFC er en åpen standard kan alle uansett fagdisiplin velge verktøy etter behov. De ulike fagfeltene har som regel erfart hvilke programmer som er best egnet og kan dermed ta i bruk det de trives best med selv om andre fagfelt bruker andre verktøy.¹⁸ BIM i IFC-formatet utvider mulighetene og bruksområdene i forhold til blant annet FDV-systemer, energianalyser, tids- og kostnadsanalyser (4D og 5D).²³



Figur 9: Sammenhengen mellom IFC-filen og IFC-bibliotek

3.3.4.2 IFD

IFD er et åpent internasjonalt bibliotek. Målet med IFD-biblioteket er å samle objekter, som er beskrevet og gitt et unikt identifikasjonsnummer. Objektets betydning og hensikt ligger lagret i hvert objekt. IFD ledes i Norge av Standard Norge, og støttes både økonomisk og organisatorisk av buildingSMART Norge.^{1, 22}



Figur 10: Et objekt i IFC-format inn i et IFD-bibliotek

3.3.4.3 IDM

IDM brukes for å avtale hvilken informasjon som skal utveksles til ulike tidspunkt i prosjektfasen. IDM er tett knyttet opp til IFC og er hovedsakelig et verktøy som skal sikre at kravene om informasjonsutveksling mellom aktører innfris. IDM er laget for å kunne dele opp IFC-modellen i mindre og mer anvendelige deler, dermed kan kun den informasjonen som er relevant sendes til mottakere. IDM fungerer dermed som et filter.^{1, 24}

3.4 Lean

Lean er en prosess-filosofi som har vunnet stor popularitet i Norge de siste årene. Det startet med Lean Production for produksjonsbedrifter, men i dag finner vi ulike tilnæringsmåter og varianter av Lean Production innenfor mange bransjer. Eksempler på dette er Lean Management, Lean Healthcare, Lean Shipbuilding og Lean Construction.

Vi vil i vår gjennomgang av teori knyttet til Lean ha fokus på Lean Production og Lean Construction, og metoder og verktøy som er sentrale i disse tilnæringsmåtene.

3.4.1 Lean Production

”Lean” er den engelske betegnelsen en gruppe forskere ved Massachusetts Institute of Technology (MIT) tok i bruk for å beskrive systemet som Toyota brukte i sin produksjon av biler, sammenlignet med tradisjonell vestlig masseproduksjon.²⁵ Dette systemet er nå bedre kjent som The Toyota Way, eller Toyota Production System (TPS). Lean betegner en prosess-filosofi som i prinsippet går ut på å eliminere sløsing i produksjonsprosessen og på den måten redusere produksjonstid, ressursinnsats og kostnader. Lean gjør det mulig å få gjort mer, med mindre menneskelig innsats, mindre utstyr, mindre plass og på kortere tid.²⁶ Prinsippet om å redusere sløsing forbindes ofte med Lean, men det er kontinuerlig forbedring og respekt for hverandre som beskriver essensen og kraften av Lean-tankegangen.²⁷

Sløsing kan defineres som all menneskelig aktivitet som trenger ressurser, men som ikke skaper verdi.²⁶ I TPS er sløsing definert og delt inn i syv typer: overproduksjon, venting, unødvendig transport, overarbeide, unødvendig lagring, unødvendig bevegelse og omarbeid.²⁸ Det er også inkluderte en åttende type som er utnyttet kreativitet.²⁹

I boken *Lean Thinking* legges fem prinsipper til grunne for det som ofte beskrives som moderne Lean-tankegang. Det overordnede målet er å eliminere sløsing og å ha fokus på kontinuerlig forbedring. Prinsippene er beskrevet under:²⁶

1. **Definer kundeverdi**

Spesifiser hva som er verdi for kunden for hvert produkt. Hva er det kunden vil ha?

2. **Definer verdikjeden**

Identifiser alle trinn i verdikjeden og fjern alle trinn og alle aktiviteter, og all praksis som ikke skaper noen verdi.

3. **Få verdikjeden til og "flyte"**

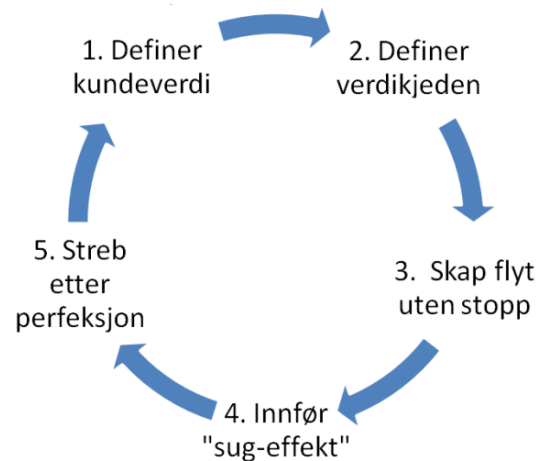
Sørge for at de at verdiskapende prosessene gjøres i en tett og samkjørt rekkefølge slik at produktet "flyter" mot kunden.

4. **Innføre "sug-effekt"**

La kundens etterspørsel drive produksjonen. Unngå å produsere før man har en ordre.

5. **Strebe etter perfektjon**

Når kundeverdi og verdikjeden er definert, ikke-verdiskapende prosesser eliminert, og flyt og sug er introdusert, begynner man prosessen på nytt helt til den beste løsningen er oppnådd.



Figur 11: Lean-tankegang beskrevet med fem punkter

3.4.2 Lean Construction

Finske Lauri Koskela og amerikaneren Glenn Ballard står sentralt i utviklingen av teoriene for Lean Construction. Koskela er arkitekten bak det teoretiske fundamentet Transformation-Flow-Value (TFV), og Ballard har utviklet planleggingsverktøyet Last Planner.

Byggenæringen har avvist mange av ideene fra produksjonsindustrien fordi de mener at forskjellen mellom de to er for store.³⁰ For å forstå særegenhetene mellom en vanlig Lean-vare og et byggeprosjekt må vi først se på hva som skiller dem fra hverandre. I en normal Lean produksjon produseres faste produkter mange ganger. På byggeplass derimot skapes det et unikt produkt – en gang. I tillegg har en normal produksjon en fast organisasjon og befinner seg normalt på et fast sted. I et byggeprosjekt skapes det en ny organisasjon på et nytt sted.³¹ Det er med andre ord snakk om helt ulike typer prosesser som krever ulik tilnærming.

Det også en rekke andre særegenheter i bygge- og konstruksjonsbransjen som må tas hensyn til. Byggenæringen består av en masse småfag som skaper et meget komplisert samspill. Flyten mellom de ulike aktørene i et byggeprosjekt er derfor helt avhengig av at samspillet mellom byggherre, byggeleder, konsulenter og alle de andre ulike fagområdene fungerer.³¹

3.4.3 Transformation – Flow – Value

Flyten i en byggeprosess er en sentral del av Koskelas TFV-teori. Teorien beskriver tre hovedretninger for å forstå ulike aspekter av produksjonsprosessen; Den transformasjonsorienterte, den flytorienterte og den verdiskapningsorienterte. Vi vil i vår oppgave ha størst fokus på den delen av TFV-teorien som omhandler flyt, men vil også kort beskrive de andre teoriene.

Den transformasjonsorienterte retningen handler om å betrakte produksjon som en omdannelsesprosess fra input til output. Hovedprinsippet er å få produksjonen realisert effektivt ved å bryte ned arbeidet som skal gjøres i delprosesser og å redusere kostnadene på disse.³²

I den flytorienterte retningen beskrives produksjonen som en strøm eller flyt av aktiviteter. Produksjonen må sees på som en sammenhengende kjede av prosesser som strekker seg fra råvarer til ferdig produkt. Aktivitetene kan deles opp i to kategorier:

- Verdiskapende – tilfører sluttproduktet verdi
- ikke-verdiskapende – tilfører ikke sluttproduktet verdi

Ved å redusere andel ikke-verdiskapende aktivitetene og øke påliteligheten av prosessene de verdiskapende aktivitetene er avhengig av, vil produktiviteten økes.³³ Forutsetningen for å ha styring på prosessene som de verdiskapende aktivitetene er avhengig av, er at man har styringen på variablene i en byggeprosess. Felles for disse variablene er at de påvirker variasjonen i tid. Dersom en eller flere av dem ikke er til stede, vil dette føre til at prosessen nedstrøms blir påvirket med ikke-verdiskapende aktiviteter som venting, feilretting og så videre.³¹

Koskela³⁴ identifiserte syv forutsetninger som må være til stede for at en gitt arbeidsoppgave kan utføres optimalt, og dermed kan kalles en sunn aktivitet.

1. Forutgående aktivitet avsluttet

Det er ofte slik at neste fag må vente med å komme i gang fordi andre arbeider pågår, og ofte sier man at man er ferdig selv om det ikke stemmer. Forutgående aktivitet må være helt ferdig og avsluttet noe som også innebærer at verktøy og materialer er rydda vekk.

2. Materialet er på plass

Med materiell menes råstoff som skal bearbeides. Eksempler er betongmasse, trevirke og vinduer.

3. Hjelpemidler

Med hjelpemidler menes verktøy og maskiner som må være tilstede for å gjøre jobben. Eksempler er kran, maskiner og stillas.

4. Personell

Nødvendig personell for å få utført jobben må være på plass. Personellet kan være engasjert andre steder, syke eller forhindret på en eller annen måte som kan føre til at ukeplanen må endres.

5. Informasjon

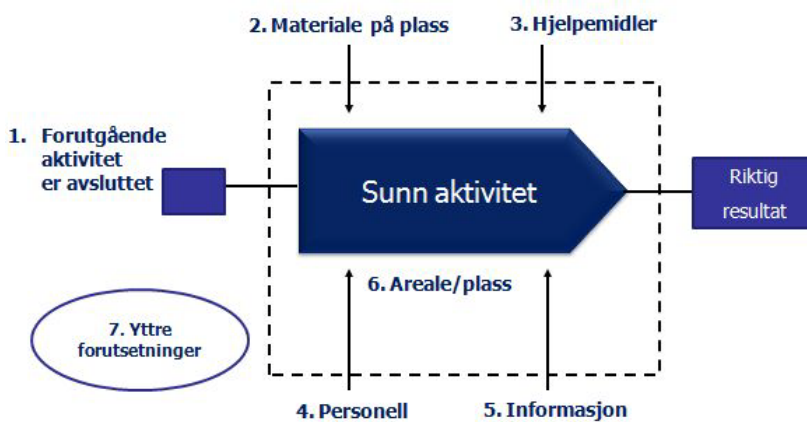
Informasjon kan for eksempel være tegninger eller beskrivelser. Dersom man ikke har oppdaterte og korrekte tegninger kan dette føre til forsinkelser og omarbeid.

6. Areal

Det må være plass til å utføre jobben.

7. Ytre forutsetninger

Dette kan være værforhold som gjør det vanskelig å utføre jobben, nødvendige tillatelser eller andre miljømessige forhold som påvirker framdriften.



Figur 12: De syv forutsetningene

For å sikre at de syv forutsetningene blir ivaretatt i alle faser av prosjektet er man avhengig av god planlegging i de ulike deler av prosessen.³² "Hver forutgående fase skal ikke slippe usunne aktiviteter nedover i produksjonsflyten. En arbeidsoppgave som ikke er sunn, skal ikke iverksettes. Dette er kjernen i lean-kostruksjon".³¹

Den verdiskapningsbaserte teorien fokuserer på å eliminere verditap og sikre at kundes behov tas i betraktning. Dette gjøres ved å la kunden stille krav til produktet, og ha en vurdering av produktets verdi uavhengig av produksjonskostnadene.³²

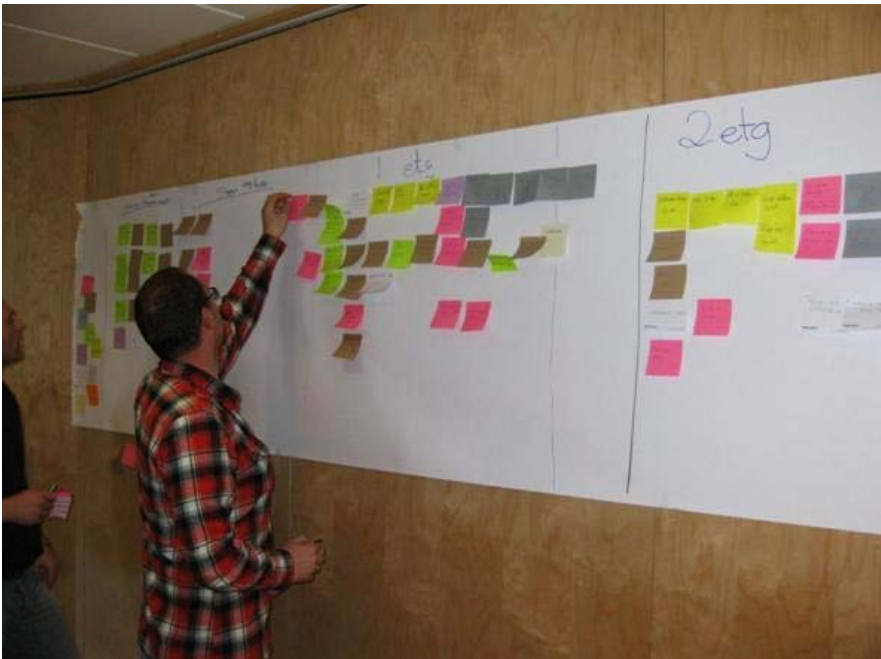
3.4.4 Last Planner

Last planner er et sentralt styringsverktøy innen Lean construction. Direkte oversatt blir Last Planner til Siste Planlegger, og systemet har fått sitt navn fra tanken om at det er de utførende fagarbeidere som skal planlegge eget arbeid. Hovedtanken bak systemet er at all planlegging legges så tett opp mot den faktiske operasjonen som praktisk mulig.³⁴

Last Planner legger opp til flere plannivåer hvor hovedfremdriftsplanen er den overordnede. Denne er fulgt av faseplan, utkviksplan og rullerende ukeplan. Mens hovedfremdriftsplanen kun skal inneholde

viktige milepæler, skal detaljgraden økes gradvis i de videre plannivåene frem mot de rullerende ukeplanene. Her skal alt av kommende ukes aktiviteter inkluderes, planlagt av de utførende selv.

I denne planleggingen inkluderes baklengs planlegging, her snus det opp ned på tradisjonell planlegging og man begynner som navnet tilsier bakerst. Alle fag som er involvert i en jobb samles, og går gjennom hva som må være klart før nestemann kan overta stafettspinnen. Avhengighet mellom de forskjellige fagene blir tydeliggjort ved hjelp av lappeteknikk-metoden. Her benyttes klistrelapper i forskjellige farger av forskjellige fag, for å få et overblikk over hvordan kabalen må bli seendes ut for å få mest mulig flyt og effektivitet i prosjektet. Hvert fag må være tydelig på hva de trenger av andre fags ferdigstillelse før de kan starte sitt arbeid, og hvor lang tid de trenger for å utføre sine oppgaver. På denne måten blir det klart hvordan den enkeltes jobb påvirker andres, det ventes at denne planen skal være pålitelig.³¹ Denne påliteligheten måles løpende gjennom PPU(Prosent Planlagt Utført), som gir et bilde på hvor mange prosent. Dette er et bilde på hvor mange prosent av de planlagte arbeidsoppgavene som faktisk har blitt utført innenfor et gitt tidsrom. Målsettingen er hele tiden flyt i produksjonen, og alle avvik skal registreres og dokumenteres fortløpende. Ved å sikre effektivt samspill og kommunikasjon, er Last Planner ment å bidra til å knytte virkelighet og plan sammen.



Figur 13: Lappeteknikk

3.4.5 Trimmet prosjektering

I forbindelse med deler av byggingen av nye St. Olavs hospital, som vi skal se nærmere på senere i oppgaven, har en tilnærming kalt "Trimmet prosjektering" vært i bruk. Denne bygger på de sju forutsetningene for sunn produksjon, men omhandler en større del av byggeprosjektet enn bare selve bygge- og gjennomføringsfasen.

De syv forutsetningene for "Trimmet prosjektering" er at³⁵:

1. Den foregående aktiviteten skal være avsluttet.
2. De nødvendige beslutninger skal være tatt.
3. Den nødvendige kompetansen skal være tilstede.
4. De nødvendige ressurser skal være tilstede.
5. Det skal være satt av nok tid.
6. Motstridene krav skal være avklart.
7. Ytre forhold skal være avklart (Tillatelser fra myndigheter og lignende).



4 Anvendelsen av BIM og Lean

4.1 Dagens tendenser

Byggenæringen har den siste tiden forstått at det er nødvendig å sette fokus på problemene med liten produktivitet og mye byggefeil. Slik situasjonen er i dag er det noen ildsjeler som jobber hardt for å binde bransjen sammen, med mer fokus på samspill på tvers av fag. Dette har resultert i konkrete tiltak og vært tema i flere av seminarene og foredragene vi har deltatt på.

I dette kapittelet ønsker vi å se nærmere på hva som foregår i byggenæringen når det kommer til arbeidet med å fremme BIM og Lean. Vi ønsker også å trekke frem organisasjoner og aktører som står sentralt i dette arbeidet, og illustrere dagens situasjon med konkrete eksempler. Når det gjelder eksempler har vi gjort et fornuftig utvalg basert på oppgavens mål og den tiden vi har til rådighet. Spesielt har vi trukket fram Nye St. Olavs Hospital – Helsebygg Midt-Norge. Dette er foreløpig det eneste prosjektet her i landet som har tatt i bruk både BIM og Lean.

4.1.1 buildingSMART

BuildingSMART er en non-profit, medlemsstyrt organisasjon. Medlemmene er aktører fra alle sjikt i byggenæringen, som jobber felles for å fremme og forvalte åpne standarder. Disse standardene muliggjør effektiv informasjonslogistikk i byggenæringen, og flere aktører har begynt å se mulighetene for å effektivisere sine forretningssystemer ved bruk av buildingSMART-teknologi. Ideen bak BuildingSMART er at effektiv informasjonsflyt og tverrfaglig samarbeid, er nødvendig for å utnytte de mulighetene som ligger i den nyeste teknologien. Ved å bygge på åpne standarder, kan man basere de nye arbeidsprosessene på samhandling, uavhengig av hvilken programvare de ulike faggruppene benytter seg av.^{36,37}

Organisasjonen IAI Forum Norge som ble stiftet i 1997, skiftet i 2008 navn til buildingSMART Norge. Norge har siden den gang vært en del av en Nordisk avdeling, sammen med Sverige, Danmark og Finland, i buildingSMART International. Et voksende engasjement for buildingSMART Norge de siste årene har resultert i en innvilget søknad om å få være en egen og uavhengig norsk avdeling.³⁸ BuildingSMARTs visjoner og mål er samlet i en egen strategiplan (se vedlegg A). Her kommer det frem at BuildingSMART ønsker *”å bidra til et bærekraftig bygget miljø, gjennom SMARTERE deling av informasjon og kommunikasjon mellom alle aktører i bygg, anlegg og eiendomssektoren.”*

I stortingsmelding nr.7 (2008-2009), *”Et nyskapende og bærekraftig Norge”*, trekker regjeringen frem buildingSMART. Meldingen omhandler innovasjons- og nyskapingpolitikk. Regjeringen beskriver buildingSMART som gode eksempler på innovasjonsprosjekter.^{39,40}



St.meld. nr. 7

(2008-2009)

Et nyskapende og bærekraftig Norge

Boks 2.3 Nye løsninger i byggebransjen

Bygg- og anleggsnæringen er en av flere bransjer som er opptatt av utvikling av nye og mer miljøvennlige løsninger. Godt samarbeid mellom aktørene i næringen er avgjørende for å finne frem til nye og innovative måter å arbeide på. Energieffektivisering i bygg er et område med stort potensial for innovasjon. Det kan oppnås blant annet ved utvikling av nye og bedre materialer, bedre og mer effektive byggeprosesser, endrede bygningstekniske krav og materialkrav. Bransjen har i samarbeid med myndighetene igangsatt de bransjeomfattende prosjektene Byggekostnadsprogrammet, Lavenergiprogrammet for bygg og anlegg og BuildingSMART, og opprettet en informasjonsnettside om byggemiljø. Prosjektene skal bidra til økt effektivisering og kostnadsreduksjon, økt bruk av standardiserte IKT-baserte verktøy og bedre og mer miljøvennlige bygg.

Figur 14: Stortingsmelding

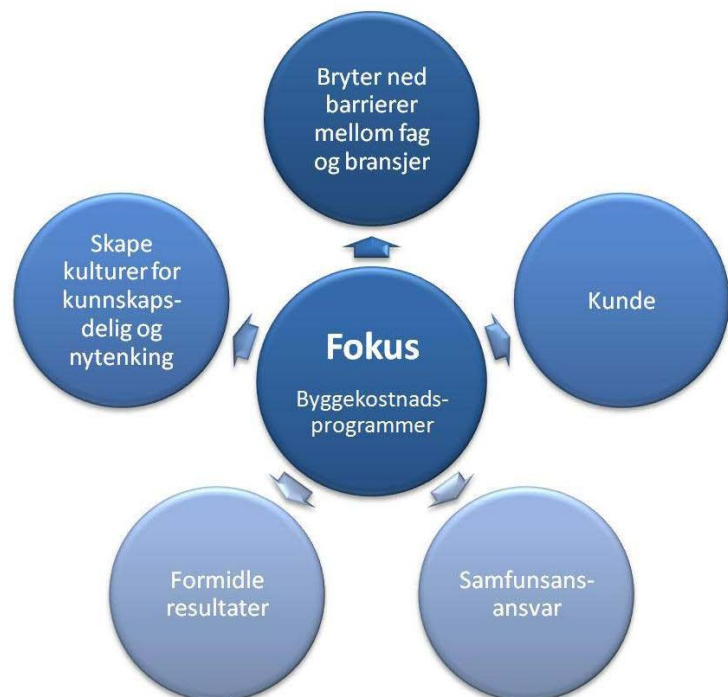
4.1.2 BA-Nettverket

BA-Nettverket er en arena for bedret samspill og dataflyt i byggenæringen. Nettverket ble stiftet i 2003. Det finansieres i hovedsak av aktørenes medlemskap, men er også støttet av Norges Forskningsråd. Det er stor interesse for BA-Nettverket i bransjen og mange av de store aktørene er medlemmer. På nettverkstreff diskuterer medlemmer hvordan bransjen bør utnytte ny teknologi, utvikle standarder, software og lignende.

Nettverkets motto er *"kunnskap skaper muligheter – kjennskap skaper tillit."*⁴¹

4.1.3 Byggekostnadsprogrammet

Det nå avsluttede byggekostnadsprogrammet har vært et samarbeid mellom byggenæringen og myndighetene. Det har pågått over 5 år og samlet flere av de største aktørene på markedet som har gitt sitt bidrag til programmet ved å gjennomføre forskjellige typer forsknings- og forbedringsprosjekter. Programmets hovedmål var *"å øke kvaliteten på det som bygges og samtidig øke lønnsomheten i næringen"*.⁴² Fokusområdene var økt produktivitet, bedre kundekompetanse og bedre ledelse og ansvarliggjøring i alle ledd. Mange av disse prosjektene har hatt fokus på BIM og/eller Lean med titler som "BIM i praksis", "buildingSMART-IFC i byggenæringen", "Kutt sløsing – sammen", "Virker Lean?" og "Hva skjer egentlig i en Lean-prosess?" Deltakerne mener de har opparbeidet seg nyttige erfaringer, og prosjektene kan vise til gode resultater.⁴³



Figur 15: Byggekostnadsprogrammet

4.1.4 BIM

Næringen preges i dag av mye uklarhet rundt temaet BIM. Noen har implementert BIM, noen mener de ikke har behov for det, mens andre igjen har valgt å bli sittende på gjerdet og se an utviklingen før de setter i gang. Dette fører til at det ofte blir nødvendig å beherske både ny og tradisjonell byggeprosess i et BIM-prosjekt. Man må derfor hele tiden tilpasse rutinene alt ettersom hva slags prosjekt man jobber på og hvem man jobber med.

4.1.4.1 Kraftig økning i bruk av BIM

Det har generelt sett vært en kraftig økning i BIM-bruk de siste årene, både nasjonalt og internasjonalt. En omfattende undersøkelse det amerikanske konsultentselskapet McGraw-Hill Construction har gjort vedrørende "Business Value of BIM" viser at BIM øker konkurransedyktigheten og produktiviteten hos brukerne. I USA bruker i dag 50 prosent av byggenæringen BIM, tross økonomiske nedgangstider melder de deltakende bedriftene at de ser nytteverdien av BIM-bruk. Den samme undersøkelsen viser også at en av tre amerikanske ingeniørbedrifter har negativ avkastning på sine BIM-investeringer. Dette forklares i rapporten ved at ingeniørene foreløpig ser mindre innsparinger i ressurser, som tid og penger, enn andre yrkesgrupper. Samtidig trekkes ofte programvarens dårlig funksjonalitet frem av amerikanske ingeniører.¹

Steen Sunesen er nylig utnevnt som ny daglig leder i buildingSMART Norge. I en pressemelding sier han at *"tiden er moden for å få buildingSMART ut i de konkrete byggeprosjektene i større grad enn i dag"*.⁴⁴

4.1.4.2 Tverrfaglig samarbeid om BIM

Flere av landets store rådgiverselskaper har startet et samarbeid for å finne de beste BIM-løsningene. *"Vi tror alle at BIM kan bidra til bedret samhandling mellom de ulike aktørene i byggenæringen"* uttaler John Nyheim, administrerende direktør i Norconsult til Teknisk Ukeblad. Flere av rådgiverne har god kjennskap til Norsok-prosjektet, som utviklet felles standarder og prosedyrer for olje- og gassektoren. De håper nå på en lignende suksess i byggenæringen.⁴⁵

Norsk Teknologi og Norsk Rørleggerbedrifters Landsforening har tatt initiativ til et tverrfaglig forum for at aktørenes kan møtes og diskutere mulige løsninger. Det første skrittet ble tatt da det ble arrangert en samling i Arkitektenes Hus. Bygherrer, arkitekter, prosjekterende og utførende innen elektro, rør og ventilasjon var til stede.⁴⁶

4.1.4.3 Byggherrens mulighet til å påvirke BIM-utviklingen

Tendensen i dag er at flere byggherrer går ut og krever BIM. Dette medfører at andre aktører i bransjen blir nødt til å ta i bruk BIM for å være konkurransedyktige. Offentlige byggherrer som Statsbygg og Forsvarsbygg har allerede satt BIM som krav i flere prosjekter.

Statsbygg startet sin BIM-satsning allerede i 2005, og har utarbeidet en intern BIM-strategi kalt "1-5-15-alle". Denne strategien beskriver i hvilken grad Statsbygg har tatt i bruk BIM i sine byggeprosjekter fra implementeringen og frem til i dag. De har en målsetning om at alle nye prosjekter skal benytte BIM innen utgangen av året, og har laget en egen BIM-manual som fastslår hva som skal inn i modellen i hver enkelt fase med utgangspunkt i "krav-BIM" i IFC-format. Statsbyggs BIM-manual er i stor grad

inspirert av manualene til det finske og amerikanske Statsbygg, *Senatti* og *General Services Administration*.²¹

4.1.4.4 Bestillerkompetanse

I fremtiden vil BIM-kompetanse kunne bli avgjørende når det kommer til hvem som vinner en anbudskonkurranse. Flere prosjekter i dag har allerede fokus på BIM- kompetanse både hos bestiller og de som skal utføre jobben. Blant annet gjelder dette for byggingen av nytt sentralsykehus i Østfold. Her var flere av landets ledende, rådgivende firmaer inne og leverte tilbud på jobben. I denne konkurransen var det lagt vekt på flere kriterier enn bare pris, blant annet oppgaveforståelse.⁴⁷



Figur 16: Oversiktsbilde av sykehuset i Østfold

4.1.5 Lean

4.1.5.1 Lean Construction Norge

En viktig aktør i arbeidet med Lean nasjonalt, er Lean Construction NO(LC-NO). LC-NO er en del av det internasjonale nettverket Lean Construction Institute(LCI) og er drevet av medlemmene som her får en arena til å dele erfaringer og presentere nye ideer. Fafo har tatt initiativet til oppstarten av nettverket, og medlemmene er representanter fra ulike aktører i byggenæringen (vedlegg D)Formålet er å skape faglig kunnskap, nasjonalt og internasjonalt, om prosjektproduksjon i bygg og anlegg.

Nettverket arrangerer seminarer og nettverksmøter, hvor det blir informert om og presentert aktuell Lean-forskning. Tidligere i år var Glenn Ballard i Oslo og snakket om utfordringer og muligheter ved implementering av Lean Construction, og hvilket potensial vi kan forvente ved implementering her i Norge.⁴⁸ Ifølge Ballard er det viktig å bruke prinsippene fra Last Planner som hjelpemiddel til å stabilisere prosesser. Ved implementeringen må man ikke si seg fornøyd med en gang man ser resultater, men bedrive en kontinuerlig forbedring. Ledere må gå foran som et godt eksempel for de ansatte. Ballard mener det i første omgang er entreprenørene som vil få størst gevinst ved en implementering, men presiserer samtidig viktigheten av at alle er med og "drar lasset". Da vil gevinstene bli større og etterhvert tilfalle alle.

4.1.5.2 Næringens egne tilpasninger til begrepet Lean

Når det snakkes om Lean i byggenæringen, er det i første rekke de tiltak som gjøres i utførelsesfasen det er fokus på. Herunder finner man blant annet verktøy som Last Planner, og forskjellige metoder med fokus på involverende planlegging. Det er mange entreprenører som benytter seg av disse metodene, da de har sett verdien i å la de som faktisk skal utføre jobben være med i planleggingsfasen. Mange velger imidlertid å bruke andre navn og begreper enn Lean, en vanlig "oversettelse" er for eksempel trimmet bygging.

4.1.6 Koblingen mellom BIM og Lean

På bakgrunn av seminarer vi har deltatt på og teori vi har lest, har vi ikke fått inntrykk av at det er mange i byggenæringen som kombinerer BIM og Lean. Dette ser ut til å ha kommet lengre i land som for eksempel USA.

I en artikkel datert 6. februar 2010 fra Byggeindustrien hvor man ser på byggenæringen fremover, nevnes både BIM og Lean Construction som viktige faktorer: *”Forskning viser videre at kun ca 1/3 av tiden på byggeplass brukes til direkte produksjon og det samme gjelder blant prosjekterende, så her er potensialet for effektivisering stort. Her vil man ved å benytte prinsippene fra Trimmet prosjektering/trimmet bygging (Lean Construction) oppnå store gevinster... Nå er også innføring av BIM kommet i gang. Og da må det ikke stoppe med at vi bare får et tredimensjonalt tegneverktøy for å unngå kollisjoner mellom avløpsrør og ventilasjonskanaler. Her ligger det store muligheter til å samle og effektivisere informasjon. BIM må bli et verktøy planlegging, varebestillinger, logistikk og ikke minst i drift av bygget når det er ferdigstilt.”*⁴⁹

I USA har Sutter Health, som er en stor sykehuseier i nordlige California, besluttet å benytte BIM og Lean Construction i alle sine prosjekter, og har allerede gjort seg gode erfaringer med denne kombinasjonen. Et eksempel på dette er prosjektet The El Camino Medical Office Building i San Francisco, som ble ferdigstilt i mars 2007. I dette prosjektet ble det benyttet både BIM og metoder fra Lean Construction. Byggetiden ble estimert til å være 6 måneder kortere enn ved en tradisjonell byggeprosess, og prosjektet ble fullført under budsjett. Det ble i tillegg registrert en økning i produktiviteten på 15-30 % av det som var industriell standard.¹

4.1.6.1 Nye St. Olavs Hospital – Helsebygg Midt-Norge

I arbeidet med å kombinere BIM og Lean i norske prosjekter har Helsebygg Midt-Norge kommet langt. De planlegger å benytte seg av begge deler under byggingen av Kunnskapssenteret ved nye St. Olavs Hospital.



Figur 17: St. Olavs Hospital

Helsebygg Midt-Norge (HBMN) er byggherre og skal stå for utvikling, planlegging og utbygging av det nye St. Olavs Hospital i Trondheim. Prosjektet skal stå ferdig i 2014 og vil ha et samlet budsjett på 12,4 milliarder kroner, og et samlet byggeareal på 197 500 kvm. Prosjektet er delt opp i to byggefaser:

1. Byggefase 1, ca 90 000 kvm, byggetid 2002-2006
2. Byggefase 2, ca 107 000 kvm, byggetid 2006-2014

Byggefase 1 ble gjennomført på basis av tradisjonell forståelse av prosjektstyring, som er "vanlig" i norsk byggebransje. I byggefase 2 er det blitt tatt i bruk Trimmet Bygging (TB) som er HBMNs egen versjon av Lean Construction, og omfatter mange ulike metoder og verktøy. TB er den praktiske metoden som er benyttet for å optimalisere produksjonen for alle parter i sykehusprosjektet, og er en sentral del av "K5". K5 er utviklet av HBMN og er den forpliktende samhandlingsmodellen prosjektet gjennomføres etter i byggefase 2. De fem K-ene i K5 har følgende fokuselementer: kompaniskap, kompetanse, koordinering, kreativitet og kommunikasjon. Modellen har som mål å sikre produksjon, redusere kostnader og byggefeil, dempe konfliktnivået, og trygge sykehusdriften mens det bygges.^{50,51}

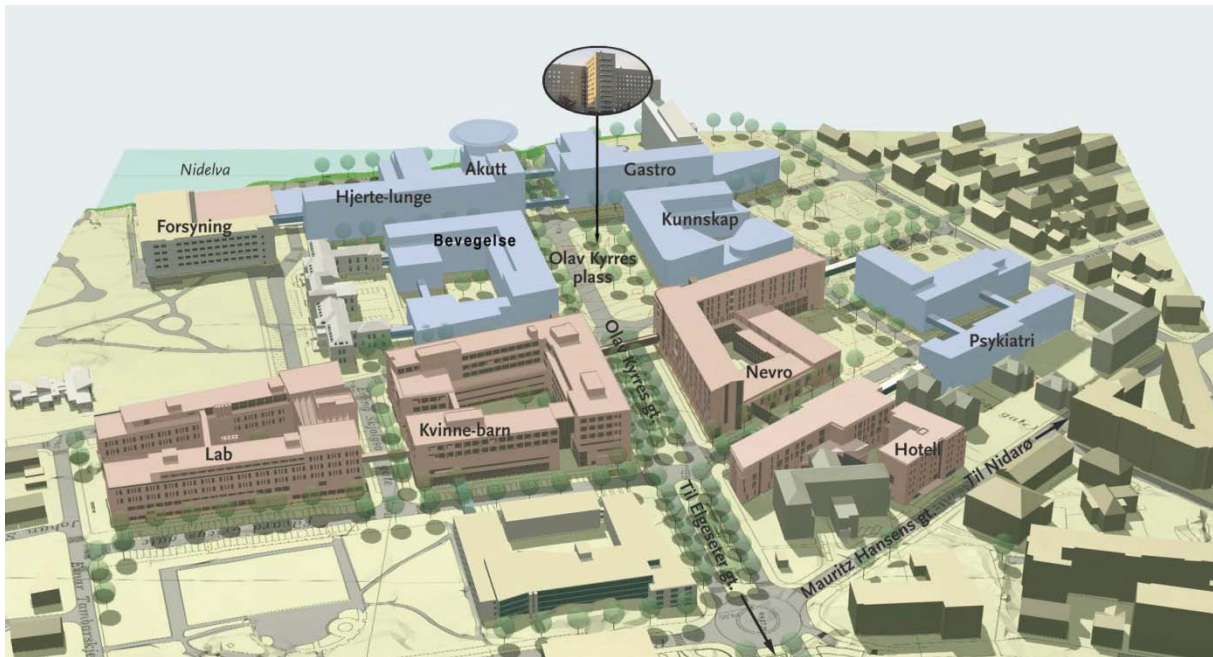
I TB hos HBMN legges *de syv forutsetningene for sunn produksjon*, og *trimmet prosjektering* til grunn som regler for å sikre god framdrift. I tillegg brukes Last Planner som et verktøy for å sikre god planlegging.

Det ble i 2009 besluttet å bruke BIM i Kunnskapsenteret som har byggestart i mai 2011, og som skal stå ferdig i oktober 2013. HBMN ønsker at *Kunnskapsenteret* skal bli et demonstrasjonsprosjekt for BIM og Lean Construction. I et foredrag av Karl Oscar Sandvik (15.04.10), HMS og kvalitetssjef i HBMN, forteller han hvordan de har valgt å benytte seg av BIM for å understøtte K5 som gjennomføringsmodell. De mener K5 har de metodene og verktøy *"som er nødvendig i dagens situasjon"*. HBMN *"ønsker å anspore alle BIM-leverandører og våre rådgivere og entreprenører til å effektivisere vår byggemetode."* Sandvik beskriver videre i sitt foredrag, tre viktige metodevalg gjort for Kunnskapsenteret:

1. BIM benyttes for å visualisere løsninger, prosesser og resultater. Dette gjøres for å sikre at prosjektets status og fremdrift kan kommuniseres til alle deltakere på en god måte.
2. Trimmet bygging gjennomføres for å oppnå bedre kvalitet, tempo, kostnadsreduksjon og sikkerhet. Trimmet bygging benytter en organisering, der de best kvalifiserte benyttes, uansett organisasjonsmessig tilhørighet.
3. Samhandlingen skal gjelde alle deler av prosjektet fra oppstart og frem til at gode FDVU-systemer er på plass. Målet er at alle deltakere skal ansføres til å arbeide til prosjektets beste, og ikke dyrke egeninteresser.⁵²

Gjennom et kartleggingsprosjekt har man sett på hvordan TB i en kombinasjon med BIM, vil fungere i Kunnskapsenteret. Erfaringer fra dette kartleggingsprosjektet viser at videre utvikling av effektive prosesser for trimmet prosjektering og trimmet bygging, kan skje med bruk av BIM. I rapporten fra Byggekostnadsprogrammets prosjekt *"Organisasjonsutvikling og læring knyttet til trimmet bygging"*, der St. Olavs Hospital var én av casene, beskrives erfaringene fra kartleggingsprosjektet slik: *"Trimmet prosjektering og trimmet bygging er en forutsetning for effektiv utvikling av BIM, og BIM vil være en naturlig videreføring av erfaringene med trimmet bygging. En slik utvikling må skje i et nettverk av parter som dekker hele verdikjeden innen bygg og anlegg. Gjennom bruk av BIM kan man i langt større grad enn hittil kommunisere løsningene mellom de prosjekterende og brukerne i designfasen."*⁵⁶

Prosjektstyret i Helsebygg Midt-Norge vedtok 19. mai å tildele byggekontrakten for Kunnskapsenteret til Veidekke AS. Veidekke hadde ikke den laveste prisen, men den beste totalløsningen basert tildelingskriteriene.⁵³



Figur 18: Oversiktsbilde av St. Olavs Hospital

I Skanska har de utviklet et nytt konsept kalt Skanska Xchange hvor BIM og Lean-tankegangen står sentralt. Siden vi skal se nærmere på Skanska Xchange senere i oppgaven, unnlater vi å beskrive dette ytterligere her.

4.2 Intervju

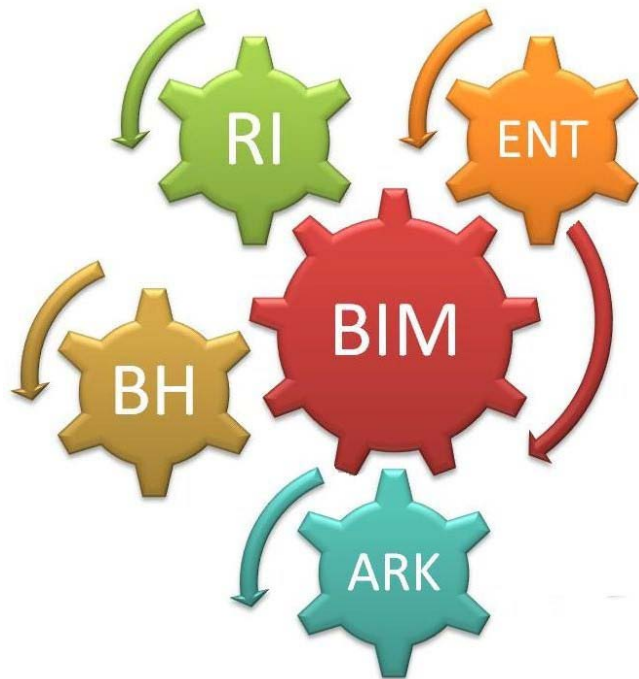
4.2.1 Vårt valg av intervjuobjekter

En byggeprosess inneholder mange aktører og vi ønsket synspunkter fra flere av disse for å legge et bredere grunnlag for oppgaven. Vi har derfor valgt å ta kontakt med byggherre, rådgivende, entreprenør og arkitekt, som er de mest sentrale aktørene i en byggeprosess. Etter å ha deltatt på flere seminarer og foredrag har vi opparbeidet en god oversikt over hvilke bedrifter som ligger langt fremme når det kommer til implementeringen av BIM. Valg av bedrifter til intervjurunden er derfor et resultat av dette, da vi hovedsakelig ønsket å møte bedrifter som hadde god kjennskap til og erfaring med BIM. Dette for å få best mulig kjennskap til hvordan arbeidet med BIM fungerer i praksis.

Intervjuobjektene fra de ulike aktørene ble i stor grad bestemt av bedriften selv, etter at de hadde fått presentert oppgavens tema og problemstilling. Arkitektkontoret Gasa hadde nettopp startet arbeidet med sitt første BIM-prosjekt, og var i en tidlig implementeringsfase. Erfaringene deres må derfor sees i lys av at de ikke hadde brukt BIM i tidligere prosjekter.

Dette er aktørene vi bestemte oss for å intervju:

- Entreprenør: Skanska Norge
- Byggherre: Statsbygg
- Rådgivende: Multiconsult
- Arkitekt: GASA



Figur 19: BIM-tannhjul

4.2.2 Valg av spørsmål

Vi valgte å stille de samme spørsmålene til de fire intervjuobjektene fordi vi ønsket å sammenligne de ulike aktørenes erfaringer med BIM.

Vi har hovedfokus på BIM i intervjuene fordi det er BIM de fleste intervjuobjektene i hovedsak har kjennskap til. Derfor er de fleste spørsmålene derfor knyttet opp mot det. Men siden vi også ønsker å belyse bruk av Lean i forhold til BIM, har vi også med spørsmål knyttet til Lean.

Vi har valgt følgende spørsmål som grunnlag i intervjuene:

1. Hvorfor har dere valgt å implementere BIM?
2. I hvor stor grad benytter dere BIM i arbeidet?
3. Hva ønsker dere å oppnå med å implementere BIM?
4. Hvilke utfordringer har dere hatt i forbindelse med implementeringen av BIM?
5. Ser dere noen konkrete resultater ved å bruke BIM?
6. Hvilke erfaringer har dere gjort dere? Hva er bra? Hva kan bli bedre?
7. Har dere noen kjennskap til Lean?
8. Har dere noen tanker om hvordan man kan kombinere BIM og Lean?
9. Hvordan er situasjonen i byggenæringen om 5-10 år?

Spørsmålene er valgt i et forsøk på å finne ut så mye som mulig om bedriftens forhold til BIM.

Vi er interesserte i hvordan implementeringen har foregått, hvilke erfaringer de har gjort seg underveis, og hva de konkret benytter BIM til i sitt arbeid. I tillegg ønsket vi å finne ut om de hadde noen kjennskap til Lean, og På hvilke måter de mener at BIM og Lean kan kombineres for å øke produktiviteten i byggeprosessen. Ved å belyse ulike utfordringer knyttet til BIM-bruk kan vi se om elementer fra Lean kan benyttes for å løse disse. Det siste spørsmålet er tatt med for å finne ut hvordan de ulike aktørene ser for seg at utviklingen av byggenæringen vil bli, med hensyn på den omstillingen ny teknologi og nye arbeidsformer vil føre med seg. Det er spennende å høre aktørenes meninger om dette. Dersom disse meningene spriker stort mellom de forskjellige aktørene, må dette tas med i vurderingen når vi ser på mulighetene for hvordan man best kan se for seg kombinasjonen av BIM og Lean

Det viste seg at intervjuene utviklet seg mer til samtaler noe som gjorde det vanskelig å transkribere. Med godkjenning fra de ulike intervjuobjektene, har vi utelatt noe av det som ble sagt under intervjuet. Det gjelder spesielt ting som ble nevnt, men som ikke er relevant for oppgaven, og gjentakelser. Alt som kommer frem er uttalelser fra intervjuobjektene og vi har i sammendragene ikke kommentert noe utover det som ble sagt.

4.2.3 Intervju med Multiconsult

Multiconsult er et landsdekkende og internasjonalt selskap, som er ledende innen rådgivning og prosjektering. Som totalleverandører av rådgivningstjenester har de etter mange års erfaring opparbeidet seg mye kunnskap om BIM. Thor Ørjan Holt, leder av BIM-avdelingen i Multiconsult, holdt et spennende foredrag kalt *Hvordan kan BIM påvirke rollen som prosjekteringsleder* under FBA-seminaret vi deltok på. Da vi kontaktet han etter kurset, ville han gjerne møte oss for å svare på spørsmål om temaet.



4.2.3.1 Sammendrag av intervju

I følge Holt har Multiconsult sett nytteverdien av BIM i ulike prosjekter en god stund allerede. Det er stadig flere av Multiconsults kunder som kaster seg ut i BIM-sirkuset, og konkurransedyktighet har derfor vært selskapets kjernepunkt for BIM-satsning.

”Det effektive potensialet bygningsinformasjonsmodellene har, ligger hovedsakelig i datamaskinen. Foreløpig klarer ikke byggenæringen å utnytte potensialet fullt ut. Det finnes unntak, og disse aktørene ligger et hakk foran flertallet i teknologiutviklingen,” sier Holt, og understøtter dette med at BIM er fremtidens teknologi, og at det er derfor viktig å følge med i dagens utvikling.

Multiconsult legger opp en BIM-strategi før oppstart i hvert bygg- og samferdselsprosjekt. BIM er spesielt aktuelt i prosjekter der Multiconsult har ansvar for to eller flere fag. I en forberedende fase diskuteres det om BIM vil være lønnsomt i det aktuelle prosjektet. I Multiconsult er BIM-strategi en obligatorisk del av en forberedende fase, uavhengig av prosjektets kompleksitet.

I følge Holt er BIM et verktøy for kvalitetssikring og for å bedre informasjonsflyten. Fokuset i BIM er tverrfaglig prosjektering, og å sørge for at aktørene sitter med samme informasjon til samme tid. *”Det interessante er om bygningen henger sammen, om de ulike aktørene har utført riktige løsninger i forhold til hverandre, og at ingenting er glemt”.* Ved feil og mangler i modellene utføres forbedringer som vil være med på å bedre sluttkvalitet.

Ved å bruke BIM, ønsker Multiconsult å utvikle forbedrede samarbeidsformer og å få utnytte teknologien bedre. Holt mener at Multiconsult vil kunne levere moderne og kvalitetssikre produkt til sine kunder, og dermed tjene mer penger selv. Holt understreker at selskapet selger produkter i form av råd, tjenester og veiledning, og er avhengig av å bli anerkjent som moderne og kvalitetssikkert.

”I bransjen generelt er det dokumentert at mange byggefeil oppstår på grunn av måten den prosjekterte løsningen er presentert på tegning.” Det kan være feil på tegningene, ulike mangler, ulike mål og lignende. Holt mener at hvis BIM kan redusere disse byggefeilene med noen prosent vil avgjørende ressurser, tid og penger bli spart. *”Hvis vi klarer å gjøre mindre feil, så bruker vi mindre timer på å rette opp, tjener mer penger, kunden blir mer fornøyd, og samfunnet får det bedre med at vi ikke må gjøre så mye om igjen og benytte så mye mer materialer.”*

I følge Holt har software vært en stor utfordring for implementering av BIM hos Multiconsult. *“Det finnes ulike programmer som er veldig bra for de ulike typene aktører. Mange av disse programvarene går dårlig overens, noe som gjør det vanskelig å benytte de i samme prosjekt. IFC kan benyttes for å løse noen av problemene, men det finnes aktører som ikke har tilgang på IFC-verktøy i det hele tatt. I tillegg til at teknologien er vanskelig å bruke er den ikke evigvarende og må stadig fornyes. Utviklingen av programvarer og forbedrede versjoner av software er viktig, men mye av hensikten blir borte hvis utviklingen av åpne grensesnitt ikke følges opp på lik linje.”* Multiconsult roser Statsbygg som i dag promoterer IFC som et element, men Holt mener at IFC i seg selv er ikke nok. Det må inn i objektbibliotekene, kontraktene, ytelsesbeskrivelsene og lignende. På sikt er Holt positiv til dette og ser allerede effektene av dette i konsernet. *“Per i dag er BIM en dyr investering, og modellene er kostbare å produsere,”* sier Holt, men sier videre at de ekstra kostnadene er forbigående, ettersom BIM på sikt blir naturlig integrert i organisasjonen.

“For mange er BIM kun 3D. Det er fortsatt mange som sverger til 2D-tegninger, og interessen for ny teknologi og BIM er overhode ikke til stede.” Videre kan Holt fortelle at det går generelt med mye tid til opplæring av ansatte i bruk av ny software. Mangel på interesse for å lære seg ny teknologi blant de ansatte fører til utfordringer og sløsing med kostbar tid.

I følge Holt kommer ledende byggherrer, som for eksempel Statsbygg, med stadig ulike typer krav til BIM i prosjekter. Foreløpig er BIM så avansert og ukjent for byggenæringen at en modell alene ikke er tilstrekkelig for aktørene, som stort sett er vant til 2D-tegninger. *“Dersom vi lager BIM-modeller uten å ha en klar formening om hva den skal brukes til, vil vi ofte kaste bort masse tid.”*

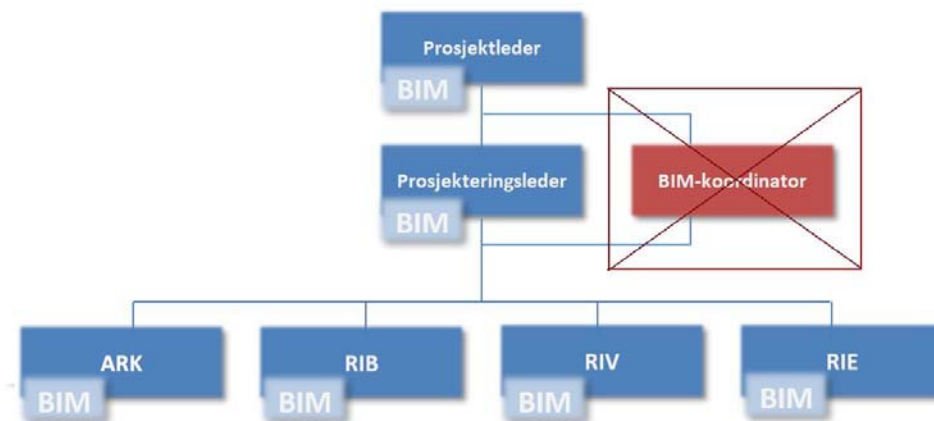
Hos Multiconsult har BIM bidratt til større totalforståelse hos de ulike fagområdene. Nytteverdien av å se sitt eget arbeid i relasjon til andres arbeid er stor, og har i flere tilfeller ført til økt kvalitet. *“Det er en spesiell følelse å jobbe i en modell integrert med alle andre – du skjønner din del på en bedre måte,”* sier Holt, og forteller videre at BIM har bidratt til større trivsel på arbeidsplassen for ansatte i Multiconsult. Det har ført til stort engasjement, spesielt blant bedriftens unge ansatte. Nyutdannede vokser fort som ingeniører hvis de får utfolde seg i kjente arbeidsformer de trives med. De yngste ingeniørene har vokst opp med media og verktøy som ligner mer på BIM-verktøyene enn 2D-tegninger og tegnebrett.

Lean er et kjent begrep i Multiconsult. Holt mener Lean er med i alle prosesser, og at det er mulig å gjøre ting enklere, billigere og mer effektivt stort sett bestandig. I følge Holt defineres Multiconsult Lean som *“bedre kommunikasjonsflyt, ingen hindringer og ingen unødvendige prosesser underveis”*.

BIM-koordinator er en kjent stilling for bedrifter som satser på BIM. Holts filosofi er at BIM skal være implementert i alle ledd slik at alle kan kommunisere med samme verktøy uten å ha en ekstern BIM-støtte. *“En ekstra ansatt betyr høyere lønnskostnader, og er et unødvendig ledd i kommunikasjonskjeden.”* BIM-koordinator er derfor ingen optimal løsning på lang sikt sett fra et Lean perspektiv, men er nødvendig i en oppstartsperiode.

Holt trekker paralleller fra dagens BIM til oljeindustriens informasjonsmodeller. Han mener byggenæringen har mye å lære av mange års erfaring med vellykkede prosjekter offshore. Til tross for større budsjett og omfang er det mange av de samme prinsippene som ligger til grunne.

I følge Holt er det foreløpig ikke Multiconsult og andre rådgivende selskaper som mottar den største gevinsten av en vellykket BIM. Han mener fortjenesten foreløpig ligger igjen hos entreprenør.



Figur 20: Organisasjonskart

4.2.4 Intervju med Statsbygg

Statsbygg er en offentlig byggherre, og er en forvaltningsbedrift som skal tilby funksjonelle lokaler til statlig virksomheter.



Statsbygg opptrer på vegne av staten som blant annet byggherre, eiendomsforvalter og eiendomsutvikler, og gir råd ved kjøp og leie av lokaler. Vi møtte Morten Haveraaen fra *Statsbygg forskning og utvikling* (FoU). Denne avdelingen jobber med nyskaping og innovasjon, og har som navnet tilsier, et mål om å *være et forbilde og en pådriver for forskning og utvikling innen byggenæringen*.

4.2.4.1 Sammendrag av intervjuet

I følge Haveraaen så Statsbygg tidlig potensialet i BIM og valgte å implementere denne teknologien som en av de første byggherrene i landet. *"Vi ville med dette statuere et eksempel og tok litt samfunnsansvar på vegne av byggenæringen. Statsbygg innså at noen faktisk må ta det første skrittet når det er snakk om et såpass stort "løft" som innføringen av BIM innebærer."*

"Selv om vi vet at vi ikke kommer å høste gevinstene av alt arbeidet vi har gjort med dette, så ser vi at noen må være villig til å ta ansvar og legge mye resurser i det og det har vi vært villige til å gjøre."

Haveraaen forteller videre at det overordnede målet med å implementere BIM er å bedre kvaliteten på det som bygges, men på sikt ser de helt klart for seg at det vil påvirke byggekostnadene i positiv retning. *"Statsbygg skal ofte forvalte byggene, og vil derfor ha nytte av en BIM-modell i hele byggets levetid. Ved å inkludere FDV-informasjon i modellen vil vedlikeholdsarbeidet bli betydelig enklere."*

Statsbygg har som mål at alle byggeprosjekter over 50 millioner skal gjennomføres med BIM. Det er satt i gang flere prosjekter hvor det benyttes BIM, men foreløpig er disse kun i planleggingsfasen. Derfor har Statsbygg ingen konkrete erfaringer med et fullført BIM-prosjekt foreløpig, men erfaringene fra prosjekteringsfasen er så langt positive. I følge Haveraaen brukes BIM i byggeprosjektene for å få en mer systematisk oversikt. Han forteller videre at det ved oppstart blir laget et byggeprogram som består av et romprogram og et funksjonsprogram. Etter hvert som man kommer lengre i prosessen berikes modellen med stadig flere lag, ettersom arkitekt og de forskjellige rådgivende ingeniørene kommer med sine bidrag på bakgrunn av Statsbyggs BIM-manual. *"Her kommer den første konkrete gevinsten inn i bildet, ved at man kan utføre kollisjonskontroller for å se om fag kommer i konflikt med hverandre. Videre kan man vise modellen til kunden for bedre å visualisere det ferdige bygget, gjerne også i kombinasjon med GIS-modeller slik at man kan se bygget plassert i omgivelsene. Dette ble blant annet gjort på prosjektet med nytt Nasjonalmuseum på Vestbanen."*

I en implementeringsfase vil man i følge Haveraaen selvfølgelig støte på litt utfordringer. Hos Statsbygg har de blant annet erfart at softwaren har vist seg ikke å være pålitelig nok. Dette har ført til at det i en oppstartfase vil bli nødvendig å produsere både en BIM-modell og 2D-tegninger for å være på den sikre siden juridisk sett. Men det tekniske kan relativt enkelt la seg løse. Derfor ligger de største utfordringene på det organisasjonsmessige planet, samspillet mellom de ulike partene i et

byggeprosjekt, og internt i egen organisasjon. *”Det handler om en stor organisasjonsendring. Man skal gjøre ting på en annerledes måte enn før, og det vil alltid være en naturlig motstand og treghet når det er snakk om så store endringer. Det er mye pedagogikk i dette og måten det legges frem på vil ha mye å si for om vi vil lykkes eller ikke.”*

Haveraaen kan fortelle at det er hovedsakelig i forskningsavdelingen hos Statsbygg, at Lean er et tema i dag. Men han mener det kun er et spørsmål om tid før verktøy fra denne filosofien vil få fotfeste i hele organisasjonen. *”Nå som man har konkrete, norske erfaringer og vise til ovenfor byggherreavdelingen fra for eksempel Helsebygg Midt-Norge og St. Olavs Hospital, vil det bli lettere å tydeliggjøre de konkrete effektene av Lean. Så nå begynner byggherreavdelingen å bli interessert i faktisk å kjøre noen prosjekter etter Lean-prinsipper. Og det er da noen som er i ferd med å gjøre dette, ikke i fullskala, men som tar i bruk Last Planner spesielt. Vi har drevet med et element av Lean tidligere i såkalte samspillprosjekter, som er en mer kontraktuell totalentreprise hvor vi får inn entreprenør tidlig, og sammen jobber for å få frem den virkelige kostnaden.”* I dag har Statsbygg to prosjekter hvor det tas i bruk Last Planner, Domus Medica i Oslo og musikkfagbygget på Universitetet i Agder. I følge Haveraaen er Last Planner noe konkret og forståelig som kan kobles direkte opp mot prosesser man kjenner igjen. *”Derfor har det vist seg hensiktsmessig å introdusere Lean gjennom dette verktøyet.”*

En eventuell kombinasjon av BIM og Lean er helt åpenbar, mener Haveraaen. *”Hvis man kan si at BIM er et redskap for fysisk kollisjonskontroll, så er Lean mer et redskap for samarbeidsrelasjonenes kollisjonskontroll. Du har den sosiale siden som Lean tar, og den tekniske siden som BIM håndterer, og til sammen blir jo det et mye mer potent verktøy,”* sier Haveraaen, men understreker at dette er nok fortsatt litt frem i tid for Statsbygg sin del, og det vil fortsatt komme til å bli kjørt mange tradisjonelle prosjekter med enkle totalentrepriser. *”Helsebygg Midt-Norge er et hestehode foran oss når det kommer til å benytte seg av både Lean prinsipper og full integrasjon av BIM i gjennomføringen.”*

Om 5-10 år håper han å se relativt store endringer blant de største tyngste aktørene på markedet. *”Det vil nok være helt naturlig for oss som en stor byggherre å benytte oss av både BIM og andre digitale verktøy. Jeg ser for meg at for eksempel prosjektweb-systemer er fullstendig implementert i vår organisasjon innen 5-10 år. Samtidig må man huske på at byggenæringen er en stor bransje, som også består av mange små 2-3 mannsforetak som bygger hus og hytter, og som neppe vil komme til å befatte seg noe særlig med BIM i sitt arbeide.”*

4.2.5 Intervju med Skanska

Siden Skanska har vært en viktig samarbeidspartner i arbeidet med oppgaven vår, var det naturlig å intervju disse som representant for entreprenør-siden. Skanska er en av landets største entreprenører, og har en ambisiøs BIM-strategi. *“Skanska har som mål å bli verdens ledende entreprenør innen BIM med et verdensomspennende kompetansemiljø som Skanska Norge er en vesentlig aktør innen. Skanska Norge satser kraftig på BIM og dette ansvaret er lagt til BIM-avdelingen i Skanska Teknisk.”*⁵⁴ BIM-avdelingen består i dag av sju ansatte, og har som oppgave å lede implementeringen av BIM i Skanska. De er også ute som støtte på prosjekter, hjelper prosjekteringsleder med de digitale verktøyene og koordinerer BIM-modellene. Vi har intervjuet lederen for denne avdelingen, Rupert Hanna.

4.2.5.1 Sammendrag av intervjuet

I følge Hanna var Skanska som entreprenør, tidlig ute med å implementere BIM. Han kan fortelle at de valgte å gå foran for å finne ut hvor mye de faktisk kunne få ut av teknologien, i stedet for å velge en “tilbakelemt tilnærming” og sitte på gjerdet og betrakte utviklingen.

“Ja, det koster å implementere BIM, men har man råd til å la det være? Man får en retur på investeringene. Hvis man ikke følger med, risikerer man å miste konkurransefortrinn.” sier Hanna, og legger til at dette er beslutninger som er tatt langt oppe i konsernledelsen. Konsernsjef i Skanska, Johan Carlström gikk i 2009 ut med en strategi som sa at BIM skal brukes i alle større prosjekter, fra 500 millioner og oppover, hvor Skanska er totalentreprenør.

Som hovedgrunn til implementeringen, trekker Hanna frem den muligheten BIM gir til å kontrollere dagens digitale dataflyt. Det å kunne samle alt av relevant informasjon ett sted, kun en gang, skaper en mye enklere og ryddigere prosess.

“Poenget er at man har en geometri med informasjon, og man har mulighet til å endre på geometri og informasjon. Det er dette som er kilden til alt. Ut ifra den, trekker vi da i første omgang det vi kaller “de lavhengende frukter”. Dette er først og fremst mengdeuttak og kollisjonskontroll. Dette er veldig lett håndterbar informasjon som den prosjekterende enkelt kan se verdien av.”

Hanna forteller videre om en filosofi Skanska har kalt “Fem nuller i byggeprosessen”. En av disse nullene er null feil på byggeplass. *“Hvis man trekker dette bakover må man ha null feil i prosjekteringsunderlag, null feil i kalkulasjon osv. Her vil en BIM-modell være til stor hjelp.”*



Figur 21: Fem nuller i byggeprosessen

Den største utfordringen har ifølge Hanna vært å endre folks arbeidsmetoder. *”Det kan være vanskelig fortelle en som er dyktig i jobben sin at han må begynne å gjøre jobben på en annen måte. Vi klarer til og med å levere gode prosjekter med tradisjonelle arbeidsmetoder. Så den største utfordringen er å få folk med på at de skal endre sine arbeidsmetoder,”* sier Hanna og legger til at han tror det er viktig med en ”learning by doing”-innfallsvinkel til implementeringen. *”Når folk er med på suksessprosjektene, og får være med på å høste de lavthengende fruktene, ser de resultater og snøballen begynner å rulle.”*

Et punkt Hanna var spesielt opptatt av, var hvor mye informasjon som faktisk trenger å ligge inne i BIM-modellen til enhver tid. *”Det finnes aktører i bransjen som mener at all informasjon om et bygg skal være i den faktiske modellen. Det mener jeg vil føre til en altfor tungt håndterbar modell. Alle som skal bruke modellen, trenger ikke alt av informasjon. Jeg mener det er mer hensiktsmessig å lagre kun det nødvendige i modellen, og så kan de aktuelle fag hente ut det de trenger å bruke av dette i sine tilstøtende modeller og programmer,”* sier Hanna og bruker blant annet FDV-dokumentasjon som eksempel. Hanna mener modellen heller bør referere til et vedlikeholdssystem som kan inneholde alt av utstyrslistene, vedlikeholdsfrekvenser og håndbøker. Dette gjør selve modellen mer håndterlig, og detaljerte endringer kan gjøres på et ”lokalt plan”.

Når det kommer til Lean, har ikke Hanna personlig mye kjennskap til dette i forbindelse med sitt arbeid, men ser absolutt at det kunne gi resultater hvis man kombinerer BIM og Lean. Ved å se på Skanskas BIM-gjennomføringsmodell med et ”Lean blikk”, mener Hanna at mange av prosessene kan gjøres mer effektive. Hanna har imidlertid et originalt syn på det hele; *”Cluet her er egentlig verken BIM eller Lean, men selve prosjekteringsprosessen. Alle må få en bedre forståelse av prosjekteringsprosessen slik at den kan forbedres med Lean og tilpasses til BIM.*

Hanna mener vi vil se en byggenæring med stadig mer modellering. *”I dag er de fleste store rådgivende selskap i ferd med å implementere BIM, og om bare 5 år har nok også de mindre kommet etter. Det vil bli mer vanlig med rene BIM-prosjekter, altså prosjekter gjennomført med BIM i alle fag. BIM blir tatt i bruk helt fra produksjon, og ut på byggeplassen.”* Hanna legger også vekt på at bestillerkompetansen i byggenæringen må bli bedre. Han mener at de som bestiller et BIM-prosjekt må ha kompetanse og kunnskap om det de bestiller, og må kunne tilby støtte til de parter som trenger det underveis. *”Med BIM har vi et verktøy for å få frem prosjektkjennskap tidligere i prosjektet, og på denne måten kan entreprenøren komme inn allerede fra slutten av forprosjekt. Entreprenør vil få mulighet til å påvirke løsninger som går på byggbarhet, og som derfor igjen vil påvirke prisen.”*, avslutter Hanna og presiserer at dette vil skape mer produktive prosesser.

4.2.6 Intervju med GASA AS.

Arkitektkontoret GASA AS har kontor i sentralt i Oslo og består av totalt 15 medarbeidere. Flere av GASAs gjennomførte prosjekter er resultater av arkitektkonkurranser, og de har mottatt flere priser og utmerkelse for sine arbeidere. Vi intervjuet Camilla Kaupang, sivilarkitekt og BIM-ansvarlig ved kontoret.



4.2.6.1 Sammendrag av intervjuet

Kaupang forteller at GASA jobber for øyeblikket jobber med et BIM-pilotprosjekt, som er på forprosjektstadiet. Siden byggherre har krevd bruk av BIM i dette prosjektet, måtte GASA ta i bruk BIM som et svar på krav fra byggherren. Verken GASA eller de andre konsulentene i prosjektet har tidligere brukt BIM i sitt arbeid. Videre presiserer Kaupang at de ikke hadde implementert BIM om kravet fra byggherre ikke hadde vært til stede. *"Dette er noe vi må bruke mye ressurser på og lære oss å forstå, så det er ikke noe man gjør automatisk eller av eget initiativ,"* sier Kaupang, og forteller videre at de foreløpig bare vil bruke BIM om oppdragsgiver krever det.

I følge Kaupang har kravet fra byggherre om at alle fag skal benytte seg av BIM i dette prosjektet, vært utfordrende. Muligheten for å kjøre en kollisjonskontroll har vært i fokus fra byggherren sin side. Men et problem slik Kaupang ser det, er at de rådgivende ingeniørene vanligvis ikke tegner så detaljert i den tidlige fasen, fordi de vet at arkitekten kommer til å gjøre endringer. Kaupang mener at deres mulighet til å utvikle prosjektet har blitt begrenset av at de andre fagene tegner for mye og detaljert for tidlig, slik at man skal ha mulighet til å kjøre kollisjonskontroller. I følge Kaupang fører dette til mye bortkastet arbeid dersom endringer blir gjort, både for arkitekt og de andre fagene. *"Vi må ha mulighet til å utvikle dette prosjektet før de har tegnet kanalene sine og det har vært en merkelig prosess som vi brukt mye tid på."* Videre forteller Kaupang at i den fasen prosjektet er i nå, så er ikke grunnlaget godt nok til at man kan benytte seg av kollisjonskontroller. Siden man ikke har fintegnet noe, vet arkitekten at det vil komme til å oppstå kollisjoner. *"Vi vet at ting kommer til å kollidere fordi vi ikke har fintegnet det. Jeg reagerer litt på BIM i forhold til at det er veldig ingeniørvennlig. Det er "strømlijet prosessorientert". Man setter en stein oppå den andre, og der skal den stå. Det er ikke slik det fungerer,"* hevder Kaupang. Hun mener at arkitekt trenger mer overordnede innspill fra ingeniørene på et såpass tidlig stadium, som benyttes i byggingen. Spørsmålet slik Kaupang ser det er i hvilken grad og på hvilken måte disse innspillene skal gjøres i BIM.

Siden dette prosjektet er et statlig bygg kan Kaupang fortelle at det skal bli besluttet i departementet om det skal bygges eller ikke. Dette har i følge Kaupang skapt et tidspress for å få klart forprosjektet og presiserer at forprosjektet blir mye mer omfattende når alt skal "bimmes". Kaupang mener dette er et problem i det aktuelle prosjektet, siden man helst vil unngå å bruke for mye ressurser i et forprosjekt som risikerer å ikke gå gjennom departementet. Derfor virker det mer hensiktsmessig for Kaupang å bruke BIM i detaljprosjektet. *"Slik som jeg ser det, uten at jeg føler at jeg har fått hele forståelsen, er BIM mye mer hensiktsmessig i detaljprosjektet. Hvorfor skal man gjøre så mye mer i forprosjektet? Hva er det som gjør at den fasen heter forprosjekt når den blir så stor og detaljert? Da er det ikke et*

forprosjekt lenger. For meg høres det ut som om at man skal flytte hele detaljprosjektet inn i forprosjektet og gjøre alt på en gang, men jeg vet ikke.”

Kaupang forteller at byggherren i dette prosjektet har benyttet seg av en egen BIM-koordinator for å koordinere arbeidet med BIM-modellen på tvers av faggrupper. *”Når man har en BIM-koordinator er det viktig at han forstår prosessen som vi jobber med og prøver å få BIM inn i det, og ikke bare forteller hvor bra BIM er.”* I følge Kaupang ville det være lettere å forholde seg til en prosjektleder som også kan BIM, og som kan styre prosessen. Men hun er usikker på hvor dette ansvaret bør ligge. Kaupang er prosjekteringsgruppeleder i dette prosjektet, og mente at dette ansvaret også kan ligge her. *”Det som kan bli bedre er måten et slikt prosjekt blir styrt på. Dette er veldig viktig siden vi ikke kan det skikkelig, det er ingen automatikk i det foreløpig. Hvis noen hadde vært gjennom denne prosessen, så hadde de kanskje sett at arkitekten trenger mer tid før man kan gå videre.”*

En annen utfordring arkitektkontoret GASA har hatt i forbindelse med å implementere BIM, er programvare som de mener ikke lever opp til forventningene. Programmet de bruker skal være *”BIM-tilpasset”*. For Kaupang har det vært krevende å ta i bruk BIM i programvaren. Hun har sittet mye i telefon med support fra programvareleverandøren, som ikke har hatt god nok kompetanse til å hjelpe. De vurderer nå å gå til anskaffelse av ny programvare for å kunne tilfredsstillere krav om BIM fra fremtidige oppdragsgiver. Kaupang har inntrykk av at det er mange som ikke vet hva de snakker om når det gjelder BIM, både leverandører av programvare og generelt i byggenæringen.

Selv om det er tidlig for GASA å se noen konkrete resultater av å bruke BIM i dette prosjektet, ser de allerede fordeler ved å bruke BIM. Kaupang mener man får en større helhetsforståelse når de andres installasjoner er synlige i en modell, og man kan se andres arbeid tilknyttet sitt eget. Alt blir mye mer visuelt. Videre håper Kaupang at dersom man får det til å fungere som teorien tilsier, vil man ha mindre feil på byggeplass, noe som igjen *”gir en mer behagelig prosess for alle.”*

Kaupang er ikke overbevist om at BIM er den rette veien å gå, og er bekymret for at eget fag skal bli litt forsømt. *”En arkitekt trenger frihet for å utforme noe”*, sier Kaupang og forteller videre at de er engstelig for at prosjekteringen må skje så fort at det ikke blir tid til det. *”Selv om dette ofte skjer i dag også, er jeg redd dette blir mer vanlig når man skal bruke BIM. En kan si mye om få byggefeil og optimale tekniske systemer, men det hjelper ikke så lenge bygget ikke har en utforming som svarer til krav og forventninger til planløsninger og romelige kvaliteter. I denne prosessen forsvinner litt av det som er viktigst. Det er jo folk som skal bruke huset, og det er det vi jobber med.”*

4.3 Casestudie

I dette kapitlet vil vi presentere de observasjoner og erfaringer vi har gjort oss etter nærmere undersøkelser av to caser. Valg av caser baserer seg på tema for oppgaven og er et resultat av møter med Skanska hvor vi ytre ønske om å bli tildelt noe konkret å studere. Grunnlaget for presentasjonen av de ulike casene er basert på intervjuer med sentrale personer i prosjektene og informasjon gitt i form av dokumenter. Vi ønsker i hovedsak å studere planlegging og gjennomføring, og hvordan de har benyttet seg av henholdsvis BIM og Lean

Caset Mølla Senter er et tradisjonelt byggeprosjekt i produksjonsfasen. Her er det er tatt i bruk prinsipper fra Lean i utførelsen.

I studien av neste case, Skanska Xchange, har vi hatt større fokus på selve konseptet enn på et konkret prosjekt. Dette er en helt nyutviklet konsept, med prosjekter som foreløpig kun er på projekteringsstadiet. Vi mener uansett at det er relevant for oppgaven vår, fordi Skanska Xchange tar i bruk både BIM og elementer fra Lean.

4.3.1 Mølla Senter

Skanska er totalentreprenør for utbyggingen av Mølla Senter i Brumunddal. Kontraktsarbeidet omfatter bygging av nytt kjøpesenter, parkeringshus og oppussing av eksisterende bygningsmasse. Vi har hatt kontakt med Øyvind Svare Kristoffersen, som er ansvarlig for HMS og kvalitetssikring, og har på eget initiativ også arbeidet med å implementere elementer fra Lean i dette prosjektet. Kristoffersen ga oss en innføring i prosjektet og viste oss rundt på byggeplassen. Vi snakket også med betongbas Mons Bredvold, og prosjekteringsleder for tekniske anlegg, Stein Skinnstad.



Figur 22: bilde fra byggeplass

4.3.1.1 Fakta om prosjektet:

Størrelse: 12.000 kvm, 60 % nybygg og 40 % oppussing av eksisterende bygningsmasse. 6000 kvm parkeringshus

Kontraktssum: ca 100 millioner kroner

Byggherre: Mølla Senter AS

Prosjekterende:

ARK: Bjørnstad Prosjektering

RIB: Bjørnstad Prosjektering

RIV: Aalerud

RIE: Ing. Hallås Lillehammer

Byggeperiode: oktober 2009- medio oktober 2010

Skanska omtaler Mølla Senter som et spesialprosjekt fordi det er uvanlig mange hensyn å ta underveis. Da flere av de eksisterende butikkene i senteret skal holdes åpne i byggeperioden, må det planlegges en koordinering med leietakerne. I tillegg er det legekontor, apotek med medisinproduksjon, og voksenopplæring i bygget. Disse skal ha tilgang som normalt.

4.3.1.2 Lean i prosjektet

Med utgangspunkt i Last Planner System har Kristoffersen utviklet sitt eget planleggingssystem som han har tatt i bruk på dette prosjektet. Det legges vekt på at jo større detaljeringsgraden er på en oppgave, jo nærmere utførelsen skal den planlegges. Her er fremdriften delt opp i tre plannivåer:

- **Hovedfremdriftsplan:**
 - Inneholder kun de viktigste milepælene
- **Basmøter hver tredje uke (faseplan):**
 - I utgangspunktet for betong- og tømmerbas, da fremdriften er avhengig av disse.
 - Planlegger de kommende ukers aktiviteter.
 - Oppfølging av fremdrift ved kontinuerlig å fylle inn egenproduksjon i excel-skjema, bygget opp etter de 7 *forutsetningene for sunn produksjon* (se vedlegg C)
 - Kan ved hjelp av dette følge opp PPU kontinuerlig
- **Ukeplaner:**
 - De involverte fagene er med på å sette opp ukeplaner for de aktuelle ukene
 - Lappeteknikk

I implementeringsfasen har Kristoffersen bevisst ikke brukt navnet Lean for å introdusere dette, men heller kalt det for forbedrede arbeids- og planleggingsmetoder. Han mener det er viktigste er å legge vekt på hva Lean omfatter og hvorfor det er viktig for prosjektet. Ved å finne egne navn og begreper, samt og tilpasse Lean-tankegangen til prosjektet, har han erfart at implementeringen har større sjanse for å lykkes.

4.3.1.3 Observasjoner/Utfordringer

Byggstart var opprinnelig oktober 2009, men ble forsinket grunnet problemer i oppstartfasen. Arkitekten hadde i tidligfasen tatt utgangspunkt i feil tegningsunderlag, og som en følge av dette ble det stukket ut feil akser til bygget. Da dette ble oppdaget hadde Skanska allerede tatt over ansvaret for prosjektet, og hadde ingen annen mulighet enn å starte forfra. Dette førte til at den faktiske byggstarten ble utsatt til 1. januar, altså tre måneder etter planen.

Grunnet forsinket byggstart måtte prosjekteringsfasen kortes betraktelig ned, og man ble tvunget til å sette opp en ganske tett fremdriftsplan. Dermed måtte ukeplaner og lappeteknikken utgå i tidligfasen, og planleggingen ble gjort uten å involvere de ulike aktørene og underentreprenørene slik Kristoffersen ønsket. *”Man ”vet” at en slik tett fremdriftsplan vil sprekke underveis, men man er nødt til å ha noe å forholde seg til, og heller ta sjansen på de endringene som nødvendigvis vil komme”*, sier Kristoffersen.



Figur 23: Eksisterende bygningsmasse til venstre, og nybygget til høyre. Kristoffersen i front.

Et gjennomgående problem i prosjektet har vært manglende og forsinkede tegninger. Man har blitt tvunget til å endre hovedfremdriftsplanen flere ganger underveis fordi nødvendige tegninger ikke har vært tilgjengelige. Det tar minst en uke å oppdatere tegninger når det skal gjøres endringer,” sier Kristoffersen og begrunner dette med at de først må sende endringene inn til arkitekt, som deretter må tegne inn endringen, før de konstruksjonstekniske rådgivere etter tur oppdaterer sine tegninger.

Det oppsto også problemer da nybygget skulle kobles på det eksisterende bygget. Det viste seg at mange byggetekniske elementer var annerledes enn antatt, og det fantes ingen eksakte tegninger av den eksisterende bygningsmassen. Når det for eksempel ble oppdaget at dragerne i det gamle bygget lå annerledes enn man trodde, måtte tegningene endres for hele konstruksjonen.

På tross av forsinkelser og forkortet prosjekteringsfase, ligger Mølla senter an til å bli ferdig til åpningen. Kristoffersen forteller om positive resultater av å bruke sitt eget Lean-inspirerte planleggingssystem. Ved å involvere betongbas og tømmerbas i planleggingen, og hele tiden oppdatere PPU-lister, har de klart å følge 3-ukersplanene som har blitt satt opp underveis. På grunn av forsinket oppstart måtte imidlertid prosjekteringstiden kuttes ned. Dette førte til at Kristoffersen ikke fikk tatt i bruk planleggingssystemet sitt i den grad han ønsket.

Kravet om at butikker og kontorer i bygget skulle holdes åpne under byggeperioden skapte en til tider uoversiktlig riggplan. I tillegg er dette et lite område, med mye aktivitet, så det er naturlig at byggeplassen fremsto noe rotete på grunn av materialer og verktøy som må lagres frem til de skal benyttes.

4.3.2 Skanska Xchange

Skanska Xchange (SXC) er et nyutviklet konsept som handler om å industrialisere og standardisere produkter og prosesser. SXC er også et svar på krav fra ledelse om å implementere BIM i alle prosjekter, og ønske om å unngå endringer i byggefasen for å eliminere feil på byggeplass.

Konseptet er et nordisk samarbeidsprosjekt, og vil i første omgang bli benyttet på Skanskas egenutviklede boligprosjekter i Norge, Sverige og Finland.

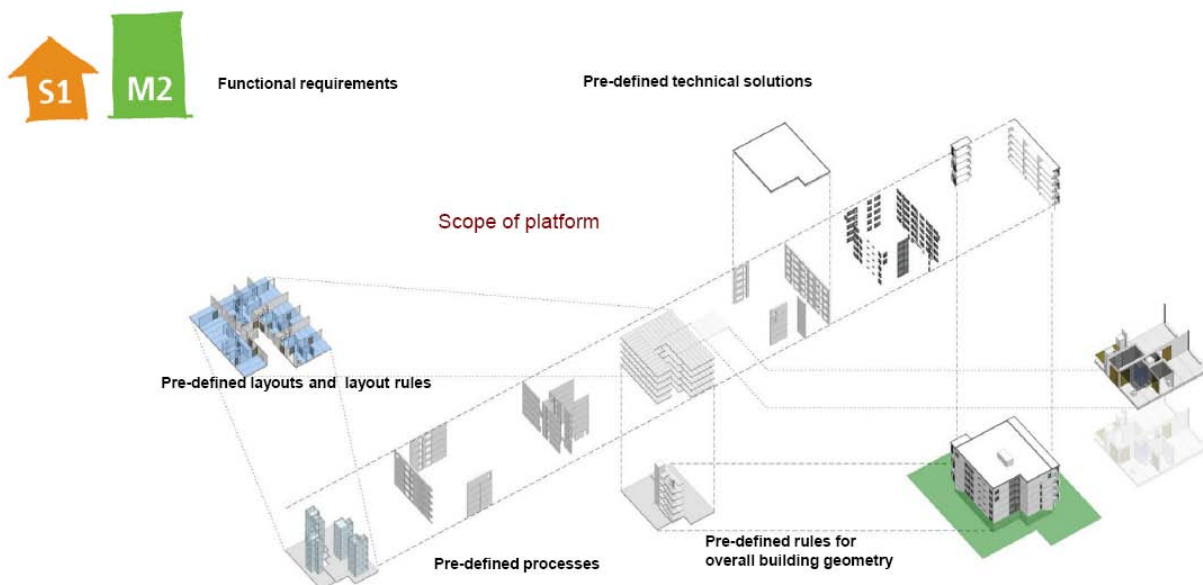
For å få en innføring i SXC hadde vi et møte med Svein Mossing, prosjekteringsleder på SXC-prosjektet Tiedemannsbyen, og Erling Thune-Holm, Productivity manager i Skanska Norge.

SXC har tre hovedmålsettinger:

- Å redusere byggekostnadene med 15 % over en periode på 3 år.
- Å stabilisere prosesser som sikrer fremtidig reduksjon av byggekostnader med 3 % årlig
- Etter hvert å kunne benytte seg av programmet for å øke lønnsomheten også i andre prosjekter enn boligprosjekter, som for eksempel næringsbygg.

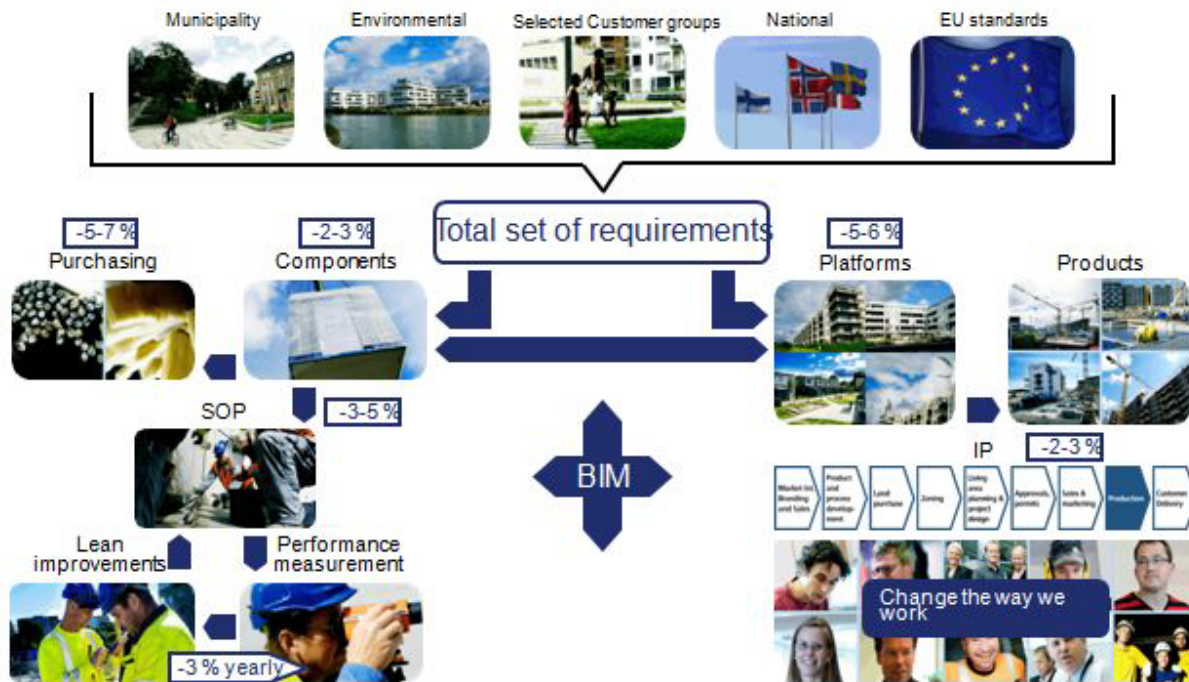
Foreløpig har Skanska to SXC-prosjekter gående i Norge, Tiedemannsbyen og Arneberg Hage. Begge er i dag i prosjekteringsfasen med planlagt byggestart i løpet av det neste halvåret. I Sverige og Finland har man kommet noe lengre, og er i gang med bygging av SXC-prosjekter allerede.

Skanska Exchange er et plattformbasert system og er delt opp i to hovedplattformer, S1 og M1 som vist i figuren under. Førstnevnte gjelder for eneboliger og sistnevnte for større boligprosjekter på 3-8 etasjer. Valg av hovedplattform baserer seg derfor på funksjonelle krav. Hver plattform inneholder predefinerte prosesser, krav til utforming, tekniske løsninger og regler for byggets geometri.



Figur 24: "Scope of platform"

Figuren under viser strategien som Skanska bruker for å videreutvikle plattformene og resten av systemet. SXC er utviklet på en slik måte at det enkelt imøtekommer internasjonale krav, samt nasjonale lover, krav til energieffektivitet og krav fra utvalgte kundesegmenter.



Figur 25: Strategi for videreutvikling av plattformer

Hver plattform inneholder standardiserte komponenter. Dette kan for eksempel være yttervegger, innervegger, dekker eller tak. Ved å standardisere den delen av komponenten som ikke er synlig kan to prosjekter ha helt ulikt utseende, selv om det bygges på samme plattform. For eksempel kan innervegger være i forskjellige farger, mens tykkelse, isolasjon og plassering av stendere vil være det lik. I tillegg er det utviklet egne prosedyrer, Standard Operational Procedures (SOP), som beskriver hvordan arbeidet med komponenten skal utføres. Siden det er lagt vekt på en felles forutsigbar produksjon for alle de nordiske landene skal det i utgangspunktet være mulig å komme på jobb ved et hvilket som helst SXC-prosjekt og vite hva man skal gjøre. Det er lagt opp til erfaringsoverføring mellom landene, slik at man hele tiden kan lære av hverandre for å sørge for en kontinuerlig forbedring. For å gjøre kontinuerlige forbedringer må det også gjøres målinger av resultater, og det er utarbeidet prosedyrer for hvordan dette skal gjøres. I tillegg har Skanska opprettet felles nordiske innkjøpsavtaler for å kunne kutte ned på materialkostnadene.

4.3.2.1 SXC og BIM

BIM er en sentral del av SXC, og i følge Erling Thune-Holm er *"BIM en helt nødvendig hjørnestein i Skanska Xchange... BIM tvinger frem andre måter å jobbe på. Det tvinger frem et mye bredere samarbeid mellom de partene som skal levere prosjekteringsmaterialet"*. Videre beskriver Thune-Holm BIM mer som et styringsverktøy for hele prosessen enn bare å være et verktøy for kollisjonskontroller.

For sikre gjennomføringen av et SCX-prosjekt er det utarbeidet en detaljert mal. Denne er inndelt i fire forskjellige faser som vist i vedlegg E. Alle fasene er detaljert beskrevet i en tilhørende guide som viser hva som skal gjøres, hvem som har ansvaret for at jobben blir gjort og når den skal gjøres.

"The guide provides a general understanding of the process involved with Building Information Modelling (BIM) based design and contents and types of different models produced at different phases of the process. Additionally the guide describes the use of models in different phases." På grunn av størrelsen og detaljnivået på disse dokumentene har vi valgt å legge ved kun deler av denne guiden, beskrivelsen av Fase 1, for å gi et innblikk i denne prosessen.

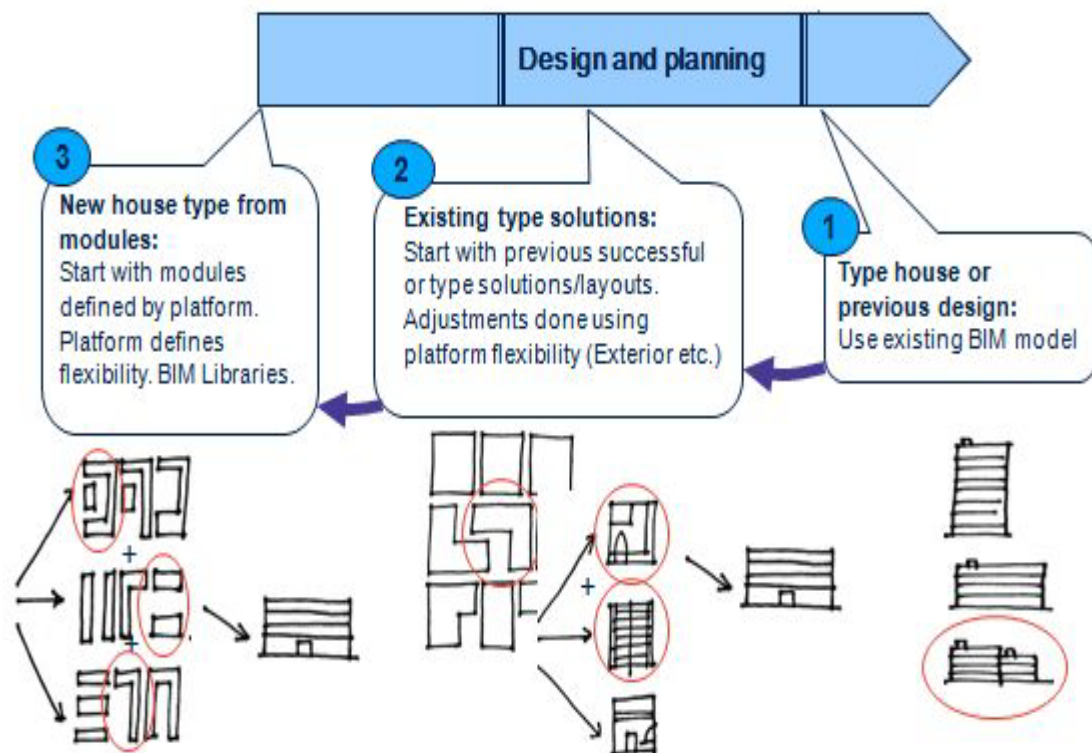
4.3.2.2 SXC og Lean

Før bygging settes det opp en hovedfremdriftsplan som baserer seg på BIM-modellen.

Under bygging av SXC-prosjekter bruker Skanska en egen versjon av Last Planner kalt SXC-planleggingssystem. Som en del av planleggingssystemet benyttes både bakoverplanlegging og lappeteknikk, og det settes opp 1, 3 og 6 ukers planer med planpålitelighet. På byggeplass legges de syv forutsetningene for sunn produksjon til grunn for å fjerne hindre som kan skape dårlig flyt.

Gjenbruk er et viktig prinsipp med SXC, og er mulig på grunn av den fleksible plattformen prosjektet tar utgangspunkt i. SXC benytter seg av tre forskjellige nivåer gjenbruk:

1. Starter et helt nytt prosjekt, men bruker komponentene fra plattformen.
2. Tar utgangspunkt i tidligere løsninger eller layouts som har fungert bra. På grunn av fleksibiliteten som ligger i plattformen og komponentene den inneholder kan endringer lett gjøres.
3. Bruker eksisterende BIM-modell dersom den tilfredsstillende kravene.



Figur 26: De tre nivåene for gjenbruk

4.3.2.3 utfordringer

Mange av utfordringene Skanska har hatt med innføringen av SXC, kan forklares med at systemet er nytt og dermed ukjent for de fleste. Det vil alltid ligge en naturlig skepsis til nye systemer, prosesser og rutiner, og Skanska har opplevd at endringsviljen ikke er så stor som ønsket. Men prosjekteringsleder Mossing presiserer at systemet fungerer bra når folk har satt seg inn i prosessen. Skanska har også møtt utfordringer knyttet til BIM med hensyn til mengden informasjon som blir lagt inn i modellen. I Tidemannsbyen-prosjektet ble Skanska nødt til å dele modellen opp i fire deler fordi den etter hvert ble for tung å håndtere som en konsekvens av all innlagt informasjon.



5 Diskusjon

5.1 Analyse av funn

Under vil vi analysere hovedfunnene fra våre undersøkelser. Observasjoner er organisert under generelle tendenser, og viktige stikkord i forhold til Lean er trukket frem. Vi har lagt spesielt vekt på de mulighetene og utfordringene vi har observert i forhold til BIM, og vi vil diskutere hvorvidt BIM kan benyttes til å skape en mer Lean prosess og dermed øke produktiviteten. Vi vil trekke frem konkrete erfaringer fra Mølla Senter for seg, og diskutere mulighetene for BIM i det aktuelle prosjektet. Avslutningsvis vil vi drøfte oppgavens sterke og svake sider.

Flyt

Flyt er et nøkkelord i Lean filosofien. På Masterseminaret ble vi presentert for en undersøkelse som viser at alt av informasjon i gjennomsnitt blir lagret syv ganger i løpet av et tradisjonelt byggeprosjekt. Alle de aktørene vi har pratet med forteller om problemer knyttet til organisering og utveksling av informasjon i tradisjonelle prosjekter. Derfor er en av de tydeligste gevinstene med BIM at man får et verktøy som kan kontrollere og bedre informasjonsflyten mellom de ulike aktørene. All relevant informasjon kan legges inn en gang, ett sted. Mer flyt i informasjonsutvekslingen vil føre til bedre flyt mellom aktivitetene, og dermed en mer effektiv byggeprosess. Tilgjengelig og riktig oppdatert informasjon er også en av de syv forutsetningene at en aktivitet kan utføres optimalt og dermed betraktes som sunn ifølge Koskelas flyt-teori.

Ved å avdekke feil og kollisjoner i modellen på prosjekteringsstadiet, vil man kunne hindre feil og endringer på byggeplass. Dette vil bidra til å bevare en kontinuerlig flyt i prosessene. I forhold til produktivitet er det også klart at det er mye å spare på å avdekke feil på prosjekteringsstadiet i forhold til på byggeplass.

Gjenbruk

BIM gir muligheten for gjenbruk av løsninger som er prosjektert tidligere ved at alt blir lagret i modellen. Skanska Xchange gjenbruker bevisst både arbeidsmetoder og modeller, og vi mener de har et spennende konsept som har forutsetninger for å øke produktiviteten i Skanskas boligprosjekter. Ved gjenbruk av eksisterende løsninger kan man gå inn i byggeprosessen i en senere fase, og dermed kutte ned på bruk av ressurser ved "å hoppe over" noen av fasene. Da vil man kunne unngå sløsing av tid, redusere ikke-verdiskapende aktiviteter og dermed gi en mer Lean prosess. Vi ser imidlertid en utfordring med gjenbruk knyttet opp mot rettighetene til materialet i modellen, siden det er vanlig med flere involverte aktører i et byggeprosjekt.

Gjenbruk bidrar også til erfaringsoverføring fra prosjekt til prosjekt. Ved å ta med seg erfaringer videre, både gode og dårlige, vil man ha bedre forutsetninger for å opprettholde en kontinuerlig forbedring. Kontinuerlig forbedring er et viktig prinsipp i Lean, og her har byggenæringen mye å lære av andre næringer som for eksempel stasjonær industri. Vi mener også at det er viktig å ha arenaer hvor

erfaringer knyttet til både BIM og Lean kan deles på tvers av aktører i byggenæringen. Det er allerede opprettet flere slike arenaer og eksempler er BA-Nettverket og Lean Construction NO. I et større perspektiv vil kanskje slike arenaer kunne være med å bidra til at produktiviteten i hele byggenæringen økes, ved at de deltakende kan møtes og dele av erfaringer og oppdagelser slik at alle kan lære av hverandre.

buildingSMART gjør en viktig jobb med å utvikle IFD-Library med standardiserte objekter i IFC-format. Det viktig at buildingSMART får hjelp av næringen, da det er de som faktisk bruker BIM-modellene som ser behovene, og har best grunnlag for å være med på dette arbeidet. Vi vet at det finnes flere forum hvor ulike bedrifter møtes, og jobber med denne utviklingen. Spesielt de rådgivende bedriftene ser nytteverdien av dette og har skjønnet at et samarbeid må til for en mer effektiv bruk av BIM.

Nye arbeidsformer

Vi har erfart at BIM handler mer om nye arbeidsformer, enn om selve teknologien bak. Det å bruke denne teknologien hensiktsmessig og til hvert prosjekts beste, er den store utfordringen. Aktørene blir nødt til å kommunisere mer på tvers av fagfelt når alle skal forholde seg til samme BIM-modell. De mulighetene som ligger i BIM til visualisering og simulering, er med på å bidra til at de involverte vil opparbeide seg en bedre og felles forståelse av prosjektet. Både Kaupang fra GASA og Holt fra Multiconsult trakk frem dette med visualiseringen som et av de viktigste fortrinnene ved BIM-modellen kontra tradisjonelle prosjekteringsmetoder. De legger vekt på hvordan dette bidrar til en bedret eierskapsfølelse til prosjektet, og en økt forståelse av avhengigheten mellom de forskjellige fagene.

Mye av premissene for god produktivitet senere i prosjektet legges i prosjekteringsfasen. I BIM-prosjekter legges det opp til en økt bemanning i denne fasen, i forhold til tradisjonelle byggeprosjekter. Med en BIM-modell skal man i teorien være i stand til å simulere bygget og byggeprosessen, før man starter på produksjonsfasen. Vi mener det er hensiktsmessig å også inkludere de utførende og brukerne av bygget på felles møter i den tidlige fasen, slik at valg av løsninger etter beste evne kan tilpasses alles behov. Entreprenører bør for eksempel ha mulighet til å uttale seg om en løsnings faktiske byggbarhet.

Modellen

I BIM-prosjekter kan det ofte oppstå utfordringer i forhold til fordelingen av oppgaver, og uklarhet i forhold til tidspunkt og mengde. Hvem skal gjøre hva, og når? For GASA lå utfordringene i å bli enige om hva som skulle prosjekteres og legges inn i BIM-modellen, og i hvilken fase. Før det settes i gang et BIM-prosjekt er det en fordel å ha på plass visse ytre rammer, og en plan for gjennomføringen og rekkefølgen på arbeidet som skal utføres. Vi ser muligheten for å benytte planleggingsmetoder fra Lean når man planlegger dette arbeidet for å øke effektiviteten i prosessen fram mot en ferdigstilt BIM-modell. Her kunne man sett fordeler av å benytte for eksempel Last Planner, i tillegg til trimmet prosjektering.

Det er uenighet om hvorvidt en BIM-modell skal inneholde *alt* av informasjon. Ved å legge inn for mye informasjon i modellen, vil den kunne bli for stor og u håndterlig. Både Mossing og Hanna hos Skanska nevnte at dette er noe de ser på som en utfordring, og en hindring i veien mot en effektiv prosess. For å

bidra til å skape flyt i prosessene mener vi at modellen bør være så enkel og oversiktlig som mulig. Dette kan oppnås ved at kun det mest nødvendige av informasjon blir lagt inn i modellen. Detaljinformasjon kan de involverte aktørene ha i egne programmer, og de endringene som ikke berører andre fag trenger ikke gjøres i modellen. Dette vil gjøre modellen mer håndterlig og bidra til en mer Lean prosess.

Kunnskap

Etter intervjurunden satt vi igjen med inntrykket av at kunnskapen om BIM og BIM-bruk er veldig ulik. Vi ser derfor at det kan dukke opp problemer når det inngås avtaler hvor det er krav om at prosjektet skal leveres i BIM, uten at det i utgangspunktet kreves noen dokumentert BIM-kompetanse fra de involverte. Statsbygg har forutsett dette ved å opprette en egen BIM-manual hvor det kommer klart frem hvilke BIM-krav som stilles i de forskjellige faser. Her kommer begrepet bestillerkompetanse inn. For å få til et produktivt prosjekt og et vellykket samarbeid, må den som bestiller være klar på hva som kreves, og støtte alle de involverte i prosjektet underveis. Kaupang fra GASA, som jobbet med en annen byggherre, opplevde å få liten hjelp og uklare retningslinjer underveis i prosjektet.

Intervjuet med Kaupang hos Gasa viser at det tar tid og kreves ressurser for å kunne opparbeide seg god nok kunnskap til å benytte seg av BIM. Det kreves visse ferdigheter hos alle aktørene involvert i et BIM-prosjekt, og BIM-kunnskapen må ut til i alle ledd. I større firmaer er det vanlig å benytte seg en BIM-koordinator til denne jobben, og til å koordinere alle BIM-prosjekter generelt. Holt fra Multiconsult legger imidlertid vekt på i at dette kun bør være en midlertidig rolle som etter hvert bør fases ut. Det vil være mer hensiktsmessig å fordele kunnskapen utover til alle de som skal jobbe med BIM, slik at de selv kan samarbeide direkte med andre aktører i prosjektet uten å trenge å gå gjennom en BIM-koordinator.

Selv om man har kunnskap, kan det fortsatt være mangel på vilje til de endringene BIM fører med seg. Vi har hørt mye snakk om manglende endringsvilje og en generell skepsis til nye arbeidsformer. Her mener vi det må tenkes strategisk, og legges opp til en implementeringsprosess hvor man får de ansatte med seg på suksessprosjektene. Dette er en prosess som krever tid, så vel som god pedagogisk tilnærming. Det er viktig å huske på at man aldri er sterkere enn det svakeste leddet, så denne innsalgsjobben er en av de virkelig viktige oppgavene bedriften må gjennomføre. Hvis man skal oppnå en mer produktiv arbeidsform må det være en arbeidsform de ansatte behersker og synes er spennende.

Krav om BIM

Ved at Statsbygg nå krever BIM i alle sine prosjekter, tar de et viktig grep som vi mener må til for å tvinge bransjen fremover. Når en stor byggherre går foran, vil mange følge etter.

Når det gjelder å velge samarbeidspartnere, har vi også sett eksempler på at byggherrer bevisst stiller andre krav ved anbudskonkurranser i BIM-prosjekter, enn i tradisjonelle prosjekter. Blant annet ved utdeling av kontrakter i prosjektene sykehuset i Østfold og Kunnskapsenteret ved St. Olavs Hospital, la byggherre vekt på både gjennomføringsplan og prosjekt-organisasjonens kompetanse, i tillegg til pris. Ved å stille slike krav, vil man automatisk trekke til seg aktører som har kunnskap og erfaring med liknende prosjekter. Her er det viktig ikke å bli hengende etter. Vi ser for oss at det kan bli vanskelig å komme inn i det "gode BIM-selskap" hvis man ikke har vært med fra starten og opparbeidet seg tilstrekkelig erfaring.

Software

De fleste aktørene vi har vært i kontakt med har nevnt software som en utfordring. Det er tydelig at man ikke er kommet langt nok på dette feltet foreløpig. Haveraaen hos Statsbygg nevnte blant annet at de ikke stolte nok på modellen, rent juridisk, til å la den være eneste kontraktsform. Dermed må det utføres et dobbeltarbeid i form av at all dokumentasjon må leveres både i BIM og i tradisjonelle 2D-tegninger, og dette er sløst med ressurser og strider dermed imot Lean filosofien. Vi fikk inntrykk av at det fortsatt er mye som må forbedres i programvaren. Blant annet trekker Holt fra Multiconsult frem at det ikke er alle fag som har programvare som er åpne for IFC-formatet. I et slikt forbedringsarbeid er det viktig å få med hele byggenæringen, slik at de kan påvirke valg av løsninger og gjøre dem så bra som mulig for dem som skal bruke dem. Vi ser også nødvendigheten av sterkt fokus på opplæring i bruk av verktøy, og på videreutvikling av riktige løsninger i denne opplæringsprosessen.

Økonomiske aspekter

Vi har inntrykk av at få aktører foreløpig ser noen økonomisk gevinst ved bruken av BIM. De ser på det mer som en investering i fremtidig besparelse i form av tid og penger. Ved ikke å henge med nå, er aktørene redd de vil miste muligheter og konkurransefortrinn. Derfor uttrykker flere av aktørene vi hadde kontakt med at de er innstilt på at det kanskje tar noen år før BIM er en integrert del av prosessen, og faktisk vil begynne å lønne seg rent økonomisk. Alle aktørene vi intervjuet mente imidlertid at fremtiden bød på stadig mer BIM og datamodellering, og at alle som er med på utviklingen vil oppnå resultater av dette på sikt. Det var imidlertid uenighet mellom aktørene om hvem som faktisk ville sitte igjen med den største gevinsten. Holt fra Multiconsult mener for eksempel at for hver ekstra time de legger inn i prosjekteringen for å lage en skikkelig BIM-modell, kan entreprenør spare mange timer i utførelse.

Betraktninger fra Mølla senter: Tradisjonelt byggeprosjekt kontra BIM-prosjekt

Endringer, mangel på tegninger og venting er stikkord vi stadig hører blir nevnt i forbindelse med produksjonsprosessen. Endringer må ofte gjøres på grunn av dårlig prosjekteringsgrunnlag, og/eller for dårlig tid i prosjekteringsfasen. Når det skal gjøres endringer må det lages nye tegninger, som vi har fått forklart, kan ta lang tid i tradisjonelle byggeprosesser. Venting på tegninger hindrer flyten i prosessen, og bidrar til sløsing av tid. Ved bruk av BIM kan feil avdekkes tidligere og dermed føre til færre endringer underveis. På Mølla Senter ville ikke en BIM-modell kunne hindret at det oppsto behov for endring grunnet uventede byggetekniske løsninger i eksisterende bebyggelse. Men hadde den nye bebyggelsen vært prosjektert med BIM, ville endringene som måtte gjøres ville vært mindre tidkrevende å gjøre i en BIM-modell enn å produsere alle tegningene på nytt på tradisjonell måte.

På Mølla Senter var det mange hensyn å ta underveis i forbindelse med at flere butikker og kontorer i den eksisterende bebyggelsen skulle holdes åpne i byggeperioden. Hadde det eksistert en BIM-modell kunne man ha benyttet 4D for å simulere arbeidsprosessene på byggeplassen underveis i produksjonsfasen. I modellen kan det legges inn oversikt over hva som må være tilgjengelig når i prosjektet, med utgangspunkt i oppdaterte fremdriftsplaner utviklet på bakgrunn av for eksempel Last Planner. Vi ser at man for eksempel kunne forenkle planleggingen av alternativ fremkomst til butikkene når de ble berørt av bygging, ved å inkludere stadig oppdaterte fremdriftsplaner i modellen. I tillegg kunne organisering av materialer og mannskap blitt gjort mer hensiktsmessig, og lagt opp med hensyn



på bedre flyt underveis, slik at man i størst mulig grad unngår rot og unødvendig forflytting og håndtering.

I dette prosjektet har Kristoffersen hatt suksess med sitt Lean-inspirerte planleggingssystem. I byggenæringen, er det i dag særlig på byggeplass man ser at det tas i bruk Lean-prinsipper. Vi har inntrykk av at dette har å gjøre med at det kan være lettere å måle konkret fremdrift av utførte oppgaver i produksjonsfasen enn i andre faser, og at planleggingssystemer som Last Planner kan implementeres uten altfor store kostnader og endring av arbeidsmetoder.

5.2 Sterke og svake sider ved oppgaven

BIM og Lean er to omfattende temaer som vi ikke hadde noe kjennskap til før vi tok fatt på denne oppgaven. Jo lenger ned i stoffet vi kom, jo mer var det å ta tak i og vi syns det var vanskelig å skille ut kun det som var relevant. Dette har ført til at vi har vært tvunget til å forkaste mye arbeid underveis fordi det ikke har vært relevant for oppgaven, noe som har ført til at mye tid har gått bort. I etterkant kan vi se tydelig at vi burde ha avgrenset oss mye mer fra starten, men det var vanskelig å definere en veldig konkret problemstilling på et tidlig stadium siden vi ikke hadde satt oss inn i stoffet. Siden dette var en oppgave fremmet av Høgskolen i Gjøvik mener vi at det med fordel kunne vært gitt noe mer avgrensninger i starten av oppgaven, men innser samtidig at det er vårt ansvar å sette gode nok avgrensninger.

5.2.1 Metode

Det må sies at metodevalg kom i stand relativt sent, grunnet det faktum at vi valgte å bruke den første tiden til å gjøre oss bedre kjent med stoffet. Vi brukte høsten og vinteren til litteraturstudie og deltakelse på kurs om seminarer for å skaffe oss den nødvendige oversikten over temaet og den generelle tendensen i bransjen er. Det tok derfor noe tid før vi fikk klart for oss hvilke metoder som ville være mest hensiktsmessig for å kunne svare på problemstillingen.

Valget falt på å gjennomføre en intervjurunde og å se på to konkrete case. Vi innser i ettertid at dette kanskje var en litt ambisiøs strategi. Vi fikk mye ut av både intervjuene og casene, og syns det har vært en veldig spennende prosess å få møte så mange ivrige BIM-sjeler. Imidlertid ser vi at vi nok undervurderte den tiden det faktisk tar å få alt ned på papir. Vi fikk litt dårlig tid i innspurten, men mener allikevel at vi har fått belyst de viktigste tendensene vi har fanget opp i undersøkelsene.

5.2.1.1 Intervju

Vi er godt fornøyd med intervju som metode. Intervjuobjektene bidro med å belyse nye sider av temaet vårt, og det var nyttig å høre om konkrete erfaringer og utfordringer. De fire aktørene vi tok kontakt med ville alle gjerne stille opp til intervju og viste interesse for oppgaven. Vi mener det var riktig å velge en kvalitativ metode fremfor en kvantitativ metode i denne oppgaven. Man kan argumentere med at flere intervjuobjekter ville ført til at vi hadde fått et bredere materiale. Men dette ville også ført til et større behov for bearbeidelse, og på bakgrunn av tidsbegrensningen mener vi at vi valgte rett metode. I etterkant ser vi at spørsmålene i intervjuene kanskje kunne blitt formulert på en bedre måte, og spisset mer konkret mot problemstillingen vår.

Ulemper med et kvalitativt intervju er at det kun presenterer et urepresentativt utvalg. Dette gjør at man ikke kan trekke bastante slutninger og det er vanskelig å generalisere resultatene man har kommet frem til, ettersom utvalget kan være lite og skjevt⁵⁵. Vi har bare, med unntak av arkitekt, intervjuet aktører som allerede har implementert BIM og deres svar vil nødvendigvis være påvirket av at de har

tatt et standpunkt i denne saken allerede. Men ved å ta med arkitekt mener vi at vi også fikk belyst saken fra en litt annen side. Det er også verdt å merke seg at kanskje ikke aktørene dele alle de problemene og utfordringene de har hatt, spesielt ikke innad i egen organisasjon. Vi mener allikevel at vi har fått en generell oversikt over mange av de muligheter og utfordringer som ligger i implementering og bruk av BIM i prosjekter.

5.2.1.2 Case

Vi ønsket å benytte oss av case-studie for å få muligheten til å se hvordan BIM og Lean fungerer i praksis. Det var spennende å få se på noe konkret, spesielt på Mølla senter hvor vi fikk være med ut og observere på byggeplassen. Vi ser imidlertid at vi burde satt av mer tid på hver case, og kanskje bare fokusert på en, for å få sett oss ordentlig inn i den. Slik det er nå har vi kun studert disse casene helt overflatisk. Det hadde vært spennende å få hatt muligheten til å komme med konkrete anbefalinger, og sett om vi kunne vært med på å komme frem til noen gjennomførbare forbedringer.

I caset Mølla Senter gjorde vi våre observasjoner på bakgrunn av samtale med personer som sto sentralt i planleggingen av prosjektet. Dette ble dette gjort i kombinasjon med observasjoner på byggeplass. Dette mener vi er en god tilnærming, men vi føler som sagt ikke at vi fikk utnyttet potensialet i dette caset tilstrekkelig siden vi bare var der en dag. Uken før innlevering av oppgaven ble vi invitert opp for å delta på planleggingsmøter hvor de skulle benytte seg av lappeteknikk-metoden. Dette hadde vært relevant for oss å få deltatt på så og det var synd det ble for sent.

Representantene vi skulle møte med fra SXC hadde ikke tid til å møte oss før 5. mai. Dette er et spennende konsept i forhold til vår problemstilling fordi det anvendes både BIM og Lean, men det kunne vært lettere om det var konkrete erfaringer å vise til i form av utførte prosjekter. Vi har derfor ingen utfordringer og konkrete erfaringer å ta med videre derfra uten om hvordan de planlegger å gjennomføre disse byggeprosjektene når de settes i gang om et halvt år.

5.3 Videre forskning

I arbeidet med denne oppgaven har vi identifisert noen områder som kunne vært spennende å se nærmere på.

Vi har blant annet vurdert om et planleggingsverktøy som Last Planner kan bli brukt i prosjekteringsfasen i BIM-prosjekter. Da kunne alle som skulle være med i prosjekteringen samles før arbeidet med BIM-modellen starter og lappeteknikken kunne vært brukt til å tydeliggjøre hvilke prosesser som fører frem til en ferdig prosjektert modell. Avhengigheten mellom de forskjellige fagene vil også komme bedre frem, og man ser viktigheten av å holde "løftene" om tiden som hvert fag sier de trenger for å utføre sine oppgaver.

Som vi har nevnt tidligere i oppgaven ligger mye av nøkkelen til å forandre i byggenæringen hos byggherrene. Det kunne derfor vært interessant å se nærmere på muligheten til å stille krav om at prosjekter gjennomføres etter en Lean-tankegang, i tillegg til BIM.

6 Konklusjon

Gjennom analysen vi har gjennomført og observasjonene vi har gjort underveis i arbeidet, har vi sett at BIM bidrar til en mer Lean byggeprosess på flere måter:

- BIM som verktøy kontrollerer og bedrer informasjonsflyten mellom de ulike aktørene.
- BIM gir en større mulighet for gjenbruk og bidrar til kontinuerlig forbedring.
- BIM gjør det mulig å avdekke feil og kollisjoner i prosjekteringsfasen og bidrar dermed til å eliminere ikke-verdiskapende aktiviteter på byggeplassen.
- BIM gir en bedre og felles forståelse av bygget.

Videre har vi sett følgende muligheter for å kombinere BIM og Lean for å øke produktiviteten:

- Ved å trekke inn planleggingsverktøy fra Lean i prosjekteringsprosessen vil man kunne bedre koordinering av hvem som legger inn hva, og når i modellen.
- Ved å benytte 4D for å simulere arbeidsprosessene på byggeplassen underveis i produksjonsfasen, og koble dette opp mot Last Planner. På denne måten vil det bli mulig å planlegge prosesser hensiktsmessig ut i fra en oppdatert fremdriftsplan.

Oppsummert kan vi si at BIM blir et verktøy som fremmer filosofien Lean ved å bidra til mer flyt og mindre feil. Planleggingsmetoder fra Lean kan med fordel kombineres med BIM, særlig i prosjekteringsfasen og produksjonsfasen, for å øke produktiviteten i byggeprosessen.

7 Figurliste

1. Antall sysselsatte blant personer bosatt i Norge, kilde: "Byggenæringen i tall 2009"
2. Byggeprosessens delprosesser, kilde: Eikeland 1998
3. Fasene i kjerndeprosessene, kilde: Andersen et al. og Eikeland 1998
4. Produktivitetsutvikling i tre norsk industrier, kilde: Sintef-rapport, statistisk sentral byrå.
5. Produktivitetsforskjellen på tradisjonell byggenæring og stasjonær industri, kilde: Teichlz, BIM-Handbook 2008
6. Tradisjonell informasjonsflyt og flyt i en sentralisert BIM-modell. Kilde: Smith og Tardif, Building Information Modeling
7. En vegg vist i 3D og i BIM, kilde: Eilif Hjelseth, buildingSMART
8. BIM-trekanten, kilde: buildingSMART masterseminar
9. Sammenhengen mellom IFC-filen og IFD-biblioteket
10. Et objekt i IFC-formatet inn i et IFD-biblioteket, kilde: Steen Sunesen
11. Lean-tankegang beskrevet med fem punkter
12. De syv forutsetningene, kilde: Wig 2009
13. Lappeteknikk, kilde: FBA-kurs, Kruse Smith 2010
14. Stortingsmelding nr 7.
15. Byggekostnadsprogrammet
16. Oversiktsbilde av sykehuset i Østfold, kilde: arkitektgruppen for nytt østfoldsykehus
17. St. Olavs hospital, kilde: Helsebygg Midt-Norge
18. Oversiktsbilde av St. Olavs hospital, kilde: Helsebygg Midt-Norge
19. BIM-tannhjul
20. Organisasjonskart
21. Fem nuller i byggeprosessen
22. Mølle Senter, bilde fra byggeplass
23. Mølla Senter, eksisterende og ny bygningsmasse
24. "Scope of platform", kilde: Skanska Xchange
25. strategi for videreutvikling av plattformer, kilde Skanska Xchange
26. De tre nivåene for gjenbruk, kilde: Skanska Xchange

8 Referanser

1. Eastman, C. (2008). *BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors*. Hoboken, N.J.: Wiley. XIV,
2. McGraw Hill Construction (2009), *The Business Value of BIM*.
<http://bim.construction.com/research/FreeReport/default.asp>
3. Malterud, Kirsti, *Kvalitative metoder i medisinsk forskning – forutsetninger, muligheter og begrensninger*.
http://www.fysioterapeuten.no/xp/pub/mx/filer/Malterud.kvalitative_2002.pdf
4. Samset, K. (2008), *Prosjekt i tidligfasen: valg av konsept*. Tapir akademisk forlag.
5. Lean Lab. <http://www.leanlab.no/>
6. buildingSMART, program masterseminar (2010).
<http://www.optima.no/bim/Masterseminar10/>
7. Fafo, program for nettverksmøte i Lean Construction (2010),
<http://develop.fafo.no/lean/lean/article/4312.html>
8. FBA, program for kurs i prosjekteringsledelse (2010).
http://faggruppeba.no/portal/page/portal/fagmiljo/arrangementer/vis_arrangement?p_kp_id=18366&p_org=11617&p_o=9548&p_menu=12680&p_submenu=12666&p_kurs_kalender=89001&p_type=TF&p_orgkom=6279&p_dim=12670&p_action=PREVIEW&p_element_id=2699147
9. Nielsen R., Bygballe, L. E. og Reve T. (2009), *Når nedgangen rammer*, Forskningsrapport 3-2009, Handelshøyskolen BI
10. Espelien A., Reve T. (2007), *Hva skal vi leve av i fremtiden? En verdiskapende bygg-, anlegg- og eiendomsnæring*, Forskningsrapport 5-2007, Handelshøyskolen BI
11. Eikeland, P. T. (1998). *Teoretisk analyse av byggeprosesser*. SiB, Trondheim
12. Horner, M., Duff, R. (2001). *More for less: A contractor's guide to improving productivity in construction*, CIRIA, London.
13. Albrigtsen, R. O. (1989). *Produktivitet i byggebransjen: Forskjeller i produktivitet, teori, metode, analyser, forklaringer*, Norges byggforskningsinstitutt, Oslo.
14. Veiseth, M., Røstad, C. C., Andersen, B., Torp, O., Austeng, K. (2004). *Produktivitet og logistikk i bygg- og anleggsbransjen: Problemområder og tiltak*. Sintef, Trondheim
15. Statsbygg. BIM-manual, Versjon 1.1.
<http://www.statsbygg.no/FilSystem/files/prosjekter/BIM/SB-BIMmanual1-1mVedl.pdf>



16. General Services Administration (GSA). *GSA Building Information Modeling Guide Series 01 – Overview*
http://www.gsa.gov/graphics/pbs/GSA_BIM_Guide_v0_60_Series01_Overview_05_14_07.pdf
17. Autodesk. *About BIM*.
<http://usa.autodesk.com/company/building-information-modeling/experience-bim>
18. MagiCad. Brosjyre.
http://www.progman.fi/download/pdf/magicad_brochure_2006_norwegian.pdf
19. Norske arkitekters landsforening (NAL). *Integrerte design prosesser*.
<http://www.arkitektur.no/?nid=155571>
20. Jongeling, R. (2008). *BIM istället för 2D-CAD i byggprojekt - En jämförelse mellan dagens byggprocesser baserade på 2D-CAD och tillämpningar av BIM*, Forskningsrapport 4-2008, Luleå tekniska universitet.
21. Statsbygg. BIM – En kortfattet innføring
<http://statsbygg.no/FoUprosjekter/BIM-Bygningsinformasjonsmodell/BIM-En-kortfattet-innforing/>
22. IAI Forum Norway. IAI; International Alliance for Interoperability.
<http://www.iai.no/>
23. Graphisoft. IFC
<http://www.graphisoft.no/page71822759.aspx>
24. IAI Forum Norway. IAI; International Alliance for Interoperability. IDM
<http://www.iai.no/idm/index.html>
25. Womack, J. P., Jones, D. T., Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production*, Harper Perennial, New York
26. Womack, J. P., og Jones, D.T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation, Revised and Update*, Free Press
27. Larman, C., Vodde, B. (2009). *Lean Primer*, Versjon 1.5
<http://www.leanprimer.com>
28. Ohno, T. (1988). *The Toyota Production System: Beyond Large-scale Production*, Productivity Press
29. Liker, J. (2004). *The Toyota Way*, McGraw-Hill
30. Howell, G. A. (1999). *What is Lean Construction*, University of California, Berkeley, CA
31. Wig, B. B. (2009). *Det er ledelse - kvalitetsledelse for det 21. århundret*, TQM Center Norway
32. Bertelsen, S., Koskela, L., (2002). *Managing the three aspects of Production in Construction*.
33. Koskela, L. (2000) *An exploration towards a production theory and its application to construction*. Espoo, VTT Building Technology.
34. Fafo. Last Planner.
<http://www.fafo.no/lean/lastplanner.htm>



35. Byggekostnadsprogrammet. (2010). *Resultatrapport prosjekt 14318: Organisasjonsutvikling og læring knyttet til trimmet bygging.*

[http://www.byggekostnader.no/getfile.php/Filer/PDF'er%20fra%20prosjekter/Sluttrapport\(4\).pdf](http://www.byggekostnader.no/getfile.php/Filer/PDF'er%20fra%20prosjekter/Sluttrapport(4).pdf)

36. buildingSMART, Ofte stilte spørsmål.

<http://www.buildingsmart.no/category/Ofte%20stilte%20sp%F8rsm%E5/category.php?categoryID=185>

37. buildingSMART Norge, Brosjyre. *Vi bygger smartere.*

http://coreweb.nhosp.no/buildingsmart.no/html/files/BuildingSmart_lowres_NEW.pdf

38. buildingSMART Norge. (2010). Nyhetsbrev Nr. 3, Mars/April.

http://coreweb.nhosp.no/buildingsmart.no/html/files/Nyhetsbrev_marsapr2010.pdf

39. Det kongelige nærings- og handelsdepartementet. (2008-2009). St.meld. nr. 7: *Et nyskapende og bærekraftig Norge.* Avdeling for offentlige publikasjoner, Oslo

<http://www.regjeringen.no/pages/2133768/PDFS/STM200820090007000DDDPDFS.pdf>

40. buildingSMART. Artikkel.

<http://www.buildingsmart.no/article385.html>

41. BA-Nettverket

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

42. Byggekostnadsprogrammet.

www.byggekostnader.no

43. Byggekostnadsprogrammet. Liste over prosjekter.

<http://www.byggekostnader.no/category.php/category/Prosjekter/?categoryID=267>

44. Teknisk Ukeblad. Artikkel 08.01.2010. Ny buildingSMART-leder

<http://www.tu.no/bygg/article233014.ece>

45. Teknisk Ukeblad. Artikkel 30.06.2009. Rådgiverne går sammen om BIM.

<http://www.tu.no/bygg/article214610.ece>

46. Elmagasinet. Artikkel 21.04.2010. Vil bedre samarbeid i byggenæringen

http://elmagasinet.no/News/Show/2010.04.21/Vil_bedre_samarbeidet_i_byggenæringen

47. Teknisk Ukeblad. Artikkel 21.01.2010. Nytt sykehus i Østfold.

<http://www.tu.no/bygg/article234516.ece>

48. Lean Construction NO. Artikkel 05.01.2010. Nettverksmøte 18. mars: Glenn Ballard fra Lean Construction Institute

<http://develop.faf.no/lean/lean/article/4312.html>

49. Byggeindustrien. Artikkel 06.02.2010. Byggenæringen fremover

<http://www.bygg.no/2010/02/50601.0>



50. Helsebygg Midt-Norge. Brosjyre. *K5*.

<http://www.helsebygg.no/vedlegg/29016/K5---ferdig-folder.pdf>

51. Helsebygg Midt-Norge. Brosjyre. *TB – Håndbok for sykehusbyggerne i Trondheim*

<http://www.helsebygg.no/vedlegg/30500/TB---aller-siste.pdf>

52. Sandvik, K. O. Prosjekteringsledelse seminar, 16.04.2010.

<http://www.tekna.no/ikbViewer/Content/796732/3%20Lean%20Construction,%20Sandvik.pdf>

53. Byggindustrien. Artikkel 19.05.2010. Veidekke og YIT vant St. Olav-kontrakter

<http://www.bygg.no/2010/05/veidekke-vant-st.-olav-kontrakt>

54. Skanska Norge

www.skanska.no

55. Lilledahl, G., Hegnes. A. G. (2000). *Kvalitativ metode*. Forelesningsnotat, UiO

<http://www.giaever.com/sosiologi/KM.htm>



Vedleggsliste

- Vedlegg A.: Strategiplanen til buildingSMART Norge (2010-2011)
- Vedlegg B.: Tilbakemeldinger fra aktørene vi intervjuet
- Vedlegg C.: 3-ukersplan fra Skanska prosjektet, Mølla Senter
- Vedlegg D.: Skanskas mål med implementer av BIM3
- Vedlegg E.: Gjennomføringsmodellen til Skanska Xchange, fase 1.
- Vedlegg F.: Logg
- Vedlegg G.: Møtoreferater
- Vedlegg H.: Prosjektavtale

Vedlegg A.



Strategiplan buildingSMART Norge 2010 – 2011

Visjon

Bærekraftig bygd miljø

Formål

Bidra til bærekraftig bygd miljø gjennom SMARTERE deling av informasjon og kommunikasjon mellom alle aktører i bygg, anlegg og eiendomssektoren.

Mål

1. Utvikle og vedlikeholde åpne internasjonale standarder for digital modellering av byggverk (OpenBIM).
2. Sikre at buildingSMART standardene blir implementert i programvare og tatt i bruk i alle deler av norsk byggenæring og i offentlig forvaltning.
3. Identifisere og løse problemer som hindrer en bred implementering av buildingSMART standardene.
4. Sikre at det blir utviklet og satt i drift felleskomponenter som er nødvendig for en buildingSMART basert IKT arkitektur.
5. Utvide buildingSMART teknologien og prosessene til å omfatte hele det bygde miljø, i hele dets levetid, og innen ledelse, produksjon, drift og vedlikehold.

Nytteverdi

- Realisering av offentlige og private målsettinger om bærekraftig utvikling.
- Bedre byggverk raskere og billigere.
- Redusert risiko for alle involverte aktører.
- Reduserte feilkostnader i hele verdikjeden
- Energieffektive og klimanøytrale byggverk.
- Nye forretningsmuligheter.



Vedlegg B.

Tilbakemeldinger fra aktørene vi intervjuet.

Mail fra Rupert Hanna i Skanska

Fra: "Hanna, Rupert" [Ny kontakt](#)

Til: 'Maria Øverbø Nevien'

Tittel: SV: intervju

Dato: 2010-05-12 13:06

Hei Maria,

Jeg kan stå for alt du har skrevet i intervjuet. Det er en del gjentakelse siden du har skrevet veldig detaljert ned mye av det jeg sa, det kunne med fordel kuttes ned til det essensielle etter hvert - det regner jeg med at dere vil gjøre i forbindelse med rapporten.

Her er BIM blinken.

Mvh
Rupert

Mail fra Morten Haveraaen i Statsbygg

Fra: Morten.Haveraaen@statsbygg.no [Ny kontakt](#)

Til: maria.nevien@hig.no

Tittel: SV: SV: intervju

Dato: 2010-05-03 13:47

Hei Maria

Det er sikkert greit!

(avskrift av en muntlig fremstilling ser jo alltid litt
besynderlig uformelt ut)

Hilsen

Morten Haveraaen



Mail fra Thor Ørjan Holt i Multiconsult

Thor Ørjan Holt - Multiconsult.doc

From: thor.oerjan.holt@multiconsult.no
Sent: Wednesday, May 19, 2010 9:41:54 AM
To: gryburaas@hotmail.com
1 attachment
[Thor Ørja...doc](#) (33.0 KB)

Hei,

Se kommentarer i vedlegg.
Jeg synes dette er bra. Ønsker ikke at dere legger ved avskriften av lydopptaket, det blir smør på flesk. . \\Da må jeg kvalitetssikre dette også.

Mvh,
tø

Mail fra Camilla Kaupang i GASA Arkitektene

Fwd: Re: Godkjenning av intervju

From: **Christian Vatnedalen Vik** (christian.vik@hig.no)
Sent: Thursday, May 27, 2010 9:01:29 AM
To: gryburaas@hotmail.com
2 attachments | [Download all attachments](#) (3.9 KB)
[textplain](#) (1.6 KB), [texthtml](#) (2.3 KB)

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

From: Camilla Kaupang <camilla.kaupang@gasa.no>,
Sent: 2010-05-27 10:32
To: Christian Vatnedalen Vik <christian.vik@hig.no>,
Subject: Re: Godkjenning av intervju

Hei igjen,

jeg har lest gjennom, og har tatt meg noen friheter og justert litt. Noe for å få presisert ting bedre og for å unngå såpass muntlig form, også har jeg endret noe om dette med kollisjonstest slik at det har fått en litt annen betydning. Har markert endringer med grønt og rødt.

Se på dette bare som innspill, regner med dere tilpasser dette til deres helhet.

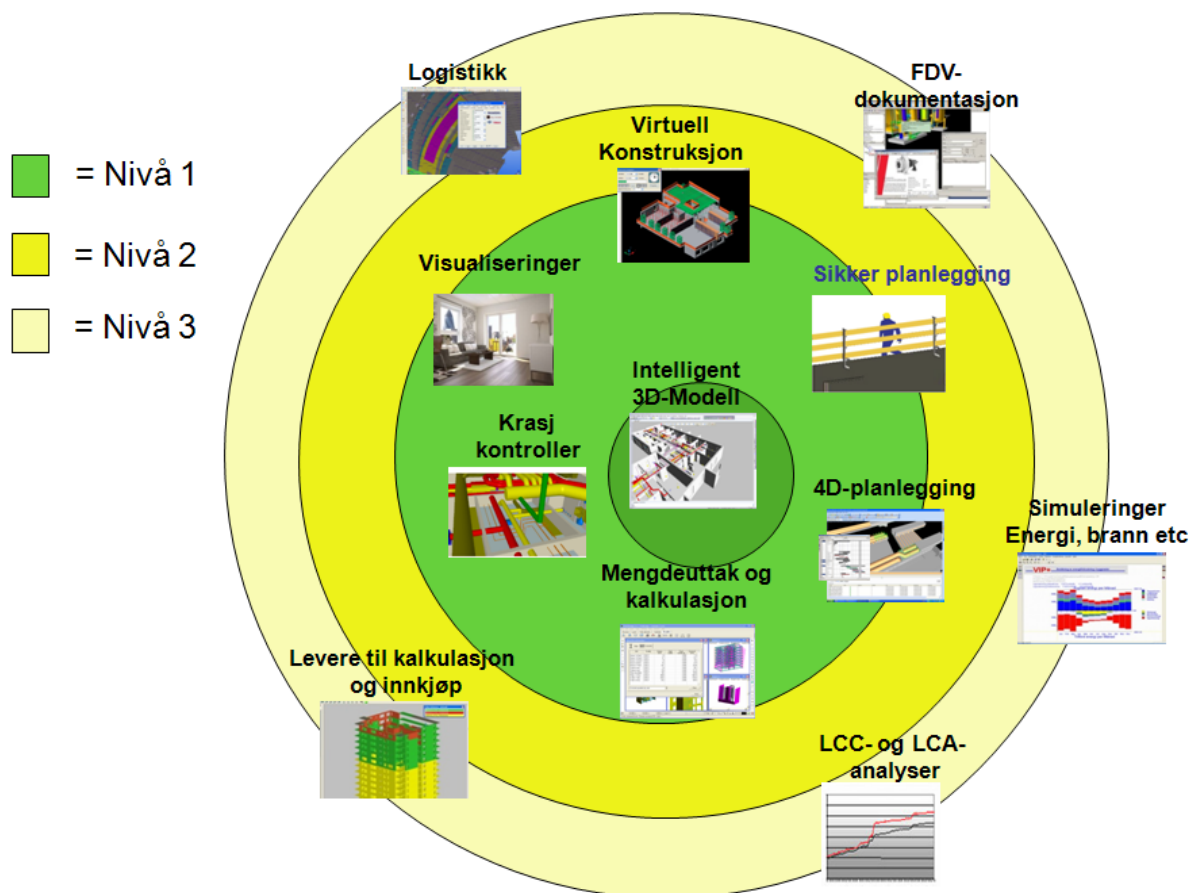
Lykke til med innlevering i morgen :)

Vennlig hilsen
Camilla Kaupang

Arkitektkontoret GASA AS

Vedlegg D.

BIM anvendes i rekkefølge for implementering i Skanska Norge.



SXC

Platform & BIM-based design process in Residential Building

Version Beta 2.0 – January 19, 2009

PHASE 1

This guide is for use in Skanska's own platform-based residential development projects, when design is being modelled. The guide provides a general understanding of the process involved with Building Information Modelling (BIM) based design and contents and types of different models produced at different phases of the process. Additionally the guide describes the use of models in different phases. The process has not been connected to a type schedule, but the need to do technical design earlier in the process has to be taken into consideration when scheduling BIM-based projects.

If there are questions concerning the BIM-Based design process or you feel there are deficiencies, please contact:

Implementation

National Implementation teams

Development

Rikard Espling
Tel. +46 85 043 6177
+46 70 585 5309
E-mail: rikard.espling@skanska.se

Tiina Koppinen
Tel. +358 20 719 4648
+358 40 350 2225
E-mail: tiina.koppinen@skanska.fi

Other Reference Materials:

Platform & BIM-based design process in residential building

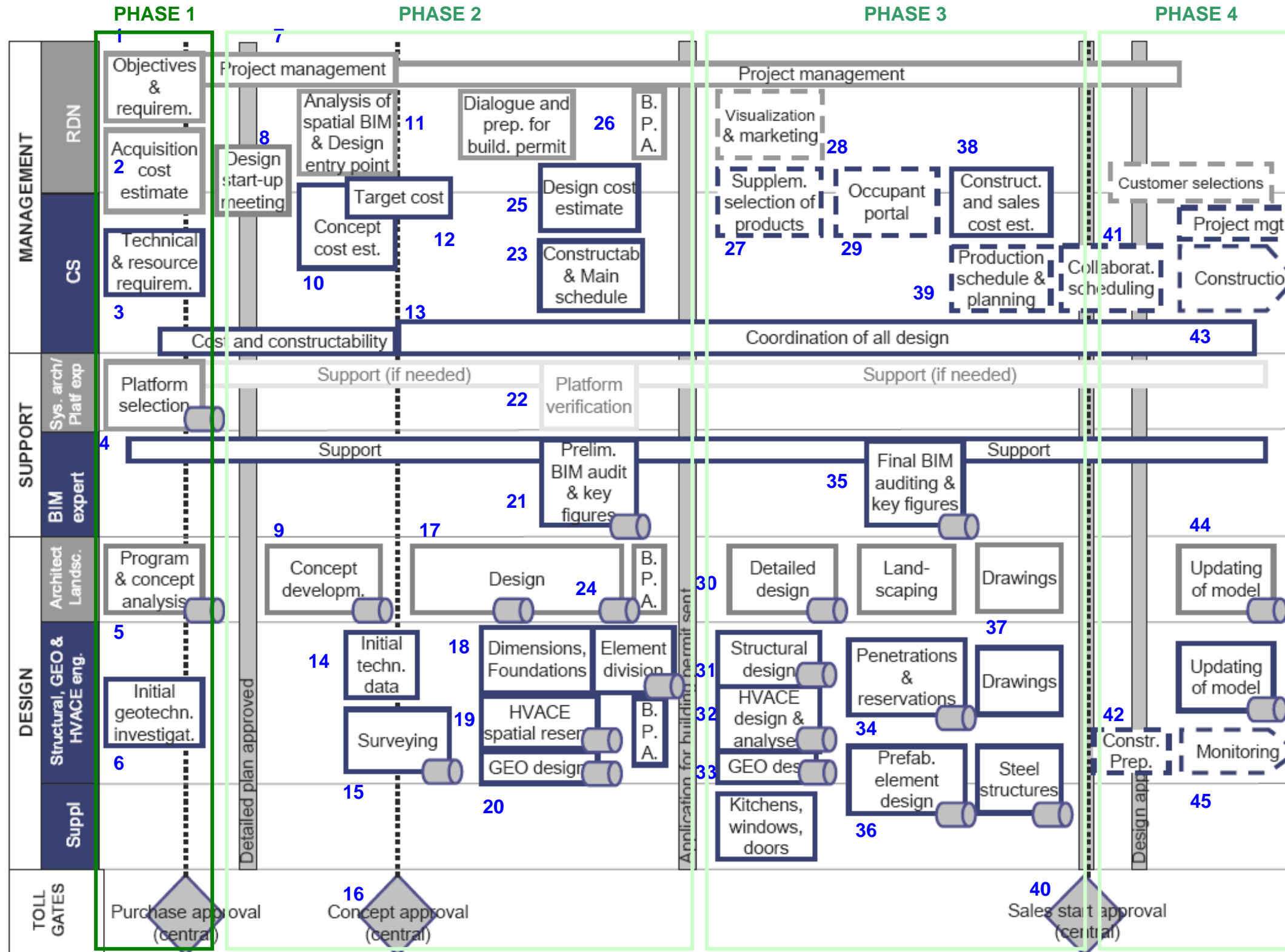
- Phase 2
- Phase 3
- Phase 4

Platform & BIM-based design process in residential building – Process navigator in Power point format

SXC

BIM-based design process in Residential Projects

Beta 2.0 , December 15, 2008



CONTENTS:

Process description

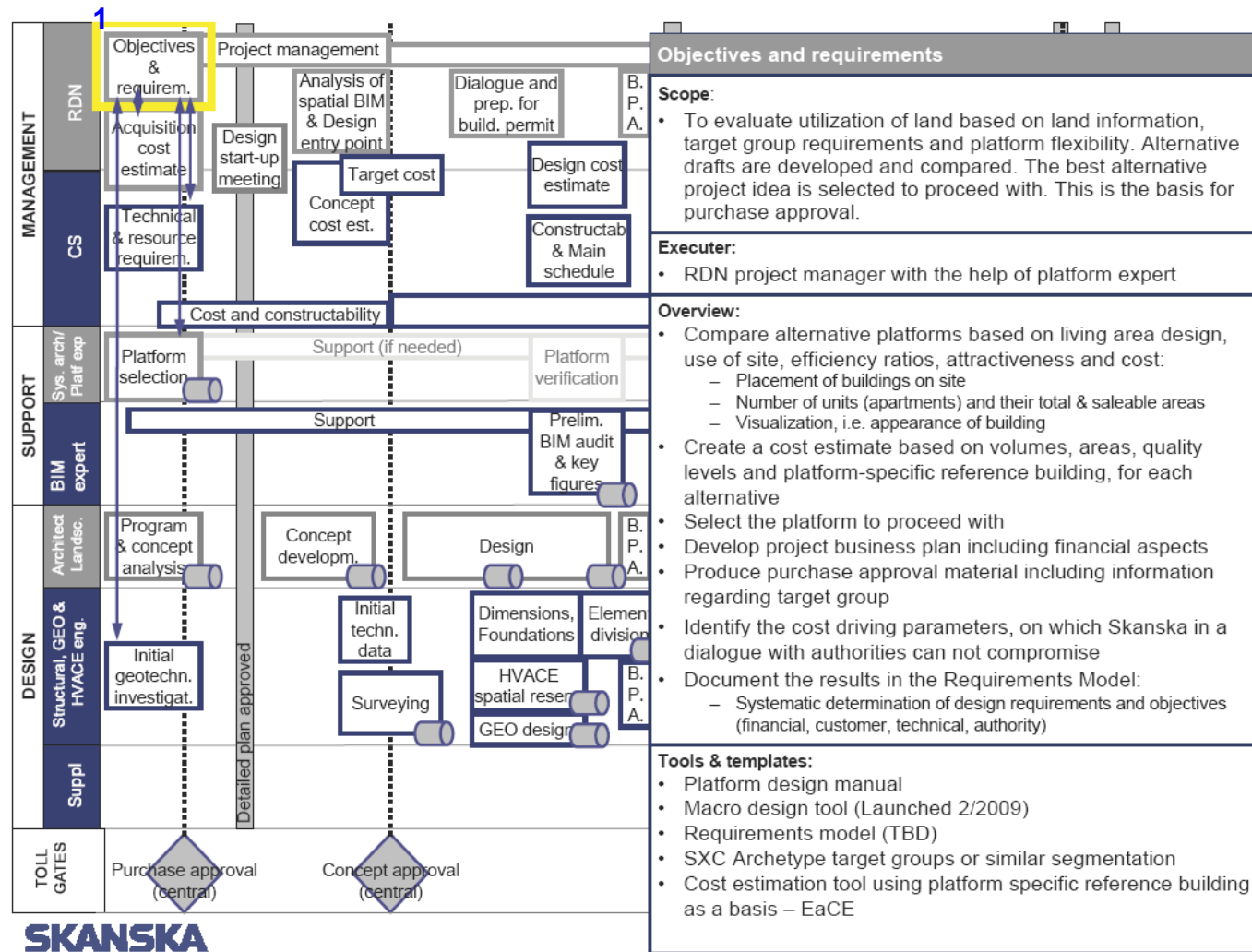
Process description	Page
PHASE 1	3
1. Objectives & requirements	3
2. Acquisition cost estimate	4
3. Technical & resource requirements	4
4. Platform selection	5
5. Program & concept analysis	5
6. Initial geotechnical investigation	7



PROCESS DESCRIPTION

PHASE 1

1. Objectives & requirements



Main content

- The Requirements Model helps to define the objectives and requirements of the project (e.g. project and spatial program and requirements) and structures them into systematic initial data for the design process.

Initial data

- Market & site analysis
- Customer segmentation and Target segment's preferred choices
- Platform manual & rules

Using BIM

- The Requirements Model defines and structures the requirements of the project based on the needs of each stakeholder and stage of the project in a systematic manner

Skanska's concept:

- Target segment and platform – selection of target segment, brief description of the basic target segment and selection of the platform
- Project requirements – scope, result and schedule targets, risks, requirements related to the site selection

Starting point for the planning work:

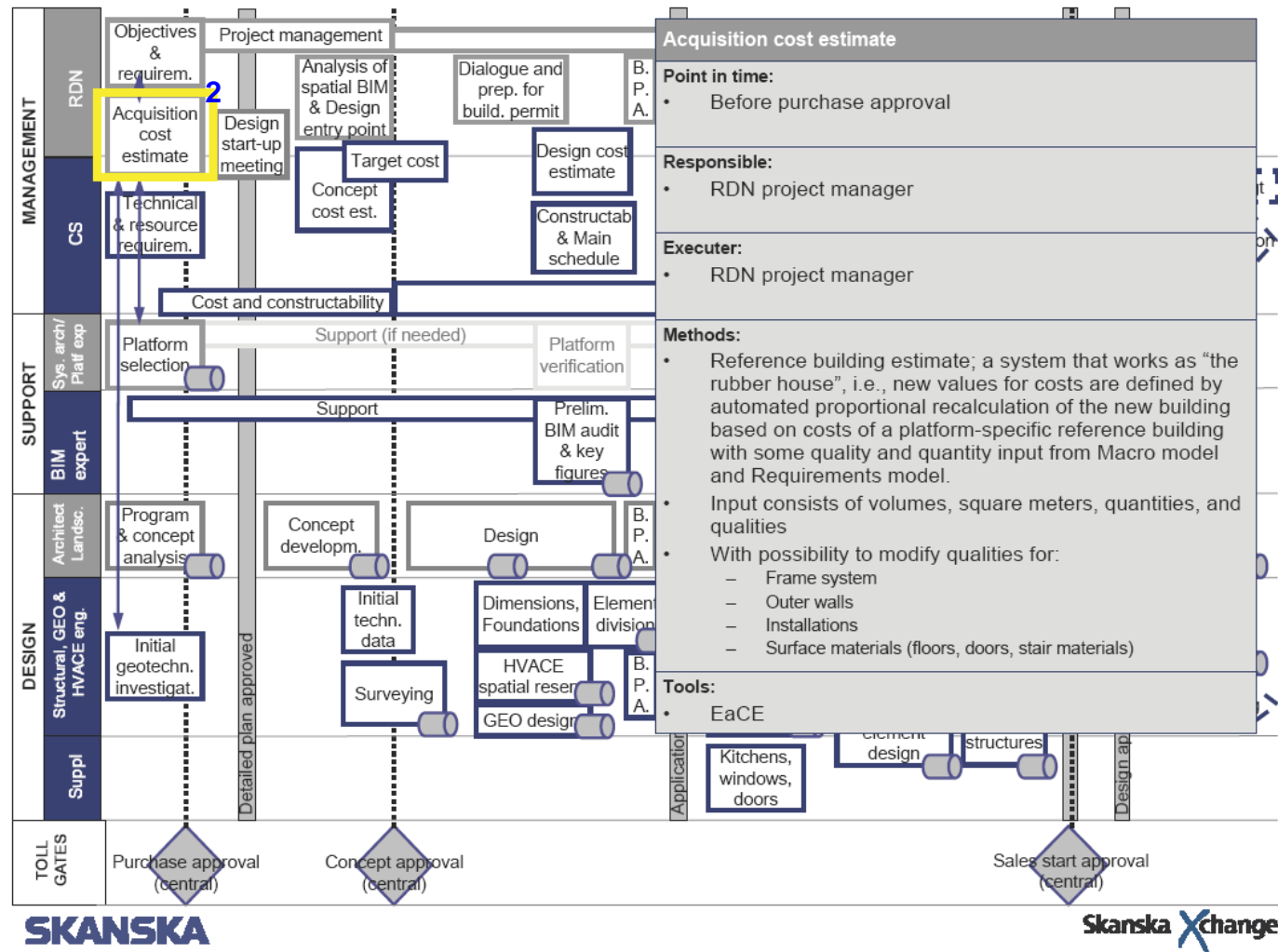
- Requirements of the site – zoning situation, restrictions of the site and requirements for the planning processes, utilities, car parking and outdoor areas
- Requirements of the building – special demands set by the authorities and client, location of the building, apartment program, requirements of the facade, key ratios, environmental and security objectives
- Requirements related to the type of apartment – adjustments to the apartment Program/spatial Program, suppliers with annual contracts and selected structures, HVAC requirements
- Requirements related to spaces – size/area, quality standard, coloration, RDN assortment including surface materials, fixed furniture, household equipment, etc.
- Requirements related to structural systems – all demands for the structures: construction system, loads, structural types, products, suppliers etc.
- Requirements related to HVAC systems – compilation of requirements related to HVAC: systems, limit values vs. dimensioning values, products, suppliers, etc.

- The platform explicitly defines all structures/systems that are available from an economical point of view
- The selection of target segment defines certain properties/ quality standards for visible structures and RDN assortment, furniture, detailings and surface materials.
- Selected RDN assortment defines standard materials/furniture alternatives available to the customers.

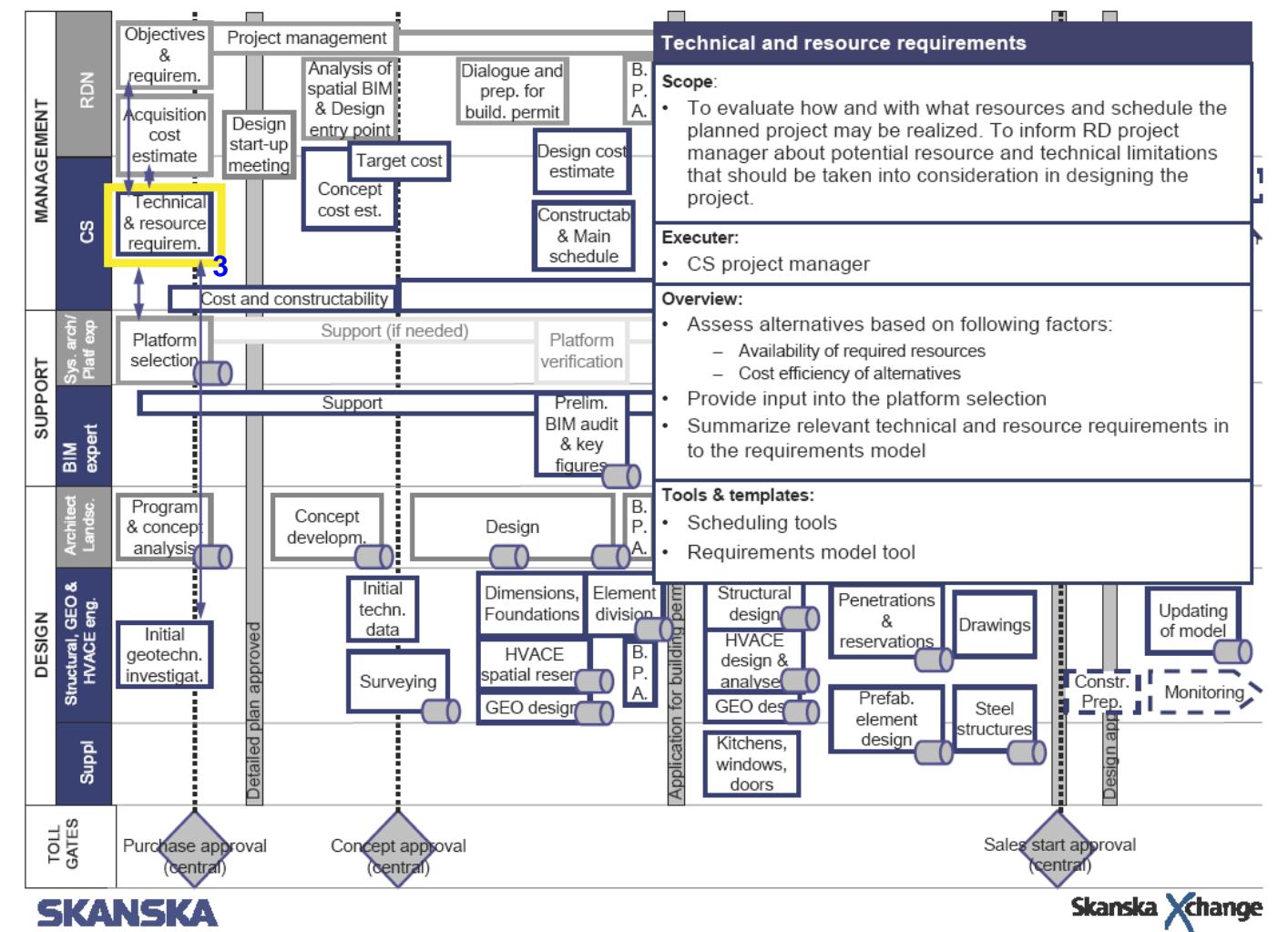
BIM opportunities

- The Requirements Model automates platform-related selections and takes the target segment's preferences into consideration in the planning process
- The systematic structure of the Requirements Model ensures that set targets and objectives can easily be found when needed.
 - Adding key spatial requirements to the spatial Program helps to manage different requirements during the design process
- The Requirements Model can and should be updated as requirements change during the project
 - All relevant versions of the Requirements Model (from a decision-making point of view) have to be filed to ensure that change history can be tracked afterwards if necessary
- The structure of the Requirements Model allows linking of the data to BIMs
 - Based on the Requirements Model, it is possible to automate a check on apartment program
- There are also some project objectives for which direct linking to BIM-based planning is not yet possible (e.g. budget and schedule targets). In Requirements Model, inclusion of links to the documents might help to manage this information as well.

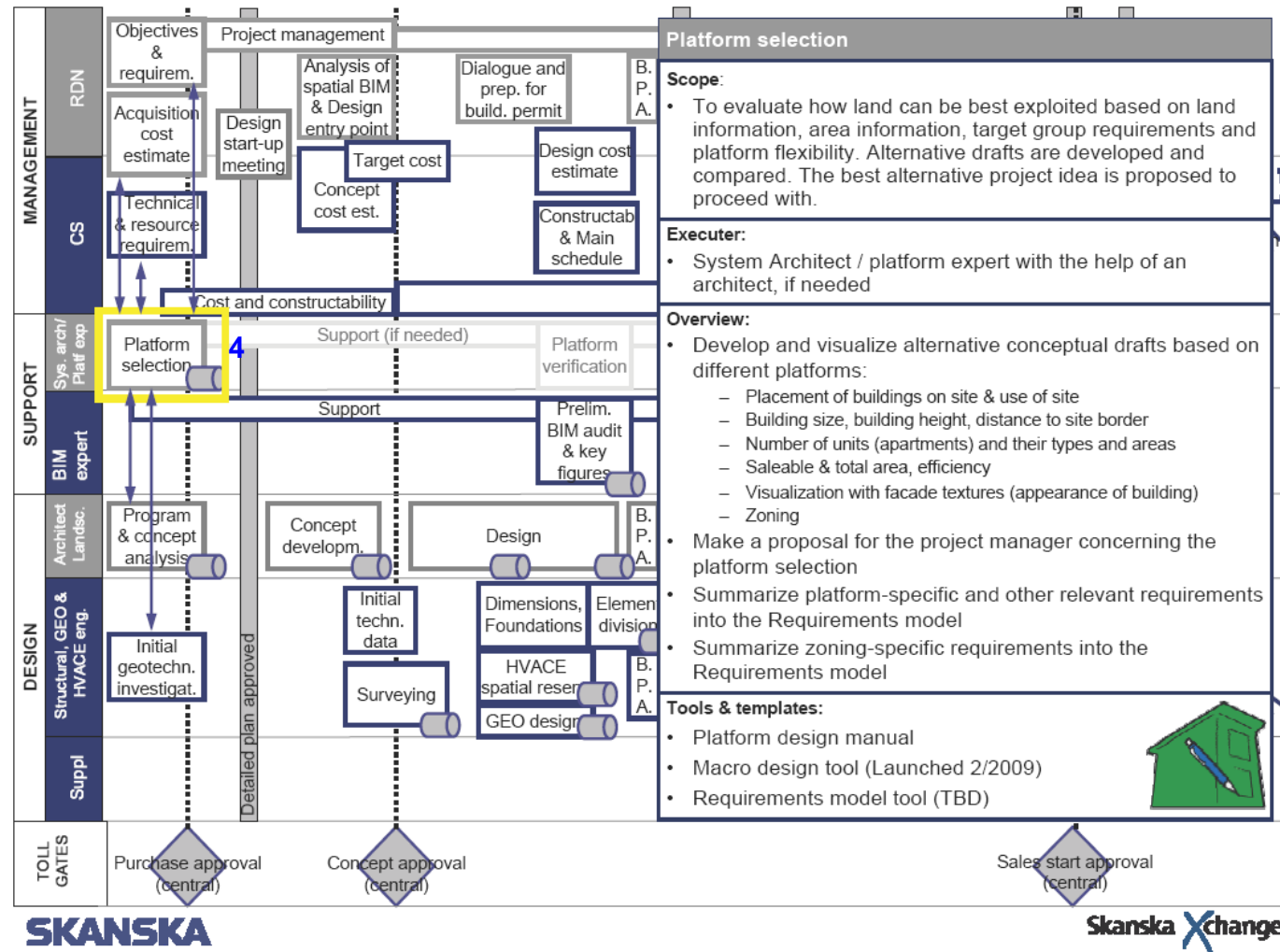
2. Acquisition cost estimate



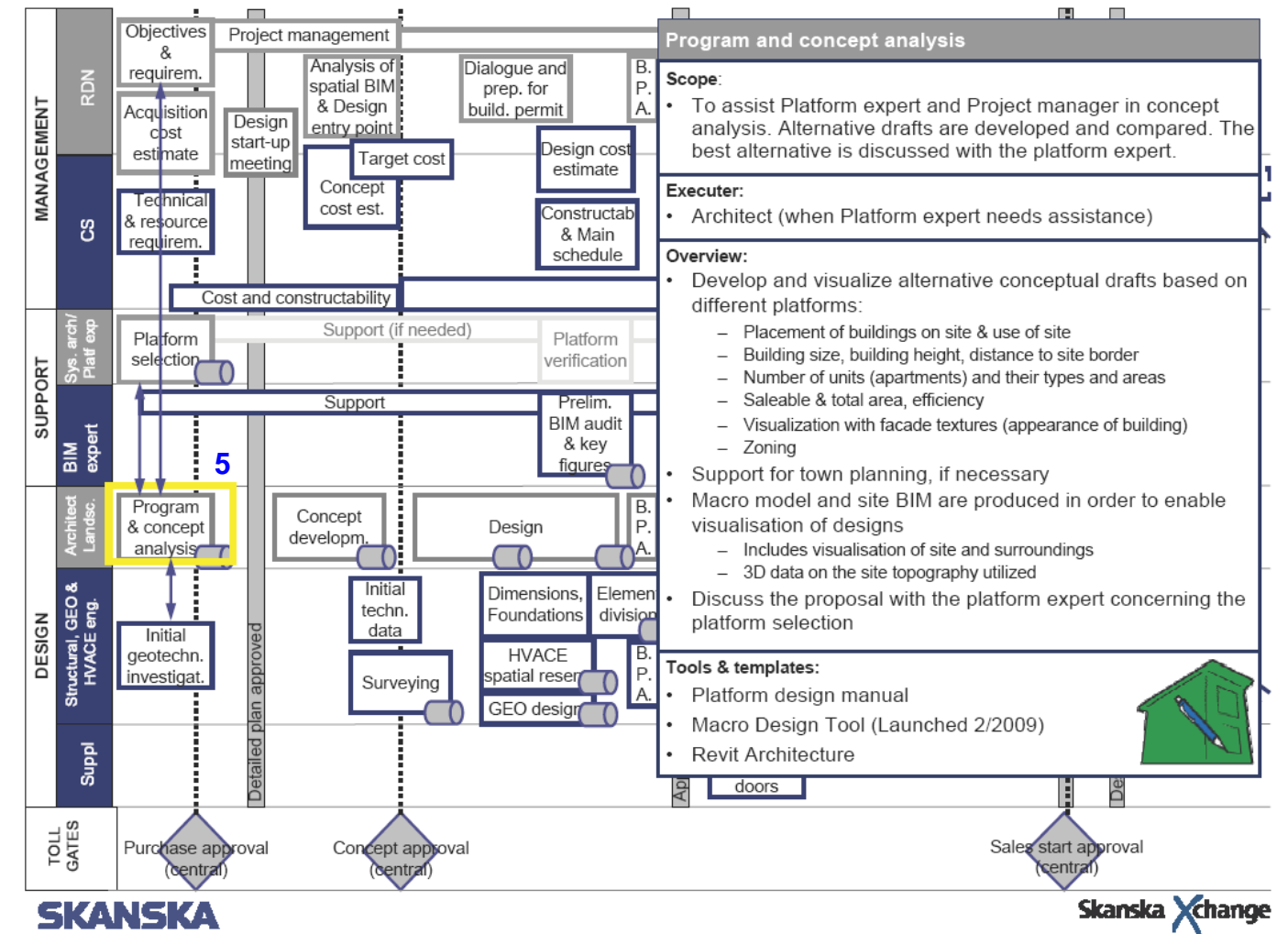
3. Technical & resource requirements



4. Platform selection



5. Program & concept analysis



Main content

- The Macro model is meant for evaluating alternative platforms and apartment Programs, massing and positioning of the building on the site. With rough key ratios, it is possible to ensure that plans comply with the requirements.

Initial data

- Requirements Model
- Municipal basic register and site information
- Initial geotechnical investigation data

Using BIM

- While starting the modelling, the coordinates and rotation angle of the coordinates must be locked, and all designers must comply with them
- Depending on the construction site, the site model is either given by municipal registers or alternatively site can be modelled separately
- A macro model of the building is placed onto the site model, and this is used as the basis for the master plan
- A Macro model can be used at two different detail levels
 - With complete building storeys where the staircase and related apartments are depicted as one mass object

- With apartments and staircases as separate objects
- Design is facilitated by using platform-specific apartment objects
- The most suitable basic solution can be sought by using an apartment level Macro model
- Information derived from the Macro model:
 - Apartments
 - Compartments
 - Gross floor area
 - Saleable area
 - Floor areas (space included in permitted building volume)
 - Shafts
 - Fire compartments
 - Segments/blocks (segments to be used during construction phase)
 - Staircases and other transit spaces

BIM opportunities

- 3D modelling and visualisation facilitate comparison of various alternatives and improve understanding of designs
- If project process begins with zoning, the Macro model can be used to visualise the plan for zoning authorities
- BIM helps to automate calculation of rough key ratios. This enables the evaluation of profitability of the project before the site investment.
- With the help of a Macro model, the fulfilment of the apartment Program can be tracked
 - Is it possible to automate checking of requirements fulfilment? To what level?
- With the Macro Model, rough estimates of energy consumption, lifecycle costs and environmental effects could be made to compare the alternatives.
 - Façade & roof with characteristics of the structures needed
- By doing comprehensive comparisons early on in the project, even radical changes are still possible. The later the challenges are brought up, the more difficult it is to fix them without significant monetary or quality losses.

Macro & site BIM

Tools & support	Skanska quality checkpoints
<ul style="list-style-type: none"> • Platform design manual • Macro Design Tool & library • Revit Architecture 	<ul style="list-style-type: none"> • Platform compliance • Capacity optimization (i.e. efficiency) • Cost reasonable • Cost driver parameters known

Input

- Land information:
 - Shape and area, Land conditions (preliminary geotechn. investigation)
- Potentially, existing detailed development plan
- Authorities' existing zoning requirements
- Area information:
 - Infrastructure, High end/low end area, Neighbouring sites
- Target group, based on area and business idea
- Alternative platform requirements

Content of BIM (= output)

Site model

- The model is made with official map co-ordinates
- The model includes:
 - Boundaries of the site

- Site topography
- Necessary interfaces to environmental and technical systems
- The site can be modelled as a "slab model", for example
 - About 0.5 m thick, stacked slabs/discs
- The selected location of the building (x, y, z) and rotation from the angle of map co-ordinates are documented in the model

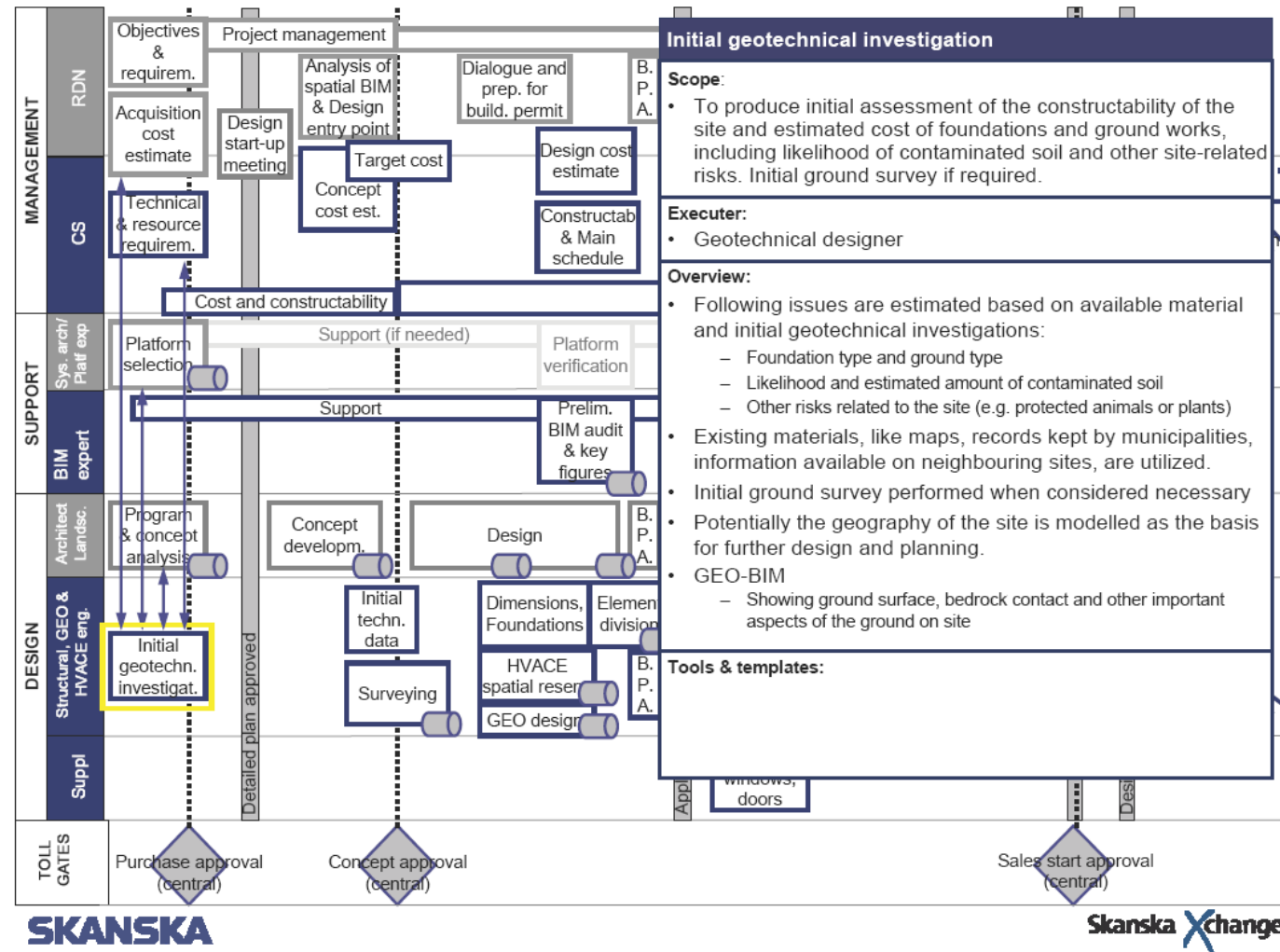
Macro model

- The Macro model is produced by using mass objects that depict the height and geometry/area of the building (i.e. building shape/mass).
 - Masses can either depict the staircase and related apartments as one zone object or apartments and staircases as separate objects
- Each building is modelled with the appropriate co-ordinates from the view point of design.
- The location points of the building (x, y, z) are placed on the site in the close vicinity of the building
- The Macro model indicates:
 - The total building area
 - Apartment types and areas, number of apartments - if more detailed level applied
 - External surface of the building (i.e. façade textures). Modelling of internal structures (slabs, walls) is not necessary.
- Masses are modelled so that areas and volumes can be calculated automatically based on the geometry.
- When modelling areas, the requirements of the national authorities must be followed
 - Different areas to be modelled in different countries

Quality assurance by architect

- The modeller is responsible for quality assurance
- Issues checked from the Site Model:
 - Includes all required information
 - Layers illustrating ground do not overlap
- Issues checked from the Macro Model:
 - Includes all required information
 - Mass objects do not overlap
 - The names and areas of masses correspond to the ones in the apartment program. Acceptable tolerance for areas must be agreed.
 - Automation of quality assurance can be developed

6. Initial geotechnical investigation



- Ability to utilize ground surveys to model directly from measuring data?
- The GEO model documents all the essential ground survey data:
 - Earth surface
 - Rock surface
 - Bottom level of soft soil bed / piling needs
 - Initial ground survey program
- Additionally the GEO model can include “foreign” information:
 - Contaminated soil (known samples, known approximate map area) (*data from Environmental engineering*)
 - Other environmental data (restrictions etc.)

BIM opportunities

- Based on the GEO model, it is possible to estimate:
 - Constructability of the site
 - Cost of ground works and foundations

Main content

- Initial geotechnical investigation involves utilization of existing, rough data: maps, past subsurface investigations, utilities information, communal databases, etc.
- The ground survey data will be modelled where pre-digitized data is available (soundings, surface).

Initial data

- Macro Model
- Site model
- Initial ground survey data
- Maps, utilities information, etc.

Using BIM

- The surveyor studies the architect’s Macro Model and available data, and delivers to the project manager an initial estimate of constructability of the site:
 - An estimated foundation type (piling, need for ground replacements, etc.)
 - Estimated yard area ground structure types
 - Any special issues related to the ground construction on site
 - Anticipated issues regarding groundwater
- The model should be done so that the model can be supplemented/continued later based on more detailed ground data.



Vedlegg F.

09.11.09	Foreløpig forslag til problemstilling levert
14.-20.11.09	Jobbet videre med problemstillingen, i samarbeid med veileder Bjørn Godager og forandret noe på tema.
01.12.09 – 11.01.10	Eksamensperioden og juleferie. Brukte ferien til å sette oss inn i den aktuelle litteraturen rundt BIM
13.01.10 – 15.01.10	BuildingSMART masterseminar i Oslo, arrangert av buildingSMART Norge og med bidragsytere fra hele byggenæringen.
25.01.10	Møte med veileder. Fikk godkjent oppgaven og ble enige om å levere et foreløpig forprosjekt. Neste skritt er å kontakte aktuelle bedrifter vi kan tenke oss å inngå samarbeide med.
26.01.10	Ble enige om å få til et samarbeid med Skanska. Tok kontakt med leder for teknisk avdeling, Trond Valeur. Valeur er også styreleder av buildingSMART.
10.02.10	Deltok på oppgaveskrivings-seminar i regi av HiG.
12.02.10	Møte med Skanska: Møtte Trond Valeur og Rupert Hanna, og ble enige om et videre samarbeid. Vi skal få være med på aktuelle prosjekter, og se hvordan de drar nytte av teknologien BIM og Lean i sitt arbeid. Avtalte også at de skulle sponse vår deltakelse på Lean Construction seminar den 18.mars.
15.02.10	Møte med veileder. Diskuterte møtet med Skanska og veien videre.
16.02.10	Deltok på Lean Lab. Opplevde dette som inspirerende for det videre arbeidet, og en veldig nyttig start på jobbingen med Lean delen av oppgaven.
18.03.10	Fafo-seminar i Oslo. Foredrag av Glenn Ballard, grunnleggeren av Last Planner, om Lean og fremtidens utfordringer. Også innlegg fra ledende aktører i markedet når det kommer til Lean. Fikk høre om Skanska Xchange for første gang.
19.03.10	Møte med Rupert Hanna hos Skanska. Ble enige om å opprette et prosjekthotell hvor vi kunne dele alt av informasjon. Her ble alle malene til Skanska Xchange's produksjon lagt ut slik at vi kan sette oss bedre inn i dette.
26.03.10	2 ukers opphold på grunn av påskeferie. Brukte fridagene til å lese relevant litteratur.



15.04.10 – 16.04.10	FBA-seminar arrangert av NITO og Tekna. Temaet for seminaret var prosjekteringsledelse, og vi fikk innlegg om blant annet BIM, universell utforming og nye byggherreforskrifter.
19.04.10	Første gruppemøte etter påske. Oppsummerte status og hadde en brainstorming rundt den videre jobbingen. Har alt startet på skrivingen av teori om BIM og Lean. Videre skal vi intervju en representant fra henholdsvis RIB, BH, entreprenør og ARK. Ble enige om hvilke bedrifter vil ville kontakte, og sendte ut forespørsler til de aktuelle.
20.04.10	Møte med veileder Bjørn for å diskutere videre fremdrift.
23.04.10	Møte med Johnny Nersveen angående utforming av vitenskapelig rapport.
23.04.10	Møte med veileder Bjørn, gikk gjennom status siden sist og videre jobbing (se møterefertat)
26.04.10	Intervju med Morten Havereaaen, leder for Forskning og Utviklingsavdelingen hos Statsbygg
27.04.10	Intervjuet Thor Ørjan Holt, BIM-ansvarlig hos Multiconsult.
27.04.10	Intervjuet Camille Kaupang hos GASA Arkitekter
28.04.10	Ekskursjon til Mølla Senter i Brumunddal, et Skanska prosjekt hvor det er forsøkt å implementere Lean
30.04.10	Diskusjon med veileder Bjørn angående oppsettforslag til oppgave (se møterefertat)
06.05.10	Møte med Svei Mossing og Erling Thun-Holm fra Skanska Xchange for å få innføring i konseptet.
10.05.10	Siste møte med Rupert Hanna. Gjennomførte et intervju med han som representant for entreprenør til intervjudelen vår. Snakket om videre jobbing med oppgaven og fikk tips og råd til innspurt.
11.05.10 – 25.05.10	To uker med å fullføre oppgaveskriving. Hadde flere samtaler med veileder underveis. Her diskuterte vi blant annet oppbyggingen av oppgaven med tanke på hvordan presentere dagens situasjon og intervjuer. I tillegg ble vi enige om at alt av egne observasjoner fra case-studiene skal legges til diskusjonsdelen i slutten av oppgaven. Vi så oss nødt til å stokke om på ordene i problemstillingen vår, for å ha en bedre forutsetning til å komme frem til en bra konklusjon.

Vedlegg G.

Møtereferat 20.04.10

Til stede: Veileder Bjørn Godager, Christian Vik, Gry Buraas og Maria Nevjen

Agenda: Statusoppdatering, videre arbeid, spørsmål til intervju, oppsett av oppgave, avgrensing

Statusoppdatering

Gjennomgang av kurs og seminarer – har fått mye nyttig input gjennom deltakelse på dette og samtaler med folk fra "BIM og Lean"-miljøet.

Har startet på teoridelen av oppgaven – dette er en viktig del av oppgaven for å få frem hva BIM og Lean virkelig er. Det er allikevel viktig å passe på at denne delen ikke blir for omfattende, og at det forklares på en enkel og konsis måte uten for mye tunge faguttrykk.

Samtalene med Rupert Hanna hos SKANSKA – vi har kommet frem til at vi skal se på to individuelle prosjekter hos SKANSKA, et med BIM og et med Lean. Lean-prosjektet blir Mølla senter i Brummundal, mens BIM-prosjektet fortsatt er uavklart. Har fått tilgang til SKANSKA Xchange`s manualer gjennom et prosjekthotell Rupert Hanna har opprettet til oss.

Videre arbeid

Oppgaven vår hos SKANSKA blir å se hvorvidt bruken av BIM og Lean eventuelt kan kombineres, gjennom å se på de to prosjektene vi har fått tilgang til. Henholdsvis ved å bruke det ene prinsippet som et verktøy for å implementere det andre.

Finne frem til aktuelle bedrifter som kan være interessante å intervju i forbindelse med holdninger og innsats i forhold til temaet vårt. Vi har i utgangspunkt sett for oss å se på bedrifter som er langt fremme på arbeidet med enten BIM eller Lean. Interessante bedrifter er Statsbygg eller Forsvarsbygg som representant for byggherren, Multiconsult eller Norconsult som representant for rådgivende ingeniør og selvfølgelig SKANSKA som representant for entreprenør. I tillegg vil vi få med arkitektens syn gjennom å snakke med Gasa arkitekter.

Selve intervjuprosessen og spørsmål vi ønsker svar på

Avtalt møte med Øyvind Kristoffersen på Mølla senter (SKANSKAS Lean-prosjekt i Brummundal) onsdag 28. April. Prøver å få til alle intervjuene i løpet av neste uke slik at selve oppgaveskrivingen kan starte i uke **xx**.

Interessante spørsmål er blant annet knyttet til hvorfor de har valgt å implementere (evt hvorfor ikke), hva slags gevinst de ønsker å oppnå, og hva de faktisk har oppnådd. Hva er den generelle holdningen i bransjen? Hvordan løses dette rent praktisk med tanke på anbud, hvor stor ferdiggrad av modell til hvilken fase og hvordan blir strukturen i et så komplekst samarbeid.

Oppsett av oppgave

Vitenskapelig oppgave med klare retningslinjer for oppsett og innhold. Litt usikkert på hvordan plassere intervju og betraktninger i en hoveddel.

Avtaler et møte med gruppen, veileder og faglærer Johnny Nersveen for å få mer klarhet rundt dette.

Avgrensning



Merker oss allerede at det er en overveldende mengde fakta, og forskjellige meninger og holdninger rundt temaet. Problemet vårt blir dermed å velge hvor vi vil legge fokuset. Vi har tidligere bestemt oss for at det er kombinasjonen av BIM og Lean vi ønsker å se på, og holder fast ved dette. Imidlertid føler vi at det kan snevres enda mer inn. Ved å vinkle det inn til at det ene kan brukes som et verktøy i jobben/implementeringen av det andre, mener vi at vi kan skape en spennende og original vri på

oppgaven. BIM fører til Lean kontra Lean fører til BIM, skal vi vente med å definere til vi har vært ute på intervjurunden vår neste uke.

Neste møte

Prøver i utgangspunktet å få til et møte i løpet av uken hvor vi kan få involvert Johnny Nersveen, og få litt tips til oppsett av oppgave.

Eget møte med veileder Bjørn Godager for å gå mer gjennom spørsmål til intervjurunde.

Prøver å finne mer relevant litteratur rundt Lean. Blant annet finnes det flere faglærere på huset som har stor kjennskap til dette.

Skriver videre på teoridelen. Denne bør bli ferdig innen uken, slik at veileder kan få lese gjennom om komme med eventuelle kommentarer.



Møtereferat 24.04.10

Til stede: Veileder Bjørn Godager, Christian Vik, Gry Buraas og Maria Nevjen

Agenda: Statusoppdatering, videre arbeid, spørsmål til intervju, oppsett av oppgave, avgrensning

Statusoppdatering

Har hatt samtaler om vitenskapelig metode med Johnny Nersveen

Har kommet et stykke videre på teoridelen av oppgaven, men mye må vi vente med til vi ser hva vi virkelig kommer til å bruke av teori i gjennomføringsdelen

Har hatt en del konstruktiv diskusjon innad i gruppe angående arbeidsfordelig, litteraturvalg og spørsmål til intervjurunder. Har kommet et stykke videre og oppnådd enighet om viktige punkter.

Videre arbeid

Intervjurunde neste uke: har fått til intervjuer med Statsbygg, Multiconsult, Gasa Arkitekter og SKANSKA. For å få et mer nyansert bilde burde vi intervjuet fler, men vi har valgt oss ut et lite utvalg for å få frem noen av tendensene. Vi har begrenset med tid, og ønsker ikke å dele intervjuprosessen mellom oss, derfor velger vi å foreta et intervju med en representant fra byggherre, entreprenør, rådgiver og arkitekt. Vi har valgt intervjuobjekter på bakgrunn av hvem som har kommet langt i arbeidet med implementeringen av BIM.

Onsdag 28.04.10: ekskursjon til Mølla Park

Oppsett av oppgave

Har fått verdifull informasjon av Johnny Nersveen angående oppsett av oppgave.

Snakket med Lean-person lokalt på høgskolen som ga oss kopi av relevant litteratur

Avgrensning

Velger å se på bedrifter som har implementert BIM i større eller mindre grad, og undersøke hva de tror at en implementering av Lean kunne gjort for å øke produktiviteten ytterligere.

Ser gjennom alt av teori med tanke på selve oppgaven. Det som ikke er med i teksten, skal heller ikke være med i teoridelen. Dette er en utfordring, da vi har lært så mye både om BIM og Lean som vi kunne tenke oss å skrive om. Men er det ikke relevant i forhold til oppgaven, har det ikke noe der å gjøre.

Neste møte

Etter behov

Til neste gang

Gjennomføring av intervjuer. Tar opp disse på båndopptager, skriver det ned (som vedlegg til oppgaven) og får intervjuet godkjent av intervjuobjekt.

Studere en case, og skrive utkast. Vise til Bjørn og få tilbakemelding på dette.



HØGSKOLEN I GJØVIK

PROSJEKTAVTALE

mellom Høgskolen i Gjøvik (HiG) (utdanningsinstitusjon),

_____ (oppdragsgiver), og

Gry Burdaas, Maria Nevjen og Christian Vik

_____ (student(er))

Avtalen angir avtalepartenes plikter vedrørende gjennomføring av prosjektet og rettigheter til anvendelse av de resultater som prosjektet frembringer:

1. Studenten(e) skal gjennomføre prosjektet i perioden fra 07. 2010 til 06. 2010.

Studentene skal i denne perioden følge en oppsatt fremdriftsplan der HiG yter veiledning.

Oppdragsgiver yter avtalt prosjektbistand til fastsatte tider. Oppdragsgiver stiller til rådighet kunnskap og materiale som er nødvendig for å få gjennomført prosjektet. Det forutsettes at de gitte problemstillinger det arbeides med er aktuelle og på et nivå tilpasset studentenes faglige kunnskaper. Oppdragsgiver plikter på forespørsel fra HiG å gi en vurdering av prosjektet vederlagsfritt.

2. Kostnadene ved gjennomføringen av prosjektet dekkes på følgende måte:
 - Oppdragsgiver dekker selv gjennomføring av prosjektet når det gjelder f.eks. materiell, telefon/fax, reiser og nødvendig overnatting på steder langt fra HiG. Studentene dekker utgifter for trykking og ferdigstillelse av den skriftlige besvarelsen vedrørende prosjektet.
 - Eiendomsretten til eventuell prototyp tilfaller den som har betalt komponenter og materiell mv. som er brukt til prototypen. Dersom det er nødvendig med større og/eller spesielle investeringer for å få gjennomført prosjektet, må det gjøres en egen avtale mellom partene om eventuell kostnadsfordeling og eiendomsrett.
3. HiG står ikke som garantist for at det oppdragsgiver har bestilt fungerer etter hensikten, ei heller at prosjektet blir fullført. Prosjektet må anses som en eksamensrelatert oppgave som blir bedømt av faglærer/veileder og sensor. Likevel er det en forpliktelse for utøverne av prosjektet å fullføre dette til avtalte spesifikasjoner, funksjonsnivå og tider.
4. Den totale besvarelsen med tegninger, modeller og apparatur så vel som programlisting, kildekode, disketter, taper mv. som inngår som del av eller vedlegg til besvarelsen, gis det en kopi av til HiG, som vederlagsfritt kan benyttes til undervisnings- og forskningsformål. Besvarelsen, eller vedlegg til den, må ikke nyttes av HiG til andre formål, og ikke overlates til utenforstående uten etter avtale med de øvrige parter i denne avtalen. Dette gjelder også firmaer hvor ansatte ved HiG og/eller studenter har interesser.

Besvarelser med karakter C eller bedre registreres og plasseres i skolens bibliotek. Det legges også ut en elektronisk prosjektbesvarelse uten vedlegg på bibliotekets del av skolens Internett-sider. Dette avhenger av at studentene skriver under på en egen avtale hvor de gir biblioteket tillatelse til at deres hovedprosjekt blir gjort tilgjengelig i papir og nettutgave (jfr. Lov om opphavsrett). Oppdragsgiver og veileder godtar slik

offentliggjøring når de signerer denne prosjektavtalen, og må evt. gi skriftlig melding til studenter og dekan om de i løpet av prosjektet endrer syn på slik offentliggjøring.

5. Besvarelsens spesifikasjoner og resultat kan anvendes i oppdragsgivers egen virksomhet. Gjør studenten(e) i sin besvarelse, eller under arbeidet med den, en patentbar oppfinnelse, gjelder i forholdet mellom oppdragsgiver og student(er) bestemmelsene i Lov om retten til oppfinnelser av 17. april 1970, §§ 4-10.
6. Ut over den offentliggjøring som er nevnt i punkt 4 har studenten(e) ikke rett til å publisere sin besvarelse, det være seg helt eller delvis eller som del i annet arbeide, uten samtykke fra oppdragsgiver. Tilsvarende samtykke må foreligge i forholdet mellom student(er) og faglærer/veileder for det materialet som faglærer/veileder stiller til disposisjon.
7. Studenten(e) leverer 3 - tre - eksemplarer av oppgavebesvarelsen med vedlegg til Studenttorget. I tillegg leveres et eksemplar til oppdragsgiver. HiG kan stille til disposisjon ytterligere eksemplar(er) for oppdragsgiver mot at denne godtgjør produksjonskostnadene.
8. Denne avtalen utferdiges med et eksemplar til hver av partene. På vegne av HiG er det dekan som godkjenner avtalen.
9. I det enkelte tilfelle kan det inngås egen avtale mellom oppdragsgiver, student(er) og HiG som nærmere regulerer forhold vedrørende bl.a. eiendomsrett, videre bruk, konfidensialitet, kostnadsdekning og økonomisk utnyttelse av resultatene.

Dersom oppdragsgiver og student(er) ønsker en videre eller ny avtale, skjer dette uten HiG som partner.
10. Når HiG også opptretr som oppdragsgiver trer HiG inn i kontrakten både som utdanningsinstitusjon og som oppdragsgiver.
11. Eventuell uenighet vedrørende forståelse av denne avtale løses ved forhandlinger avtalepartene i mellom. Dersom det ikke oppnås enighet, er partene enige om at tvisten løses av voldgift, etter bestemmelsene i tvistemålsloven av 13.8.1915 nr. 6, kapittel 32.
12. Deltakende personer ved prosjektgjennomføringen:

HiGs veileder (navn): Bjørn Godager

Oppdragsgivers
kontaktperson (navn): Bjørn Godager

Student(er) (signatur): Gry Buraas, Gry Buraas dato 11.03.10

Maria Neven, Maria Neven dato 11.03.10

Christian Vik, Christian Vik dato 11.03.10

_____ dato _____

Oppdragsgiver (signatur): Bjørn Godager dato 11.03.10

Dekan (signatur): [Signature] dato 11.03.10