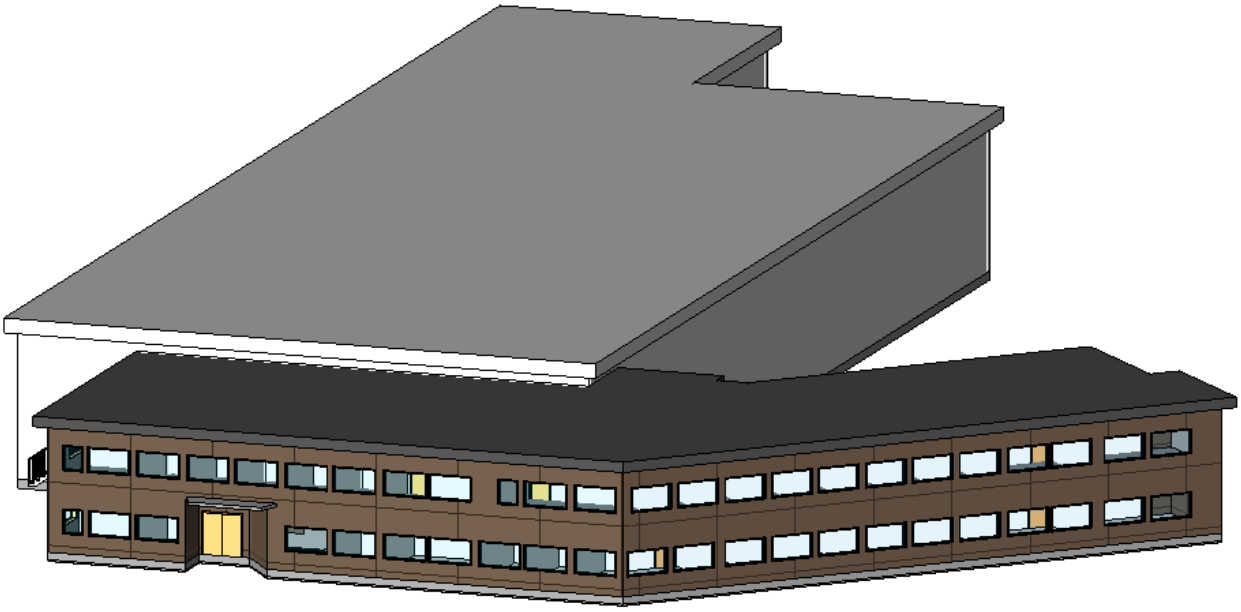
Universitetet i Stavanger

DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

BACHELOROPPGAVE

Studieprogram/spesialisering:	Vår.....semesteret, 20..... Åpen / Konfidensiell
Forfatter:	…… (signatur forfatter)
Fagansvarlig: Veileder(e):	
Tittel på bacheloroppgaven: Engelsk tittel:	
Studiepoeng:	
Emneord:	Sidetall: …… + vedlegg/annet: …… Stavanger, …….. dato/år

Bruk av BIM i byggeprosjekt



Bacheloroppgave vår 2010

UiS

Nina Bjørke

Sammendrag

BIM er en måte å designe og dokumentere et byggeprosjekt. BIM er prosjektering i 3D, hvor man setter sammen objekter i stedet for å tegne strek for strek, og knytter informasjon til objektene.

BIM-prosjektering og buildingSMART blir tatt i bruk i større og større grad. Mange mener dette er fremtiden, det skal være bedre enn tradisjonell prosjektering i 2D og man skal få bedre prosjekter og spare penger.

Denne måten å prosjektere på gir i teorien muligheter for uendelig mye informasjon tilknyttet modellen. Man kan f.eks. ta ut mengdelister og få informasjon om bygningens energiforbruk. Dette kan spare mye tid og gi kalkyler og informasjon raskt og nøyaktig.

Her er det imidlertid viktig å komme til enighet tidlig i prosjekteringen om hvor mye informasjon aktørene trenger, så en ikke ender opp med å gjøre unødvendig mye arbeid til ingen nytte.

BuildingSMART fokuserer blant annet på å lage systemer for samarbeid i BIM-prosjektering. Her kommer f. eks. IFC-standarden inn, som er et lagringsformat som skal kunne leses av alle aktuelle programmer. Dette fungerer foreløpig ikke helt etter planen.

En ny måte å prosjektere på krever nye arbeidsmetoder og nye kontraktsformer. Kostnader flyttes lenger fram i prosjektet, og gamle kontraktsformer er ikke tilstrekkelige for denne måten å prosjektere på. Nye kontrakter må utarbeides med hensyn på annerledes fordeling av utgifter og gevinster i et prosjekt.

INNHOLD

Sammendrag 2

Forord 4

Innledning 6

Oppbygning 8

Ordforklaringer 9

BIM 11

Hvilke muligheter åpner BIM-metoden for? 15

Spørreundersøkelse 20

Modellering 28

Lagerveien 31

Nye muligheter og nye krav 37

Drøfting 40

Konklusjon 42

Kilder 43

Kilder på bilder og illustrasjoner 44

Vedleggsliste 45

Forord

I denne bacheloroppgaven vil jeg se på hva BIM er, og hvordan det brukes. Her på UiS har jeg fått god hjelp og veiledning av Arnstein Øvrelid.

Jeg vil bruke noe tid på å lære meg å lage en BIM selv, for bedre å kunne vurdere bruken av det. Først og fremst vil jeg se på hva BIM og buildingSMART egentlig er, og praksisen rundt bruken av BIM i et byggeprosjekt.

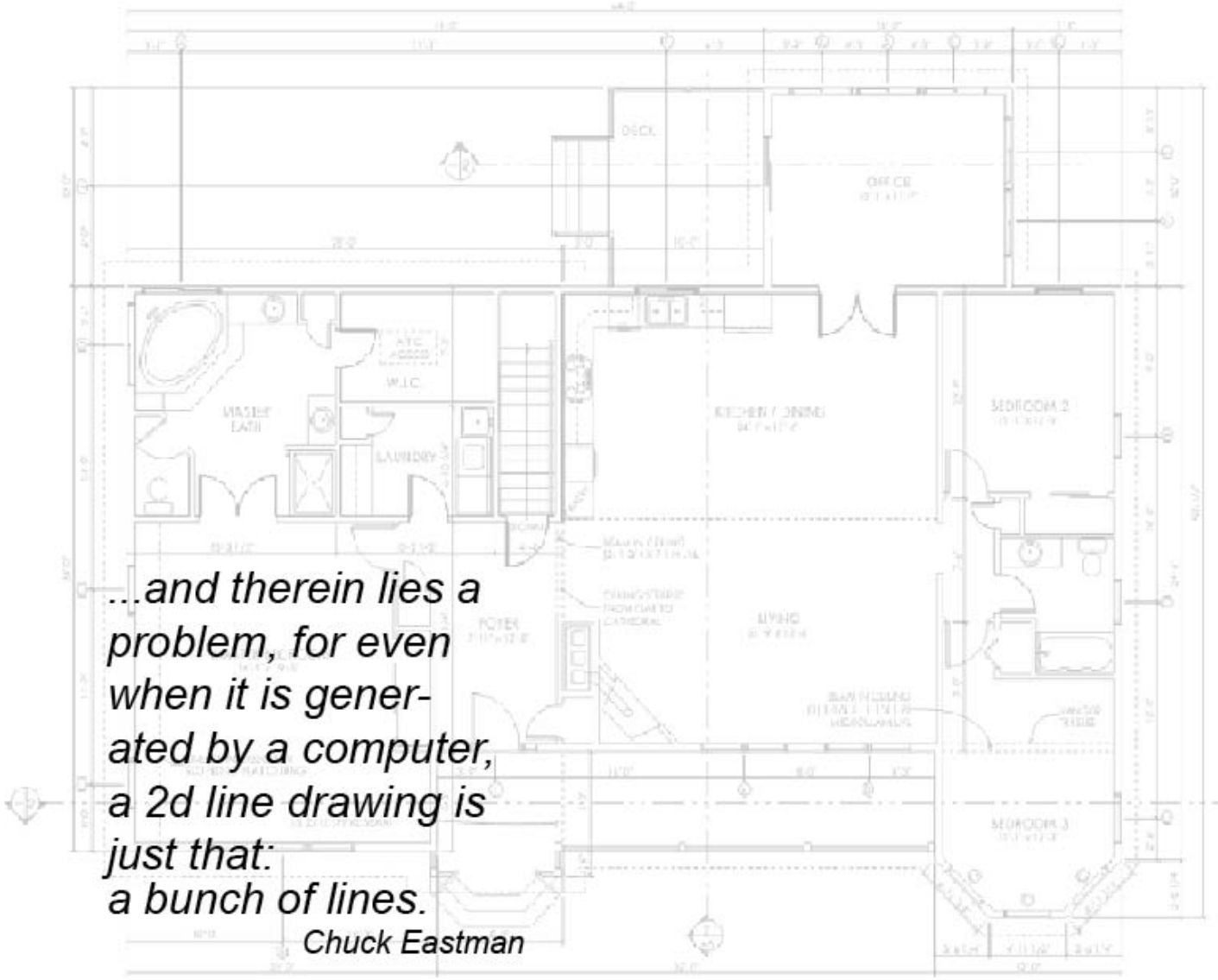
Jeg vil prøve å finne ut hva som er annerledes i forhold til tradisjonell prosjektering med 2D-tegninger, og hva som eventuelt er bra eller mindre bra. Er en BIM et verktøy som sparer tid og penger, og kanskje til og med gir et bedre resultat? Eller er det egentlig unødvendig og tidkrevende å lage og bruke en BIM?

For å finne ut om BIM i praksis har jeg samarbeidet med Kruse Smith og fått informasjon og veiledning av Oddbjørn Wornæs der. Jeg har fått bruke et prosjekt som Kruse har gjort i Lagerveien på Forus. Dette er prosjektert på tradisjonelt vis, og gjennom samtaler og møter med de som jobbet på prosjektet, og ved å se på tegninger og annet, har jeg fått vite mye om den prosessen. Etter hvert som jeg har satt meg inn i dette, har jeg prøvd å vurdere hva som kunne ha vært gjort annerledes, og eventuelt bedre, om de hadde brukt BIM.

Jeg har brukt Revit Architecture for å lære meg litt om å lage en BIM. Jeg har laget en 3D-modell av bygget i Lagerveien som jeg vil bruke for å illustrere i oppgaven.

Løpende i teksten viser jeg til kilder ved å skrive forfatterens navn, årstall og sidetall. Bakerst i heftet finnes en referanseliste som er sortert alfabetisk på forfatternes etternavn. I enkelte artikler på internett står det ikke navn på forfatter. Der henviser jeg til tittelen på artikkelen samt adressen til nettstedet.

I januar deltok jeg, sammen med studenter, professorer og andre interesserte på BuildingSMART Masterseminar:10 i Oslo, arrangert av buildingSMART Norge. De internettadressene jeg viser til som begynner med wiki.buildingsmart.no er presentasjoner fra dette seminaret, eller fra det tilsvarende seminaret i 2009.



...and therein lies a problem, for even when it is generated by a computer, a 2d line drawing is just that: a bunch of lines.

Chuck Eastman

Innledning

Mennesker har laget håndtegninger i tusenvis av år. I løpet av de siste tiårene har det vært en rivende utvikling, og nye metoder og program har blitt tatt i bruk. På 80-tallet begynte arkitekter og ingeniører å bruke CAD i utstrakt grad, men som Chuck Eastman sa i et intervju i The Economist i 2008: En tegning i 2D er fortsatt bare en ”samling med streker”.

BIM

De siste årene har BIM skutt fart. BuildingSMART ble stiftet i 1997 (da som IAI Forum Norge) (Sjøgren 2009a, s.5). I løpet av 2010 vil Statsbygg bruke BIM i alle sine prosjekt, og andre firmaer kommer etter i stor fart. BuildingSMART Norge jobber med å fremme bruk av BIM og buildingSMART og holder årlige masterseminar for de som er interessert, hvor studenter som jobber med oppgaver relatert til BIM får delta gratis.

I denne oppgaven ses det på bruk av BIM, og gjøres et forsøk på å finne ut om BIM virkelig er fremtiden for alle som driver med byggeprosjekt. Eller om det kanskje ikke er så enkelt?

Med en 3D-modell kan man vise frem arbeidet til personer som ikke er vant til å lese 2D-tegninger, og de kan få en mulighet til bedre å forstå hvordan bygget vil bli. Man kan ”gå seg en tur” rundt i bygget, og lage alle slags simuleringer. Men hva skjer da med fokuset? Blir det for detaljert, på et for tidlig tidspunkt?

Dette var noe som ble nevnt på buildingSMART Masterseminar:10. En forholdsvis detaljert modell som enhver kan lese, vil gjerne føre til at man henger seg opp i ”hvilken farge det er på gardinene”, og mister fokus på det som er viktigere.

Mye informasjon

Nye trender i samfunnet som f. eks. bærekraft og miljøspørsmål, er faktorer som øker kompleksiteten i byggeprosjekter (Moum 2010 s.590).

Anita Moum, forsker i SINTEF, har gjort en større undersøkelse på flere prosjekt i Europa hvor BIM er brukt. Hun refererer blant annet til en representant for et BIM-prosjekt i Tyskland som har påpekt viktigheten av ikke å overlesse modellene med informasjon. Han mente det ville føre til unødvendig mye arbeid med å vedlikeholde og oppdatere modellen, og ville heller foretrekke å bruke tradisjonelle 2D-tegninger, håndskisser og tekst for å utdype enkelte detaljer (Moum 2010, s. 602). Moum fant at dette gjaldt i alle prosjektene hun studerte. (AHUS, Audi i Tyskland, Konsert og konferansesenteret CCC i Reykjavik, og Universitetet i Tromsø).

Det er kanskje viktig å stille seg spørsmålet ”hva har vi egentlig bruk for å vite?” BIM gir enorme muligheter for informasjon om stort og smått, det er nesten bare fantasien som setter grenser. Men kan det bli for mye av det gode? For å sette det litt på spissen: Trenger vi datamaskiner til å fortelle oss når vi skal skifte lyspære? Hvor mye informasjon vil vi egentlig ha?

Oppbygning

Oppgaven begynner med en innføring i BIM. Samtaler med studenter, lærere og personer utenfor universitetet viser at det ennå er mange som ikke vet hva BIM er. Jeg vil derfor prøve å klargjøre dette.

Jeg ser så på en del muligheter bruk av BIM i byggeprosjekter gir, men her er det uendelig mye å nevne, så jeg vil avgrense det til det som er mest aktuelt å bruke i vanlige byggeprosjekter.

I løpet av våren har jeg brukt noe tid på å lære meg programmet Revit Architecture, og lage en BIM av bygget i Lagerveien som Kruse Smith har prosjektert. Modellen vil bli brukt til å illustrere ting jeg tar opp.

Jeg ser også på mulighetene som ligger i å eksportere modellen i IFC-format og hente den inn i en IFC-viewer. Det ligger mange slike programmer gratis ute på nettet, jeg har valgt å bruke Solibri fordi det er det jeg av omtale kjenner best til.

Med og uten BIM

For å eksemplifisere forskjellene på å prosjektere med og uten BIM har jeg valgt å studere et prosjekt som Kruse Smith har gjort uten BIM. Dette er et prosjekt de har avsluttet. Jeg har fått tegninger fra prosjektet, men ellers er lite nedskrevet, så informasjon om prosessen har jeg fått gjennom møter og samtaler med prosjekteringsleder og andre som var involvert i prosjektet.

Sammen med Elin Olsen som også skriver bacheloroppgave ved UiS i vår, har jeg foretatt en spørreundersøkelse blant firmaer i distriktet for å få et inntrykk av hvordan deres syn på BIM er, om de bruker det, i hvor stor grad de eventuelt bruker det, og hvor mye de benytter seg av mulighetene som ligger i det å prosjektere med BIM.

Ordforklaringer

BIM: Bygningsinformasjonsmodell/ modellering

3D-modellen med alle egenskaper og relasjoner, eller prosessen å lage selve modellen.

BuildingSMART

Organisasjon som utvikler standarder og fremmer og forvalter standarder som IFC og prosjekter hvor standardene brukes.

IFC: Industry Foundation Classes

Et lagringsformat utviklet av buildingSMART. En av grunnlagsstandardene blant buildingSMART-standardene. En modell som er lagret i IFC-formatet kan leses i flere programmer.

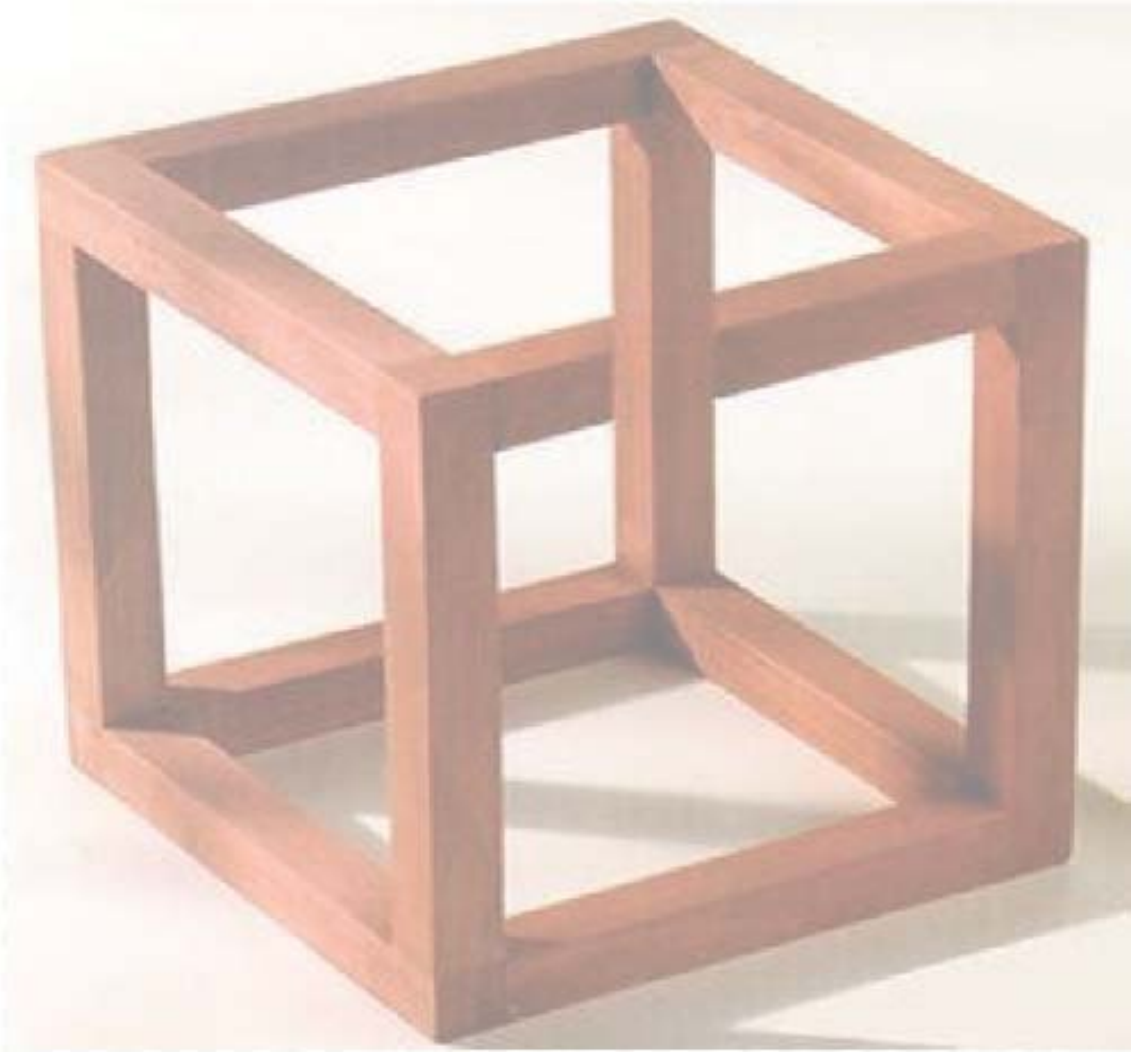
IFD: International Framework for Dictionaries

Et internasjonalt ”språk” for bygningsdeler. Beskriver **hva** et objekt er og hva slags **egenskaper** objektet kan ha. Det fungerer som et slags ”ordlistebibliotek”. *IFD library* er bygd opp på en ISO-standard for referansebiblioteker. Utviklet for å sikre at en alltid vet hva som blir omtalt, uavhengig av hvilket språk og program en benytter.

IDM: Information Delivery Manual

Handler om å koble BIM-en til relevante forretningsprosesser. **Hvem** skal levere **hvilken informasjon** til den felles BIMen, for **hvilket formål**, til **hvilke aktører** som trenger informasjonen for sin modellering, og **når** skal det skje.

Kilde: BuildingSMART



”Med BIM kan alt bygges”

BIM

BIM står for to ting, Bygningsinformasjonsmodell, og Bygningsinformasjons-modellering. Bygningsinformasjonsmodellen er selve 3D-modellen, mens Bygningsinformasjonsmodellering er prosessen.

Metode

BIM er en metode for å designe og dokumentere et prosjekt. Å ”lage en BIM” betyr å bruke et program til å sette sammen objekter til en modell, i stedet for å tegne streker som vi tolker som vegger, dører, tak osv.

Vi mennesker kan tolke geometri som objekter, men det kan ikke en datamaskin. Når man lager en BIM bruker man et bibliotek hvor man henter objekter som settes sammen til en modell. Disse objektene kan ha egenskaper som allerede ligger i biblioteket, i tillegg til at man selv kan legge til den informasjonen man ønsker.

Hvert fagfelt lager modellen for sitt arbeid. BIMen lages i et program som kan eksportere og importere BIMer i det åpne IFC-formatet, sånn at modellene kan leses av alle og settes sammen til en felles modell.

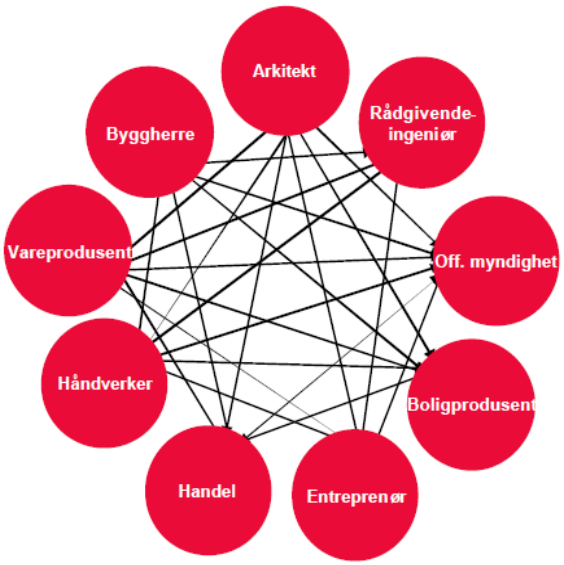
Objekter

Når man modellerer bygninger så opprettes det *objekter*. Hver bygningsdel er et objekt, som det kan knyttes *egenskaper* til. En egenskap kan for eksempel være en brannklasse. Objektene kan også ha *relasjoner* seg i mellom. For eksempel at objektet branndøren er en del av objektet veggen (Sjøgren 2009a, s.4).

”Samme opplysninger legges i snitt inn minst syv ganger i forskjellige systemer, frem til et bygg overleveres” (Sjøgren 2009b, s. 3). En undersøkelse foretatt av The Economist viste at feil, forsinkelser og skader står for opp mot 30 % av kostnadene i et byggeprosjekt (Eskerud s.6). En undersøkelse Sintef har gjort viste at 60 % av feilene knyttet til et byggeprosjekt oppstår før selve byggingen er i gang (Sjøgren

2009a, s. 18). Det kan altså gå med svært mye ressurser på grunn av dårlig prosjektering og tungvinte rutiner.

Visjonen med BIM er at når flere fagfelt jobber inn mot den samme modellen og samkjører arbeidet sitt, så kan dette unngås.



Den ”dokumentsentriske” situasjonen

Bygg- og anleggsbransjen har mange fagområder. Alle har sin egen terminologi, teknologi, uttrykksmåte og informasjonsstruktur. Dette fører til mye ekstraarbeid, samme opplysninger legges i snitt inn minst syv ganger i forskjellige systemer inntil et bygg overleveres.

(Sjøgren 2009b, s. 3)

En delt produktmodell

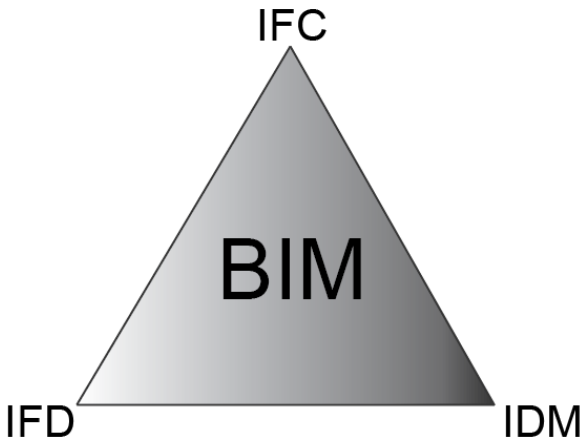
Med BuildingSMART er det modellen som er informasjonsbærer, og som alle jobber inn mot, og ut i fra.

BIM-trekanten

For at BIM skal fungere effektivt i praksis, må tre hovedelementer være på plass.

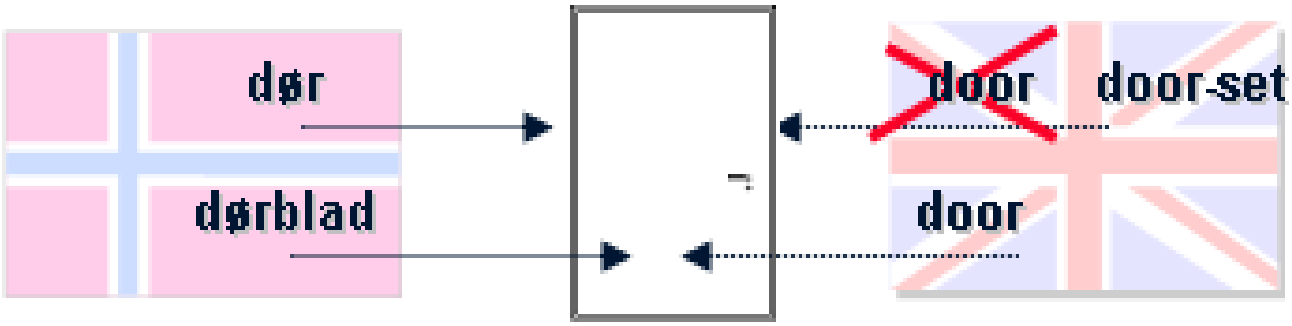
Det kalles gjerne BIM-trekanten.

.



IFC er det standard lagringsformatet som er utviklet, **IFD** er terminologien som benyttes for at BIMen skal bli entydig forstått, og **IDM** er forretningsprosessen.

Når disse tre elementene er på plass er tanken at man skal kunne ”bygge smart”, og derav er begrepet **buildingSMART** oppstått (*BIM-manual 1.1,* 2009, s. 6)



Illustrasjon fra BuildingSMARTs nettside om IFD.

Illustrasjonen over viser hvordan IFD Library skal fungere på en måte som gjør at det ikke kan misforstås. IFD skal motvirke feil på grunn av språk- og oversettelsesforvirring. En ”dør” på norsk betyr gjerne hele døren, med karm. Det ville vanligvis bli oversatt til ”door” på engelsk, som betyr ”dørblad”. ”Dør” må derfor oversettes til ”door set” for å bli forstått riktig.

Hvilke muligheter åpner BIM-metoden for?

BIM bygges opp av alle aktørene, den eies i utgangspunktet ikke av noen. Aktørene bygger opp sin del av BIMen i deres egen programvare.

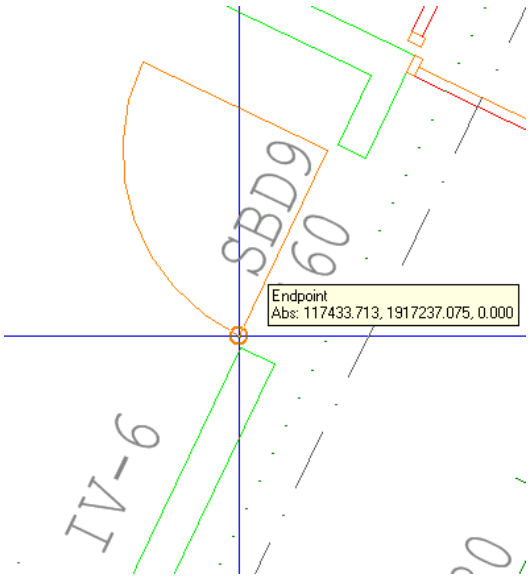
Et poeng med BIM er at man skal komme seg bort fra systemet med dokumentsentrisk informasjonsflyt, ”dokumenter fra alle som skal til alle”, og heller bruke modellen som ”informasjonsbærer” hele veien fra planleggingsstadiet gjennom byggingen til overtakelse og videre i FDV-prosesser (Sjøgren 2009a, s.10).

Informasjon

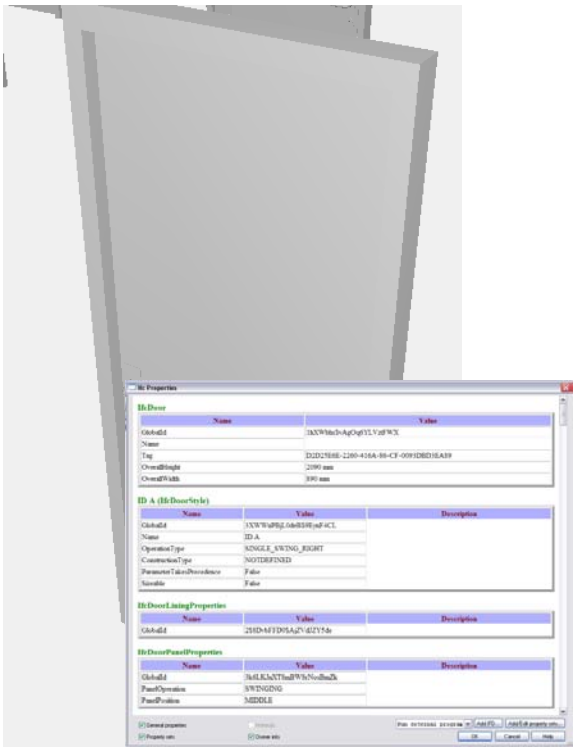
Et nøkkelord i BIM er *informasjon.* Når man har en intelligent modell bygget opp av objekter, så er det nærmest ingen grenser for hvilken informasjon man kan knytte til, og hente ut av den.

Modellen kan berikes med NS3420-koder, og leverandører kan legge inn detaljer om sine produkter, f. eks. fabrikat, type, lenke til monterings-anvisning eller miljødeklarasjon. Så kan man hente ut den informasjonen man trenger basert på disse opplysningene (*Bruk og nytteverdi av BIM*).

Hvis alle de prosjekterende lager presise modeller, har man muligheten til å løse eventuelle problemer på et tidlig stadium i prosessen. Ved å bruke en IFC-viewer som f. eks. Solibri Model Checker kan man få belyst problemer av typen kollisjoner eller feil i designet, og finne løsninger før selve byggingen begynner.



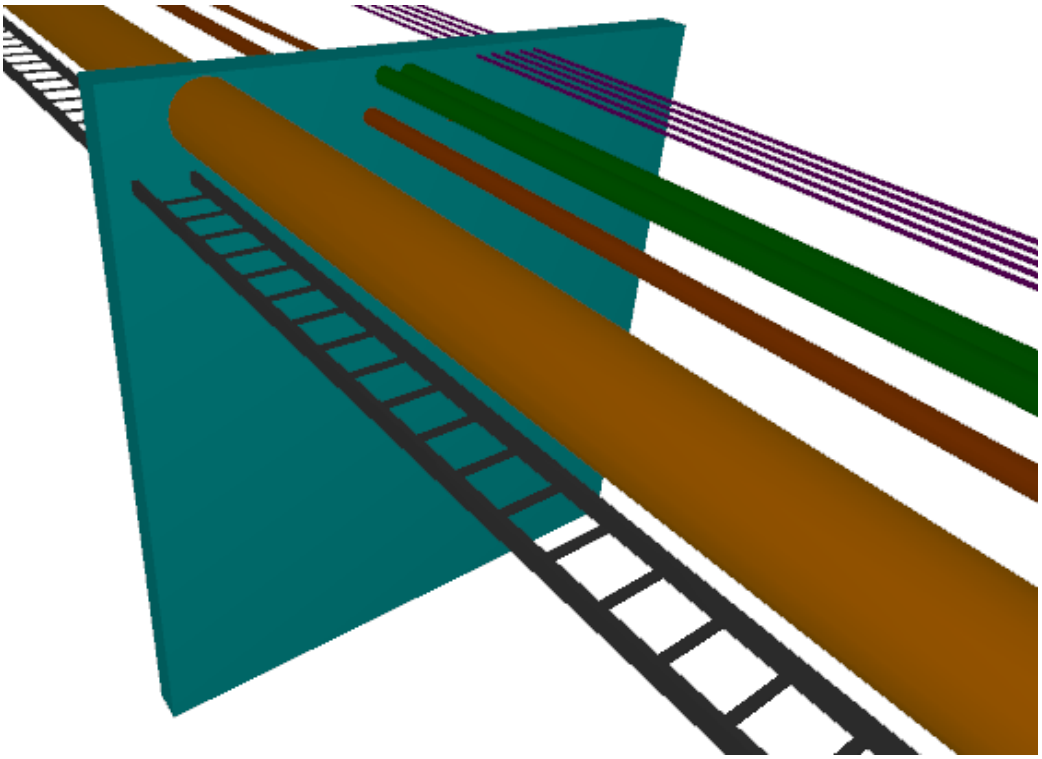
Dør tegnet i 2D



Modellert dørobjekt i 3D, med informasjon tilknyttet.

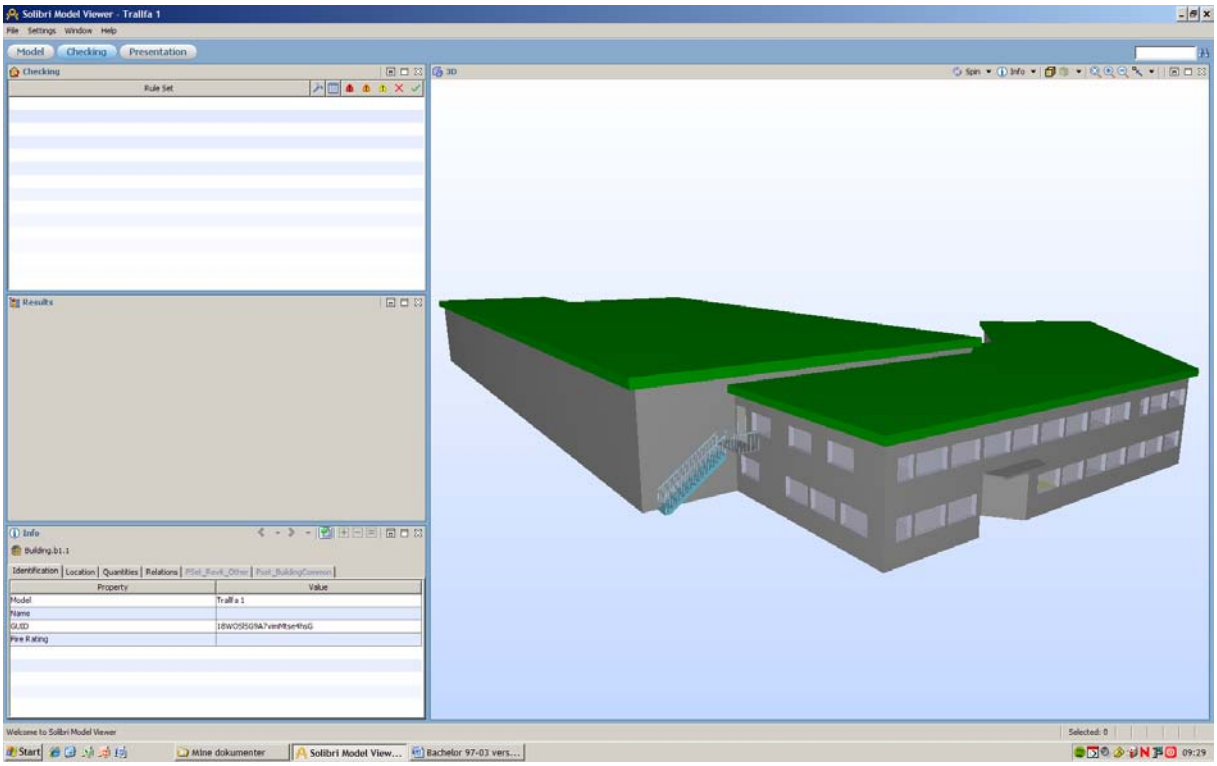
Kollisjonssjekk

"… det er billigere å gjøre feilene med bits og bytes enn med stål og betong!" Statsbygg



Illustrasjon fra Solibris nettsider. Her ser vi ventilasjon og annet som går gjennom en vegg, og kan dermed finne ut at det må lages mer plass til dette i himlingen.

Solibri Model Checker kan også brukes til å sjekke om bygget oppfyller kravene til universell utforming. Solibri har regler for universell utforming, basert på et utkast til en ISO-standard (ISO/CD 21542). Programmet gjennomgår bygget basert på punktene i standarden for å sjekke om kravene blir innfridd. (*Universell Utforming i BIM,* 2008).



Lagerveien vist i Solibri Model Viewer

Kalkyler

En god modell danner et godt utgangspunkt for å lage en presis kostnadskalkyle på et tidlig tidspunkt i prosessen (Sjøgren 2009a, s.9). Man kan for eksempel ta ut mengdelister fra modellen. Dette kan tas ut som oversikter over konkrete materialmengder, og hvis materialene da allerede ligger inne med opplysninger fra leverandørene om pris, så kan man finne materialkostnader på de forskjellige områdene.

Beregninger

BIMen kan også brukes til å foreta andre beregninger for et bygg. Med dagens fokus på miljøspørsmål og bærekraftig prosjektering vil man gjerne ha muligheten til f. eks. å få informasjon om byggets energiforbruk og CO2-utslipp.

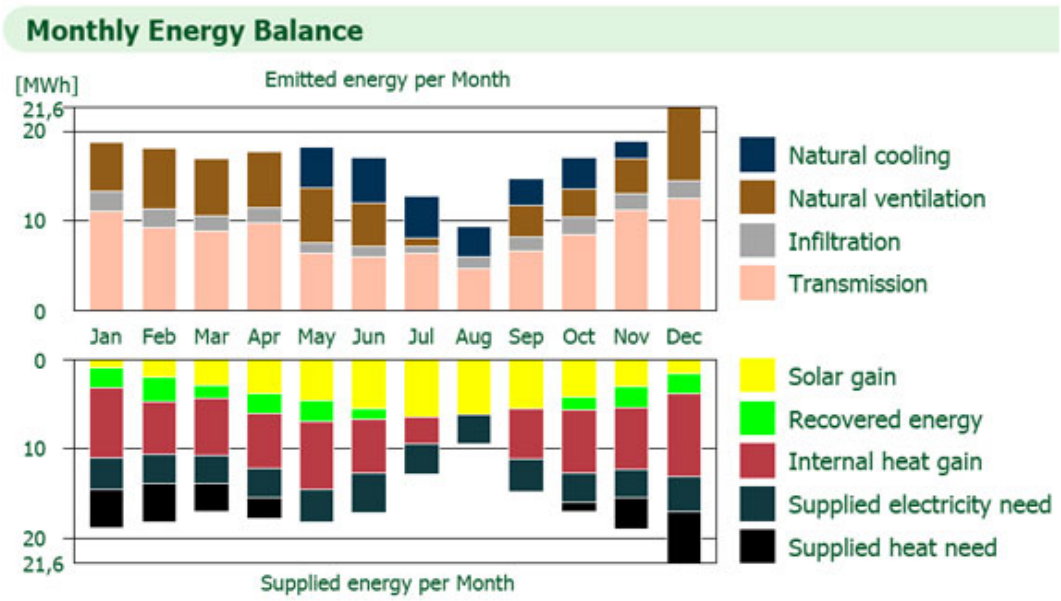


Diagram fra Graphisoft EcoDesigner, viser en bygnings energiforbruk.

Dette er det utviklet egne programmer for. Med f. eks. Graphisoft EcoDesigner kan man kontrollere hvor energieffektivt bygget blir. Modellen inneholder informasjon om hvilke materialer som er brukt, hvor mye og hvilken type isolasjon, vinduer osv. Programmet tar blant annet utgangspunkt i byggets geografiske beliggenhet, plassering i terrenget, sol- og vindforhold og byggets funksjoner, og gir et anslag av energiforbruk. Man kan også få en indikasjon på hvor mye CO2-utslipp byggets energiforbruk vil gi, basert på hvilken metode man velger for energiproduksjon.

Spørreundersøkelse om BIM og BuildingSMART

Spørreundersøkelsen er foretatt i samarbeid med medstudent Elin Olsen. Den gikk ut til bedrifter, hovedsakelig i Stavanger-området, som har tatt i bruk BIM. Vi ringte rundt til bedriftene og spurte om de hadde noen som kunne svare på undersøkelsen. De som hadde dette fikk undersøkelsen tilsendt per e-post. Selve spørreundersøkelsen ligger som vedlegg bak i heftet. Vi fikk til slutt inn svar fra ti bedrifter.

Spørsmålene handlet om hvordan de bruker BIM-verktøy, hvor mye de benytter seg av det og hva de tror om BIM og buildingSMART-prinsippene nå og i framtiden. Blant de som har svart på undersøkelsen er det både arkitekter, ingeniører og sivilingeniører. Noen jobber i spesifikke BIM-stillinger, andre med rådgivning, prosjektutvikling og support.

Erfaring og grad av BIM-bruk

Første spørsmål gikk på hvor mye de selv har brukt BIM, og i hvilke deler av prosjekteringen de eventuelt har brukt det.

Det er store sprik i hvor mye de spurte har brukt BIM. I noen bedrifter har de ansatte bare fått en generell innføring i BIM-prinsipper og vet hva det handler om. Andre bedrifter har egne BIM-råd som blir brukt både for generell innføring og opplæring, i tillegg til at de er til hjelp for de som prosjekterer og ikke har så mye erfaring med BIM.

Mellom disse ytterpunktene finnes bedrifter som benytter seg av BIM i ulik grad. Blant annet blir det opplyst at enkelte har benyttet BIM til deler av prosjekt, men ennå aldri fullført et ”fullstendig” BIM-prosjekt. Et firma opplyser at de har tegnet konstruksjonstegninger i 3D, et annet firma har brukt ArchiCad til arkitekttegninger og noe detaljering av prosjekter.

Generelt blir BIM benyttet til alt fra mulighetsstudier, skisseprosjekt, forprosjekt, detaljprosjekt, til kalkulasjon og visualisering. Enkelte firma bruker modellen direkte til å hente ut mengdelister, samt til tverrfaglig kollisjonskontroll.

Tidkrevende

På spørsmål om det brukes mye ekstra tid på å prosjektere i BIM var meningene delte.

Flere opplyser at de bruker lengre tid ved å prosjektere i BIM. Grunnen til dette varierer fra firma til firma, men manglende datakunnskaper går igjen som den største faktoren. Noen mener at dette vil bedre seg etter hvert som faggruppene blir bedre kjent med programmene de skal benytte seg av.

Av de som mener at de ikke bruker mye ekstra tid, er gjerne begrunnelsen at de har fått god opplæring i programmene som brukes. I tillegg er programleverandørene flinke til å levere gode og raske svar dersom det allikevel oppstår problemer.

Den generelle oppfatningen blant de spurte er at med tiden, og med utvidet BIM-bibliotek hos bedriftene, vil BIM-prosjekteringen bli mer effektiv enn tradisjonell prosjektering.

Omfang

BIM-prosjektering kan bli svært omfattende. Vi spurte bedriftene om de allikevel tror det kan bli mer effektivt enn tradisjonell prosjektering med tiden.

Det er viktig å tenke på at modellen ikke bør bli for omfattende, nevner noen. For å unngå dette, er det lurt å avklare målsettingen i starten av prosjektet med de ulike aktørene. Det blir pekt på at modeller som man kan gå ”inn og ut av” fort kan bli som et ”leketøy”, og dermed en tidstjuv.

En bedrift opplyser at enkelte kunder og entreprenører ser fordelene med BIM og har begynt å etterspørre BIM-kompetanse. Samme bedrift sier at de nå har begynt å få jobber på grunn av at de leverer prosjekt i BIM. Dette påpekes av andre også. De mener at bedrifter som ikke satser på ny teknologi innen prosjektering kommer til å tape kontrakter. Pr. dags dato krever store aktører som Statoil, Forsvarsbygg og Statsbygg BIM-prosjektering.

Enkelte tror ikke at BIM vil bli tidsmessig likestilt med tradisjonell prosjektering, men de tror at kvaliteten på prosjekteringsmateriellet vil bli bedre.

Tidlig samkjøring

Ett av buildingSMART-prinsippene er at alle aktører skal komme inn i prosjekteringen på et tidlig tidspunkt. Vi spurte bedriftene om de synes dette er til hjelp, eller om de synes det gjør prosjekteringen mer tungvint.

De som har erfaring med dette er stort sett positive til det. Moderne bygg er fylt med tekniske installasjoner og ting som stiller krav til bygningene. Det pekes på fordelene med at aktørene tidlig får bli kjent med de andre som skal jobbe på prosjektet, og får kjennskap til hvordan de forskjellige fagene jobber. Dette resulterer i at en fra starten av kan tilpasse modellene bedre, noe som så klart gjør det enklere og bedre for alle å prosjektere. En fordel er også at man tidlig får avklart om det som planlegges lar seg bygge. Man får også sjekket om objekter som skal gå klar av hverandre gjør det, og om de som skal treffe hverandre gjør det.

Noen synes det er tungvint å måtte ta stilling til mye i en tidlig fase, men samtidig påpeker de fordelen ved at spørsmål kan avklares på forhånd i stedet for at det blir feil som må rettes opp senere i prosjektet.

Enkelte tror at å komme sammen for tidlig i prosjektet kan være ugunstig bruk av tid, fordi alle ikke har samme fokus på prosjektet i en tidlig fase. Det påpekes samtidig at dette er noe som gjerne vil bli bedre med tiden ettersom man får mer erfaring med arbeidsmetodene, og lærer hvilke ressurser som bør benyttes i de forskjellige fasene.

Kostnadsbesparende

I følge en artikkel i tidsskriftet Prosjektledelse om BuildingSMART skal det være mulig å spare inntil 50 % av utgifter relatert til byggefeil, ved å bruke BIM. Vi spurte bedriftene om de synes dette virker realistisk.

Her var det veldig delte meninger. Noen mente det var veldig urealistisk, mens andre igjen syntes det hørtes lavt ut.

Her var det spesielt tverrfaglig kollisjonskontroll og mer detaljert prosjektering som ble tatt fram som årsaker til besparelsene av dem som mente det stemte. Det ble påpekt at det koster mindre med ekstra prosjekteringstimer dersom noe blir feil, enn det koster å rette opp en feil hvor en må rive ned, omprosjektere og bygge noe på nytt. Det ble også nevnt at det å tilpasse ting på byggeplassen ofte kan bli dyrt i seg selv.

På den andre siden påpekes det at feil ofte skyldes håndverksmessige tabber, og at det derfor ikke nødvendigvis er så mye å spare på bedre prosjektering.

Simulering/ visualisering

Vi spurte også om bedriftene benytter seg av simulering/ visualiseringsprogrammer for å sjekke lys- og lydforhold, kollisjonssjekk etc. Dette brukte de fleste, i litt forskjellig grad.

En bedrift svarer at de bruker et program for å sjekke modellen opp mot romprogrammet. Andre svarer at de bruker programmer som f. eks. Solibri Model Checker til å sjekke for kollisjoner, men det påpekes at det visuelle i seg selv er et godt verktøy for å finne slike feil. Noen bruker også Solibri Model Viewer i byggemøter for å vise fram problemene.

Enkelte bedrifter svarer at de ikke har tatt i bruk disse programmene ennå.

Informasjonsmengde

Vi spurte også om hvor mye informasjon det er hensiktsmessig å legge inn i BIMen.

Her er stort sett alle enige om at det er viktig å begrense seg. Det kan være lurt å begynne forsiktig, og ikke være for optimistisk med tanke på hvor mye informasjon man klarer å håndtere til å begynne med.

Ved å bli enige på forhånd om hvilken informasjon det er behov for, unngår en overlessing av modellen. Det påpekes også at korrekt informasjon er viktig dersom modellen skal brukes til kalkulasjon, for eksempel ved å bruke spesifikke objekter fra entreprenørens leverandør.

En bedrift nevner at FDV-dokumentasjon ikke må bli for omfattende dersom man skal kunne forvente at den holdes oppdatert og er pålitelig i forbindelse med eventuelle ombygginger eller rehabiliteringer senere.

Andre påpeker at så lenge man holder informasjonen organisert og ryddig, kan man legge inn mye.

Kalkulasjonsverktøy

En av fordelene med BIM skal være at en kan hente mengder direkte ut av modellen. Vi spurte bedriftene om de benytter seg av dette, og hvor godt de eventuelt synes det fungerer.

De som har brukt disse verktøyene mener stort sett at det fungerer bra, så lenge modellen er nøyaktig. Det påpekes at objektbibliotekene som ligger i modelleringsprogrammene trenger en oppdatering dersom man skal få gode resultater.

En bedrift nevner også at det ikke alltid er hensiktsmessig i forhold til tidsbruk. Det kan i noen tilfeller være mer effektivt å beregne mengder manuelt, enn å modellere detaljert nok til at det kan gjøres automatisk.

Konklusjon

Vi fikk svar fra totalt ti bedrifter på spørreundersøkelsen. Dette var ikke så god respons som vi hadde håpet på, og vi vil understreke at resultatet ikke nødvendigvis er representativt for hele bransjen.

Overraskende mange av bedriftene vi kontaktet hadde ingen erfaring med BIM. Enkelte hadde noe kjennskap BIM og buildingSMART, men ikke tatt det i bruk, mens andre ikke hadde hørt om det i det hele tatt.

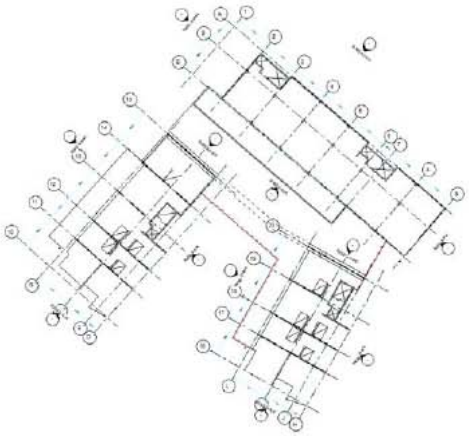
Vi har allikevel fått mange ulike svar med god bredde, og tror derfor at undersøkelsen kan gi en god pekepinn på bedrifters syn på og bruk av BIM og buildingSMART.

Vi ser at mange bedrifter er i oppstartsfasen når det gjelder bruk av BIM. Enkelte prosjekterer egentlig ikke i BIM i ordets rette forstand, det er strengt tatt bare 3D-modeller av byggene foreløpig.

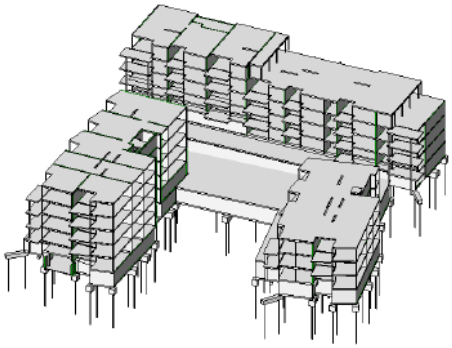
Andre bruker BIM i deler av prosjektene, men supplerer fortsatt med tradisjonell prosjektering på enkelte områder. Tendensen blant de spurte er at de vil ta i bruk BIM i større grad i fremtiden.

Det er mange bedrifter i bransjen som ikke har tatt i bruk BIM. Dette gjør at det blir vanskelig for de som bruker det å få til et samarbeid med disse. Dette er en utfordring som sannsynligvis vil minke med tiden, da BIM ennå er et relativt nytt begrep for de fleste.

En tegning sier mer enn 1000 ord



En 3D modell sier mer enn 1000 tegninger



Revit Architecture

Etter å ha lært meg litt teori om BIM og buildingSMART, hva mulighetene og visjonene er osv, ville jeg lære meg å lage en 3D-modell. Jeg valgte å bruke Autodeskprogrammet *Revit Architecture* til dette, fordi det er det vi har tilgjengelig på universitetet.

Mine erfaringer

Fra før av har jeg erfaring med å tegne 2D-tegninger i AutoCad. 3D-modellering hadde jeg ikke mye erfaring med, det lille jeg hadde fra før er fra *Google SketchUp*, og det er veldig annerledes enn Revit.

For å lære Revit måtte jeg begynne mer eller mindre fra bunnen av. Jeg begynte med å laste ned et slags opplæringsprogram som ligger i hjelpmenyen i programmet. Dette består av en øvingsbok og forskjellige modeller til å øve på. Jeg gikk igjennom store deler av boken, men ikke alt. Ting jeg ikke anså som relevant for min del var blant annet hvordan man kan eksportere modellen til *Green Building Studio*, som er et Autodeskprogram for å gjøre energianalyser.

Opplæring

Opplæringen begynner med å forklare de forkjellige menyene og verktøyene man finner. Så tar den for seg forskjellige vanlige oppgaver som man trenger å kunne for å lage en modell. Den begynner fra starten med hvordan man importerer en terrengfil og modifiserer denne for å lage til tomten.

De neste kapitlene tar for seg hvordan man lager selve modellen. Her kan man følge stegene og bygge opp modellen med gulv, vegger, tak, vinduer, dører osv, og lære å modifisere elementene. Elementer kan brukes som de er, eller de kan brukes som et utgangspunkt og modifiseres til å bli som man ønsker. Man kan også hente inn elementer fra et bibliotek og erstatte elementene som ligger i menyen med dem.

Boken inneholder et eget kapittel om hvordan man setter inn trapper og rekkverk. Dette var ganske innviklet og jeg brukte en god del tid på å få til trappene i modellen av Lagerveien. Utfordringen var å få trappene til å begynne og slutte på rett nivå. Dette kan velges fra en meny, men det gikk ikke så enkelt. Spiraltrappen på utsiden av bygget skulle være en standard spiraltrapp, der trinnene er festet i en stolpe i midten. Dette måtte jeg til slutt gi opp å få modellert riktig, så her avviker modellen litt fra virkeligheten.

Et kapittel jeg gikk igjennom lærte meg å lage en arealplan med fargeinndeling av de forskjellige typene områder i bygget (kontorer, møterom, heis, kantine, tekniske rom osv.). Jeg lærte meg også å lage dørskjema.

En stor del av boken omhandler presentasjon av modellen. Jeg gikk blant annet igjennom kapitler for å lære å presentere plantegninger, snitt og fasader, og for å sette mål og navn på tegningene.

Min modell

Etter å ha lært meg en del om programmet, begynte jeg å modellere bygget i Lagerveien. Jeg startet med å lage fundamentet og yttervegger. Så laget jeg etasjeskiller og tak.

Etter at dette var på plass, begynte jeg å dele inn rommene etter mål fra tegningene jeg fikk fra Kruse. Jeg kunne ikke se av tegningene hvordan elementene er bygd opp, så jeg brukte standard innervegger og yttervegger som ligger i objektbiblioteket i programmet. Jeg satte også inn standard innerdører og ytterdører, samt vinduer.

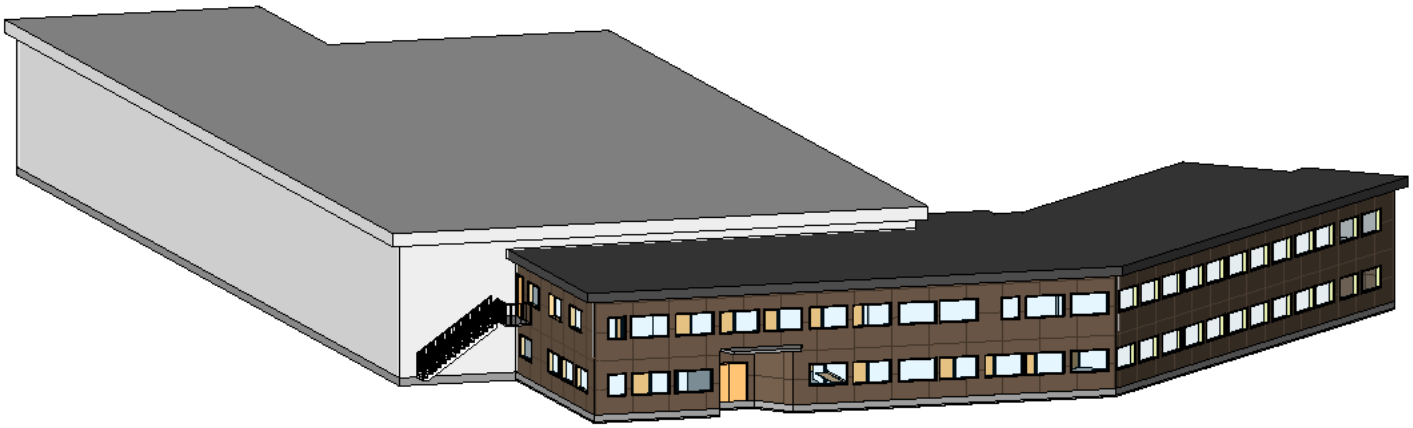
Jeg fikk modellert trappen inne i bygget, og den ene rømningstrappen. Den andre rømningstrappen er en spiraltrapp der trinnene er festet i en vange ytterst, og i en stolpe i midten. Dette har jeg ikke funnet noen mulighet for å lage i Revit, jeg får kun laget spiraltrapper med vange på begge sider. Jeg lette også etter en modell på internett. Det finnes flere forum hvor deltakere legger ut 3D-objekter, men jeg klarte ikke å finne noen modell av denne typen trapper. Trappen i modellen min avviker derfor litt fra virkeligheten.

Jeg brukte også muligheten for å legge farger på modellen, og har laget et utseende som er tilnærmet lik virkeligheten.

Til slutt brukte jeg arealplan-funksjonen i programmet og laget en romplan, som viser inndelingen med kontorer, møterom, tekniske rom etc.

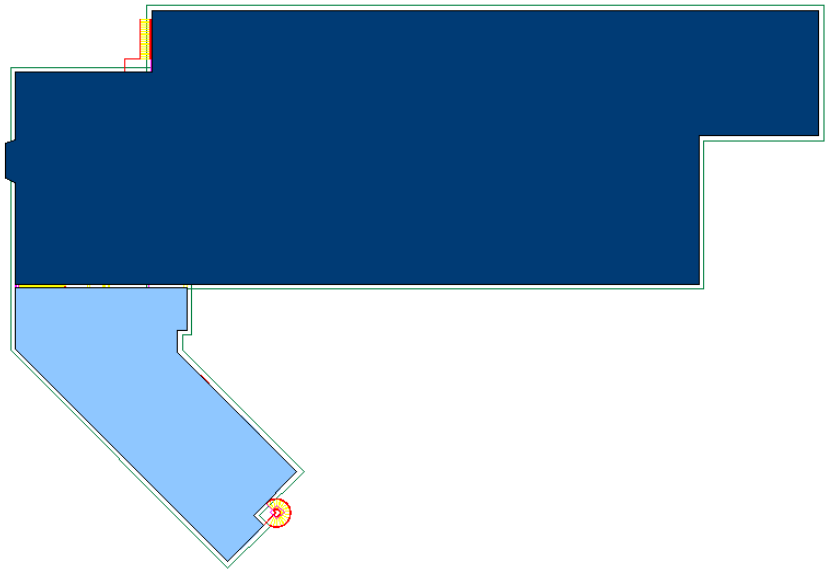
Tegningene finnes som vedlegg bakerst i heftet.

LAGERVEIEN



Lagerveien – problemer som kunne ha vært unngått

I mitt samarbeid med Kruse Smith har jeg sett på et prosjekt hvor det ble bygget en ny kontordel som et påbygg til eksisterende lagerhall og kontor. Jeg fikk tegningene av bygget og har laget en 3D-modell basert på disse. Modellen vil jeg bruke til å vise noen av de utfordringene de støtte på i dette prosjektet.



Den lyseblå delen her er tilbygget.

Prosjekteringen av tilbygget foregikk på tradisjonelt vis, uten bruk av BIM.

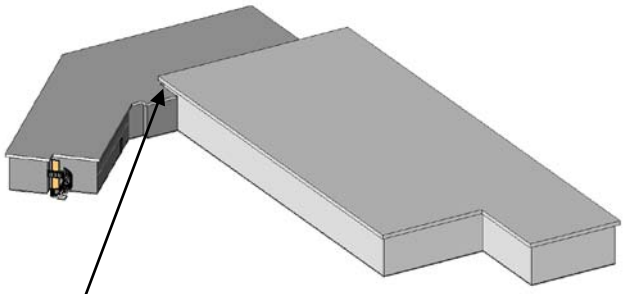
I et møte med prosjektleder og prosjekteringsleder ble det fortalt om flere problemer som oppsto under byggingen, og som sannsynligvis ville ha vært unngått dersom man hadde brukt BIM. De som var involvert i prosjektet har erfaring med BIM fra andre prosjekt og har derfor er godt utgangspunkt for å kunne si noe om dette.

Noe av problemet bestod i at tegningene man hadde av det eksisterende bygget viste seg å være mangelfulle. Det man hadde var tradisjonelle 2D-tegninger, ingen 3D-modell.

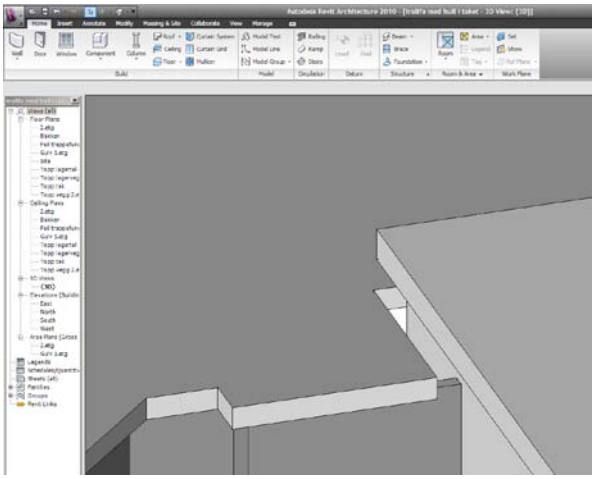
Jeg vil nå ta for meg tre av problemene som oppstod. Takutstikket som skapte forvirring, heissjakten som ble feil og trappefundamentet som ”forsvant”.

Takutstikk

Det eksisterende bygget har takutstikk, både på lagerdelen og på kontordelen, som er i forskjellige høyder. På de gamle tegningene var dette takutstikket vist med en stiplet linje, mens veggen var vist med heltrukket linje. Når man da skulle planlegge sammenføyningen med den nye delen ble dette misforstått, og man trodde den stiplede linjen var veggen. Dette førte til at hulldekket som ble planlagt over den nye delen, også over teknisk rom som ligger i hjørnet der problemet var, manglet under takutstikket. Man hadde altså et stort hull i taket over teknisk rom. Dette måtte løses på byggeplassen med alternative løsninger. De endte opp med å bruke korrugerte stålplater som ble brannisolert.



I dette hjørnet var hullet i taket



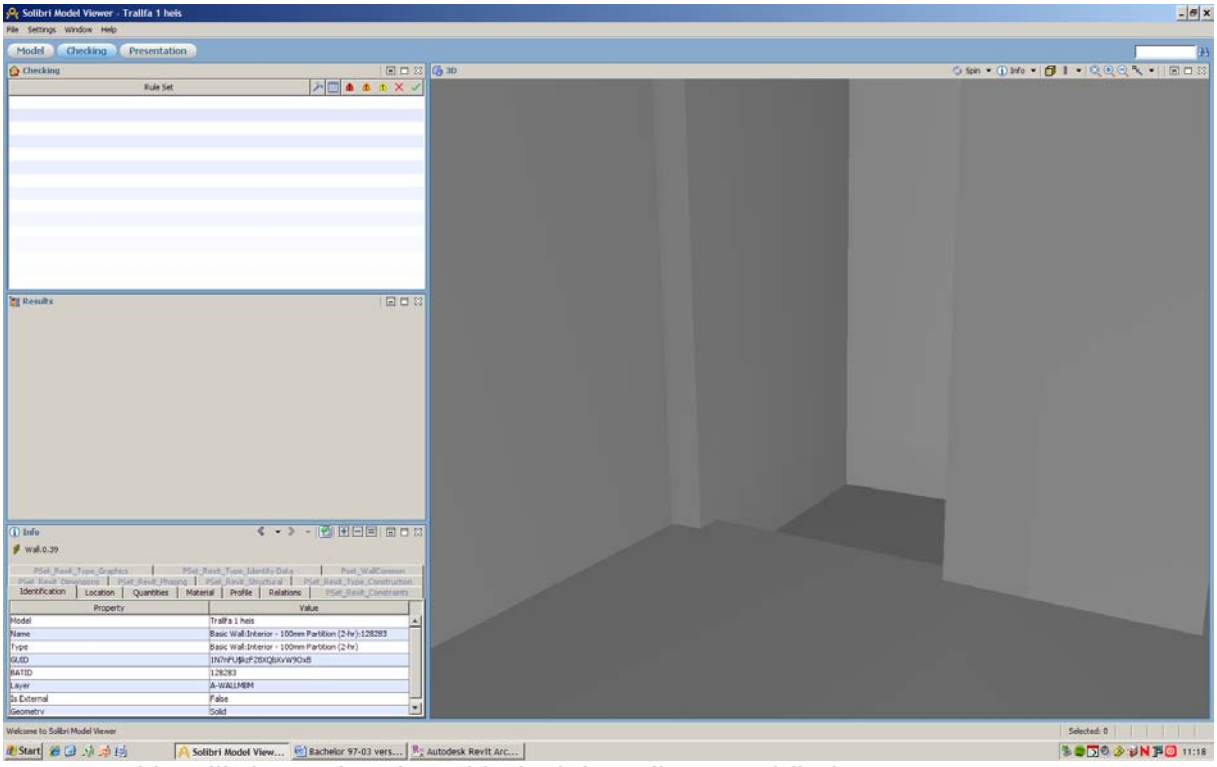
Revit. Her ser vi hullet i taket.

Med en 3D-modell av bygget, både det eksisterende og det nye, ville man fort ha sett at her måtte man også ha hulldekke inn under takutstikket. Man ville også ha sett at takutstikket kunne komme til å lage problemer når hulldekket skulle heises på plass inn under det.

Heissjakt

I det nye tilbygget er det kommet inn en rullestolheis, av løftebordtypen. Heisleverandøren sa han trengte 55 mm under heisen, altså en 5,5 cm dyp grop i gulvet i 1.etg. En løftebordheis trenger mindre plass under enn det en tradisjonell heis med motorrom osv trenger. Et sted underveis i prosjekteringen ble disse 55 mm til 55 cm. Altså nesten en halvmeter for dypt.

Dette ble ikke oppdaget før tegningene gikk ut til de som skulle støpe dekket. De hadde ingen grunn for å tro at dette ikke skulle være riktig, og laget da en 55 cm dyp grop der heisen skulle komme. Dette måtte også fikses i ettertid, ved å fylle i mer masse og støpe et nytt dekke i rett høyde sånn at gropen ble 55 mm og ikke 55 cm dyp.



Her ser vi i Solibri at gulvet inne i heissjakten ligger veldig lavt

Hadde man brukt BIM kunne man for eksempel ha lagt heisen med sine spesifikasjoner inn i modellen, og programmet kunne ha gitt beskjed om at det her var en feil. Eventuelt så ville man ganske enkelt kunne se på modellen at her hadde man et stort hull uten noen logisk grunn.

Trappefundament

Et tredje problem som oppsto gjaldt fundamentet for spiraltrappen på vestsiden av bygget. Her ble fundamentet støpt for tidlig i prosessen. Dette ble gjort samtidig med støpingen av ringmuren, altså før arbeidet på bakken var ferdig. Etter at ringmuren og dette trappefundamentet var støpt, ble masser tilbakeført på tomten. Dermed forsvant trappefundamentet ned under bakken.

Dette ble ikke oppdaget før leverandøren kom med trappen og skulle sette denne på plass. De ringte prosjektleder og sa at det ikke var noe fundament å sette trappen på. Prosjektleder kunne fortelle at han var sikker på at det var blitt støpt! Etter litt undersøking fant man ut at fundamentet lå ferdig, men 20 cm for lavt, under grusen.

Hadde man brukt BIM og hatt en 3D-modell her, kunne dette ha blitt oppdaget både på grunn av det visuelle og ved hjelp av kotehøyder. I BIM-prosjekter brukes de reelle kotehøydene. Det gjøres også i tradisjonell prosjektering, men da kun som tall som står på tegningene, i følge Wornæs. På en modell kunne en f.eks. enkelt ha sett hvor høyt trappefundamentet skulle være i forhold til ringmuren.

Dette problemet fikk også en alternativ løsning, man fikk laget en forlengelse av røret trappen står på, slik at det når ned de 20 ekstra centimeterne til fundamentet under bakken. Selve trappen står altså i riktig høyde.

Define correctly, use the right words.

If wrong words are used, things are misunderstood.

When things are misunderstood, incorrect planning is done.

With incorrect plans, wrong messages are given.

With wrong messages, incorrect work is carried out.

With incorrect work done, the organisation fails.

When organisation fails, enjoyment are not present.

Consequently, start always correctly by using correct words and definitions.

Konfucius (551-479 B.C.)

Nye muligheter og nye krav

Arbeidstegninger, mengder og prising

I utgangspunktet skal det være mulig å ta arbeidstegninger direkte ut fra en BIM. Kruse Smith opplyser imidlertid at de må justere disse noe, da IFC ikke kan håndtere 2D-informasjon. Når de prosjekterer med BIM tar de derfor tegninger fra modellen over i et DAK-verktøy hvor de målsetter dem før de brukes.

I prosjekt hvor de ikke bruker BIM må de bruke tegningene til å finne mål, mengder og masser. Dette gjøres rett og slett manuelt ved å måle på tegninger med linjal, eller på datamaskin ved dwg-format.

I prosjekt hvor det er brukt BIM derimot, bruker Kruse muligheten for å ta masser rett ut av 3D-modellen. Dette gjør de med programmer som Solibri og Calcus. Solibri er et program som kan analysere en BIM. Den kan brukes til mengdeuttak, som eksporteres til Excel. Calcus er et program som kan brukes til å lage kalkyler i en tidlig fase. Mengdelister kan overføres til G-prog og man kan få ut en beskrivelse basert på NS3420.

Kruse Smith regner foreløpig ut prising på prosjekt manuelt, også i BIM-prosjekt. Da brukes massene som er hentet fra modellen, sammen med kalkyleprogrammet Byggoffice. I prosjekt som er gjort med BIM kunne dette f.eks. vært gjort som nevnt ovenfor.

Holdningsendring

På møtet med Kruse kom det fram at deres erfaring er at tekniske fag ofte har holdningen ”vi tar det på sikt”. F. eks. elektrikere og rørleggere er vant med å løse ting på byggeplassen, uten å ha detaljerte planer for arbeidet. For erfarne håndverkere er det ofte ikke noe problem å ta ting på sparket. Vanskelighetene oppstår gjerne når alle jobber på denne måten, og må prøve å tilpasse seg hverandres løsninger.

Hvis BIM skal kunne fungere optimalt krever dette en holdningsendring. Alle fag blir ”tvunget” til å lage skikkelige tegninger for arbeidet sitt, og man kan unngå problemer og halvgode kriseløsninger.

Nye kontraktsformer

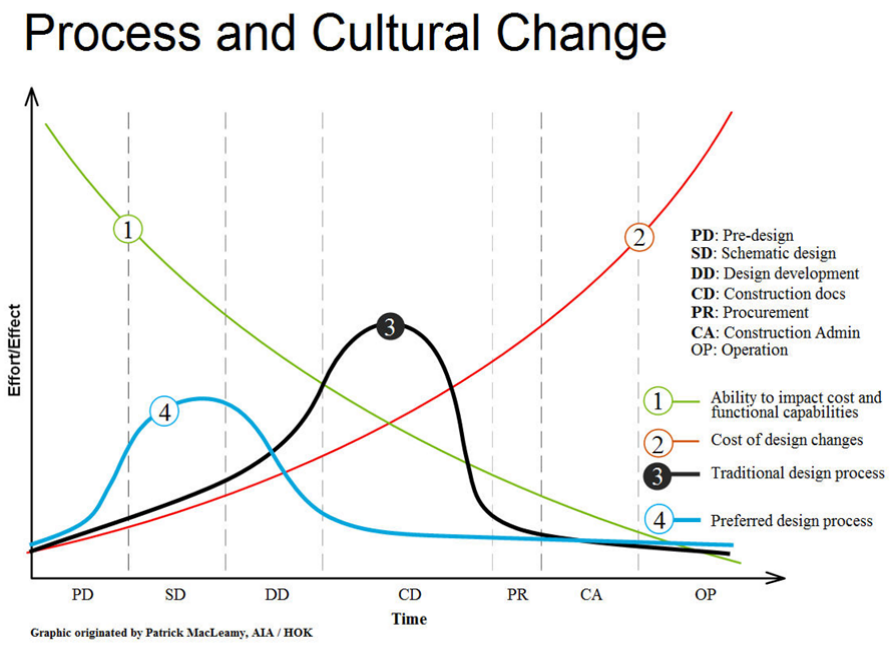
I møtet med Kruse Smith ble det påpekt at BIM-prosjektering fører til et nytt behov: Gamle kontraktsformer er ikke skapt for BIM.

I tradisjonell prosjektering blir hver fase avsluttet før man starter på neste fase, og man har et begrenset samarbeid mellom de prosjekterende. Dersom det ikke blir forandringer underveis burde ikke dette by på problemer, men det er en kjent sak at et prosjekt hvor ikke planene endres underveis hører til sjeldenhetene.

I prosjektering med BIM skjer planleggingen mer parallelt og det samarbeides mer på tvers av disipliner. Dette fører til en endring i tidsbruken.

Blant annet så flyttes kostnadene lenger fram i prosjektet, man får større utgifter til prosjektering, men mindre utgifter i selve byggeprosessen.

Dette kommer av at planleggingen blir gjort grundigere og mer detaljert, man vet veldig mye før man setter spaden i jorden. Dette kan føre til at man oppdager og luker ut flere feil i prosjekteringsfasen og støter på færre problemer på byggeplassen, enn man ville gjort med tradisjonell prosjektering.



Graf som brukes for å illustrere hvordan designprosessen forskyves. Mer av planleggingen blir gjort mens man ennå har mulighet til å gjøre endringer. Det brukes mer ressurser i designfasen, og mindre i byggefasen.

Dette betyr imidlertid at når entreprenøren tar på seg et prosjekt, og utformer et forslag, så koster det mer tid og penger i en tidlig fase ved bruk av BIM, enn det ville ha gjort med tradisjonell prosjektering. Dette må inn i kontraktene, det må for eksempel lages en intensjonsavtale som sikrer at de prosjekterende ikke går på store tap dersom byggherren bestemmer seg for å utsette eller avlyse prosjektet.

Man må også ha avklart hvem som skal tjene på dette når prosjektet blir gjennomført. Færre problemer fører til færre kostnader.

Steen Sunesen i buildingSMART Norge sier at *"Det er viktig å få til avtaler hvor alle parter vinner og hvor ekte verdiskapning belønnes."*

Han peker på kollisjonskontroll som et eksempel, og sier at problemer knyttet til endringer eller stans i prosjektet vil bli dramatisk redusert. Derfor må det lages avtaler, på et overordnet nivå, om hvem som skal få gevinsten (Seehusen, 2010).

Drøfting

Manuelt eller automatisk

Med tradisjonelle 2D CAD-tegninger må endringer gjøres manuelt, strek for strek. Dette er en jobb som kan ta mye tid. Prising av prosjekt må også gjøres manuelt. Dersom noe endres vil det bli en del ekstraarbeid med å oppdatere kalkylen, det er tungvint og kan lett bli unøyaktig. Med BIM og buildingSMART skal dette kunne gjøres helt automatisk.

Utfordringen for mange er at dette ikke alltid fungerer som det skal, f. eks. fordi noen bruker programvare som ikke støtter IFC, eller på grunn av manglende kunnskaper om dataprogrammene de bruker. Det kan i mange tilfeller være bedre å gjøre noe av arbeidet manuelt med metoder man er kjent med, enn å ende opp med å bruke mye tid på å gjøre det med nye metoder. Dette er noe som sannsynligvis vil endre seg med tiden.

Detaljert

BIM-prosjektering kan bli svært omfattende og tidkrevende. Dette kan føre til at man får et fokus på detaljer for tidlig i prosjektet, og man kan miste fokuset på det viktigste.

En god modell gir også mulighet for å vise byggherren tidlig hvordan resultatet vil bli. Dette kan være positivt, fordi han får en bedre mulighet til å se hva han ønsker og til å påvirke resultatet, men det er også en fare for at han fokuserer for mye på detaljer som foreløpig er irrelevante, i stedet for å fokusere på det som er viktig.

I tillegg må man stille seg spørsmål om det er nødvendig med en så detaljert og omfattende prosjektering i alle byggeprosjekt. Man kan ende opp med å bruke uforholdsmessig mye tid på å prosjektere i forhold til hva man får igjen for det. Alle prosjekter krever gjerne ikke en så omfattende prosjektering.

For noen blir løsningen å kombinere BIM med tradisjonell prosjektering.

Det er også et faktum at kompleksiteten i dagens byggeprosjekter er høy. Flere og mer kompliserte tekniske installasjoner, krav til bærekraft og miljøhensyn, og våre krav til standard er alle faktorer som forårsaker dette.

Dette er en utvikling som lite sannsynlig vil snu, og økende kompleksitet trenger kanskje en ny måte å prosjektere på.

Kostnader

Omfattende prosjektering er tidkrevende, og koster mye penger. Med tiden vil de som prosjekterer opparbeide seg mer kunnskap, og programmene vil videreutvikles og objektbiblioteker utvides. De som prosjekterer vil også kunne lagre objekter de har modellert på tidligere prosjekter og gjenbruke dem.

Dette er faktorer som vil redusere tidsbruken, og etter hvert vil man kunne prosjektere like raskt som, men bedre og mer detaljert med BIM enn med tradisjonell prosjektering. Da vil tidsfaktoren forsvinne og dette ikke lenger være en grunn for å la være å prosjektere med BIM.

Ekstra kostnader som følge av mer detaljert og tidkrevende prosjektering kan i mange tilfeller hentes inn igjen i form av sparte utgifter i byggeprosessen, blant annet fordi man kan gjennomføre en tverrfaglig kollisjonskontroll.

Dette er en av hovedsakene til buildingSMART. En årsak til at denne innsparingen ikke nødvendigvis vil skje allikevel er at problemene gjerne skyldes feil utført arbeid av håndverkere, ikke feil i prosjekteringen.

Med BIM-prosjektering unngår man imidlertid noe annet som gjerne gir problemer. Det har lenge vært tradisjon for at tekniske fag ikke prosjekterer arbeidet sitt i detalj, og dette kan skape problemer. I et BIM-prosjekt vil alle bli nødt til å lage planer for arbeidet for at modellen skal bli fullstendig.

Dette er også nødvendig dersom modellen skal kunne brukes til FDV-prosesser. BIMen må være fullstendig og korrekt dersom den skal kunne nyttes f. eks. ved senere ombygginger.

Konklusjon

Blant mange BIM og buildingSMART-tilhengere er lyden at dette er framtiden. Det kan virke som de mener at dette er den eneste riktige måten å prosjektere på. Etter å ha arbeidet med denne oppgaven og foretatt spørreundersøkelsen, så ser ikke jeg det fullt så ensidig.

For at BIM skal fungere optimalt igjennom hele prosjekt, fra prosjektering til byggefase og eventuelt gjennom hele byggets levetid må man finne det rette balansepunktet for informasjonsmengden. Man må ha nok informasjon, men ikke for mye, og heller ikke for lite. Dette er noe som må avklares i de enkelte prosjekt på forhånd, og om man finner punktet for nok informasjon vil nok avhenge av de prosjekterendes erfaring og samarbeidsevnen mellom aktørene.

BIM er også ment å kunne brukes i FDV-prosesser. Dersom dette skal være praktisk mulig å bruke og holde oppdatert, så må mengden med informasjon i modellen holdes på et moderat nivå.

I forhold til feil i prosjekteringen er det kommet fram at mye av fordelen med en 3D-modell er det visuelle. Man vil enkelt kunne se feilene, i motsetning til på 2D-tegninger, hvor man må ha et relativt trent øye for å se feilene like raskt. Programmer som kan kollisjonsteste BIMen er et godt hjelpemiddel, men ikke en nødvendighet.

Dersom alle forhold ligger til rette tror jeg BIM-prosjektering med tiden kan bli et verktøy som sparer både tid og penger, og gjerne gir bedre resultater. Men, vi er nok ikke der ennå.

Kilder:

Eskerud, P. (årstall ikke tilgjengelig) *Bim for Byggeteknikk. Design – Analyse.* Tilgjengelig fra: http://www.ansatt.hig.no/leifs/BIM%20og%20DAK/bim_for_byggeteknikk.pdf (Lastet ned 25. februar 2010)

Moum, A. (2010) *The Role of BIM in the Architectural Design Process: Learning from Practitioner's Stories.* (Dette er kapittel 26 i *Handbook of research on building information modeling and construction informatics: concepts and technologies / Jason Underwood, Umit Isikdag*)

Sjøgren, J. (Red.) (2009a) *Vi bygger smartere.* Tilgjengelig fra: http://coreweb.nhosp.no/buildingsmart.no/html/files/BuildingSmart_lowres_NEW.pdf (Lastet ned 1. mars 2010)

Sjøgren, J. (2009b) *Hva er buildingSMART?* Tilgjengelig fra: http://wiki.buildingsmart.no/images/8/83/BuildingSMART_Intro_BSM_20090121.pdf (Lastet ned 3. mars 2010)

Statsbygg (2009) *BIM-manual 1.1* Tilgjengelig fra: http://www.statsbygg.no/FilSystem/files/prosjekter/BIM/SB-BIMmanual1-1mVedl.pdf (Lastet ned 3. mars 2010)

Statsbygg (2008) *Universell Utforming i BIM* Tilgjengelig fra: http://www.statsbygg.no/en/Aktuelt/Nyheter/Universell-Utforming-i-BIM/ (Lastet ned 4. mars 2010)

Statsbygg (årstall ikke tilgjengelig) *Bruk og nytteverdi av BIM.* Tilgjengelig fra: http://www.statsbygg.no/FoUprosjekter/BIM-Bygningsinformasjonsmodell/Bruk-og-nytteverdi-av-BIM/ (Lastet ned 10. mars 2010)

The economist (2008) From Blueprint to database. *The economist.* Tilgjengelig fra: http://www.economist.com/search/displaystory.cfm?story_id=E1_TTQRNVPG (Lastet ned 25. februar 2010)

Seehusen, J. (2010) Blir BIM-sjef på heltid. *Teknisk Ukeblad.* Tilgjengelig fra: http://www.tu.no/bygg/article238014.ece (Lastet ned 24. mars 2010)

Kilder på bilder og illustrasjoner:

Med BIM kan alt bygges, side 10
http://wiki.buildingsmart.no/images/4/46/UMB_Utdanning_buildingSMART_BSM_20090121.pdf

BuildingSMART-modeller side 13
http://wiki.buildingsmart.no/images/8/83/BuildingSMART_Intro_BSM_20090121.pdf

Illustrasjon fra BuildingSMART side 14
Kilde: http://dev.ifd-library.org/index.php/Ifd:IFD_in_a_Nutshell

2d/ 3d- illustrasjoner side 16
Kilde: Statsbygg, BIM-manual s. 4

Illustrasjon av Solibri side 17
http://solibri.com/images/stories/screenshots/big_jpg/pipes_through_wall.png

Diagram fra Graphisoft EcoDesigner, side 19
http://www.graphisoft.com.au/products/ecodesigner/

Tegning kontra 3D-modell, side 27
http://www.ansatt.hig.no/leifs/BIM%20og%20DAK/bim_for_byggeteknikk.pdf

Graf, side 39
http://marshallandrews.wordpress.com/2009/03/11/a-shift-in-design/

Vedlegg

Spørreundersøkelse om BIM og buildingSMART …….. vedlegg 1

BuildingSMART Masterseminar:10 Kursbevis …….. vedlegg 2

Tegninger Lagerveien, 12 stk

Vedlegg 1

Spørreundersøkelse om BIM og buildingSMART

Vi er to studenter ved UiS som skriver bacheloroppgave om BIM. I den anledning har vi utarbeidet en spørreundersøkelse for å kartlegge bruken av BIM i forskjellige yrkesgrupper. Vi håper du vil ta deg tid til å svare på disse spørsmålene.

Ditt yrke:

1. Har du brukt BIM i forbindelse med prosjektering av prosjekt eller deler av prosjekt? Eventuelt hvilke deler av prosjekteringen?

2. Bruker du mye ekstra tid på å prosjektere i BIM grunnet manglende kunnskaper om dataprogrammene som nyttes?

3. BIM-prosjektering er som kjent ganske omfattende. Tror du BIM-prosjektering vil bli mer effektivt enn tradisjonell prosjektering med tiden?

4. Når en bruker buildingSMART er det meningen at alle aktører skal komme inn i prosjekteringen på et tidlig tidspunkt. Synes du dette er til hjelp eller gjør det prosjekteringen mer tungvindt?

5. Ifølge artikkel om buildingSMART i tidsskriftet Prosjektledelse nr. 4 -2009 skal det være mulig å spare inntil 50 % av utgiftene relatert til byggefeil, ved å bruke BIM. Synes du dette virker realistisk?

6. Dersom du har prosjektert i BIM, bruker du da simulering/visualiseringsprogrammer som for eksempel Solibri for å sjekke lys- og lydforhold, kollisjonsjekk, etc.? Synes du eventuelt resultatene stemmer overens med virkeligheten når bygget er oppført?

7. I en BIM har man muligheten til å legge inn all mulig informasjon som f.eks. typebetegnelse på dører o.l. Hvor mye informasjon synes du det er nødvendig å legge inn i modellen?

8. Når en har en BIM kan en bruke beregningsverktøy som sier nøyaktig hvor store mengder man trenger av forskjellige byggematerialer. Bruker du dette? Eventuelt, fungerer det eller har du fått feil bestilling pga dette?

buildingSMART
International Alliance for Interoperability

Kursbevis

Nina Bjørke

student ved Universitetet i Stavanger

har deltatt på ett 3-dagers

"buildingSMART – Masterseminar:10"

i Oslo 13 - 15. januar 2010

Deltakere

- på buildingSMART Masterseminarer var studenter som arbeider med prosjekt-, bachelor-, master- eller phd-oppgaver innen buildingSMART relaterte problemstillinger.

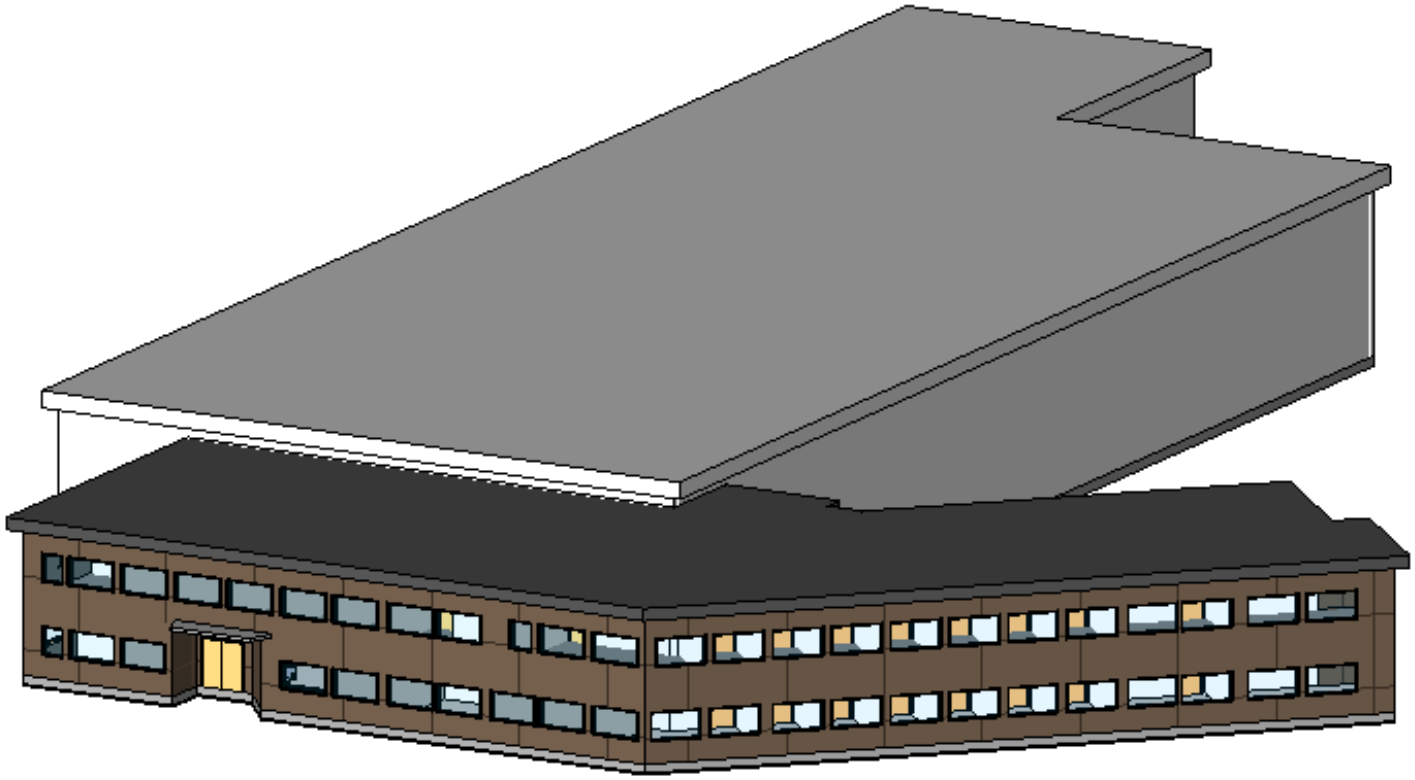
Målsettingen ved seminaret var å gi studentene:

- en bred innføring i hva som inngår i buildingSMART konseptet,
- en forståelse for hvorfor buildingSMART kan muliggjøre endringer i prosjektering, bygging og forvaltning av bygninger og infrastruktur,
- innføring i hvordan man kan benytte buildingSMART en relevant måte, og
- motivasjon til å innføre buildingSMART i kommende jobb.

Beskrivelse av seminaret:

Seminaret har gått over tre dager med til sammen 28 ulike presentasjoner fra ledende bedrifter og organisasjoner innen bruk og utvikling av buildingSMART teknologi i Norge og internasjonalt. Følgende deltok med presentasjoner: buildingSMART Norge, Bentley Systems, Birkebeiner Bedriftsutvikling, Byggetjenester, Catenda AS, Design Data systems (DDS), EDR Norge, Focus Software, Forsvarsbygg, "Framtidens byer" / Miljøverndepartementet, Graphisoft Norge, Holte Byggsafe, Skanska, Statsbygg, SWECO Norge og Universitetet for miljø og biovitenskap (UMB).

Eilif Hjelseth
Utdanningskoordinator buildingSMART



Autodesk® Revit®

www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

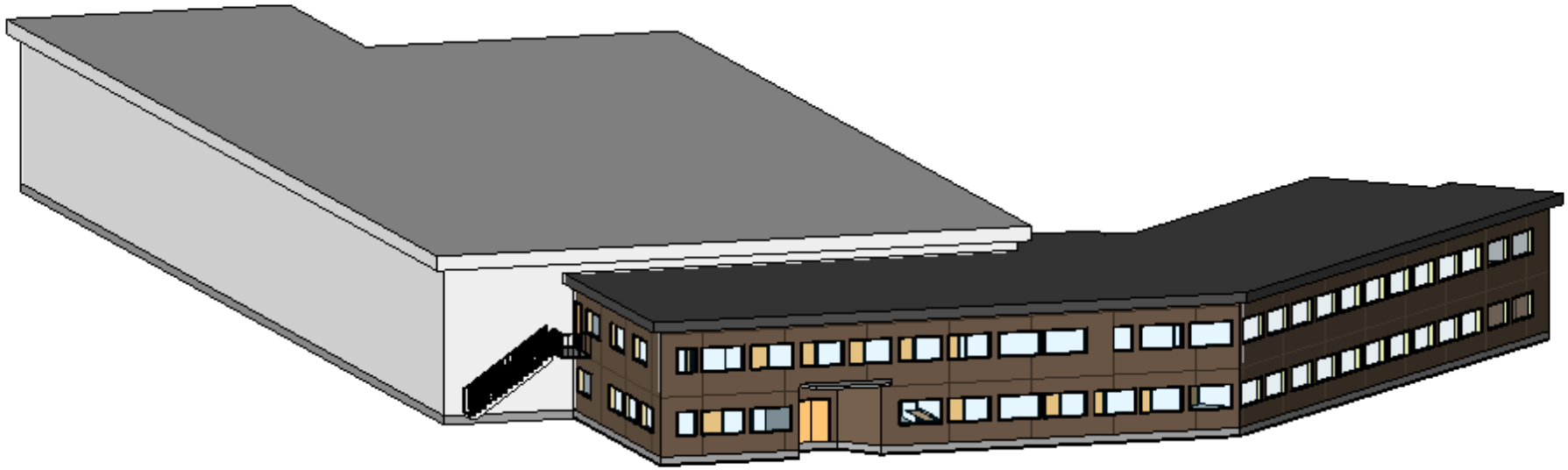
Owner

Lagerveien

3D-view

Projectnumber	01	09
Date	12.4.10	
Drawnby	Author	
Checked by	Checker	Scale

10.05.2010 16:46:30



Autodesk® Revit®

www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

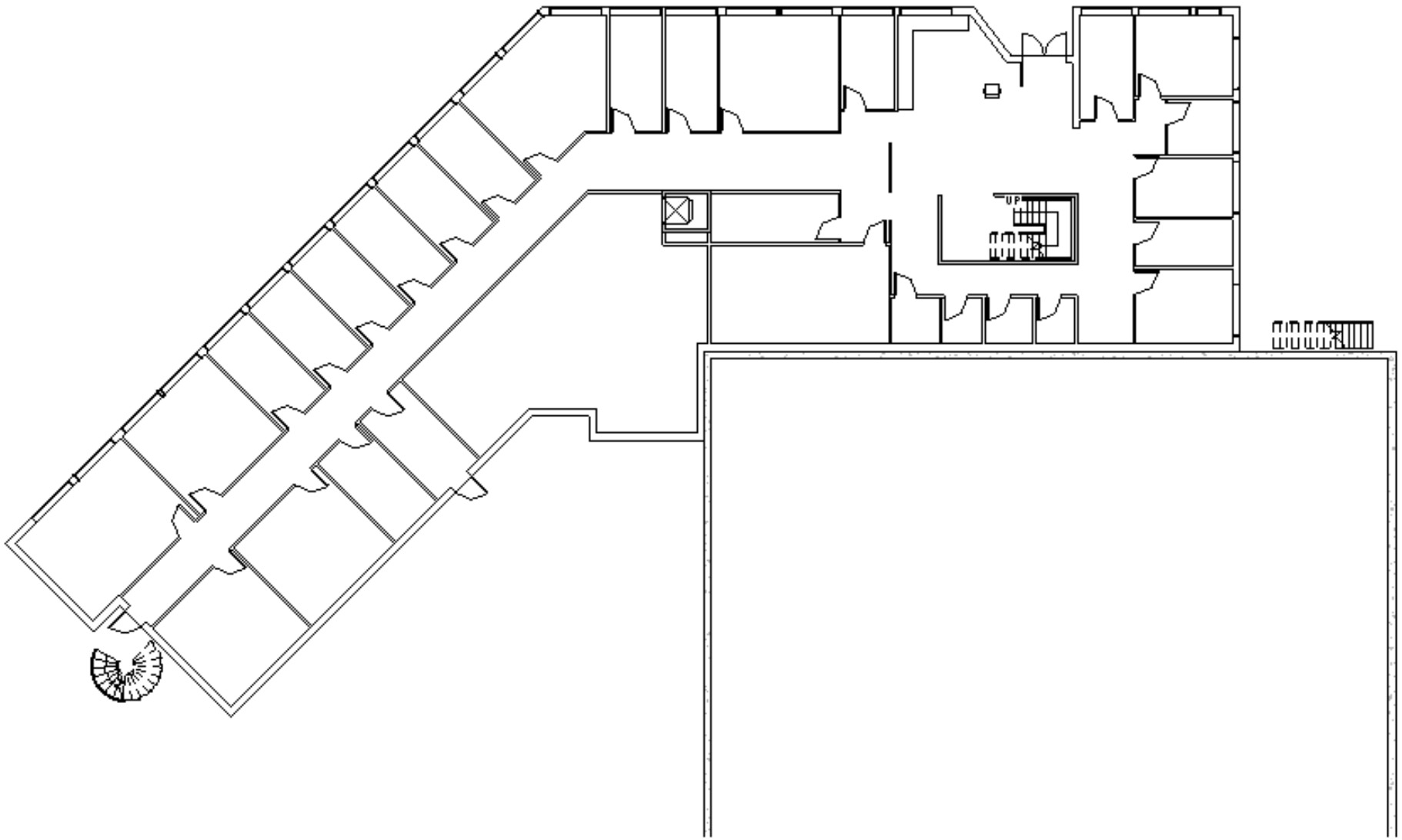
Owner

Lagerveien

3D-view

Project number	01	10
Date	12.4.10	
Drawn by	Author	
Checked by	Checker	Scale

10.05.2010 15:30:02



Autodesk® Revit®

www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

Owner

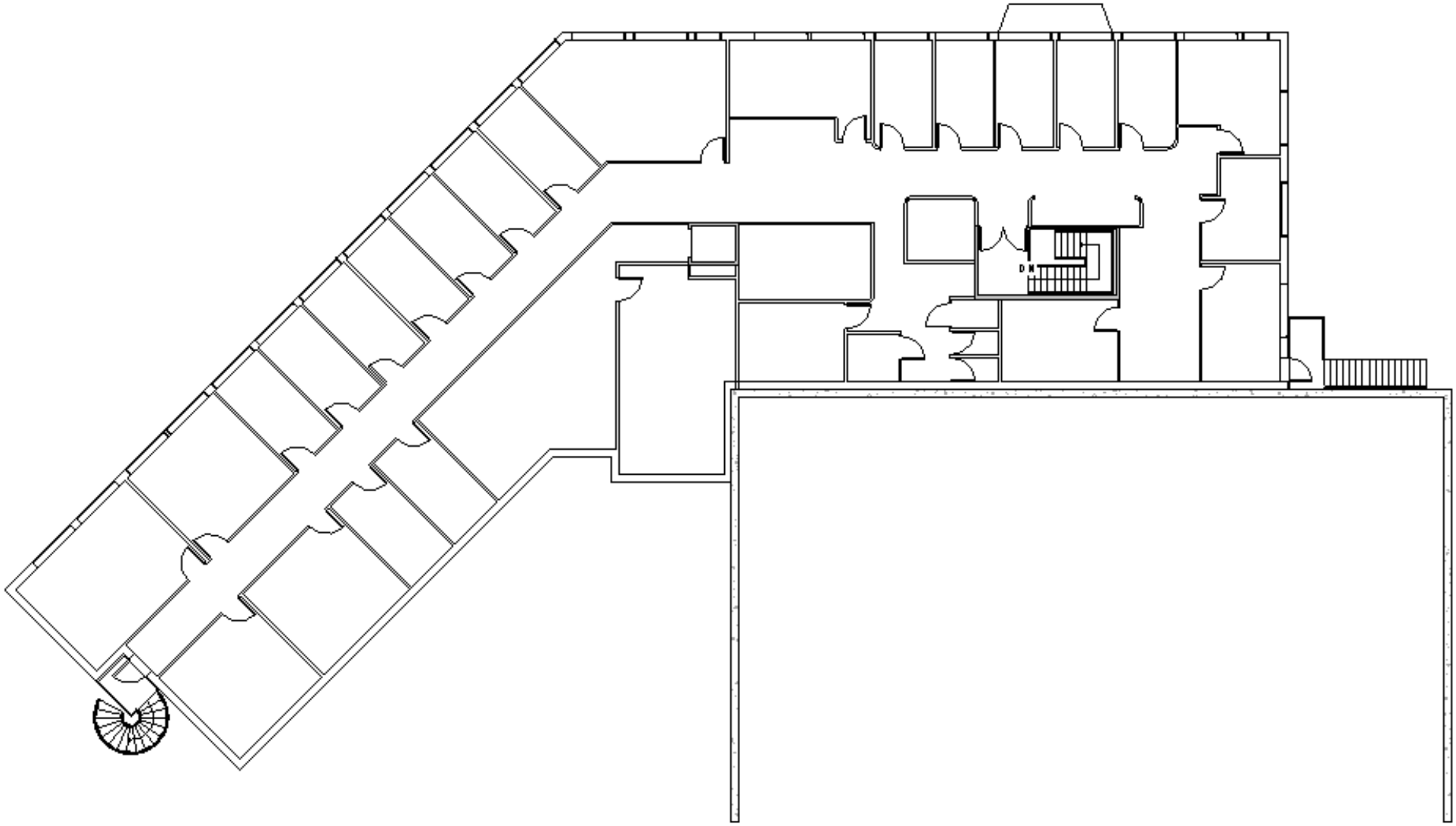
Lagerveien

1. etg

Project number	01
Date	12.4.10
Drawn by	Author
Checked by	Checker
Scale	1 : 150

01

1:0.05.20.10 1:640.59



Autodesk® Revit®

www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

Owner

Lagerveien

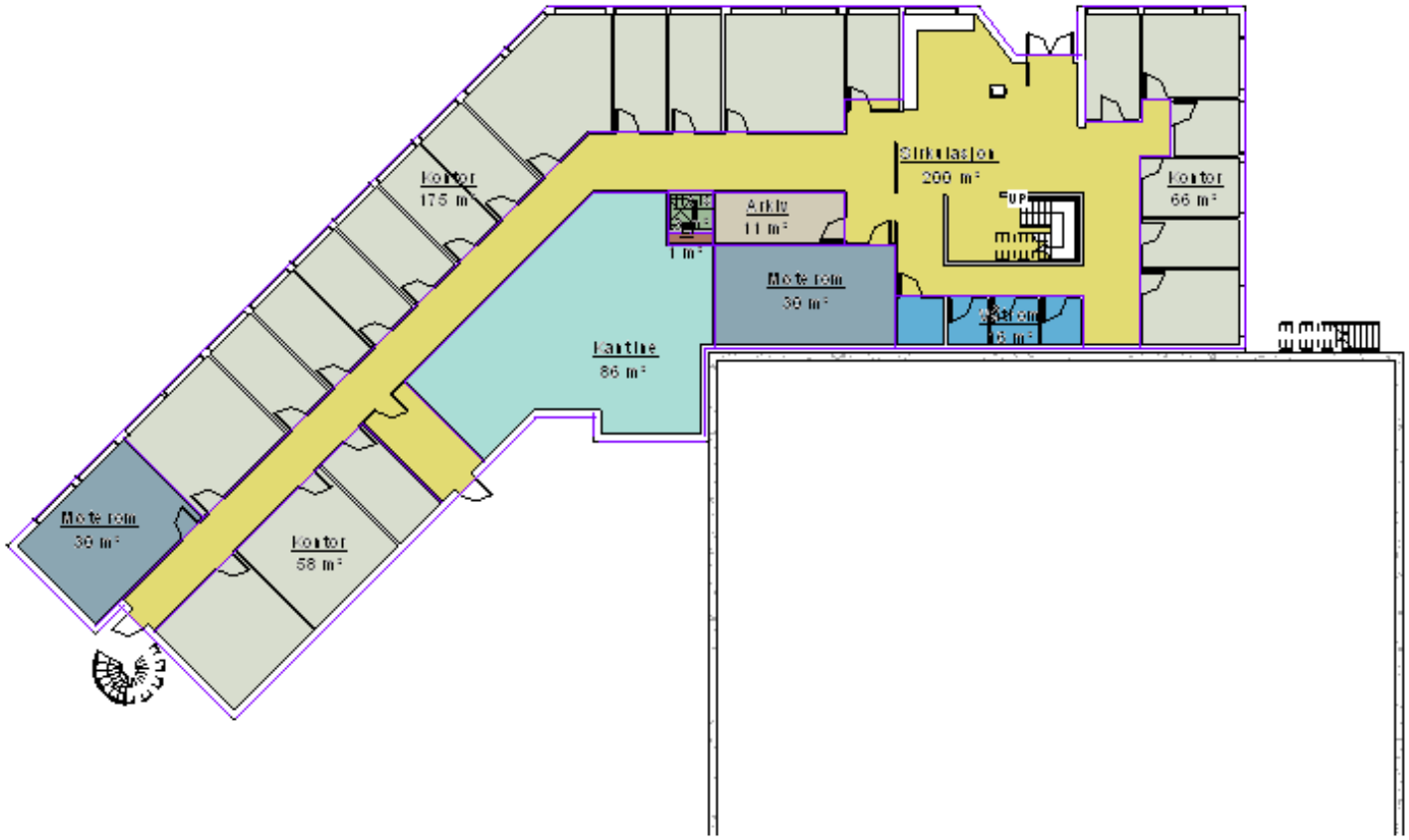
2. etg

Project number	01
Date	12.4.10
Drawn by	Author
Checked by	Checker

02

Scale 1 : 150

10.05.2010 15:47:20



Autodesk® Revit®

www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

Owner

Lagerveien

Arealplan 1.etg

Project number	01	12	
Date	12.4.10		
Drawn by	Author		
Checked by	Checker	Scale	1 : 200

10.05.2010 17:11:33

Autodesk® Revit®

www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

Owner

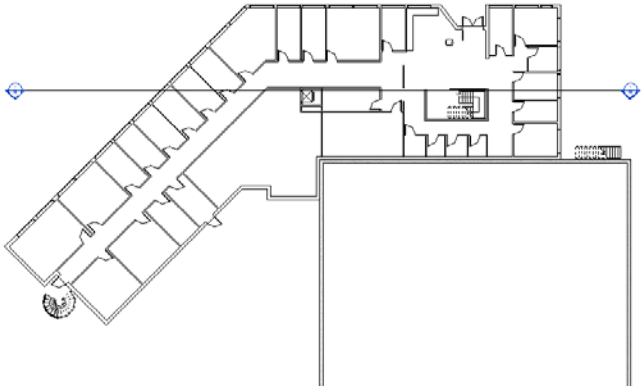
Lagerveien

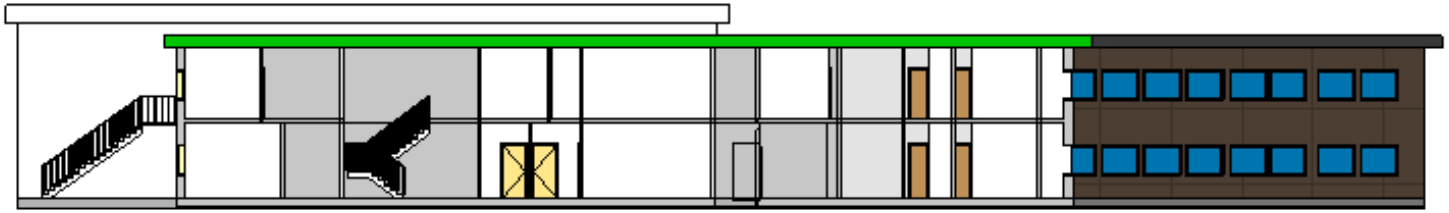
Arealplan 2.etg

Projectnumber	01
Date	12.4.10
Drawnby	Author
Checked by	Checker
Scale	1 : 200

13

10.05.2010 17:39:51





1 Snitt A-A

1 : 200

Autodesk® Revit®

www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

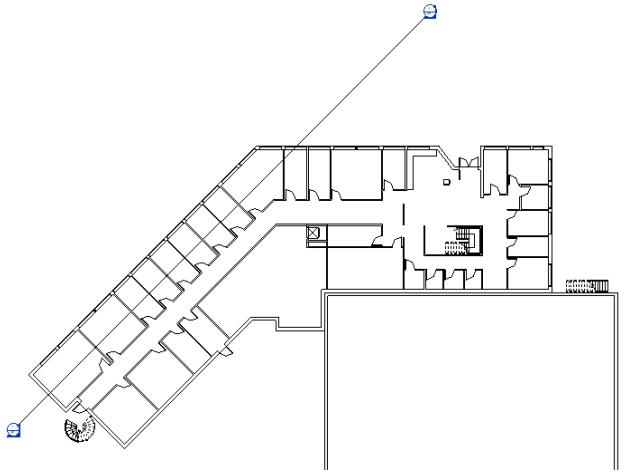
Owner

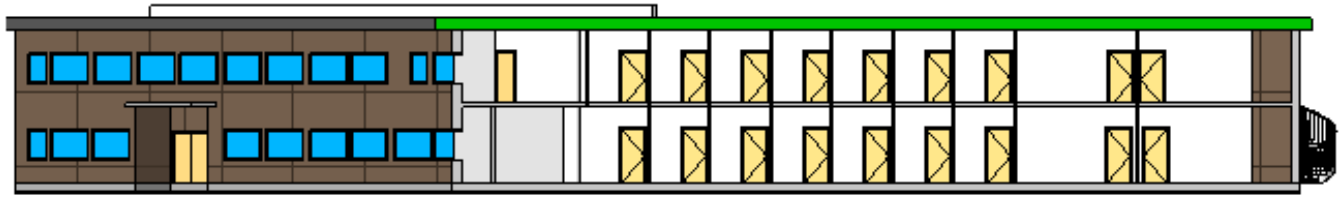
Lagerveien

Snitt A-A

Project number	01		03
Date	12.4.10		
Drawn by	Author		
Checked by	Checker	Scale	1 : 200

10.05.2010 15:53:17





1 Snitt B-B

1 : 200

Autodesk® Revit®

www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

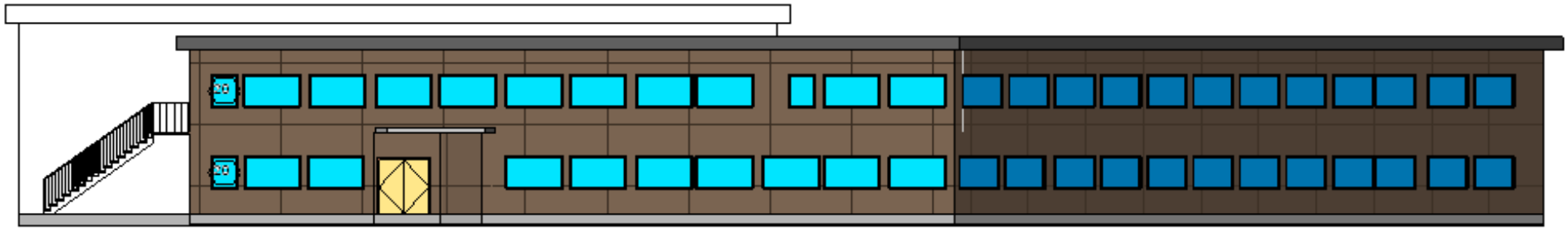
Owner

Lagerveien

Snitt B-B

Project number	01	04	
Date	12.4.10		
Drawn by	Author		
Checked by	Checker	Scale	1 : 200

10.05.2010 15:56:00



Autodesk® Revit®

www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

Owner

Lagerveien

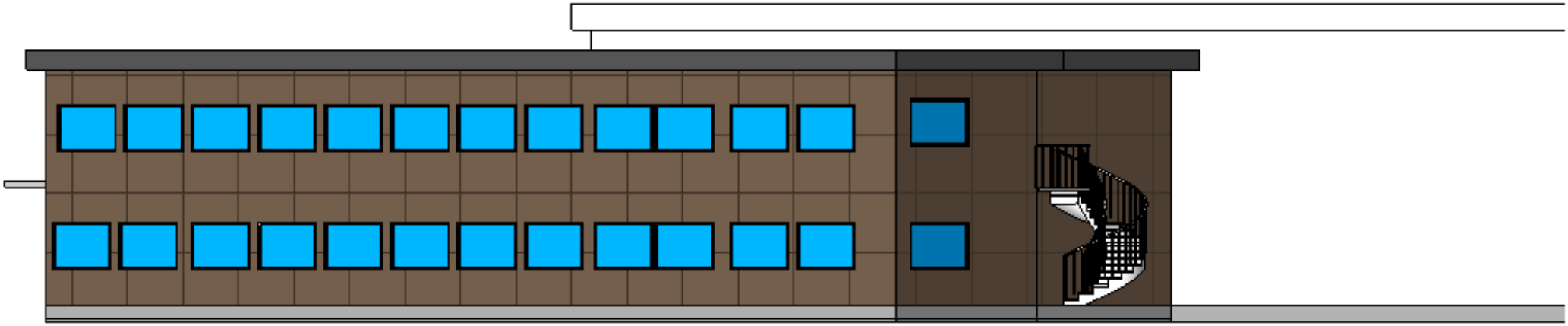
Fasade nord

Project number	01
Date	12.4.10
Drawn by	Author
Checked by	Checker

05

Scale 1 : 150

10.05.2010 153344



Autodesk® Revit®

www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

Owner

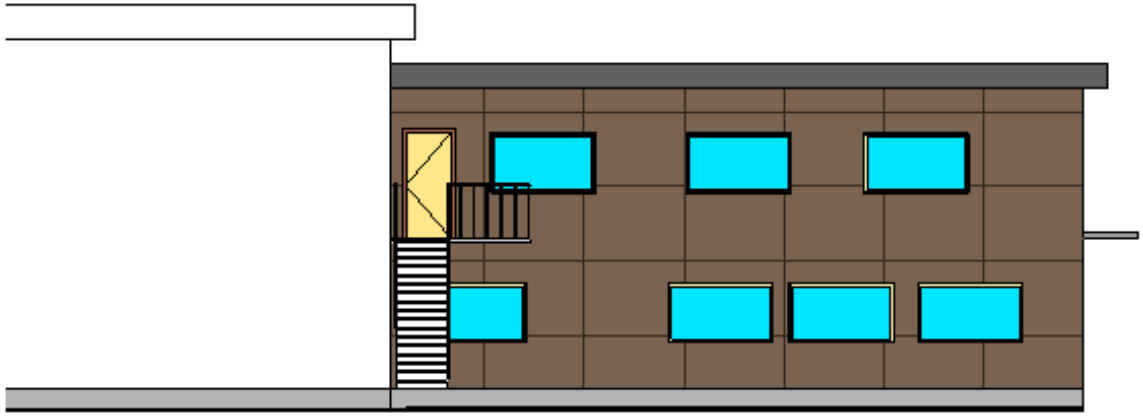
Lagerveien

Fasade vest

Project number	01
Date	12.4.10
Drawn by	Author
Checked by	Checker
Scale	1 : 100

06

1105200193254



Autodesk® Revit®

www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

Owner

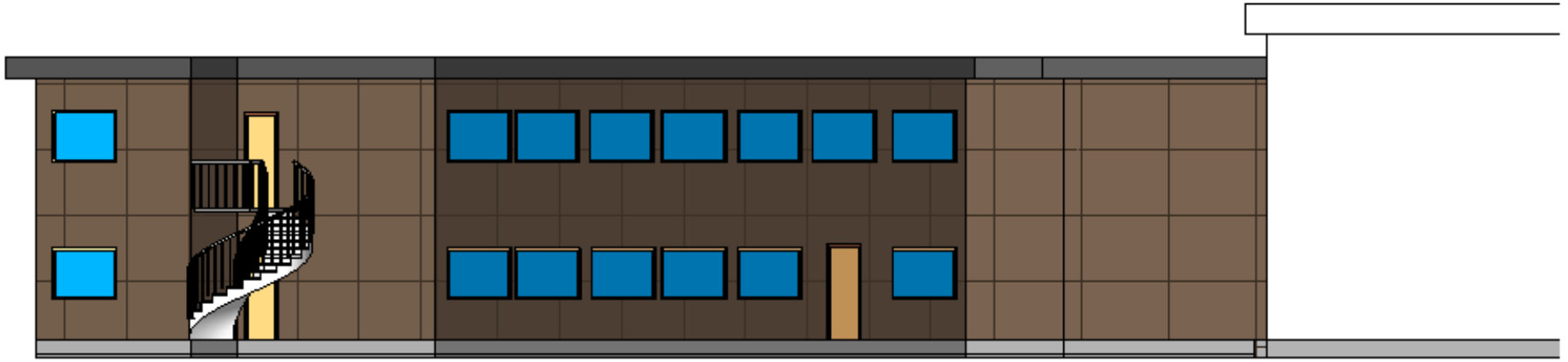
Lagerveien

Fasade øst

Project number	01
Date	12.4.10
Drawn by	Author
Checked by	Checker
Scale	1 : 100

07

10.05.2010 16:32:14



Autodesk® Revit®

www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

Owner

Lagerveien

Fasade sør

Project number	01	08	
Date	12.4.10		
Drawn by	Author		
Checked by	Checker	Scale	1 : 100

11.05.2010 8:11:30