

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP



Abstract

This master thesis looks at how maps and GIS are used against BIM models. The reason why this topic seemed interesting was that author had seen how bad knowledge about maps can make a project delayed and more expensive. Use of maps is not the biggest part of BIM, but maps have to be correctly used for the project to be successful.

The main question this paper seeks to answer is:

“How are maps used in construction projects today and what are the consequences of failure? Is software optimized for maps in BIM, and what opportunities exist? How could the developer ensure that maps are being used properly in a BIM project?”

Several problems could occur when maps are used. Coordinate systems are some of the most difficult in this respect because it seems incomprehensible to most people. Projections also create some trouble because maps are used in a way they weren't intended for because they have shrinkage for making wider zones.

Veidekke has been in good guidance during this task when they were supporting with information and time from experienced engineers and managers. This has helped the master thesis a lot and could not have been completed without this support. Interviews from engineers, architects, property developers etc have formed the basis of data which the results have been based on. This has given the thesis honest information directly from those who work with this on a daily basis.

In this paper four projects have been investigated which were completed or under construction. These projects had challenges that have been investigated to find out how BIM projects can be improved in the future, and the positive experiences have also been collected. Participating in software courses have been important to understand how BIM works, and to locate the challenges a user may have in use of BIM software.

The results in this paper are based on:

- Experiences made during the work
- The theory of BIM
- Results from interviews
- Use of GIS
- Mapping systems theory.

The results found were that maps are used incorrectly in projects. People in charge of maps and georeferencing are not qualified for this type of planning, resulting in expensive and unnecessary mistakes. Errors can arise at the very start of the project and stay hidden until the construction phase before the error is discovered. Wrong use of maps or map system has made it necessary to redo the planning, which costs time and money. GIS is not used optimally today, there are the big opportunities for visualization and automatic generation of 3D models that can be of great benefit to the project. If the maps are used correctly they will not make any trouble for the project, and save the engineer a lot of effort. Property developers should be more aware of who is in charge of using maps in the project. Failing so would make them do the same errors again and again. Use of BIM manuals will help managing the projects a lot, since they are getting better and better.

Sammendrag

Denne masteroppgaven tar for seg hvordan kart og GIS blir brukt opp mot BIM modeller. Bakgrunnen til at temaet virket interessant var at dårlig kartkunnskap kan gjøre et prosjekt både dyrt og forsinket, noe forfatter har opplevd selv. Streng tatt er ikke kart den største delen av en BIM modell, men rett kart må være satt riktig inn for at alt skal gå bra.

Problemstillingen for denne oppgaven er:

"Hvordan blir kart brukt i byggeprosjekt i dag, og hva er konsekvensene av feil? Er programvare optimalisert for kart i BIM, og hvilke muligheter finnes? Hva bør byggherre gjøre for å sørge for at kart blir brukt riktig i et BIM prosjekt?"

En har flere problemer som en støter borti når det gjelder kart. Koordinatsystem er noen av det vanskeligste i så måte fordi det virker uforståelig for folk flest. Prosjeksjoner skaper også trøbbel ved at en bruker kart som kanskje ikke var tiltenkt formålet på grunn av at de har en krymp for å skape større sonebredder for kart.

Opgaven ble utført under samarbeid med Veidekke, som har vært behjelpelige med informasjon og ikke minst tid fra erfarne ingeniører og ledere. Dette har hjulpet oppgaven mye, den kunne ikke ha vært gjennomført uten denne støtten. Intervjuer fra ingeniører, arkitekter, eiendomsutviklere osv har dannet grunnlag for dataene som resultatene er basert på. Dette har gitt ærlig informasjon direkte fra de som til daglig driver med dette.

I denne oppgaven funnet ut hva som har blitt gjort på fire prosjekt som er ferdige eller under bygging. Disse prosjektene har hatt utfordringer som har blitt belyst i oppgaven for å finne ut hva som kan gjøres bedre i fremtidige BIM prosjekt. Positive erfaringer fra prosjektene har også blitt tatt med. Deltakelse i BIM programvarekurs har vært viktig for å finne ut hvilke utfordringer brukere har ved bruk av BIM programvaren og kart, dette har hjulpet mye.

Resultatene presentert i denne oppgaven er basert på forfatters erfaringer under arbeidet, teori på BIM, resultat fra intervjuer, bruk av GIS og teori på kartsystemer.

Resultatene i denne oppgaven er at kart blir brukt mye feil i prosjekter. Det er feil folk som har ansvaret for kart og georeferering, noe som resulterer i dyre og unødvendige feil. Feil oppstår gjerne helt i starten av prosjektet og blir med helt til byggefasen der feilen blir oppdaget. Det gjør at alle tegninger må endres fordi bakgrunnskart er feil, noe som koster tid og penger. GIS blir ikke brukt optimalt i dag, her er det store muligheter for visualisering og automatisk generering av 3D modeller som kan være til stor nytte for prosjektet. Bruker man kart riktig vil ikke de lage noe trøbbel for prosjektet, og en sparer inn mye arbeid for stikningsingeniøren. Byggherre må være mer bevisst på kart og hvem som skal ha ansvaret for de, hvis ikke vil feil oppstå igjen og igjen. BIM manualer har nå blitt veldig gode, og de forklarer godt hvordan en skal bruke kart i et BIM prosjekt, men de må brukes.

Forord

Etter å ha gått 3 år på Geomatikk på UMB, så fullfører denne oppgaven mitt masterstudium. Jeg har vært gjennom mange spennende fag, og har hatt mange gode lærere som har gjort at mine år her har vært innholdsrike.

Etter å ha tatt en bachelor i bygg fra høgsolen i Ålesund samt jobbet i 3 år, så var jeg ganske klar på at geodesi og GIS hadde stort potensial. Det jeg derimot så var at mange visste lite om kart, og enkelte hadde ingen kompetanse på dette i det hele tatt. Jeg var spesielt interessert i 3D modeller og de fordelene man fikk med å bruke disse, og hadde en visjon om å lære mer om dette når jeg begynte på UMB. Jeg hadde selv sett hva som skjedde når planlegging av veier og bygninger hadde blitt gjort på mangelfullt grunnlag, og ønsket å lære mer om kart for å unngå at mangelfull kompetanse danner grunnlaget for prosjektering av veier og bygninger. I tillegg så har GIS et stort potensial til å bli brukt mer og på en smartere måte enn det blir brukt i dag, noe jeg ønsker å bidra til.

Denne oppgaven har jeg hatt i bakhodet siden jeg begynte Geomatikkstudiet på UMB høsten 2010, og er et resultat av det jeg har med meg fra arbeidslivet og det jeg har lært her på UMB.

Etter å ha innledet samarbeid med Veidekke slutten av 2012, så fikk jeg god støtte og hjelp med programvare og hardware med dem, noe jeg setter stor pris på. Jeg har fått god hjelp hos flere på Veidekke, og retter en spesiell takk til Asle Gjøstein Resi som har vært hovedveilederen min. Har fått god støtte fra alle jeg har snakket med hos min fremtidige arbeidsgiver Veidekke, og har fått innsyn i prosjekter som har vært relevante for min oppgave.

Retter også en stor takk til Graphisoft Norge som ga meg grunnkurs i ArchiCAD samt ifc og BIM kurs. Takk til Cad-Q som lot meg være med på grunnkurs i Revit Architecture. Dette var avgjørende for min forståelse av BIM. Takk til Geodata for at jeg fikk se programvare som er i bruk og under utvikling.

Takker alle som har bidratt til min oppgave gjennom å stille opp på møter om prosjektene jeg gikk gjennom.

Takk til mine veiledere på UMB Eilif Hjelseth og Ivar Maalen Johansen.

Innholdsfortegnelse

Abstract.....	i
Sammendrag.....	ii
Forord	iii
Innholdsfortegnelse	iv
Del 1 - Innledning	1
1.0 Hvordan jeg kom frem til oppgaven.....	1
1.1 Tidligere erfaring	1
1.2 Motivasjon med oppgaven.....	2
1.3 Bakgrunn til at kart er viktig	2
1.4 Metode (kvalitativ)	3
1.5 Avgrensning	4
1.6 Problemstilling og mål	4
Del 2 – Teori.....	5
2.0 Viktige begreper og forkortelser	5
2.1 Hva er BIM?	8
2.2 Historien til BIM.....	9
2.3 VDC	11
2.4 Datum og kartprojeksjoner	11
2.4.1 NGO48 – Oslo lokal	12
2.4.2 Euref89	13
2.4.3 UTM - Universal Transversal Mercator.....	13
2.4.4 Målestokkfeil fra UTM projeksjon.....	14
2.4.5 NTM.....	16
2.4.6 Lokalt koordinatsystem.....	17
2.4.7 Modellkoordinater.....	17
2.5 BIM standarder/manualer/prosesskoder.....	17
Del 3 – Innhenting av data og intervju	18
3.0 Starten av oppgaven	18
3.1 Intervjuer og fremgangsmåte datainnsamling.....	18
3.1.1 Innledende møte med Veidekke.....	18
3.1.2 Møte for å avgrense oppgave.....	20
3.1.3 Resultater av veiledermøter	21
3.2 Samtaler med Asle Resi, Veidekke	21
3.2.1 Fornebu Hageby	21
3.2.2 Statnett bygget.....	23

3.2.3	R6 bygget.....	23
3.3	Intervju med Ragnvald Halset, Nydalen arkitektkontor	24
3.4	Intervju med Kai-Henrik Westby, Veidekke.....	27
3.5	Intervju med Halvard Holth, Veidekke	29
3.6	Intervju med Joakim Kroon, Veidekke	30
3.7	Intervju med Olav Sanner, SPOR arkitekter	31
3.8	Intervju med Morten Barreth, Veidekke	34
3.9	Intervju med Anders Holmlund, Veifor	37
3.10	Intervju med Geir Vaagan, Avantor	38
3.11	Intervju med Mathias Bredvei, Geodata.....	40
3.12	Samtale med Ståle Bøe, Cad-Q	42
3.13	Samtale med Karoline Borgen, Veidekke	42
3.14	Samtale med Marianne Haugen, Veidekke	44
4.0	Kurs og programvare.....	44
4.1	ArchiCAD	44
4.1.1	Grunnkurs ArchiCAD.....	45
4.1.2	ArchiTerra	46
4.1.3	BIM/ifc kurs ArchiCAD.....	47
4.2	Revit Architecture.....	50
4.2.1	Grunnkurs Revit Architecture.....	50
4.3	Esri ArcGIS – ArcScene - City Engine	53
4.3.1	Om grunnlaget.....	53
4.3.2	ArcScene.....	54
4.3.3	City Engine	56
Del 4	– Caser for masteroppgave	57
5.1	Fornebu Hageby	57
5.2	Statnett bygget.....	62
5.3	R6 bygget	66
5.4	Hardangerbrua.....	69
Del 5	– Resultater og konklusjoner	71
6.0	Resultater	71
6.1	BIM programvare og kart	71
6.2	3D visualisering	72
6.3	Kartprojeksjoner og BIM.....	74
6.4	BIM og økonomi.....	75
7	Konklusjon	76

8 Vurdering av resultat.....	77
9 Videre arbeid	77
Del 6 – Kilder og vedlegg	78
10 Kilder og figurer brukt i oppgaven	78
11 Vedlegg	82
11.1 Matlab program.....	82
11.2 Spørsmål brukt under intervjuer	83

Del 1 - Innledning

1.0 Hvordan jeg kom frem til oppgaven

Før jeg begynte på UMB høsten 2010, så hadde jeg ønske om å skrive om maskinstyring og hvordan det kunne forbedres. I kursene på UMB hadde vi lite 3D modeller og maskinstyringer, men vi hadde mye teori og praksis om landmåling, fotogrammetri og GIS. I tillegg tok jeg eiendomsfag for å få teori om dette. Når jeg startet på oppgaven, ønsket jeg å forene det jeg hadde lært i kursene på UMB med 3D modeller som kunne brukes til alt, og da var BIM et alternativ som passet perfekt for dette.

På våren 2012 så hadde vi veiledningsmøte for masterstudenter, og vi fikk presentert ulike problem vi kunne velge. BIM kom da opp som en av casene, og dette virket interessant med en gang. Tok så kontakt med Ivar og skrev melding om valg av masteroppgave. Brukte da tittelen BIM – utfordringer med å knytte sammen GIS og utførende part. Denne tittelen var ganske uspesifisert, noe som hadde med at jeg ville bruke tid på å sette meg inn i problemstillinger og relatert fagstoff.

Etter at jeg hadde sett meg ut hvilken oppgave jeg ville skrive om, så måtte jeg finne ut mer om BIM. Eilif Hjelseth ble veileder pga sin erfaring med BIM og BA-nettverket, og han hjalp meg i gang med artikler og lærestoff. Vi hadde kontakt angående oppgaven fra vår 2012, og jeg fikk tid på meg til å se på aktuelle problemstillinger.

Etter å ha lest teori om BIM, samt hørt om hvilke problemer en kunne støte på, så var jeg klar til å gå mer målrettet til verks. Jeg bestemte meg derfor for å knytte kontakt med entreprenørbransjen siden jeg hadde jobbet der før og visste hvordan ting fungerte. Jeg deltok på karrieredagen på UMB i oktober (10 oktober 2012), og benyttet sjansen til å snakke med aktører angående masteroppgave. Hos Veidekkes stand fikk jeg gode tilbakemeldinger angående masteroppgave, og innledet et samarbeid med de etter å ha holdt kontakten på mail.

Etter å ha møtt Marianne Hambro på messen i GG hallen, så ga hun meg aktuelle kontaktpersoner som kunne hjelpe meg med oppgaven, og fikk dermed en avtale om å møte Asle Resi i Veidekke. Han er stikningsansvarlig i Veidekke, og har jobbet lenge med kart og 3D modeller på store byggeprosjekt, og er kjent fra messer ol. Jeg fikk første møte hos Asle på Veidekke sine kontorer på Skøyen den 6. november 2012. Her fikk jeg en innføring i hvordan BIM blir brukt, og hvilke utfordringer som fantes.

1.1 Tidligere erfaring

Etter å ha jobbet 3 år som byggingeniør hos Hole Maskiner AS i Ålesund så hadde jeg vært med på flere prosjekter der jeg hadde brukt 3D modeller til både samferdsel, VA og bygninger. Disse modellene ble brukt både til utsetting og visualisering, og lettet arbeidet mye ettersom det var enklere å se hvilke løsninger som var valgt, samt å vise kunden hvordan ting skulle bli. Maskinstyring som bedriften innførte på nye maskiner i 2009 var det som virkelig fikk fart på 3D interessen min, ettersom en kunne lage løsninger på kontoret som kunne bli ført over i gravemaskin og utført etter denne modellen. Dette effektiviserte arbeidet voldsomt, og en kunne lage mer avanserte løsninger med dette verktøyet enn før.

Jeg så derimot at utviklingspotensialet var stort, samt at kartfeil var et stort irritasjonsmoment. Etter å ha fått tilsendt arbeidstegninger på et prosjekt, så hadde kartgrunnlaget 5m feil i terrenghøyder samt at fjellkart var helt feil. Dette gjorde at hele prosjektet ble formet om nesten 100%, og medførte en masse ekstraarbeid. Det ledet meg inn på tanken om at det må gå an å få dette til på en bedre måte. Ofte var problemet at kommunekartene ble brukt av konsulenter uten noen form for kontroll om at de faktisk var riktige før de ble brukt som prosjekteringsgrunnlag. Dette kunne da skyldes enten manglende krav, rutiner eller at de som prosjekterte ikke visste om at kartene fra kommunen kunne ha feil. Dette resulterte i prosjekter som ble dyrere, omprosjektering og økt arbeidsmengde for entreprenør siden de ikke kunne bruke mye av prosjekteringen.

1.2 Motivasjon med oppgaven

Siden BIM er et nytt konsept, så har jeg satt meg som mål i å utforske dets muligheter og svakheter. BIM er et begrep som blir brukt mye i byggebransjen, og kommer til å bli mer og mer vanlig på store prosjekter. Det jeg ønsker å se nærmere på, er i hvor stor grad kart og GIS blir brukt i BIM, og hva kan forbedres. Det finnes en mengde rutiner og bøker som omhandler temaet, og disse beskriver veldig greit hvordan en skal gå frem i et typisk BIM prosjekt. For meg er det mer interessant å se hva som faktisk gjøres, og hva som kan gå galt hvis en ikke følger rutineene. Kompetanse er et nøkkelord, riktig kompetanse avgjørende for suksess. Jeg ønsker å undersøke hvordan kart blir brukt, og i hvilken kunnskap en har om kart.

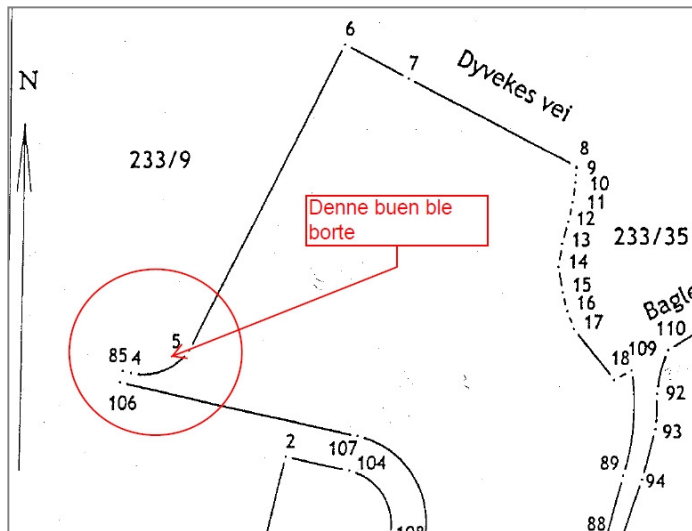
Teorien fremstiller BIM konseptet på en veldig grei måte, men det jeg har erfart fra tidligere er at dette hjelper lite hvis menneskene som bruker verktøyet ikke vet hvordan det skal brukes. Jeg er derfor innstilt på å gå dypere inn i hvordan verktøyet faktisk blir brukt for å se forbedringspotensialet i det, og å opplyse om hvordan ting kan gjøres bedre.

Alle byggeprosjekt har en prosess der prosjektering, anbud og bygging er nøkkelelement. En kan ikke snakke om BIM og mennesket uten å ta med prosessen, derfor er denne tatt med i oppgaven for at en skal kunne forstå hvordan ting henger sammen.

1.3 Bakgrunn til at kart er viktig

Det finnes mange eksempler på at feil bruk av kart har blitt dyre og unødvendige kostnader i et prosjekt. Grunnene til dette kan være mange, og ofte er det brukerfeil som er årsak til feilene.

På Alnagaten 14 i Oslo for et av prosjektene til Veidekke så ble det feil på et eiendomskart til et større leilighetskompleks. Når arkitekten tok inn eiendomskartet så forsvant en bue, noe som medførte at arealet fremsto som større enn det egentlig var. Det som skjedde da var at arkitekt utnyttet tomt til siste cm som er vanlig i Oslo. Når feilen ble oppdaget så var det for sent å gjøre noe med planene, slik at det ikke var noen annen utvei enn å kjøpe det arealet de hadde brukt. Veidekke måtte da kjøpe ca 20m² med tomt fra gravferdsetaten som de urettmessig hadde brukt. Siden Veidekke hadde urettmessig tatt areal de ikke eide, så krevde gravferdsetaten at veidekke opparbeidet en avfallsplass til de med asfalt og båser for kompost, samt 100 000kr i erstatning. Samlet sett ble derfor denne enkle kartfeilen lydende på kr 250 000. Lignende feil finnes mange eksempler på, bruker en av andre sin eiendom så blir det dyrt for utbygger. Se figur for forklaring.



Figur 1.3.1, Målebrev tomt.

På et annet prosjekt, Jarnes gang og sykkelveg i Sykkylven der jeg selv var med i 2008, så var flyfoto brukt som oppmålingsmetode for kommunekartet. Dette i seg selv er ikke uvanlig, men konsulent som prosjekterte gang og sykkelvegen hadde ikke kontrollert at kartet var riktig. Problemet var at det var tykk skog der, og flyfoto hadde laget høydekurver basert på tretoppene på skogen. Dette medførte at kartet hadde 5m feil i høyder der det var skog, og hele planen måtte gjøres om. Dette ble gjort på regningsarbeid, og medførte ekstrakostnader for byggherre siden grunnlaget var feil. Denne typen feil lar seg avdekke med et par timer oppmålingsarbeid på prosjekteringsstadiet, men når anleggsmaskinene står klare til å begynne så er det dramatisk at planene må totalt endres.

1.4 Metode (kvalitativ)

Oppgaven krevde at jeg måtte lese meg opp på begreper og teori for å kunne ha kunnskap nok til å formulere en problemstilling jeg kunne jobbe med. Dette gjorde at jeg fikk kjennskap til hva begrepene dreide seg om, og fikk samtidig satt meg inn i standarder fra ulike aktører. Det som jeg så tidlig var at prosessen hadde veldig mye å si på hvordan resultatet ble. Dette førte til at jeg måtte sette meg inn i planlegging og byggeprosessen for å få et fullstendig bilde av BIM. Kontraktsform hadde veldig stor effekt på hvordan ting ble gjort, og det viste på de ulike prosjektene jeg hadde valgt som caser.

Kursing i BIM programvare har vært viktig for denne oppgaven, siden det gjorde at jeg kunne sette meg inn i hvordan kart og GIS ble brukt i BIM. I tillegg så fikk jeg anledning til å snakke med konsulenter og kursholdere som brukte programvaren daglig. Jeg valgte å ta grunnkurs i de mest brukte programmene for BIM, nemlig ArchiCAD og Revit Architecture. I tillegg tok jeg et ifc/BIM kurs i ArchiCAD, noe som hjalp veldig på forståelsen min for BIM. Dette kostet mye tid, men utbyttet var desto større, nå kunne jeg identifisere meg med verktøyet som konsulentene brukte for å skape BIM modeller. Dette gjorde at jeg kunne se hva som krevdes av konsulentene for å få dette til riktig. Jeg fikk også innsyn i hvordan kart og GIS ble brukt i programmene.

Ettersom jeg måtte bruke mye tid på å sette meg inn i teori og programvare, så valgte jeg å gå for en intervju basert informasjonsinnhenting av data. Dette blir kvalitativ undersøkelse, ettersom jeg måtte bruke intervjuer til å få ut informasjonen jeg trengte. Det var veldig lite

informasjon om temaene jeg var på jakt etter i skriftelige former, slik at disse intervjuene ble brukt i casene som jeg har i oppgaven. Kvalitativ metode er godt egnet til å undersøke sosialt samspill, noe en byggeprosess er. Måten intervjuene er gjort på er at jeg har laget en liste som jeg skulle spørre om, samt at det har utviklet seg til mer fri samtale mellom spørsmålene. Jeg har skrevet notater under disse møtene som jeg har brukt i oppgaven min. Et relevant og sammenfattet utdrag av materiale fra intervjuer vil bli presentert i oppgaven. Det hadde ingen hensikt i å anonymisere stoffet, ettersom intervju er knyttet opp mot kjente prosjekt og kjente roller. Derfor er alle møter gitt med firmanavn, navn på intervjuobjekt og hvilken rolle de innehar.

I tillegg til intervju så fikk jeg tilgang på byggemøtereferater som angikk geodesi, og fikk dermed en bredere forståelse for hva som ble gjort angående kart og BIM. Disse er taushetsbelagt, og jeg kan derfor bare gjengi geodesirelaterte saker. At informasjonsinnhentingene kom fra intervju og standardiserte spørsmål gjorde at jeg fikk hentet ut mye informasjon på kort tid, og gjorde at en fikk en diskusjon på ulike temaer. Ved å foreta mange intervjuer og se på flere prosjekt, er enkelthendelser mindre utslagsgivende for denne oppgaven enn hvis intervjuobjekt og caser hadde vært få.

1.5 Avgrensning

BIM er et veldig omfattende tema som er alt for bredt til å kunne tas med som helhet i denne oppgaven. Jeg har derfor avgrenset oppgaven til å dreie seg om kartdata og BIM for å unngå å gå for bredt. Derfor vil jeg ikke belyse alle aspekter i casene, men kun de som er relevante for forståelsen av BIM og kartdata. Underveis i prosessen så har oppgaven utviklet seg etter det som har kommet frem.

For å begrense tidsbruken og for å bli ferdig innen tidsfristen, så har jeg derfor måtte vurdert hvilke aktører som har vært viktigst for å få svar på problemstillingen min. I tillegg er det veldig tidkrevende å intervju aktører pga reise, møte og mengden av etterarbeid det medfører.

Jeg har også valgt å se på BIM slik det faktisk brukes i dag, og har derfor kommet til konklusjoner basert på vurderinger jeg har gjort av caser og de jeg har snakket med underveis. For å understreke enkelte problemer, så har jeg tatt med noen enkeltsaker fra andre prosjekt. Dette fordi at kostnader til kartfeil ofte blir gjemt vekk og ikke viser i prosjektregnskapet.

1.6 Problemstilling og mål

I denne oppgaven har problemstillingen utviklet seg fra en "løs" problemstilling til en mer konkret problemstilling. Dette gjør at jeg kunne jobbe litt fritt i starten og lete meg frem til en problemstilling jeg kunne bruke på oppgaven. Dette er en flytende prosess, og gjør det enklere å komme i gang. Problemstillingen ble utviklet for å imøtegå de utfordringene som Veidekke kom med underveis i prosessen.

Problemstillingen jeg startet med var:

Hvordan blir kart brukt i BIM?

Denne utviklet seg etter hvert, og i februar så spissformulerte jeg denne videre. Jeg endte da opp med følgende problemstilling:

Skal sette meg inn i rollen som byggherre, og finne ut hvilke utfordringer som finnes med tanke på BIM og kartgrunnlag. Hvilke aktører møter byggherren først, og hvilke kartkunnskaper besitter de?

Dette endte opp med å bli problemstillingen jeg jobbet mot, og oppgaven ble formet etter å svare på disse spørsmålene. Det jeg derimot så var at programvare burde bli med som en del av problemstillingen, siden dette ofte setter begrensninger på hva som er mulig. Byggherre må bestemme hvilke aktører som skal være med i prosjekteringen, men det er helt opp til dem å bestemme hvem som skal gjøre hva, derfor ville jeg få frem hvilke muligheter de hadde. Derfor endret jeg litt på problemstilling for å få med meg hele bildet. Endelig problemstilling ble:

Hvordan blir kart brukt i byggeprosjekt i dag, og hva er konsekvensene av feil? Er programvare optimalisert for kart i BIM, og hvilke muligheter finnes? Hva bør byggherre gjøre for å sørge for at kart blir brukt riktig i et BIM prosjekt?

Denne problemstillingen fikk med seg hele bildet, samtidig som det er tydelig at det er rollen som byggherre som er gjeldende. Byggherre bestemmer alltid hvem som skal være med, men det er viktig at de riktige folkene gjør de ulike jobbene.

Målet mitt med oppgaven er å besvare problemstillingen, samt vise hvordan kart og GIS kan brukes for å få et bra prosjekt. Gevinsten med riktig bruk av kart og GIS er stor, og det er derfor viktig å belyse dette. Å unngå feil er alltid viktig, og oppgaven vil derfor svare på hvordan kartfeil oppstår og kan unngås. Ved å studere flere prosjekt vil jeg få en oversikt over hvordan ting gjøres til vanlig, og hva som kan forbedres. Informasjon om hva som fungerer, eventuelt ikke fungerer i et byggeprosjekt er ofte vanskelig å finne i bøker. Derfor er det avgjørende å bruke virkelige prosjekt som kilder for dette. Ved å bruke flere prosjekt reduserer man også risikoen for at enkelthendelser styrer utfallet av vurderingen min i denne oppgaven.

Jeg kommer til å belyse betydningen av prosess og kontraktsformer i denne oppgaven fordi at det er avgjørende faktorer for et prosjekt, og kan derfor vanskelig utelates.

Del 2 – Teori

2.0 Viktige begreper og forkortelser

Her vil jeg forklare forkortelser brukt i oppgaven. De viktigste vil bli forklart mer grundig i eget avsnitt. Ikke alle disse begrepene vil bli brukt i oppgaven, men en forståelse for disse er viktig for at en skal henge med på oppgaven.

BuildingSMART – Organisasjon som er ansvarlig for å fremme og forvalte standarder for digitale bygningsmodeller. Bruker åpne modeller og standarder for å øke samhandling mellom faggrupper representert i en byggeprosess.

BIM – Building Integrated Models – samhandlingsplattform for bygningsmodeller for alle fag og faser.

ARK, RIB, RIV og RIE – ARK er arkitekt, RIB er Rådgivende Ingeniør Bæring, RIV er Rådgivende Ingeniør VVS, RIE er Rådgivende Ingeniør Elektro.

TEK7, TEK10 – Krav til utforming av bygg. Standard som angir minimumskrav for kvalitetene et bygg skal ha. TEK10 avløste TEK7 i juli 2011.

VDC – Virtual Design and Construction – Hele prosessen med planlegging i BIM, bygging og FDV

IFC – Industry Foundation Classes – Datamodell som skal representere en bygning for byggeindustrien. Formatet er utviklet av BuildingSMART.

IFD – International Foundation for Data Dictionarys – Dataordbok som skal hjelpe programmer å forstå hverandre. F. eks en dør må ha et entydig navn som er likt for alle program. For at ulike land skal snakke samme språk, er en avhengig av at dataordbøkene er automatisk oversatt mellom hverandre.

IDM - Information Delivery Manual – Standardisert prosess og leveranse spesifisering som beskriver aktører, prosedyrer og krav til leveranser i prosjekter. For at fag skal snakke sammen, er det viktig at alle vet hva de skal gjøre.

GIS – Geografisk Informasjons System – sammenstilling av kartsystemer og geografiske data for presentasjon.

Georeferering – Prosess som må gjøres i starten av et prosjekt for at alle fag skal jobbe på samme kartgrunnlag, der 0 punkt på kartet bestemmes. Refererer et kart til BIM modell.

Aksesystem – Brukes for å orientere et bygg samt for å ha referanse inne i bygget på hvor ting skal stå. Følger yttervegger og bærevegger slik en enkelt kan forstå hvor man er.

FDV – Forvaltning Drift og Vedlikehold – Etter byggeprosessen er det denne fasen som tar over. Vaktmester osv vil gjøre nødvendig vedlikehold på bygget i henhold til FDV manual.

Modellkoordinater – koordinatsystem som representerer en modell. Bruker å være i millimeter eller i m og har ingen skalafeil. Origo ofte rett ved siden av modell i sørøstlige hjørnet av skjermen. Brukes i programvare for BIM.

GNSS – Global Navigation Satellite system – Satellitnavigasjon som dekker hele jorden. Flere systemer finnes, de mest kjente er GPS (USA), GLONASS (Russland), Compass (kina), Gallileo (EU). I tillegg finnes det flere regionale systemer som bruker geostasjonære satellitter. GPS og GLONASS eneste med full dekning globalt.

GPS – Global Positioning System – Satellitnavigasjonssystem utviklet av USA, og er åpent for bruk rundt om i verden. Estimerer posisjon ved hjelp av minimum 4 satellitter i kjente baner, der avstanden til disse blir brukt for å beregne brukerens posisjon ved hjelp av triangulering.

GLONASS – betyr GNSS og ble utviklet av Sovjet, og opereres nå av Russland. Eneste satellittsystem som kan konkurrere med USA sin GPS på nøyaktighet. Fungerer på samme prinsipp som GPS med minimum 4 satellitter for å bestemme brukers posisjon. Alle profesjonelle utstyrsleverandører for GNSS basert navigasjonssystem bruker både GPS og GLONASS i dag.

WGS84 – Referanseramme for verden gitt ut av USAs forsvarsdepartement. Brukes stort sett i alle håndholdte GPS. Forskjell mellom WGS84 og Euref89 er den samme som kontinentaldriften fra 1984 til 1989.

Euref89 (ETRS89) – Regionalt datum for Europa basert på WGS84. Ble tatt i bruk for alle landets kommuner i 2009. Låst til den Eurasiske kontinentalplaten. Erstatte NGO48

ITRF – International Terrestrial Reference Frame – global referanseramme som populært sett holder styr på kontinentaldrift for å unngå feil koordinater. Endringene fra år til år blir så tilpasset til de faste referanserammene som f. eks Euref89.

UTM – Universal Transverse Mercator-projeksjon – geografisk koordinatsystem som dekker hele jorda i 60 soner der hver sone er 6 grader bred, og hver sone blir projisert med en transvers merkator sylinder. Målestokkfaktor på 0,9996 på sentralmeridianen.

NTM – Norsk Transversal Mercator – ny offisiell projeksjon for Norge med målestokkfaktor 1,000 langs sentralmeridianen (tangering). Hver sone er 1 grad bred, og sentralmeridian hver halve grad. Sone 5 – 30 dekker Norge. Innført for å unngå målestokkfeil. Bruker Euref89 referanseramme.

NGO1948 – Gammel lokalt datum for Norge. Ble brukt frem til Euref89 UTM tok over. Finnes fremdeles i gamle planer og prosjekter, men skal ha blitt konvertert til Euref89 UTM.

Lengdegrad – Linje som går fra sydpol til nordpol. Lengdegrad 0 er på Greenwich i London. Jorden er delt inn i 360 grader, der 180 grader er østlige, og 180 grader er vestlige.

Sentralmeridian – Lengdegrad som er midt i en sone. F. eks UTM sone 32 har sentralmeridian på 9 grader.

Breddegrad – linjer som går parallelt med ekvator. Deles inn i 360 grader der 180 er nord og 180 sør. Til sammen danner lengde og breddegrad jordens koordinatsystem.

NN1954 – vertikal referanseramme av 1954. Følger middelvannstand. Høydesystem for Norge som holder styr på geoidehøyden. Landheving har gjort at denne er ukorrekt i dag.

NN2000 – vertikal referanseramme av 2000. Oppdatert for landheving, og er låst til slik situasjonen var i år 2000. Innføring startet i 2011, og fortsetter frem til 2015 når alle områder er beregnet. Fastmerker vil endre høyder pga NN2000. Denne endringen vil være forskjellig rundt i landet ettersom landhevingen er forskjellig.

Ellipsoide – Matematisk bestemt geometrisk figur. I kartsammenheng brukes den til å definere en perfekt overflatemodell for jorden for bruk til f. eks GPS.

Geoide – Den reelle overflaten til jorda. Jorda er ikke perfekt formet som en ellipsoide, men har forhøyninger og fordypninger pga ulik massesammensetning og tetthet i jordas masse. Geoiden kan best forstås som flaten som representerer havets middelvannstand. I Oslo er geoidhøyden (avstand fra ellipsoide til middelvannstand) ca 40m.

2.1 Hva er BIM?

Mange har sikkert hørt om uttrykket BIM, uttrykket brukes som et "moteord" der en henviser til en 3D modell av en bygning. Dette er nok ikke en helt presis fremstilling av BIM, for det er mye mer enn bare en 3D modell. BIM er en metode for planlegging av et bygg mellom flere aktører innenfor flere fagfelt. Modellen er det sentrale her, og den blir laget i et format som alle kan lese og ta inn i sin programvare.

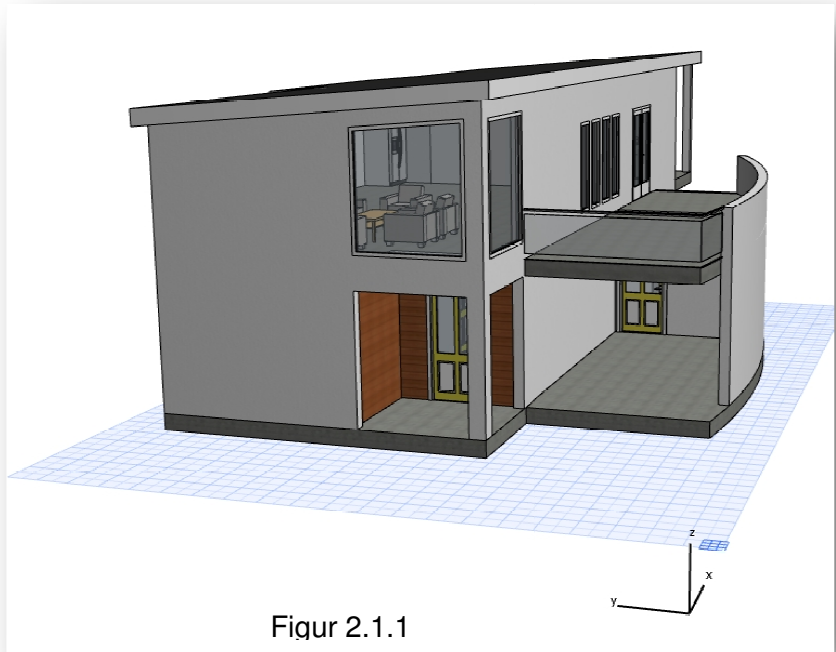
BIM består av flere ting. BIM er en teknologi som brukes i modellering av bygninger, kommunikasjon mellom fagfelt, visualisering av bygg, analyse av bygg og som produksjonstegninger. Dette gjør at modellen må være godt definert for at alle fag skal ha nytte av den.

BIM modellen må inneholde komponenter som har attributter og detaljer slik de kan identifiseres i et program. Komponentene må være enkle å påvirke og bearbeide. Alle objekter må ha et referansepunkt som kan brukes til å plassere dette i modellen.

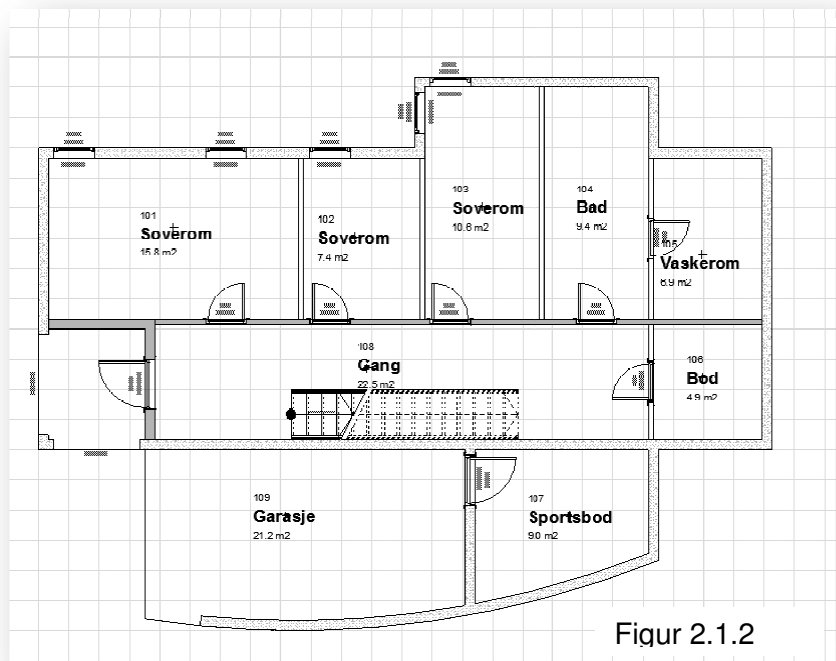
For analyse av modellen er en avhengig av at komponentene har lagt inn de parametre som kreves for at dette kan gjennomføres. F. eks energianalyse krever U-verdi for komponenter.

Når modellen manipuleres, så skal objekt og komponenter endres i alle visninger av modellen. Flytter man et vindu på fasade nord, så skal dette flyttes i planvisning også.

BIM skal utveksles på et filformat som alle kan lese. Standard filformat for BIM er ifc, men i enkelte prosjekt kan en oppleve at flere bruker samme programvare, eller at all prosjektering blir gjort av et



Figur 2.1.1



Figur 2.1.2

konsultentselskap. Da kan prosjektgruppen velge hva de vil bruke som utvekslingsformat seg i mellom. Poenget er at alle skal ha tilgang på modellen.

Det som er unikt med BIM kontra andre verktøy og plattformer som finnes i dag, er muligheten til å samarbeide om en modell på tvers av fag. En arkitekt tegner gjerne sin visjon i et forprosjekt, RIB beregner styrken i komponenter for å tilfredsstille krav til bæring og ventilasjon og elektro legger sine data inn i modellen. Til sammen kan de da se hvordan de andre vil løse utfordringene, og hjelpe hverandre med å optimalisere løsninger som f. eks tykkelse på dekker, gjennomføringer, plassering av brytere og ventilasjon for bygget. Etter at alle har tegnet sine modeller kan disse sammenstilles for å se om noe kolliderer med hverandre. I så fall kan en enkelt endre dette på modellen, slik en slipper å gjøre det på byggeplassen. Når arbeidstegninger skal produseres så får en disse direkte fra modellen, der en velger hva som skal vise på tegningen. En slipper å lage nye 2D tegninger fra start, en velger bare riktig snitt fra modellen. Dermed blir modellen gjeldende tegning som alle må forholde seg til. Dette er veldig oversiktlig, og det er lett å se hvordan løsningene vil bli.

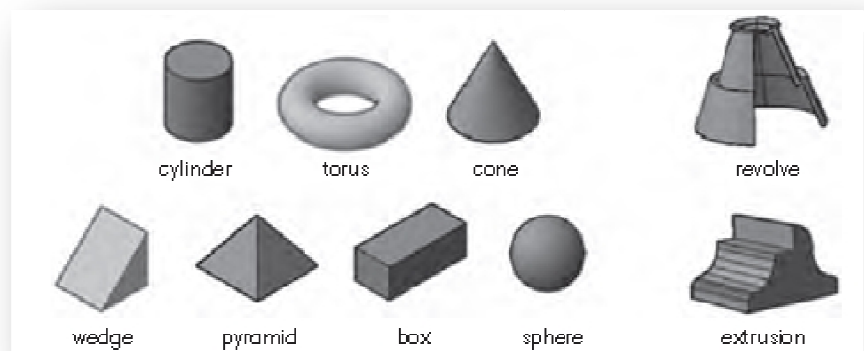
Avgjørende for at BIM skal lykkes er like mye menneskene og prosessen som selve modellen. Derfor ser man ofte at det snakkes om VDC, som betyr virtuell design og konstruksjon. Her tar man med byggingen som en del av planleggingsprosessen, og kan brukes på alle BIM prosjekt. Denne formen er veldig populær hos totalentreprenører, siden de kan styre hele prosessen med en metode. Poenget er i alle fall at menneskene bak prosjekteringen skal samarbeide om en felles modell, og dette krever mye av menneskene og av måten prosessen blir gjort. Uten at disse to tingene er på plass vil et BIM prosjekt være vanskelig å gjennomføre. Dedikerte folk er derfor en nøkkelingrediens for et godt prosjekt.

BIM er et glimrende visualiseringsverktøy som viser byggherre på en enkel måte hvordan bygget er tenkt oppført. Alle løsninger kan vises til byggherre for godkjenning på en enkel måte, der byggherre ikke trenger å være ekspert i å lese arbeidstegninger for å forstå hvordan resultatet skal bli. I tillegg er alle mål og løsninger riktig representert, noe de ikke alltid er i en ren visualiseringsmodell. Resultatet er at en kan lage mer avanserte løsninger siden det er lett å vise hvordan det skal bli. For dette delkapittelet er det brukt referanse [2.1.1]

2.2 Historien til BIM

Det har blitt satset på forskning av 3D modeller siden 60 tallet, der bruken har vært blant annet spill, arkitektur, filmer og lignende. Utviklingen har gått jevnt og trutt fremover, og har vært innom mange milepæler på veien til hvordan BIM er i dag.

Et viktig steg på veien var muligheten til å lage lukkede 3D former, dette definerte med ett hvordan et objekt ville se ut, og de tidligste 3D modelleringsverktøyene kunne beherske dette. Denne teknologien kom på 70 tallet, og var starten på 3D modellering av



Figur 2.2.1

komplekse mekaniske deler. Den første bygningsmodellen kom også på 70 tallet, og viste kjernen av bygget. Det var derimot slik at modellene var bygd opp av primitive former som ble satt sammen til en bygning.

De første verktøyene som kunne støtte 3D modeller med attributter kom på midten av 70 tallet, der en kunne sette disse sammen til f.eks motorer, prosessanlegg eller bygninger. Dette var en viktig milepel på vei til dagens parametriske modellering, der egenskapene til materialene og 3D modellen banet vei for beregning av styrke, volumer osv.

Bygningsmodeller basert på lukkede 3D objekter kom først sent på 70 tallet og tidlig 80 tall, CAD programmer begynte å utvikle sine basisfunksjoner. Både den mekaniske industrien, flyindustrien, bygningsindustrien og de elektriske produktene var med på denne utviklingen i starten, og delte konsepter og teknikker for produktmodellering. Problemet var at datakraften var for liten for disse applikasjonene, og det var svært dyrt for å kjøpe maskinvare og programvare som kunne håndtere denne teknologien. Bygningsindustrien falt derfor av lasset, mens bil og flyindustrien satset for fullt på dette siden de kunne redusere feil og kunne bruke modellene til automatisert produksjon. De drev derfor programleverandørene til å forbedre sine programmer videre. BIM verktøy i dag er basert på denne teknologien som fly og bilbransjen utviklet for sitt bruk.

Bygningsindustrien valgte derimot 2D løsninger som Autocad der designere og konsulenter var komfortable med å jobbe i 2D. Senere i utviklingen så ble det utnyttet at flere objekter kunne dele grenser, noe som gjorde at de ble avhengige av hverandre. Dette banet vei for å lage trapper osv basert på parametre til de andre objektene.

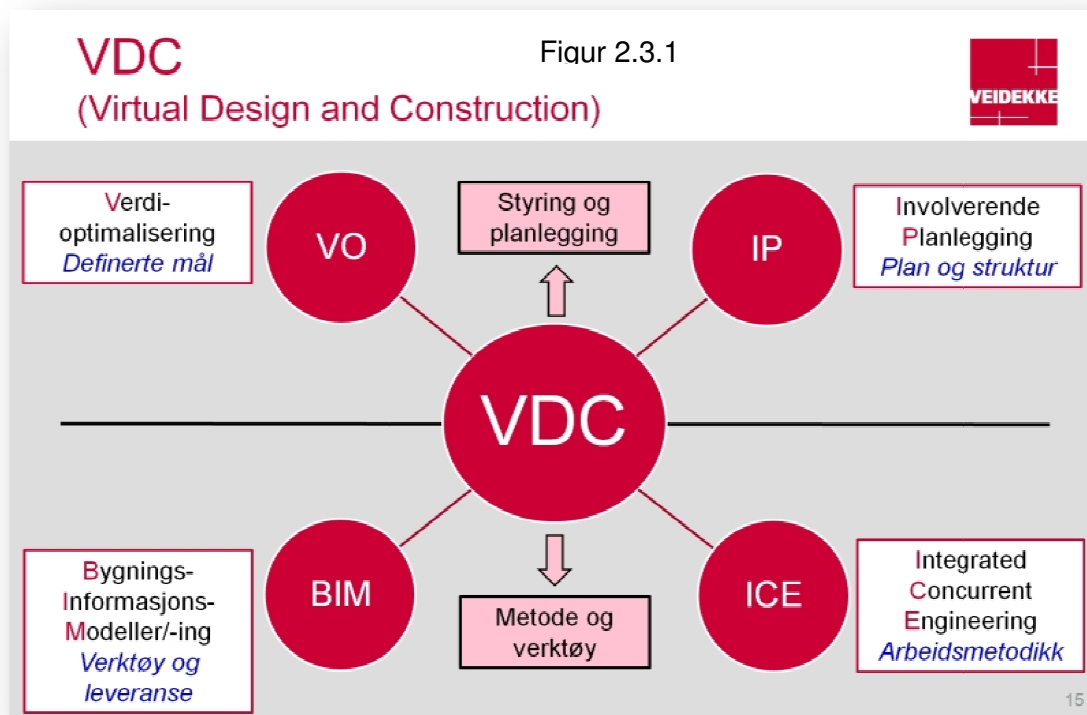
Senere kom behovet for automatisk oppdatering av tegninger. Ved oppdatering av objekter som hang sammen, måtte en endre på alle objekter som støtte sammen. Dette var tungvindt, og en søkte rutiner for å gjøre dette automatisk. Det er denne funksjonen som gjør BIM så anvendelig i dag, endrer man en vegg, følger alt med.

Objektbasert modellering av bygninger kom så senere, alle BIM programmer i dag som kan håndtere dette har alle tatt utgangspunkt i mekaniske designsystem som har blitt utviklet for fly og bilindustrien tidligere. Derfor måtte bygningsmodellene bruke de samme reglene som var definert for disse, noe som kanskje ikke passet helt. Dette gjør at en designer som skal tegne en dør, må først velge dør, deretter tegne den. En må derfor velge hva man vil tegne for å få riktig regler for det man tegner. Dette stammer fra mekanisk design. I tillegg så er det viktig at vegger og tak ikke kolliderer med hverandre, det må være definert hvor en vegg slutter mot taket for at det ikke skal bli rot. Dette må legges inn i parametrene til veggen. Her er det flere regler for å unngå kaos.

BIM begrepet ble først brukt av Autodesk, og omfattet ikke alt det vi forbinder med en BIM modell i dag. Senere har begrepet blitt en standard som er definert gjennom BuildingSMART, der regler er definert. BIM i dag er like mye en måte å få programmer til å snakke sammen som at en faktisk modellerer bygninger. Det brukes også til å generere tegninger. For dette delkapittelet er det brukt referanse [2.1.1]

2.3 VDC

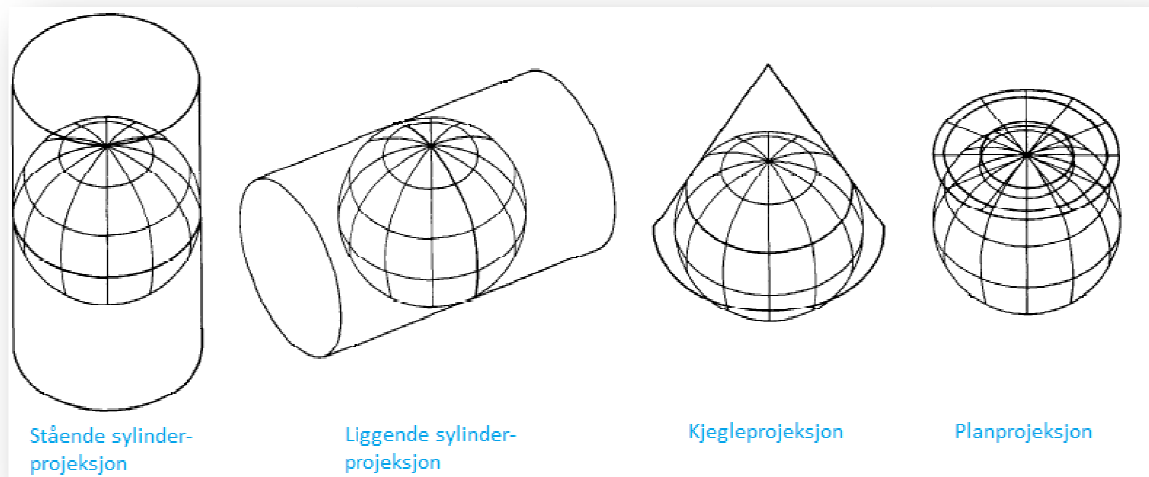
Virtual Design and Construction er konseptet Veidekke benytter for sine byggeprosjekter med bruk av BIM modeller. VDC tar inn hele byggeprosessen fra design til ferdigstilling. VDC prosessen er mer komplett enn BIM som kun dreier seg om modellering av bygget. Fordelen med VDC er at gjennomføring av byggeprosess er en viktig del av tankegangen. BIM er her en del av VDC, og blir brukt som et verktøy. Figur viser VDC konseptet slik Veidekke bruker det, og figur er tatt fra en av presentasjonene til Veidekke.



2.4 Datum og kartprojeksjoner

Datum er et system for måling og beregning, og består av flere parametre. Kort forklart kan en si at et datum defineres av et sett parametre som beskriver en valgt ellipsoides beliggenhet i forhold til jorda. Datumet defineres derfor fra valg av størrelse på ellipsoiden (a , b og flattrykning f), og av plassering av ellipsoiden på jordkroppen (geoiden). I Norge bruker vi flere datumer, de mest vanlige er Euref89, WGS84, ED50 (gammelt) og NGO48 (gammelt). Grunnen til at det er flere datum, er fordi at de ulike datumene representerer hver sine områder slik kartet er tenkt brukt. Det gamle nasjonale datumet NGO48 representerte Norge på en veldig god måte, men var uegnet for å representere verden. Omvendt er det for WGS84, det representerer verden veldig godt, men Norge er ikke helt tilpasset. Dette ser man på geoideshøydene, disse er 0 – 10m på NGO48, mens den er 17 – 48m på WGS84. Det betyr at NGO48 "treffer" bedre for Norge. Behovet for satellittbasert kartlegging gjør derimot at vi må bruke WGS84/Euref89 for å kunne bruke dette til oppmåling. [241]

Kartprojeksjoner kan forstås som en metode for å avbilde en rund jord på et flatt papir. Det finnes flere ulike metoder for å gjøre dette, og alle har sine fordeler og ulemper. De mest vanlige vi bruker er stående sylinderprojeksjon, liggende sylinderprojeksjon, kjegleprojeksjon og planprojeksjon. Se figur 2.4.1 på neste side:



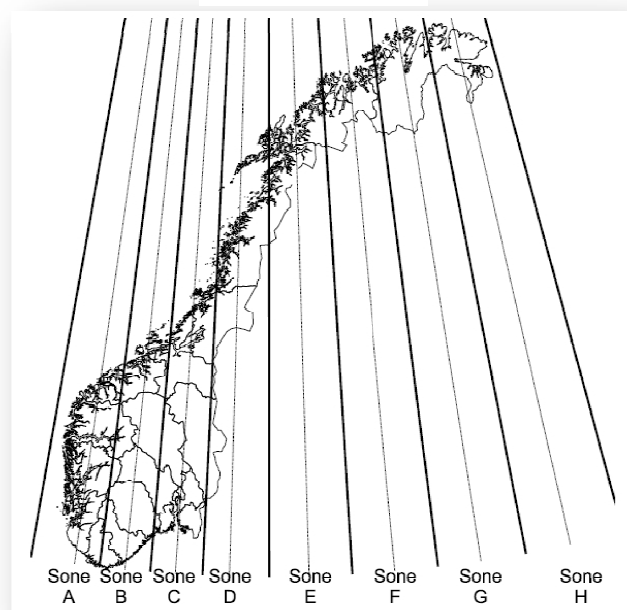
Figur 2.4.1

Figuren viser oss hvordan en stående sylinder, liggende sylinder, en kjegle og et plan kan erstatte jorda. På tangeringssirkelen vil avbildningen bli riktig, mens det vil oppstå projeksjonsfeil når man beveger seg bort fra tangeringssirkelen. Disse kartene vil aldri bli perfekte og vi må velge om vi ønsker å ha et vinkelriktig kart, eller et konformt kart. For kart brukt i bygg og anlegg ønsker vi vinkelriktige kart samtidig med at de er målestokksriktige. Det er ofte vanskelig, siden det er umulig å lage et perfekt kart. Den beste projeksjonen til vårt bruk blir da liggende sylinderprojeksjon, denne danner grunnlaget for alle kart som brukes i oppmålingssammenheng. Denne flyttes litt og litt for at sentralmeridianen skal være nærmest mulig området vi ønsker kartet for. Datumene NGO48, ED50, Euref89 og WGS84 bruker liggende sylinderprojeksjon. Disse har riktignok tilpasninger og parametre som er forskjellige fra hverandre, mer om de senere. Kartprojeksjonssystemene vi har i Norge er Gauss-Krüger-projeksjonen (NGO48) og UTM projeksjonen(resten). Kilde dette delkapittel [241]

2.4.1 NGO48 – Oslo lokal

NGO48 er det gamle datumet i Norge som ble brukt frem til Euref89 UTM tok over i 2008. Dette er et datum som er spesialtilpasset Norge, og passer dårlig for andre områder. Geoidhøyden er relativt liten i dette datumet, noe som kommer av at ellipsoiden er tilpasset Norske forhold. Ellipsoiden er en modifisert utgave av Bessel-ellipsoiden som betyr at sylindere som ligger rundt jorden på tvers kun berører området der Norge er. Ser man modell av jorden og sylindere fra siden, så vil en se at sylindere berører jorden der Norge er, men ikke ellers. NGO48 bruker en Gauss-Krüger projeksjon, som kun

Figur 2.4.2



brukes i NGO48. y-aksen (mot øst) begynner på 58° Nord, og en har 8 soner som dekker hele Norge. Målestokkfaktoren er 1, som betyr at det ikke er avvik ved sentralmeridianen, mens det øker til lengre mot grensen på sonen man er. Maks avvik er 10cm pr. 1km. Oslo har en egen tilnærming til NGO48, ved at det har sin egen "sone" som heter Oslo lokal. Denne er tilpasset Oslo, og sentralmeridianen går gjennom gamle Oslo observatorium. Kilder for delkapittel [241]

2.4.2 Euref89

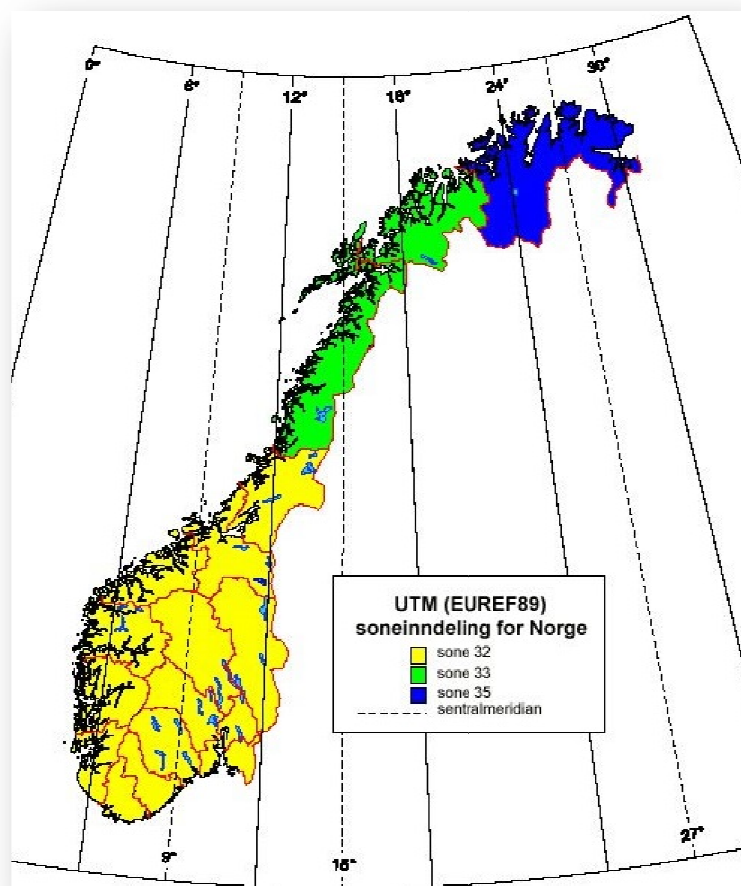
Euref89, ellers kjent som ETRS89 i resten av Europa er et regionalt datum som dekker hele Europa. Det kommer fra WGS84 datumet, men er låst til Europa slik det var i 1989. På grunn av kontinentaldrift vil det bli forskjeller mellom Europa og resten av verden, noe som er vanskelig å forholde seg til. Det er fastmerkenettet som definerer Euref89, og nettverket representeres av fastmerker i flere land. Ellipsoiden til WGS84 blir brukt i Euref89, og den mest brukte kartprojeksjonen til nå er UTM som i Norge er 3 (5) soner. Euref89 NTM har nå blitt ny projeksjon for Norge, og er obligatorisk for nye byggeprosjekt og veiprojekt. Kilde for delkapittel [241]

2.4.3 UTM - Universal Transversal Mercator

UTM projeksjonen danner et rettvinklet koordinatsystem, og baserer seg på en liggende sylinderprojeksjon. For at hele jorden skal bli dekt, så har UTM projeksjonen flere projeksjoner. UTM systemet baserer seg derfor på 60 projeksjoner som blir kalt soner. Hver sone er 6° grader bred der sone 1 starter ved datolinjen (180°V – 174°V).

I hele Sørnorge bruker vi sone 32V (3°Ø-12°Ø). Sentralmeridianen for sone 32 ligger på 9°Ø, ca ved Arendal. Siden sonebredden er så stor som 6°, så må det legges på en målestokkfaktor på 0,9996 på sentralmeridianen for at ikke kartavvikene skal bli for store i ytterkantene på sonen. Dette gjør at store områder kan avbildes i en sone, noe som gjør det enkelt å holde styr på GIS data som går over fylker.

Norge går ifølge soneoversikten over hele 6 soner, fra sone 31 til 36. Kartverket har derimot valgt å forenkle dette litt, slik at vestlandet blir dekt av sone 32 i stedet for 31, mens sone 34 og 36 faller bort. Vi har derfor 3 offisielle UTM soner i Norge, sone 32, 33 og 35. Se figur.



Figur 2.4.3

For at koordinatene skal være positive for alle posisjoner på UTM, så legges det til konstante verdier. For vår del betyr dette at vi legger til 500 000m for å unngå negative øst koordinater, mens nord koordinaten er angitt som avstanden fra ekvator. Sør om ekvator så legges det til 10 000 000m for å unngå negative sør verdier. Når en skal omregne fra koordinater angitt i UTM til et annet koordinatsystem, må en derfor trekke fra de pålagte verdiene for å få det riktig. Dette er helt uproblematisk, men en må huske på det. Kilder for delkapittel [241,242]

2.4.4 Målestokkfeil fra UTM projeksjon

Som jeg har nevnt over så inneholder UTM projeksjonen en målestokkfaktor på 0,9996. Denne er nødvendig for å greie å avbilde soner som er 6° brede, uten denne ville en fått store feil i kantene på sonen. Ved å legge på en faktor på 0,9996 vil en derfor fordele feilen utover hele sonen, slik at kartet blir mer riktig. Dette gjør at UTM projeksjonen er godt egnet til forvaltning, siden en sone dekker store arealer. Se figur nedenfor. [241]

Konsekvensen av denne målestokkfaktoren er at en får problemer med å representere bygninger og strukturer som har et visst omfang riktig, noe som har vært debattert mye i byggeindustrien. Ved sentralmeridianen som går på 9°Ø, så vil en få 4 cm avvik på 100m, eller 40cm pr km.

Eksempel:

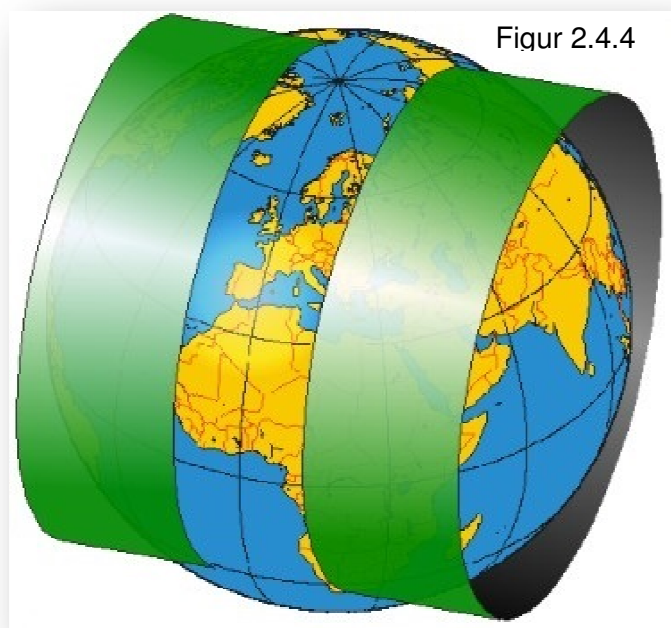
En skal bygge en bro. Først bygger man brokarene, og måler opp disse med GPS og Euref89 UTM sone 32 som koordinatsystem.

Målestokkfaktor i området er -

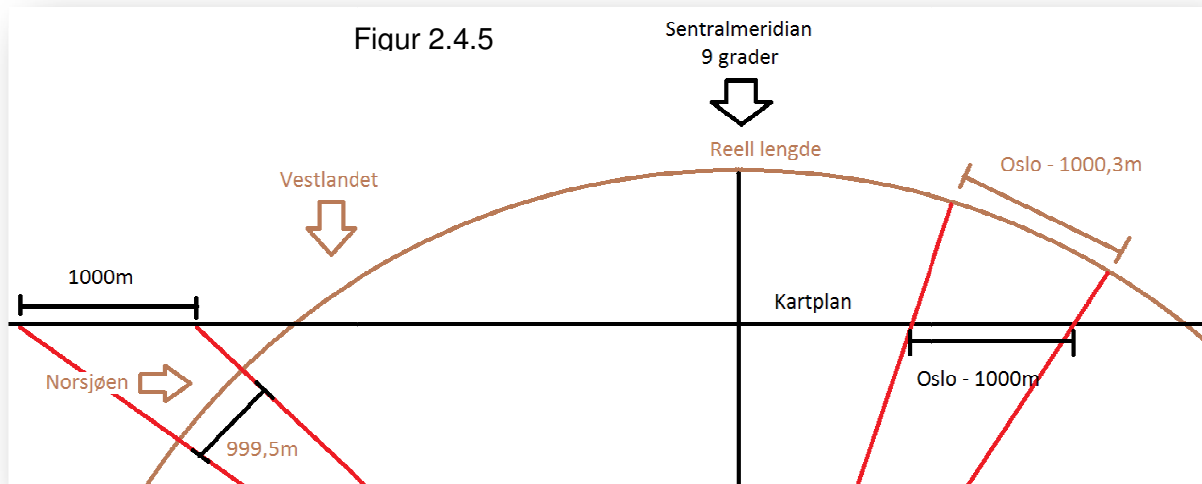
284ppm. I kartplanet er det tilfeldigvis

akkurat 1000m mellom brokarene. Hvis prosjekteringskonsulenten tegner et broelement på 1000m og ikke tar hensyn til at kartet har målestokkfeil, så vil fabrikken produsere et 1000m langt broelement (som er 1000m målt med målebånd). Det som da skjer når dette skal passe mellom brokarene som er oppmålt, så er broelementet 28,4cm for langt! Vi har da et stort problem.

Det er derfor veldig viktig å være bevisst på målestokkfaktoren når en tegner konstruksjoner i UTM, så "mister" man areal i nærheten av sentralmeridianen pga kartplan og virkeligheten er forskjellig. En kan derfor si at UTM ikke bør brukes til planlegging av konstruksjoner. Se figur neste side for forklaring.



Figur 2.4.4



Målestokkavvik

Som en kanskje ser fra figuren, så er målestokkfaktoren forskjellig fra hvor man befinner seg i forhold til sentralmeridianen. Dette skyldes at sylinder som skjærer jorda vil tangere fordi jorda er rund. På stedene hvor kartflaten tangerer jordflaten, så vil målestokktallet bli 1. Disse stedene vil da ha mindre problemer med dette, og kan kanskje se bort fra problemet. For å forstå hvordan problemet forplantet seg, så lagde jeg en matlab modell der jeg programmerte inn formelen for målestokkavvik fra Olav Mathisens "Den Gaussske projeksjon" fra 1991.[243] Brukte programmet til å sjekke hvor store avvik vi fikk i noen utvalgte byer på UTM projeksjon sone 32, samt delsenters av Oslo. Resultatet ppm (parts pr million) angir hvor stort avviket er på stedet. Program ligger som vedlegg.

Tabell for utvalgte byer i Norge

	N	E	m	ppm
Arendal	58,465	8,756	0,999602497	-397,5028968
Tønsberg	59,273	10,420	0,999680708	-319,2920844
Oslo (Oslo rådhus)	59,912	10,734	0,999715854	-284,1462996
Kongsvinger	60,190	12,000	0,999940896	-59,104119
Bergen (Bryggen)	60,397	5,323	1,000105562	105,5617594
Måløy (Stad)	61,940	5,110	1,000112998	112,9980531
Fosnavåg	62,342	5,625	0,999976106	-23,89441665
Ålesund (Rådhuset)	62,471	6,155	0,999865007	-134,9926282
Trondheim (Nidarosdomen)	63,427	10,397	0,999659874	-340,1258786

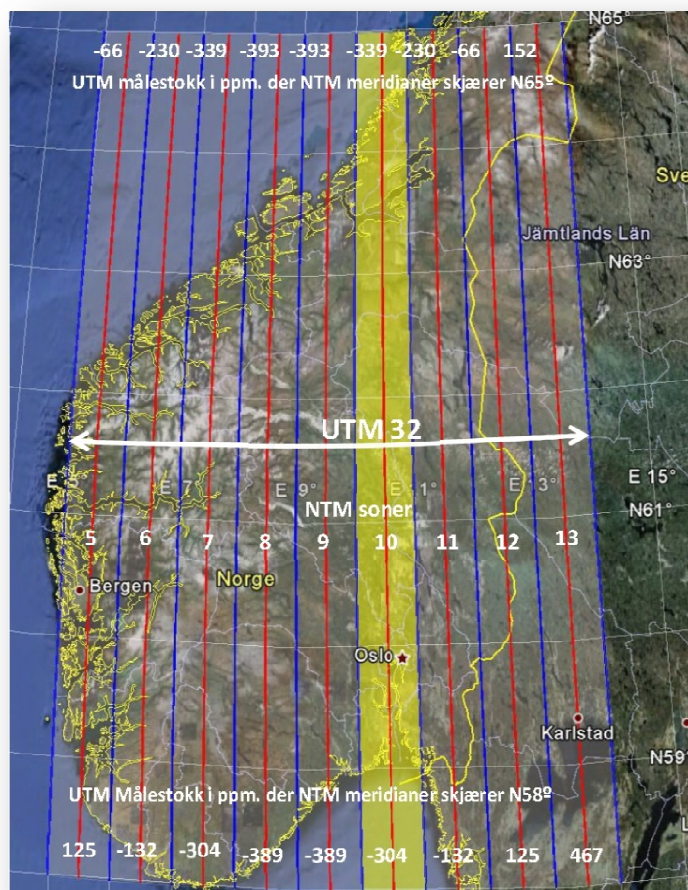
Tabell for delsenters i Oslo

Stedsnavn	N	E	m	ppm
Fornebu	59,9	10,62	0,999701196	-298,8040861
Skøyen	59,925	10,68	0,999708666	-291,3340419
Operaen	59,908	10,751	0,999718165	-281,8353546
Økern	59,928	10,8	0,999724719	-275,280762
Furuset	59,94	10,895	0,999738129	-261,8706845

2.4.5 NTM

NTM er en ny projeksjon som skal hindre at det blir store avvik pga målestokkfaktor. For byggeindustrien så var det ikke holdbart at det var feil på opptil 4cm pr 100m, derfor ble det foreslått en ny projeksjon som skulle fjerne problemet.

Veidekke begynte allerede i 2006 med arbeidet for en ny projeksjon, ettersom NGO48 skulle erstattes med Euref89 UTM i 2008-2009 for hele landet. De henvendte seg til BA nettverket, der de samlet sammen til møte for å drøfte hvordan problemet kunne løses. Etter det gikk utviklingen jevnt fremover, og det ble en dialog med Statens Kartverk og Geovekst om innføring av en ny projeksjon. Statens Kartverk innførte så den nye projeksjonen i 2008/09, slik den kunne brukes i byggebransjen. Det tok noe tid før programmer kunne bruke den nye projeksjonen, men i dag er denne projeksjonen påkrevd av Statens Vegvesen og av byggebransjen for å kjøre BIM prosjekt.



Figur 2.4.6

Når vi snakker om Euref89, så deler NTM og UTM deler alle parametre som ellipsoide og geoide, en har derfor ingen forskjell i grunnlaget på disse to projeksjonene. En kan si at Euref89 er datumet, så er UTM og NTM projeksjonene for datumet. En kan velge å bruke UTM eller NTM, men det er andre forutsetninger i selve projeksjonen, derfor blir koordinatene annerledes. I tabellen under viser forskjellene mellom UTM og NTM for Euref89 datumet. Kilder for delkapittel: [241, 244] samt Veidekke sine interndokument.

Tabell med nøkkeldata for Euref89 i UTM og NTM projeksjonene:

Datum og projeksjon:	Euref89 UTM	Euref89 NTM
Område som dekkes	Europa	Norge
a (store halvakse):	6378137,000	6378137,000
b (lille halvakse):	6356752,3142	6356752,3142
f (flattrykning):	1/298,257223563	1/298,257223563
Geoidehøyder i Norge:	Ca. 17 – 48m	Ca. 17 – 48m
Målestokkfaktor i sentralmeridian	0,9996	1,0 (tangerer sentralmeridian)
Maks avvik i ppm	400	11
Sonebredde	6°	1°
Soner i Norge	32, 33, 35	5 - 30
Falsk Øst	500 000m	100 000m
Falsk Nord	0m	1 000 000m ved 58°N

Kilde: [241, 244]

Som vi ser av tabellen over, så er forskjellene sonebredde, målestokkfaktor, falsk øst og falsk nord. Det er derfor en enkel sak å føre data frem og tilbake mellom UTM og NTM, da alt ellers er likt. Dette er også litt av hensikten, siden kommunene skal ha inn data for VA, el og eiendom i UTM på sine systemer. Når entreprenøren har gjort ferdig prosjektet sitt, og alt er målt opp, må derfor data transformeres fra NTM til UTM. Derfor er en sømløs overgang viktig.

2.4.6 Lokalt koordinatsystem

Ved spesielle tilfeller bruker man å lage seg et lokalt koordinatsystem som en bruker kun på et prosjekt. Dette brukes ofte hvis f. eks Euref89 UTM er blitt brukt som projeksjon, da korrigerer man for målestokkfaktor og kaller det et lokalt koordinatsystem. En kan gjerne sette opp x og y akser slik de følger byggets akselinjer. Når en bruker et lokalt koordinatsystem er det viktig å ha en georeferanse på dette, slik en enkelt kan føre dette tilbake i gjeldende koordinatsystem for kommunen.

2.4.7 Modellkoordinater

Modellkoordinater blir brukt av alle 3D programvarene som støtter BIM. Dette betyr at de må ha origo i nærheten, og kan ikke håndtere plassering i et koordinatsystem som Euref89 UTM uten tilpasninger. Begrensning på utstrekning er vanligvis ca 3,2km fra origo litt avhengig av program.

2.5 BIM standarder/manualer/prosesskoder

Det finnes flere BIM manualer ute på markedet som alle kan laste ned gratis. Disse omtaler hvordan et BIM prosjekt skal utformes, og har retningslinjer på hva ting skal hete, georeferering osv. De mest kjente standardene er BuildingSMART prosess (IDM) [245], Håndbok 138 [246], Statsbyggs BIM manual [247] og boligprodusentenes BIM manual [248].

Jeg har sett på alle disse manualene for å se hva som er vanlig å gjøre på georeferering i et BIM prosjekt. BuildingSMART prosess georeferering er veldig god på dette, jeg anbefaler den hvis en skal georeferere riktig. Håndbok 138 fra Statens Vegvesen er også god på georeferering, og er sagt skal bli den manualen som får Euref89 NTM inn som standard projeksjon for byggebransjen i Norge. De to andre snakker om georeferering, men viser ikke hvordan dette skal gjøres, derfor er ikke de like gode i mine øyne. Statens Vegvesen har også laget et vedlegg til håndbok138 som viser veldig godt hva som er forskjellen mellom de to projeksjonene UTM og NTM. [249]

I oppgaven min har jeg brukt Håndbok 138 og BuildingSMART prosess georeferering som oppskrift på hvordan en skal forholde seg til kart og georeferering. De har derfor vært viktige for mitt arbeid. Det anbefales av leser å se på disse to manualene for å få et inntrykk av hva georeferering er.

Del 3 – Innhenting av data og intervju

3.0 Starten av oppgaven

Etter å ha innledet samarbeid med Veidekke for denne oppgaven, så var det tid for å finne ut mer om hvilke utfordringer som fantes i BIM verdenen knyttet til kart. Det vart derfor viktig for meg å snakke med folk som hadde god kjennskap til BIM og kart. Jeg hadde noen holdepunkt på hva jeg skulle spørre om siden jeg hadde jobbet noen år, men for å identifisere hvor problemene var måtte jeg ha hjelp. Første møte jeg hadde var etter at jeg hadde knyttet kontakt med veidekke, og jeg ønsket å komme fort i gang slik jeg kunne starte og lese relevant teori. Etter at jeg hadde snakket med veidekke var planen min å høre med veileder Eilif hva som kunne være interessant å gå videre med. Alle møter og intervju er utført slik at jeg har notert underveis i møtet det vi har snakket om. Dette for å avgrense informasjon slik at kun relevant informasjon blir tatt med videre.

3.1 Intervjuer og fremgangsmåte datainnsamling

Temaet jeg har valgt å skrive oppgave om er i liten grad omtalt i litteraturen, ettersom kartbruk bare er en liten del av BIM. BIM, prosesser, kontrakter og ledelse er som regel enklere å finne teori på, men intervju er den beste måten å få kunnskap om kartbruk og BIM. Derfor vil jeg i denne delen presentere intervjuer og samtaler jeg har gjort underveis i oppgaven, der alle intervjuene har dreid seg om konkrete prosjekter som intervjuobjektet har vært en del av. En del av spørsmålene har dreid seg om prosess, kontraktsformer og entreprisformer. Det er fordi de teller mye når det kommer til hvordan et prosjekt blir utført, og kan ikke ignoreres. Under samtaler med intervjuobjekter er det ofte kommet frem utfordringer og problemer med BIM og kart, og dette kan gjøre at programvare og rutiner må endres for å få bort problemene.

Aktører jeg har valgt å kontakte er sentrale i prosjekteringen og utførelsen av byggeprosessene. Disse har alle vært borti problemet med kart og BIM/3D, og hadde derfor gode forutsetninger til å svare på spørsmålene mine. Jeg har samlet inn intervjuer fra flere forskjellige aktører i samme prosjekt for å kunne se om det var en trend i prosjektene, samt avdekke om det var uenighet om enkelte tema underveis i prosjektene. Resultatene fra disse intervjuene blir presentert i del 5 under resultater. Noe av informasjonen som kom frem i intervjuene blir brukt til å presentere Caser i del 4, men disse er stort sett faktabasert.

3.1.1 Innledende møte med Veidekke

Mitt første møte ble da med Asle Resi som jobbet for Veidekke den 6. november 2012. Der hadde vi et lengre møte på hvordan ting ble gjort med BIM, og hva utfordringene var ifølge Veidekkes erfaringer. Siden Asle Resi er stikningsansvarlig for bygg på Veidekke, hadde han god greie på BIM og geodesi. Dette møtet var viktig for at jeg skulle kunne konsentrere meg om de riktige problemstillingene, og jobbe videre med disse. På møtet kom det frem mange ting som jeg kunne jobbe videre med i oppgaven.

Temaer tatt opp på første møte:

Jeg kom på møte uten noen store føringer på hvilke temaer jeg ville ta opp. Dette var fordi jeg ønsket å høre hva som fantes av teknologi og utfordringer. Noe av det jeg var interessert i var programvare og måten kart ble brukt på. Vi snakket derfor generelt om BIM og dets fordeler, samt hvordan forståelsen av kart generelt i byggebransjen var.

Endring av tegninger og planer har forskjellige rutiner basert på hvilken kontraktsform man har. Ved totalentreprise så er det entreprenør som må endre for egen regning, mens det er annerledes ved andre kontraktsformer. Arkitekt får sjelden ansvaret for feil, selv om det er de som har prosjektert feil.

På programvaresiden var det nytt at Novapoint hadde en modul som håndterte BIM i infrastrukturprosjekt, noe som skulle innføre BIM og dens tankegang for vei og VA. Det blir kanskje litt feil å kalle infrastruktur for BIM, men konseptet er det viktigste her.

Autodesk sin Autocad plattform hadde i tillegg vært sene med å implementere BIM, dette kom først i ADT 13, noe som var lenge etter konkurrentene. Siden Autocad har tradisjonelt vært favoritten i byggebransjen, er dette litt dårlig. På en annen måte så har Autodesk sitt Revit vært veldig gode på BIM. De ble som kjent kjøpt opp av Autodesk i 2002.

De fleste programvareleverandørene leverer nå i IFC format, slik at alle kan lese de samme modellene. Det er slik at de forskjellige plattformene jobber enten for eller mot IFC. Store programleverandører som Autodesk har f. eks hele produktspekteret, fra en enkel autocad til Revit sin pakke, og de har ingen fordeler å bruke ifc seg imellom siden alle programmene kan lese sine egne filformat.

For objektdata-baser så er de fleste leverandører snart klare til å levere i BIM. Det er derimot lite objekter i kjøkken og bad, noe som kan være utfordrende for arkitektene. Dette kommer nok til å bedre seg, de fleste leverandørene av BIM programvare er interessert i å ha store objektbibliotek for at programvaren skal være attraktiv å bruke.

For arkitekter så er det stort sett Revit architecture, ArchiCAD og Autocad ADT som blir brukt. Arkitekter er ikke opptatt av GIS, og mange er helt blanke på det. Det er også et stort problem at de vet ingenting om kartprojeksjoner, og har ikke greie på forskjellige datum som finnes. Disse programvarene støtter ikke koordinatsystemer heller. UTM har en målestokkfaktor i Oslo på ca 280ppm, noe som tilsvarer 2,8cm på 100m. Dette er ikke godt nok for byggebransjen, der opereres det med toleranser på vegger og dekker på 10mm, det blir "spist opp" med en gang hvis en bruker feil koordinatsystem.

Ting er derimot på vei til å bedre seg, håndbok 138 fra vegvesenet krever nå bruk av NTM som prosjekteringsgrunnlag for veier og infrastruktur som de bygger. Det er også andre standarder ute som krever NTM, men håndbok 138 er den mest innflytelsesrike. BuildingSMART har et regelsett som det kan være interessant å følge.

BIM har et problem med at det starter utelukkende på origo 0,0,0. Dette passer dårlig med den virkelige verden, og skaper problemer ved utsetting, as buildt osv. Filformatet er ikke bygget opp for å håndtere store koordinater.

For kompliserte oppdrag i Oslo, så må en ha oppmåling av grenser og bygg før en får lov å bygge eller planlegge noe. I Oslo så er det krav om klasse 3 i oppmåling for at en skal få lov til å behandle kartgrunnlaget og tomten selv. Arkitektkontor besitter sjelden en slik kompetanse. Det tar 8 uker å få en R/E bekreftelse (bekreftelse på reguleringsplan og eiendomsgrenser), dette er det sjelden byggherren vet eller tar hensyn til.

BIM er et spørsmål om å overleve i dagens marked. Flere aktører kommer på banen, og f. eks statsbygg krever at alle deres bygg skal planlegges i BIM.

Oppsummering

Det jeg fikk ut av første møtet var hvilke temaer som kunne være interessante å jobbe videre med. Det viste seg at det kunne være et problem med lite kunnskap om kart og GIS hos arkitekter. Programvaren kunne ikke støtte koordinatsystemer samtidig med at BIM hadde (0,0,0) som påkrevd origo. I tillegg var kontraktsforhold noe som kunne avgjøre hvordan BIM ble brukt. Dette var tema jeg kunne utforske videre, så jeg ville lese meg opp på disse temaene før møtet med veiledere på UMB. Jeg fikk også en mengde kontakter som jeg kunne benytte videre i masteroppgaven min, av disse ble flere brukt.

3.1.2 Møte for å avgrense oppgave

Etter første møtet med Asle i Veidekke så fikk jeg satt opp ett møte med begge veilederne mine Eilif Hjelseth fra UMB og Asle Resi fra Veidekke. Formålet med dette møtet var å få fastsatt roller på hvem som skulle hjelpe med hva, og hva oppgaven burde omfatte. Jeg møtte Eilif på Sentralstasjonen før vi begge skulle dra til Skøyen for å møte Asle.

Før møtet med Eilif så hadde vi hatt kontakt på e-post, og der ble det anbefalt at jeg satte meg inn i prosessbeskrivelsen fra buildingSMART Norge. Denne inneholdt mange av de tingene som ble tatt opp på første møtet med Asle, og var derfor nyttig å lese. Leste prosessbeskrivelsen før møtet, og hadde dermed mer innsikt hvordan en BIM prosess kunne utføres. Likte denne beskrivelsen, og ville bruke denne videre.

Tema som ble tatt opp i møtet

Jeg møtte først Eilif på sentralstasjonen, der vi diskuterte mulige fremgangsmåter for oppgaven. For å minske omfanget på arbeidet, ble det anbefalt at jeg tok en rolle for å se på oppgaven fra et bestemt synspunkt. Rollen som byggherre ble derfor lagt frem som et alternativ. I tillegg var det anbefalt å dele opp oppgaven i prosess, teknologi og mennesker for å få et tydeligere skille på hvor det var utfordringer.

På møtet med Eilif og Asle så gikk vi inn på de temaene som kom fra forrige møte for finne ut hva som kunne egne seg for å jobbe videre med. Møtet var relativt kort, men vi fikk gått gjennom det mest nødvendige.

BIM er lite utbredt hos byggherre, de vet ikke så mye om dette. Utfordring med å få byggherre til å velge BIM. For FDV (forvaltning drift og vedlikehold) vil BIM medføre endringer, om disse er positive kan det hende det er lettere å selge BIM. I tillegg vil BIM gjøre at all info kan samles i modellen, der garantier, serienr, osv vil være enkelt tilgjengelig for de som skal drifte bygget. I tillegg gjør BIM teknologien at det blir mulig med simulering, noe som er svært viktig for å minimere kostnader.

Når det gjelder kart og referering så er det sjelden at dette har passet skikkelig. Det blir alltid tilpasninger pga feil enten i grunnlag eller referering. Hvor god BIM modellen er strander alltid på hvor mye penger en er villig til å bruke på prosjektet. Kontraktsform er enten et hinder eller ikke godt nok utformet til å nytte alle effektene av BIM. For at BIM skal være suksess, så er ledelsen hos byggherren en viktig nøkkelbrikke.

For rollen som byggherre, var det enkelte ting som krevde mer oppmerksomhet. Et spørsmål er i hvor stor grad bør byggherren ha kunnskap om hva konsulentene gjør?

Tema som byggherrens bør sjekke:

- En bør passe på er at kart er riktige.

- Sjekkliste for prosjektering kan være et nyttig hjelpemiddel
- Utnytte eiendommen helt til grensen, men ikke over.
- Tek10 fører til mindre salgbart areal.

Oppsummering

Etter dette møtet fikk jeg god oversikt over hva jeg burde gå videre med. Ved å sette seg inn i en rolle som byggherre så kunne jeg identifisere problemer som kunne oppstå. Jeg måtte også få oversikt over kontraktsformer for å se hvordan de kunne påvirke prosjektene. Siden referering var et av problemene kunne det kanskje bety at programvare var et problem. Fremgangsmåten i et prosjekt måtte jeg også finne ut av.

3.1.3 Resultater av veiledermøter

For meg var det viktig å drøfte med veilederne hvilke problemer og utfordringer som fantes i BIM og i hvor stor grad kart og GIS ble brukt i BIM prosjekter. For at en skal ha forståelse av hvordan oppgaven ble formet, er det derfor viktig å ha med hva som kom frem på disse møtene. Uten rådføring med erfarne folk er det meget vanskelig å vite hvor man skal begynne å lete etter informasjon. Veien videre ble lagt opp ut fra det jeg hadde fått av informasjon her.

Jeg bestemte meg for å delta i Revit og ArchiCAD kurs for å identifisere hvordan et prosjekt ble formet. Dette kunne hjelpe mye på min egen forståelse og for oppgaven som helhet. Siden det er lite informasjon om prosessen og hvordan prosjekt og kontrakter spiller inn på et prosjekt, så måtte jeg ha caser som jeg kunne trekke erfaringsdata ut fra. Dette var en måte jeg kunne se på trender i hvordan prosjekter ble utformet på, og hvordan kartforståelse var hos brukere i et prosjekt. I tillegg ville jeg se på hvilke muligheter man kunne få fra GIS verdenen, og var derfor i kontakt med Geodata angående ArcGIS og City Engine.

3.2 Samtaler med Asle Resi, Veidekke

Asle Resi var min hovedveileder på dette prosjektet. I tillegg til å hjelpe meg med aktuelle problemstillinger, så presenterte han også derfor en del prosjekter som kunne være interessante for meg å se nærmere på. Asle hadde jobbet på disse prosjektene selv, og hadde en del informasjon angående hva entreprenør hadde gjort. Av de fire casene jeg har valgt, så hadde Asle informasjon om tre av disse. Under presenterer jeg et sammenfattet utdrag av det vi snakket om på de ulike casene. Spørsmål jeg har spurt på disse prosjektene legger jeg under vedlegg på oppgaven. Spørsmålene ble brukt som en veiledning for at jeg skulle ta med alle tema. Det ble ofte gått utover de tema som spørsmålene hadde. Jeg vil presentere et relevant utdrag av samtalene med Asle under, der jeg har delt de inn i prosjekt.

3.2.1 Fornebu Hageby

Prosjektleder på Fornebu Hageby var ansatt i Veidekke. Arkitekt var engasjert i dette prosjektet som ansvarlig for tegninger av hus, og hadde ingen andre funksjoner enn dette. Vanligvis bruker arkitekter ofte å ha ansvaret for byggesak (SØK), og fører ofte bygget frem til en detaljgrad som byggesaken krever. Siden Veidekke var totalentreprenør, valgte Veifor som var eier av prosjektet å ha en konsulent som skulle se til at alt gikk riktig for seg. Dette for at Veifor skulle ha en viss kontroll med prosjektet.

Byggherre hadde ikke god kunnskap på BIM i dette prosjektet, Veidekke styrte denne prosessen ettersom de var deleier i prosjektet. Siden de ikke visste mye om dette, så ble konsulenten som Veifor hadde leid inn brukt for å finne ut hvordan BIM prosjektet ble.

I dette prosjektet var det krav om BIM fra starten av. Det som gjorde at dette ble et BIM prosjekt, var at det var snakk om en omfattende rammesøknad som skulle inn på kort tid. Det krevde en kompakt og effektiv planleggingsperiode, og derfor ble det valgt en VDC prosess for at en skulle nå målet om tidsbruk. Det som var underliggende årsak til at det var dårlig tid, var delvis dette med TEK7 var på vei til å bli erstattet med TEK10 med nye og fordyrende krav til bygg. Hvis en skulle unngå det, måtte rammesøknad og bygging starte i løpet av 3 år fra rammesøknad ble sendt inn. På ca 350 leiligheter er dette vanskelig å få til på så kort tid, men pr dags dato går ting som forventet etter tidsplanen. Hagebyen ble også valgt som et foregangsprosjekt innen BIM, der bruken av det skulle evalueres for senere bruk.

Entrepriseform for dette prosjektet var en totalentreprise. Det er ikke helt optimalt for et BIM prosjekt ettersom en er ute etter å spare i alle ledd for å få totalkostnaden mest mulig ned. Det som skjer er at en har en høyere kostnad på prosjekteringsfasen, men tidsbruken og feil blir mindre. Derfor er det av og til vanskelig å forsvare at det skal brukes mer penger på prosjekteringen. Av alle entreprisereformer som brukes i dag, er totalentreprise best egnet for BIM prosjekt.

Når det gjelder kartkunnskap og eiendomsforhold har byggherre lite kunnskap. Det de vet er hvor det ligger og hvor stort det er. De har derimot god kontroll på økonomiske forhold.

I dette prosjektet var det uinteressant med kartgrunnlag, ettersom hele området var under bygging. Ingen omkringliggende bebyggelse var problematisk for prosjektet, det eneste som var bestemt var reguleringsplan med høyder på veier som gikk rundt området. Det som var interessant av informasjon fra innkjøpte kart i dette prosjektet var byggegrenser og eiendomsgrenser. Høyder osv stemte ikke med kommunekartet.

Etter at prosjektet ble startet så sendte Veidekke inn oppmålere for å profilere området. Dette for å vite hvor mye masser som måtte flyttes/tilføres før anleggsarbeidet kunne starte. Dette er ikke vanlig, hvis en arkitekt hadde startet dette prosjektet som et vanlig prosjekt ville de startet med å tegne rett på kartet fra kommunen.

For byggebransjen så er UTM projeksjonen et problem. Burde aldri vært innført, og dette med å ha en sone over Sørnorge genererer en masse problem. Det hadde ikke vært noe problem å få NTM projeksjonen til å bli gjeldende for hele landet, ved oppstart av et prosjekt må en uansett vite hvor man befinner seg. Kartverket argumenterte tidligere med at det ikke var nødvendig med et eget koordinatsystem "kun" for byggebransjen, noe som ikke henger på greip ettersom byggenæringen er den nest største næringen i Norge etter oljenæringen.

Etter at byggherren har tatt avgjørelsen om å velge BIM, så går de ikke tilbake til den gamle 2D løsningen. Problemet er dersom de velger "BIM-light", der bare f. eks visualisering blir gjort i 3D mens alle gjeldende arbeidstegninger blir gjort i 2D. Det gir ikke resultater, og er mer som en kunnskapsinnhenting. Det er ikke en god løsning, og gir bare belastende ekstraarbeid. BIM er derimot ikke hele bildet, det er her VDC kommer inn som styrer prosessen samtidig som prosjektering blir gjort i BIM.

I dette prosjektet så er arbeidstegningene som blir brukt på arbeidsplassen i 2D, men de kommer fra BIM modellen som er den juridisk bindende tegningen. Dette er en løsning som fungerer bra.

Feil i tegninger har sjelden konsekvens for arkitekten, at de får erstatningskrav rettet mot seg pga feil i tegninger skjer ikke ofte, men det finnes tilfeller.

På dette prosjektet blir BIM brukt i alle faser, men FDV blir nok noe tilpasset. Fagarbeiderne bruker det nok lite, de holder seg til 2D arbeidstegninger.

Totalt sett så fører nok BIM til en effektivisering, men ikke nødvendigvis til billigere prosjekt. BIM er mye viktigere for overlevelse enn å tjene penger. Hvis en er kjapt ute med å legge om til BIM, kan en kanskje tjene penger på BIM.

3.2.2 Statnett bygget

Når Veidekke fikk anslaget på Statnett bygget, så ble arkitekt ført over til entreprenør. Dette er normalt for en hovedentreprise, der arkitekt fører bygget frem til byggesak, så blir det anbudsrunde, og så blir arkitekt hyret til å produsere arbeidstegninger fra vinnende anbyder. Etter at Veidekke fikk tilslaget, så ble all prosjektering flyttet til NTM projeksjonen, og dermed kunne starte derifra.

Grunnen til at en endret fra UTM til NTM, var dels det at byggegrensene var veldig strenge, og at en måtte gå over til tek10, noe som stjal mer gulvareal pga tykkere vegger enn ved tek7.

Det var ikke aktuelt å bruke lokalt koordinatsystem, dette fordi at det er en veldig farlig vei å gå siden feil i oppmåling da kan medføre store konsekvenser. Det er også vanskelig å holde kontroll om utstikking og oppmåling er riktig eller ikke. NTM ble derfor valgt pga sikkerhet og at det er en etablert standard.

Arkitekt brukte mye ressurser på å transformere alle tegningene til NTM, dette antydte Asle at det kunne skyldes brukerfeil, eller at arkitekt ikke var helt inne i programmet enda.

Det var også feil i reguleringsplangrenser, dette var dog ikke i ytterkant, men et definert område inne i bygget. Derfor måtte de få en ny R/E bekreftelse fra Oslo kommune, noe som tok ekstra tid.

BIM hadde en god effekt på dette bygget fordi Loe betongelementer hadde god kontroll på sine elementer og hvordan de skulle gjøre det med BIM.

Noe av det som kompliserte forståelsen for koordinatsystem, var at Oslo lokal ble erstattet av Euref89 UTM i 2008, og så ble det igjen erstattet av NTM i 2010. Dette skaper forvirring, spesielt blant de som ikke bruker dette hver dag.

Det som arkitekt burde gjort i oppstarten av dette prosjektet, var å kontakte konsulent som kunne med geodesi slik at en kunne startet riktig. Dette hadde spart mye arbeid senere i prosjektet.

3.2.3 R6 bygget

Det som var litt spesielt med R6 bygget, var at det ikke var et fastmerkenett der, det måtte lages før en kunne starte med bygging. Etter at Veidekke kom inn i bildet, så anbefalte de byggherre å lage et nytt grunnlagsnett. Dette arbeidet ble utført av Geosurvey.

Kontraktformen på dette prosjektet var litt spesiell. Her hadde man en samspillkontrakt med målpris. Dette fungerte slik at hvis entreprenør bygde billigere og/eller før tiden, så delte de gevinsten mellom byggherre og entreprenør. Hvis det ble dyrere og/eller forsinket, så delte

de den kostnaden mellom entreprenør og byggherre. Det som derimot skjedde litt ut i prosjektet, var at kontrakten ble annullert fordi Statsbygg ikke greide å innfri sin del av kontrakten. Dette skyldtes flere faktorer, men kartproblematikken hadde ikkenoe med dette å gjøre. Resultatet av dette ble at Veidekke gjorde resten av prosjektet på enhetspriser fastsatt i anbudet. Dette gjorde byggingen mye dyrere siden alt nå gikk på timepris.

Asker oppmåling hadde målt opp i Oslo lokal, og prosjekteringen ble utført i Euref89 UTM. Dette ble derfor feil, og oppmåling av eksisterende bygg måtte utføres på nytt. Kostnaden for denne feilen ble derfor kostnaden med oppmålingen som Asker oppmåling hadde gjort. Det var ikke Asker oppmåling som hadde tatt feil, men beskrivelse fra konsulenter på hva som skulle måles var ikke korrekt. I tillegg kommer det at UTM er dårlig egnet der det er mye tilstøtende bygg og grenser, ettersom det er skalafeil i UTM. Dette var ikke tenkt på, og derfor måtte det tilpasses etter at entreprenør kom inn i bildet. Det var umulig å konvertere til Oslo lokal for å "redde" prosjekteringen siden den ble gjort i UTM.

Pga kontraktsformen så kunne ikke entreprenør vært med tidligere i prosjekteringen. Dette skyldes dels at det var mye taushetsbelagt materiale, og til dels at dette var en hovedentreprise med samarbeidsklausul. Det eneste som kunne vært gjort kanskje, er å ha involvert geodesi i anbudsprosessen, men dette kun for å ha identifisert feil som kunne ha vært problematisk for entreprenør. Dette ble derimot ikke gjort, og feil ble oppdaget først når Veidekke kom inn i prosjektet.

Problemet med dette prosjektet var at byggherre ikke hadde kontroll på kart og koordinater, og resultatet var at de måtte måle på nytt og gjøre prosjekteringen på ny.

Kartkunnskapen til byggherre var dårlig. De forsto ikke forskjellen mellom de ulike geodetiske systemene. De som mest sannsynlig hadde ansvaret for kartene var arkitekten, noe som er mangelfullt ettersom de sjelden har noen geodetisk kompetanse.

Byggherren ble oppmerksom på kartfeilene etter at Veidekke kom inn i bildet. Dette var første gang de ble kjent med hva som hadde sviktet i prosjekteringen.

De som oppdaget at det var feil på kartet var Veidekke ved Asle G. Resi. Dette kom opp ganske fort siden de så at det ikke stemte overens.

De som gjorde feilen i dette tilfellet ble mest sannsynlig ikke holdt ansvarlig for det, og måtte nok ikke betale for det. Vanskelig å vite hvem som gjorde feil ettersom det var ingen som hadde kontroll på dette med kart.

Det ble ikke levert noen 3d modell som "as buildt", hvis det var noe så var dette VA, strøm (høyspent) og lignende. Normalt sett blir prosjektert bygg det som blir as buildt, med unntak hvis det er større endringer.

3.3 Intervju med Ragnvald Halset, Nydalen arkitektkontor

Etter å ha valgt caser som kunne passe min oppgave, så tok jeg kontakt med Ragnvald Halset som er daglig leder og arkitekt for NYARK. Det jeg ville finne ut var hvordan ble kart og GIS benyttet i Statnett bygg C i Nydalen Allé 33. Det hadde vært noen endringer i koordinatsystemene i dette prosjektet, og jeg ville se hva som hadde blitt gjort, og hvilke erfaringer de hadde gjort seg.

I dette prosjektet var ikke "BIM" benyttet direkte, men indirekte ved at programmene som ble brukt var BIM og ifc kompatible. Det er derfor ikke et BIM prosjekt, men verktøyene som ble brukt er de samme.

Programvare

NYARK startet prosjekteringen i Point som er et svensk utviklet program som ble brukt frem til 1999 og var utviklet av Point gruppen AB. Dette programmet var et program som var laget for bygningsdesign, varme og ventilasjon. Etter at bygget var påbegynt tegnet, gikk de over til autodesk ADT som er et velkjent designprogram for arkitekter. Skiftet av program skjedde rundt år 2000 og resten av tiden ble ADT brukt. På Nydalen allé 37 og 35 ble ADT brukt frem til ferdigstillelse av byggene. Mye av grunnen til at ADT ble brukt så lenge, var fordi at mye av objektene og biblioteket var laget til i ADT, men var ikke å få på Revit uten at en måtte legge inn alt på nytt. Revit ble først benyttet på Statnett bygg C i 2008, og det medførte en del problemer å videreføre fra ADT til Revit.

Om prosjekteringen av Nydalen allé 37

Bygg B (PST bygget) var ferdig i 2005, og bygget av Skanska. Bygg A var bygget av Vedal entreprenør, og ble fullført i 2010. Begge byggene ble fullført i Oslo lokal, noe som var uproblematisk for alle parter. Aksesystemet hadde blitt laget i ADT, noe som i og for seg ikke var problematisk. Men det var snudd opp ned, dvs nord og sør hadde byttet plass.. Dette gjorde at Revit kranglet, ettersom det er låst mot nord. Dette medførte en god del ekstraarbeid når det skulle produseres utsettingskoordinater. Hver gang utsettingskoordinater skulle produseres, så måtte det transformeres. Arkitekt ønsket at en kunne bruke et lokalt koordinatsystem med et felles georefereringspunkt som kunne brukes når ting skulle endres. Det ble ikke gjort, arkitekten måtte gjøre om alle data til utsettingsdata i NTM etter krav fra Veidekke.

Det som burde blitt gjort ifølge arkitekten på starten av prosjekteringen, var at de burde tatt ut bygg C som et frittstående bygg når det ble byggemeldt i 2009. Dette ble ikke gjort, og de fikk derfor arvet aksesystemet og andre ulemper fra de tidligere byggetrinnene som hadde vært utført i Oslo lokal. Dette gjorde at de fikk mye merarbeid senere i prosjektet pga feil utgangspunkt.

Siden reguleringsplanen ble ferdig i 2000, så betydde det at den ble utført i Oslo lokal. Dette gjorde ingenting da, men arkitekten mistenker at linjene krympet når det ble overført til Euref89. Dette på bakgrunn av at han synes at linjene hadde flyttet litt på seg. Dette ble merket når de startet prosjekteringen opp igjen i 2009, da virket det som om det manglet noen cm på buen. Det var også en feil på ene reguleringsplangrensa som medførte noen problemer.

Revit og kartreferanse

Det var svært lett å gjøre feil i georefereringen i Revit. Kun en liten endring av byggets plassering var nok til at alt flyttet på seg.

Tradisjonelt så har man hatt et aksesystem som man har knyttet koordinater til. Disse koordinatene har vært gitt i forhold til byggets aksesystem, og har dannet et lokalt koordinatsystem. Men Veidekke ønsket å benytte GPS på dette prosjektet, en er da helt avhengig av at alle data finnes i riktig koordinatsystem. Arkitekt hadde hele bygget i modellkoordinater på sitt system som måtte transformeres hver gang en tegning ble skrevet

ut. Det ble selvsagt en rutine etter hvert, men krevde mye tid hver gang tegninger skulle revideres samt ved konvertering av oppmålinger til "as buildt".

Andre fag og BIM

I dette prosjektet var det i tillegg til ARK; RIB, RIV, RIE osv. Disse hadde tegninger som skulle inn i arkitektmodellen. Felles for disse er at de forholder seg kun til modellkoordinater. LARK og GEO (geoteknikk) må nok forholde seg til kartkoordinater på en annen måte ettersom de er mer utenomhus. Arkitekt vil derfor være den som gjør en karttilpasning i et vanlig design bid build prosjekt. RIB modellen er samkjørt med ARK modellen, så vil refereringen være gjort allerede av ARK. Veidekke krevde at hele prosjektet skulle leveres i NTM, men RIB gjorde ingenting med dette. De leverte i modellkoordinater, og fikk arkitekt til å transformere samtidig med sine tegninger.

De som spesielt bør snakke sammen er RIB (bæring) og RIV (ventilasjon). De har ofte flere konflikter der en må tilpasse på byggeplassen. Derfor er BIM et verktøy som har gjort det mye enklere å identifisere feil i prosjekteringsfasen.

Kontraktsform

Det er veldig sjelden at byggherre velger å bygge noe før en leieavtale er på plass. Dette kan ofte ta litt tid, men etter at den er på plass går det veldig fort. Da er det tidspress med en gang, og det er om å gjøre å få prosjekteringen ferdig tidligst mulig. Dette opplever arkitektene som en stor ulempe, ettersom en så vidt rekker å tenke seg om før en designer noe.

I dette prosjektet ble det brukt en av de vanligste kontraktsformene. Det kalles design – bid – build kontrakter, og er den tradisjonelt mest brukte. Vanligvis så utlyser byggherre en konkurranse på hvordan et bygg kan utformes, evt så kontakter byggherre arkitekt direkte. Deretter så designer arkitekten bygget frem til byggemelding. Byggherren eier nå disse tegningene, og kan gjøre hva man vil med dem ifølge kontrakten. Det er lite spekulasjon i å holde tilbake detaljert tegningsinformasjon.

Ved godkjenning av søknad så går prosjektet videre til anbudsrunde mellom ulike entreprenører, arkitekten blir her sidestilt, og har ikke noe med denne prosessen å gjøre.

Byggherre og entreprenør gjør så en avtale, arkitekten blir her ført over til entreprenør. Entreprenør kan fritt velge arkitekt, men det vanligste er at arkitekt som har gjort forhåndsprosjekteringen blir med videre. Entreprenørene er ofte veldig like i arbeidsmetoden, så det er for arkitekten lite forskjell fra hvem som vinner anbudsrunderen.

På Statnett bygg C så var ikke Veidekke med på et eneste møte der både leietaker og byggherre var på plass. Dette skyldes at byggherren vil heller mekle mellom entreprenør (som vil ha sine løsninger) og leietaker (som vil ha sine krav gjennom).

BIM mot byggherre

Etter å ha spurt om byggherren endrer syn på BIM etter å ha sett det i bruk, så er svaret ja. Det som tradisjonelt har skjedd er at byggherre og arkitekt har diskutert løsninger på 2D kart, der arkitekt har opplevd at byggherre ikke greier å se for seg hvordan det skal bli ut fra tegningene. Når byggeprosessen så kommer i gang og en ser former begynne å komme, så vil byggherre ha endring. Dette er et problem som så å si er visket bort med BIM, ettersom det er mye enklere å se løsningene på en bygning i 3D. Alle kan forstå tegningene når de blir

presentert på 3D, noe som gjør det mye enklere for arkitekten. En HELT nødvendig løsning i byggeprosjektet.

Kompleksiteten i BIM

Et stort problem i dag er kompleksiteten i BIM. Det krever mye datakraft å kunne vise modellene på en god måte, og ofte vil et ferdig bygg inneholde flere hundre megabyte data. Ved en oppdatering så er det store mengder data som skal føres frem og tilbake, noe som krever kraftige servere og nettlinjier. Her er det en lang vei å gå. Utveksling mellom de ulike fagetatene må fungere sømløst, og uten at en trenger å konvertere til et utall forskjellige format. Her er det slik at arkitekten bruker mye tid på å håndtere data, noe som kanskje ikke er den beste bruken av tiden.

3.4 Intervju med Kai-Henrik Westby, Veidekke

Kai-Henriks rolle

Kai-Henrik er stikningsansvarlig for prosjektet, og har vært med siden byggingen kom i gang. Dvs at han var ikke med i oppstartsfasen. Siden dette er en totalentreprise så er det kort vei mellom arkitekt/ rådgivende ingeniører. Dette gjør at ansvaret blir stort på stikningsansvarlig, som er den som setter ut råbygget og går gjennom alle endringer i prosjektet. Ved feil blir dette meldt direkte til den ansvarlige for fagområdet, selv om en egentlig skal gå innom prosjektansvarlig for Veidekke. Feilrapporteringen er mye enklere i BIM ettersom man enkelt kan se hvor det er feil. Ansvaret for stikker er å sette ut, tilrettelegge for maskinstyring, og å sørge for at råbygget blir satt opp korrekt. Feil som oppdages under innmåling blir også videreformidlet til arkitekt/rådgivende ingeniør. Det må merkes at stikker er ansvarlig for at råbygget blir riktig, mens alt detaljarbeidet inne i leilighetene blir gjort av arkitekt.

Om kontraktsformen

Siden dette prosjektet er deleid av Veidekke, så er dette et samarbeidsprosjekt. Dette er derfor en totalentreprise som Veidekke har vært med i fra begynnelsen. Derfor ble det ved starten av prosjektet bestemt å gjøre dette om til et BIM prosjekt der alt skulle være klart for rask bygging.

Modell

Modellen endres hele tiden etter hvert som en finner ting å utbedre. Under oppføring av bygget blir det brukt lite arkitekt, men det blir brukt mye RIB siden de har med bæring og gjennomføringer å gjøre. Arkitektmodell er uinteressant for Kai-Henrik. Stikker oppdager mer feil pga modellen er bedre. BIM gjør det lett å se problemområder.

Feilrapportering

Et av problemene på dette prosjektet, er at det er så mange faser samtidig. Støpearbeidet er noe av det første som blir gjort, og tømringen begynner gjerne 4mnd etter. Tidsspennet er noe problematisk med tanke på feil. Når tømmerne oppdager feil som kommer fra betongarbeidet der f. eks rør kommer opp feil, så har betongarbeidet begynt på hus nr 5, slik at hus 1 – 4 vil ha samme feilen, mens først på hus 5 vil dette bli korrigeret. På senere faser vil feilen bli rettet opp, slik at har man mange bygg er det uansett en stor fordel med BIM. Problemene kan bli fjernet i de senere fasene ved å bruke erfaringene fra de første byggene til å tegne om modellene.

Lokalt 0 punkt

Når dette prosjektet ble startet, så ble det opprettet et lokalt nullpunkt. Dette gikk helt fint. For stikking og maskinstyring bruker Hagebyen lokale koordinater, der avtalt nullpunktet blir brukt som importpunkt med en offset. Det betyr at det er en base som kjører lokale koordinater, samt at prismen finnes i lokale koordinater. Dette er uproblematisk, og fungerer bra.

Utstikking

Det ble hentet utstikningsdata fra BIM modellen i Gemini Entreprenør. Der måtte en dele det opp i 2D for at en skulle kunne få full oversikt over detaljene. BIM modellen er alltid oppe når det produseres stikningsdata. SimpleBIM brukes til å dele opp i nivå, slik en slipper å jobbe med hele modellen samtidig. Det oppstår derimot problemer når ting blir lagt på feil lag, her må ting bli bedre. Modell fra arkitekt er ofte alt for detaljert, noe som er unødvendig for råbygget. Gemini fungerer greit til stikking, vært fint om en kunne hentet utstikningspunkt fra 3D modell. Objekter med referanse er lite entydig, og ofte er de forskjellig fra sted til sted. En kan ikke stikke ut i BIM direkte enda, det må behandles fra enten Gemini eller en annen programvare egnet for utstikking. Mye av grunnen er målebøkene på GPS og totalstasjonene. Disse håndterer ikke den store datamengden som er i et BIM prosjekt, og en kan derfor ikke bruke direkte utsetting. Dette vil i så fall gå veldig sakte, noe som ikke vil fungere på et anlegg. Problematikken er å få stikningsdata så enkle som mulig. Inne i byggene blir det satt opp akseptplater som henviser til aksene. Da kan håndverkere måle seg ut fra disse platene.

Veidekke har en person som jobber med stikking, samt en innleid fra en underleverandør. Maskinstyring har fungert bra, og har vært til stor hjelp. Når pelearbeidene ble gjort så lagde gravemaskinene til ønsket nivå hvor pel skulle stå, og satte et merke fra maskinstyringen ned der pel skulle være. Stikker sjekket for å se til at alt var riktig, noe det var.

BIM koordinator

BIM trenger noen ansvarlige som har ansvar for å holde filer oppdatert, dette finnes ikke på Hagebyen, men burde vært tilstede. Endringene på BIM modellen blir lastet ned lokalt på egen PC, dette fordi det går for sent å jobbe på nettverksserver. Dette gjør at det blir mye oppdatering av filer ettersom ingen har ansvar for dette.

As buildt

Måten det blir gjort på i dette prosjektet er at det blir målt inn bygde objekter, der dette blir modellert i Gemini. Så legger man inn as buildt modellen på Solibri slik en kan se hvor stor forskjellen er mellom plan og as buildt. Om forskjellen er stor så blir BIM modell omprosjektert. As buildt blir laget av oppdaterte prosjekttegninger, ikke direkte av oppmålinger. Her blir grove feil målt inn og lagt inn på modell, mens mindre alvorlige feil blir ignorert. Det er lett å se om as buildt modellen er fra oppdatert tegning. Grovt sagt kan man si at endringer som er mer enn 0,5m blir med i FDV.

Kartgrunnlag og FDV

Kommunekartene er ofte lite oppdaterte, og stemmer sjelden 100%. As buildt fra andre aktører på f. eks VA som ligger i bakken stemmer ofte dårlig, en må derfor sikre sine egne data. Grunnene til dette kan være flere, men en gjenganger er at as buildt fra andre aktører er prosjektert anlegg, ikke oppmålt anlegg. Siden disse ofte er forskjellig, så blir det feil.

3.5 Intervju med Halvard Holth, Veidekke

Jeg hadde et møte med Halvard Holth som er avdelingsleder Geodesi på Veidekke. Her var det av interesse å høre hva som hadde blitt gjort på Hardangerbroen, samt høre hva som skjer generelt med kartbruk på prosjekter.

Projeksjoner

Bruken av UTM er et komplett kaos der ingen har begrep om hva dette er, dette gjelder alle instanser som kommuner, statlig, konsulenter osv. Konsulenter prosjekterer i UTM, og tegner i 1:1. Dette mye fordi de ikke vet om skalafeil. Prosjektering i dag blir utført ca 90% i UTM og 10% i NTM. Bruken av NTM kommer sakte men sikkert.

Prosjekter som bruker UTM blir aldri konvertert til NTM. Dette fordi at det ikke er noen vits ettersom prosjekteringen er gjort med krymp, derfor vil en få feil uansett hvis en gjør om til NTM. Er det prosjektert i UTM så må det utføres i UTM.

NTM kom i 2010, og det var Veidekke som laget forslaget til system, så var det Kartverket som tok dette videre. Enkel overgang til NTM, ingen komplekse omregninger kreves. Eneste endringen er at det ikke er krymp, samt at falsk offset er annerledes og tilpasset Norge i en større grad. Håndbok 138 er starten på det nye, her er NTM spesifisert som koordinatsystem man skal bruke. Innføringen av NTM gikk fortere enn fryktet, alle nye prosjekt i Vegvesenet som starter i dag skal være i NTM.

Maskinstyringer får i dag data om NTM lagt inn på maskinen. Dette er bare en liten fil med noen parametere på som definerer NTM projeksjonen. Etter å ha åpnet denne fila, er det null problem å bruke NTM koordinater på prosjektet i maskinstyringen.

Rør i grunnen

Det er i dag komplett kaos på tegninger av rør/VA/el osv. Det er ikke krav til registrering av f.eks fiber og fjernvarmerør. Kartinformasjonen ligger spredt hos flere aktører som har sine egne databaser med de små fagfelt som de holder kart på. Disse er ofte regionale selskaper som har forskjellige rutiner. Det er ingen som har overordnet kontroll på rør i grunnen i dag, og det finnes ingen systemer som skal ivareta at nye anlegg dokumenteres skikkelig. Det er satt i gang et arbeid for å bedre dette gjennom ba nettverket og miljøverndepartementet, og målet er å få til et samlet register.

Noe av problemet til at det ikke er et lett tilgjengelig nasjonalt register, er nasjonens sikkerhet. Hvis det er lett tilgjengelige kart som viser f. eks hovedkabel fiber, så kan dette nyttes til sabotasje og verre ting. Det er derfor nødvendig med en viss klarering over hvem som har tilgang til dataene, og en må derfor løse dette problemet før et nasjonalt register er reelt. På en annen måte så kan viktige kommunikasjonslinjer bli gravd over med et uhell siden disse kablene ikke viser på kartet. Det bør derfor hindres at begge ting kan skje.

Et annet problem er at det ikke er krav til samordning av å legge rør i grunn, dette kan medføre at samme gate blir gravd opp flere ganger fordi at de ulike selskapene ikke snakker sammen.

3D fra SOSI

Gemini skal i siste utgave ha mulighet for å lage 3D modeller fra SOSI data. Dette gjelder enkle bygninger osv som en har sett fra andre programvarer. Dette skal også gå an å få ut i

ifc, slik at en kan lage terrenget for et prosjekt i Gemini og eksportere dette videre. Kartmotoren som Gemini bruker kommer fra Esri (som produserer ArcGIS).

Angående bruk av kart og GIS

I 90% av tilfellene blir kartet bare brukt som tilleggsinfo. Det blir ofte kun brukt som bakgrunnskart og ingen av de andre egenskapene blir utnyttet. Det er også en base tilgjengelig som gir info fra FKB. Krav blir strengere og strengere i forbindelse med FKB data.

Hardangerbroen

På Hardangerbroen ble det benyttet UTM, men det ble på prosjekteringsstadiet tenkt at UTM ikke var riktig. Det de valgte å gjøre, var å bruke et av brokarene som nullpunkt, og la da referanselinjen langs senterlinjen på brospennet. Fra dette punktet ble det regnet en korleksjon som ble benyttet på hele brospennet. Denne korleksjonen gjaldt bare i lengderetningen på broen, for resten var det vanlig UTM som gjaldt. Litt av grunnen til denne lokale tilpasningen var at broen ble prosjektert før NTM var laget. Det er ingen fasit på hvordan en skal unngå kartfeil, det må ofte tilpasses på stedet.

Hardangerbroen ble prosjektert av Statens Vegvesen sin broseksjon, der de leide inn konsulenter etter behov.

All prosjektering for Hardangerbroen ble utført i 2D, og alle arbeidstegninger er i 2D. Det ble ikke brukt 3D på dette prosjektet.

3.6 Intervju med Joakim Kroon, Veidekke

Joakim Kroon var stikningsingeniør for Veidekke under dette prosjektet. Han kom inn i prosjektet i 2009, mens prosjektet hadde startet på nytt i 2006 etter noe stillstand. Det var Joakim og Asle som jobbet med dette prosjektet for Veidekke, der Asle kun var med i oppstarten. Byggeleder var fra Statsbygg.

Ved dette prosjektet så var det et problem å få data i dwg format, det ble først kun gitt ut pdf tegninger. Dette var fordi arkitekt hadde målsatt alt fra aksesystemet. Veidekke ville ha alt i rette koordinater for å sjekke om alt stemte. Dette tok litt tid, og mye tid gikk vekk i starten på dette. Det var et problem med å få ferdige tegninger, alt skulle vært ferdig i går. Papirtegninger er gjeldende i de fleste tilfellene, ikke modell.

Arkitekt ville bruke gamle måten i dette prosjektet. Det er håpløst tungvindt når man er vant med reelle koordinater og at alt er automatisk. Det er mye arbeid å sette ut ting når alt må måles ut fra en pdf tegning. I R6 bygget så ble det ikke gjort noen 3D visualisering, kun Autocad ble brukt. For Joakims del så har det nesten ikke vært noen bruk av 3D enda i noen prosjekter.

Oppmåling og kart

Asker oppmåling hadde målt opp eksisterende bygg der det skulle bygges. Husker ikke hva som var galt, men at det var galt var sikkert.

Byggherren hadde god kontroll på tegninger. Av GIS ble det brukt landskapstegning med vei, men kun som bakgrunnskart. På dette prosjektet var VA ok, eiendomsgrenser og det meste var i orden fra før. Problemet var at det hadde vært rot med oppmåling av det kjente og prosjekteringen ble foretatt i UTM. Byggherre visste om feil i kartet, men de gamblet sikkert

på at Veidekke fikset dette i byggeprosessen. Veidekke, Joakim og Asle gjorde byggherre oppmerksom på kartfeil. Kartfeil medførte ikke forsinkelser, men Joakim måtte jobbe mye for å få ting på plass.

Vanligvis i begynnelsen når en får et prosjekt så skalerer man tegninger og tilpasser de hvis de kommer i UTM. Som regel er ikke dette et problem, men det tar noe tid å få gjort dette. Det er som regel lite korrigering på prosjekter i UTM, oppleves ofte ikke som et stort problem. Ofte blir det brukt et lokalt koordinatsystem, der en drar ting på plass og skalerer det for at det skal passe med omgivelsene. Når det gjelder tette byggeplasser mellom bygg, så blir det tilpasset underveis i byggingen.

Ved dette prosjektet så var det et problem å få data i dwg format, det ble først kun gitt ut pdf tegninger. Dette var fordi arkitekt hadde målsatt alt fra aksesystemet.

FDV

Det ble gitt en miks mellom pdf og dxf til byggherre på FDV dokumentasjon. Ikke noen standard her. VA og el osv blir levert til kommunen. Alt blir levert til kommunen, så formidler de det videre.

3.7 Intervju med Olav Sanner, SPOR arkitekter

Siden Hagebyen prosjektet er et av foregangsprosjektene innen BIM, så var det ekstra interessant å høre med alle instanser i dette prosjektet. Arkitekten var en av deltakerne i prosjektgruppen som satte i gang hagebyen prosjektet, og er sentral i planleggingen av hagebyen. Hovedarkitekt Carl Henrik Graff var personen ansvarlig arkitekt i hagebyen, men han hadde sluttet i SPOR når jeg skulle snakke med arkitekt. Olav Sanner har tatt over ansvaret som ledende arkitekt for hagebyen, og er den jeg henvendte meg til i SPOR. Vi snakket om det meste som var aktuelt for min oppgave, og fikk svar på det meste av det jeg lurte på. SPOR bruker Archicad som programvare. SPOR tegner mest boligbygg, og er spesialisert på dette.

Programvare og datakraft

Det som har vært et av problemene til programvaren som håndterer BIM, er at utstrekningen er forholdsvis liten. Det vil si at det er vanskelig å ha større områder inne på Archicad. En annen utfordring er at ved mye detaljer så vil det hakke når man navigerer seg rundt i modellen. Datakraften har hatt en stor utvikling de siste årene, dette med grafikk er blitt bedre og bedre, og har blitt drevet frem av spillindustrien. Nå bruker faktisk PCene å være rene spillmaskiner, siden de er satt opp med kraftige grafikkort og med mye minne. Dette gjør at maskinene man kan bruke er atskillig billigere enn før denne revolusjonen kom. Før var det vanlig å kjøpe inn PCer til 200-300 tusen kroner, noe som gjorde at maskinene ble brukt i 3 skift.

Prosjekteringsform i hagebyen

Under prosjekteringsfasen for hagebyen, så valgte Veifor i dette prosjektet å kjøre rent VDC prosjekt, noe som innebærer at en har en ICE prosess der alle faginstanser møtes for å være tilgjengelig i et felles lokale. Poenget med dette er å få alle til å snakke med hverandre når de prosjekterer, dette for å få kjapt svar fra andre faggrupper på hvordan ting skal utformes. Det som skjer da, er at man slipper å sende e-post, få svar 2 uker senere på noe som man egentlig ikke trengte svaret på. Kommunikasjon er hovedpoenget, og derfor sparer

en i utgangspunktet mye på prosjekteringen. Under prosjekteringen i SPOR, så hadde de to prosjektledere i prosjektet. Olav jobber mest med detaljer. Under disse møtene så tok alle med bærbare PCer med relevant programvare på, slik de kunne prosjektere i gruppe. Møtene tok sted i Hagebyen og på hovedkontoret til Veidekke på Skøyen.

Endringer og oppdateringer av modellene

I en slik prosjekteringsform som en har brukt på Hagebyen, så vil mye av feilene dukke opp på ICE møtene. Det som skjer da, er at aktuelle aktører endrer på den delen av modellen som er feil. Dette kan gjøres på ICE møtene, slik alle ser hvilke konsekvenser endringene får. Siden arkitekt jobber under Veidekke, så vil entreprenør bestemme hva som må endres, noen endringer er ikke nødvendige å endre ettersom det alltid er toleranser i selve tegningen. Hva som må endres styrer ofte hvor viktig det er å oppdatere modellen. Mindre alvorlige endringer kan endres ved f. eks 20cm feil, mens kritiske endringer må oppdateres ved 20mm feil. Dette må vurderes i hvert tilfelle.

Kart og GIS

Arkitekt opplyste om at det var lite problemer med koordinatsystem, men en må vite om det. Man må være bevisst på hvilket system man skal bruke. Var dette ordnet fra starten av, så medførte dette lite problemer i ettertid. Uklart om dette med krymp, men var klar over at NTM skulle benyttes.

Når det gjaldt GIS, så var det slik at de brukte flere programmer for dette. De hadde Archicad og ArchiTerra for å ta inn terreng og veier fra SOSI direkte i ArchiCAD. I tillegg så brukte de Focus arealplan for reguleringsplaner. [371] I tillegg så kunne Focus danne 3D modeller fra SOSI filer med bygninger. Uansett så kunne Focus ved hjelp av en kommando lage terreng, og automatisk lage bygninger fra SOSI. Det var også snakk om at Autodesk var kommet med et nytt program som kunne gjøre visualisering enklere. For enkle analyser så ble det faktisk også brukt Google Earth for å se hvordan ting ville bli om en tok inn et nytt bygg. Dette var kun for å få et overblikk, og kan ikke erstatte befaring på stedet.

Uansett så var det mest vanlige for SPOR å modellere bygninger i Architerra. Dette fordi en måtte uansett gjøre seg kjent med omkringliggende bebyggelse. Hvordan man gjorde dette varierte litt, men av og til så fikk de omkringliggende bygg målt opp for å få nøyaktige mål. Dette fordi at kartene fra kommunen ofte var av dårlig kvalitet, og virket unøyaktige.

Ansvar for å plassere byggene i terreng ble ofte gjort i en prosjekteringsgruppe i samsvar med LARKs anbefalinger. GEO konsulentene prosjekterer ofte planer basert på grunnforhold, og kravet til f. eks peler gjør ofte at de også er med på å bestemme på hvor bygget skal stå. God kompetanse på dette i prosjekteringsgruppa.

Spekulasjon angående levering av forprosjekt

Som regel så er forprosjekter mangelfulle. De kan derfor ikke brukes direkte i byggefasen, og en må uansett lage detaljplaner. BIM gjør derimot at du håndterer prosjektet i en tidligere fase. En må derimot passe på å ikke levere fra seg alt for fine modeller. I dag kan man rendre veldig bra, og det kunne være problematisk i forhold til at rendringen så bedre ut enn det ferdige bygget. En annen ting var at på rendringene så kunne det virke som om det var eksklusive materialer som det ville bli dyrt for byggherre å bygge. Derfor så må de være forsiktig med å gi fra seg for gode modeller og rendringer for å slippe trøbbel senere med byggeherren.

Et annet dilemma man fikk på hagebyen, var at RIV ville ha mer penger for 3. byggetrinn fordi de leverte 1. og 2. for billig. Dette ville Veidekke slite med å godta, og kan medføre at de endrer RIV konsulent.

Prosjekter i BIM

Når det gjelder å ha prosjekt i BIM, så er det profesjonaliteten til byggherren som bestemmer om det blir BIM prosjekt. Erfarne byggherrer bruker ofte ny teknologi fordi de har hatt gode erfaringer med det tidligere. Det en derimot ser er at typiske familieutbyggere velger ofte å kjøre et tradisjonelt prosjekt siden det er det de er vant til. Dette kommer av at de bygger kanskje hvert 5. eller 10. år, noe som gjør det vanskelig å holde følge med utviklingen. For disse kundene så blir det en del rådgivning på hvordan ting kan optimaliseres, og BIM anbefales ofte til kundene. En annen ting er at det bør være en viss størrelse på prosjektet for at en skal velge rent BIM prosjekt. Dette fordi at selve BIM prosjekteringsformen er krevende, og en trenger ikke BIM hvis en skal bygge en enebolig eller et enkelt leilighetsbygg. Derfor så blir det feil bruk av ressurser når en ikke trenger en 3d modell til senere bruk. 3D modell vil uansett ikke bli brukt etter byggeperioden på et enkelt prosjekt.

Nesten alle fag i dag tegner i 3D, bortsett fra noen få spesialrådgivere. Det er derimot slik at det ikke blir brukt selve fordelene til BIM, nemlig selve kollisjonstestene. Dette kan ha flere årsaker, men er uansett dumt siden en ikke får luket ut de verste feilene i prosjekteringsfasen. Det er derimot på full vei med full BIM prosjektering, og det kommer til å bli standard.

En ser at noen aktører ikke har lyst til å samkjøre modeller i 3D, fordi det vil medføre endringer. De har nok brukt mye ressurser på å tegne denne 3D modellen, og vil derfor ikke bruke mer tid på den. De vil derfor bare tegne en gang. Dette er uheldig, og kommer nok av manglende kompetanse. Det er trolig at dette vil endre seg fremtidig. Til mer man bygger inn i modellen, til mer nøyaktig bør man være.

Bruk av BIM

På byggeplassen er det mange håndverkere som bruker å gjøre ting på sin måte. Dette kan føre til at ting blir forskjellig fra hvordan løsningene var tiltenkte, og kan gjøre at ting må endres flere steder. Det en må huske på er at alle håndverkere har løsninger de er gode på, derfor nytter det ikke alltid å tegne eksakte detaljer for løsningene. En bør kanskje diskutere med håndverkeren først. Dette bør kanskje arkitekt som er ansvarlig for detaljer ta opp direkte med håndverker, slik at en kan utnytte egenskapene han/hun besitter.

2D tegninger blir som regel utelukkende brukt av håndverkere. Det hender at en 3D illustrasjon blir lagt ved for å få økt forståelse. De som er på byggeplassen får ukentlig oppdaterte tegninger.

Den store fordelen med BIM er nettopp dette med kommunikasjon. Det er veldig enkelt å vise folk hvordan det skal se ut, slik at en kan være sikker på at håndverker er inneforstått med hvordan løsningen skal være. Dette er veldig mye enklere i 3D enn på 2D tegninger, og gjør nok at misforståelser på byggeplassen reduseres.

For byggherre så kan kanskje BIM være en utfordring siden en får lett se feilene når en kjører kollisjonskontroll. Dette kan kanskje føles som om en må legge mer ressurser i planleggingen enn det man hadde tenkt, og kan gjøre at det føles som at det vil bli dyrt. Dette har mye med profesjonaliteten til byggherren å gjøre.

Etter at en har sett BIM i bruk, så har alle brukt dette videre. Dette gjelder store prosjekt og bygninger. De ulike eiendomsutviklerne ser ofte over til hvordan konkurrentene gjør det, ting smitter.

FDV

Siden arkitekt er innleid hos Veidekke i dette prosjektet, så er det de som bestemmer hva som skal endres før en endelig FDV blir laget. For at FDV modellen skal bli endret, så er det gjerne endringer som er 20cm+ på mindre viktige ting, og mindre toleranse hvis det er viktigere ting. Dette spørres mye på rutinene til byggherre/entreprenør. Ved endringer så blir ting bare flyttet. Dette går raskt, men tar likevel tid.

3.8 Intervju med Morten Barreth, Veidekke

Som nevnt tidligere, så kan en ikke se på kartproblematikken i et BIM prosjekt uten å skjønne prosessen bak BIM. Derfor så har jeg valgt å kontakte Morten Barreth som er anleggsleder på Hagebyen trinn 1 og 3. Han har god greie på prosessen etter å ha vært med fra starten av. Morten har også oversikt over økonomien i prosjektet.

Geodesi

Det som ofte er problemet i et vanlig prosjekt er at det er feil folk som har ansvar for kart. Dette har en sett i flere prosjekter, der gjerne arkitekt har ansvaret for noe de ikke har greie på.

I dette prosjektet så lagde Veidekke et kart over fjellgrunn basert på boringer. Det ble laget helt i begynnelsen av prosjektet, og kom av at alle bygg måtte peles. Det er normale masser på stedet, men siden dette er tyngre bygg så er det normalt å pele til fjell. Fjellkartet gjorde pelingen mye lettere for Veidekke og medførte at når man skulle pele, så kunne man tilpasse pelene på stedet basert på kartet som var laget. Dette hadde enorm verdi for Veidekke. Problemet er at dette blir ikke alltid gjort.

Dette prosjektet er litt spesielt, siden det bygges på en tidligere flyplass. Det gjør at det ikke ligger noe i grunnen, noe som vanligvis tar mye tid å finne ut av. Derfor kan en si at en begynte med blanke ark på dette prosjektet. Det eneste som er gjort, er at det er utført en reguleringsplan med moderne verktøy, samt eiendommer er blitt inndelt. Derfor er det eneste man har trengt å passe på at man holdt seg innenfor byggegrenser og eiendomsgrenser fra reguleringsplan. Kartet har derfor vært uvanlig enkelt å forholde seg til i dette tilfellet. Høyder var beskrevet i reguleringsplan, men dette var for veier rundt området. Derfor var det opp til byggherre å legge seg på et fornuftig nivå innenfor eiendomsgrensene.

Håndverkerne bruker stort sett kun 2D tegninger, men det har vært vist 3D når det behøves. I tillegg har de kjøpt inn iPader som skal brukes på byggeplassen, noe av utfordringen her er å få lastet ned modellene. Dette må gjøres i brakkeriggen, da 3G nettet er for tregt til å laste ned 200 – 500MB. Kostnaden for å legge opp trådløstnett på byggeplassen var estimert til 150000, noe byggherre ikke var interessert i å investere.

VDC prosessen (BIM)

Vi diskuterte BIM som verktøy, og det er en del av en VDC prosess som Veidekke kaller det. Vi snakket derfor mye om selve byggeprosessen i tillegg til prosjekteringen. Grunnen til at BIM tar lenger tid i starten kommer ofte av at det er en del opplæring på nye brukere. Disse

krever da ekstra oppfølging i form av opplæring og rettleiding, noe som påvirker kostnadene til prosjekteringen. Dette er en kostnad man vil få ved de første prosjektene, men vil bli mindre etter hvert som personell blir opplært. BIM har ikke utelukket noen aktører i dette prosjektet, og det har ikke vært noe problem å få gjennomslag for BIM i de ulike fagene.

ICE

Man så under prosjekteringen at det var stor forskjell mellom de som hadde jobbet med ICE før kontra de som var ny på feltet. Nøkkelrådgiverne var positive til denne prosjekteringsformen, mens spesialrådgiverne var mer nøytrale. Noen av spesialrådgiverne fant ut hvordan disse prosessene kunne gjøres, og gjorde ferdig prosjekteringen på møtet, men fortsatte å være tilstede mens de jobbet med andre prosjekt de hadde. Disse fikk god utnyttelse av tiden, ettersom de kunne gjøre andre ting samtidig som de var tilgjengelige for de andre konsulentene. Det var derimot forskjellig forståelse for ICE prosessen, noen av rådgiverne ville gå når de var ferdig med agendaen sin. Dette fungerer dårlig i en ICE prosess, da tilgjengelighet er nøkkelfaktor for suksess.

Grunnlag for valg av VDC prosjekt

I 2009 så begynte Morten å høre med hovedkontoret når Veidekke kunne kjøre pilot prosjekt på VDC. Etter flere runder, så kom Veidekke til at Hagebyen prosjektet på Fornebu var godt egnet til dette, ettersom det var kort frist for innlevering av rammesøknad. Bakgrunnen for dette var at tek10 kom inn i bildet, og krevde livsløpsstandard på alle bygg. Dette var ikke så lett å få til på rekkehusene som var planlagt, og en måtte derfor få inn søknaden før tek7 gikk ut. Prosjekteringen begynte 7. januar 2011, og måtte være ferdig før tek10 ble gjeldende fra 1. juli 2011. Dette fikk de til ved hjelp av intensiv planlegging, og ICE prosessen var en av nøkkelfaktorene til at det gikk så bra. I tillegg fikk de prosjektert skikkelig, og dette kunne brukes senere i detaljplanleggingen. Mye av grunnen til at så mye kunne prosjekteres på så kort tid, var at byggene var forholdsvis enkle og en hadde kopieringseffekt av byggene. Mange av byggene er identiske, samt enkelte er speilvendte og doble. Dette gjør at en kan bruke mange timer på prosjektering for ett bygg, og kopiere dette videre til de andre byggene.

Oppmåling og prosjektering grunn

I forbindelse med nye prosjekt så må VA, el, tele og fiber kobles til bygg, og det medfører gjerne litt vanskeligheter ettersom mye kan ligge feil, eller det ikke ligger inne på kartet. På dette prosjektet så gikk alt det tekniske smertefritt, selv om det var noen ting som måtte rettes på underveis. Det som måtte rettes var tilknytningspunktet til fiber, samt spillvannsdimensjoneringen ble gjort litt sent (spillvannsbasseng).

FDV

På dette prosjektet er som bygget tegningene veldig bra. Det er oppmåler som har ansvaret for å måle opp feil og gi det tilbake til rådgivere slik de kan oppdatere kartet. Alt tekniske har vært oppmålt og laget en oversikt som inneholder alle rør. Kvaliteten på dette arbeidet avhenger som regel av oppmåler, i dette prosjektet har dette vært veldig bra.

BIM koordinator

Morten mente på at BIM er ment som et verktøy. Brukeren er sentral her, og en BIM koordinator er et mellomledd som ikke tilfører verdi. Fordelen med å ha BIM koordinator er at tegningene kan være mer avanserte. I dette prosjektet så har fokuset vært å få BIM inn i alle prosesser, noe som gjør at nytteverdien den enkelte har vil variere. BIM koordinator gjør at

prosjektet går smidigere, men i dette tilfellet ble det vurdert som overflødig siden prosjekteringsleder gjør mye av jobben. Morten hadde ikke tro på en ren datatekniker som retter på datafiler, ettersom den enkelte bruker kan gjøre dette selv.

Erfaringer med BIM

På dette anlegget har det vært veldig gode erfaringer med BIM. Alle som har brukt det vil fortsette å bruke det. Interessen har vært forskjellig, men ambisjonene har vært at alle skal bruke det. Det har vært lett å lære seg det, og alle bruker det på ulike nivå. Det har blitt kjørt kurs i BIM som har vært rettet mot hver enkelt person, og hva de skal bruke det til. De fleste er nå på et brukbart nivå på BIM. Det har vært mye møtevirksomhet i forbindelse med dette prosjektet, men det har gjort at ting har gått glattere.

Økonomi

En av de viktigste aspektene med et BIM prosjekt er muligheten for å spare inn kostnader. Ved å avdekke feil tidlig, så blir det mindre feil på byggeplassen. Ifølge Morten så har det muligens vært mindre feil enn vanlig, men at slurv hos håndverkere fremdeles forekommer. Det som er forandret er at det går raskere å finne feil og ordne det.

I dette prosjektet så har det vært både en økonomisk og tidsbesparende gevinst. Dette har flere årsaker, men BIM har vært en viktig faktor i dette. Ved støp av betong så ble det gjennomført en analyse i 4D på hvordan en kunne støpe for å bli ferdig raskere. Det som er viktig i et sånt prosjekt er å holde alle i arbeid, det vil si at en må passe på at alle faser kan gå samtidig. Derfor fant en ut at ved å støpe i en bestemt rekkefølge så kunne en bli raskere ferdig. Til slutt så sparte man inn 3 mnd på 1. byggetrinn. Og en tjente penger på betongen fra og med 2. dekke som ble støpt. En kan derimot ikke gi programvaren all æren for dette, mye kommer også av kunnskapen til de som er med i prosjektet.

Resultatet av dette har vært at dekningsbidraget for byggingen har gått fra 10 til 15%, noe som er en dramatisk økning. På betongarbeidet så hadde den første fasen 1000timer overforbruk, men de andre fasene tok dette igjen og det ble spart inn 5000 timer i forhold til kalkylen. Dette er 20% mindre enn det som var estimert på forhånd.

I et slikt prosjekt er det flere ting man må tenke på, en kan for eksempel ikke endre for mye hvis man ønsker å ha god økonomi i prosjektet. Det som har vært bra her, er at endringer har vært lagt såpass langt frem i tid, slik at alle har tid til å innrette seg etter ny plan. Hvis en endrer noe som skal utføres i løpet av den 1. eller 2. uken, så medfører dette masse ekstrakostnader fordi alle aktører har lagt opp løpet etter gjeldende plan, og endringen da medfører at de må fristille mannskap eller sende de hjem. Dette koster penger, og en har derfor vært bevisst på å endre såpass langt frem i tid slik det ikke får noen økonomisk konsekvens. Dette er mye enklere med BIM, selv om enkelte endringer kan være vanskelige å forutsi.

Utstikkingsmessig så er dette med forutsigbare planer viktig for å få alt til å gå opp. Endrer en for tett opp til når arbeidet skal utføres så kludrer det til hele planen og en risikerer å miste utstikningskapasitet. Det har vært noe vingling i planene, noe som har gjort at de har mistet noe utstikningskapasitet.

I et slikt stort prosjekt er det viktig å holde hjulene i gang slik alle er i arbeid. Dette har en kunne gjort ved å planlegge slik at ledig kapasitet kunne jobbe med rekkehusene når det var lite å gjøre ellers. Rekkehusene har blitt brukt som strøjobber i prosjektet, noe som har økt effektiviteten til prosjektet.

BIM for byggherre

Byggherre har vært veldig fornøyd med bruken av BIM i dette prosjektet. Ettersom effektivitet og dekningsbidrag har økt, så har det vært lett å forholde seg till byggherre angående BIM. Andre deler av eiendomsseksjonen har også vært interessert i BIM, og dette kommer trolig av de gode erfaringene dette prosjektet har hatt. En ser også at prosjektet har gjort at konkurrenter er interessert, og mange vil kopiere prosjektet.

3.9 Intervju med Anders Holmlund, Veifor

Anders Holmlund er byggherrerepresentant for Veifor som er et selskap som er deleid mellom Veidekke og Obos. Veifor er byggherre for Fornebu Hageby, som er et av de første større boligprosjektene som er utført i VDC prosessen. Anders Holmlund jobber for Veidekke Eiendom som prosjektutvikler til vanlig.

Hvordan prosjektet begynte

Prosjektet begynte med at de så at det var en tomt til salgs på Fornebu som Fornebu Utvikling solgte. Veidekke Eiendom så potensialet, og etter litt forhandlinger og vurderinger så gikk Veidekke Eiendom inn i et samarbeid med Fornebu Utvikling, og startet til sammen selskapet Veifor. Fornebu Utvikling solgte senere sin andel til OBOS. Nå er det 50% som er eid av Veidekke Eiendom, og 50% OBOS.

Anders overtok prosjektet etter starten, så detaljer av det som skjedde tidlig er litt uklare.

Siden dette er et pilot prosjekt for VDC i Veidekke, så har Anders opplevd at folk har stått på ekstra. For å få ordentlig effekt av et VDC prosjekt er en avhengig av en god planleggingsprosess. Det var verdifullt å delta på ICE møtene for å se hvordan planleggingsprosessen fungerer. Noe som kanskje kan være et problem for VDC, er at byggebransjen er en konservativ bransje med flere eldre aktører.

Valg av prosjektering

Det var ikke gitt at det ble BIM/VDC når dette prosjektet startet. Det var noe som kom etter hvert, og flere faktorer talte for VDC prosjekt. En av de viktigste grunnene var den korte prosjekteringstiden før tidsfristen for å søke etter tek7 forskriften gikk ut. Dette krevde en kompakt prosjekteringsperiode, og VDC passet da bra.

Prosjektet er en standard totalentreprise, men det er en intern normal mellom Veidekke Eiendom og Entreprenør som også blir brukt. Siden prosjektet har eksterne eiere, må en likevel kjøre med "åpen bok" for at alt skal være ryddig.

I dette prosjektet så samarbeider Veidekke eiendom med Veidekke entreprenør. Dette er en prosjekteringsform som passer godt, da får en ha med erfaringene til entreprenør med i beregningen for å lage et bedre estimat. Dette er en stor fordel for Veidekke, og er et konkurransefortrinn som er veldig bra. Dette samarbeidet gjør også at en kan fjerne risiko i en tidlig fase ved at en kan se på hvor godt prosjektet er å bygge. Vanskelige tomteforhold blir avdekket tidlig for å få et mest mulig riktig estimat på kostnadene ved å bygge.

Bruk av VDC

VDC/BIM er flittig brukt i prosjektering, men blir ikke brukt mye hos byggherre. På neste VDC prosjekt så ønsker de å utnytte VDC fordelene bedre.

Web løsning på Fornebu Hageby har fått dataene sine fra BIM modellen. Denne modellen er brukt i markedsføring og visualisering av leilighetene til salgs, og har vært god. Salg og markedsføring kunne derimot vært enda nærmere knyttet mot BIM modellen ved å tilby mer avanserte løsninger som å gå rundt i bygget, iPad på byggeplassen osv. Mulighetene er mange når en har en 3D modell.

Burde ha hatt 3D modell av resten av området for å se hvordan det ble i forhold til sin egen modell. Det var et kjøpesenter som skulle stå ved siden av tomten som lagde noe skyggeproblematikk, men det ble ikke modellert og sjekket.

For kommunal saksbehandling så ber de av og til om en visualisering der det viser en perspektivskisse. Er forsiktig med for mye visualisering for å unngå å love for mye. Verktøyet er veldig kraftfullt, noe som gjør at man må være bevisst på bruken av det. For å belyse vanskelige forhold og direkte kommunikasjon med politikere så kan det være aktuelt å bruke 3D modell. En enkel grå modell hadde vært godt å ha for møter med kommunen. BIM burde vært levert inn i stedet for 2D tegninger i kommunen.

Det er stort ønske om å bruke VDC på neste prosjekt. Som byggherre er dette den eneste riktige måten å gjøre det på. Holdningen innad i Veidekke er at det er sånn det bør gjøres.

Bruk av kart og GIS

Litt usikker på hvor mye BIM ble brukt i tidligfase. Ting som ble sett på tidlig i prosjektet var solforhold, topografiske forhold, støy osv. En brukte løsninger som Google Earth, ulike gratis karttjenester, kommunale kart, osv. Dette var gull verdt tidlig i prosjektet, og er veldig viktig for å danne seg et bilde av hvordan prosjektet kan bli. Det er derimot ingen tjeneste som kan erstatte en befaring på stedet. Da vil en se ting mye lettere.

Det er kommet en ny tjeneste som heter Insight karttjenester som skal være et GIS verktøy som inneholder alt GIS via en skybasert nettløsning. Der kan man få oversikt på trafikk tall, reguleringplan, topografi, statistikk fra finn.no osv. [391] Dette for å forenkle hverdagen, der man kan samle alle løsningene på ett sted i stedet for å lete rundt på forskjellige tjenester.

Anders hadde inntrykk av at SPOR arkitekter hadde god kontroll på kart. Det har vært lite problem med feil i prosjektering. Kollisjoner ble oppdaget tidlig pga BIM. Eneste større problem har vært at garasjeanlegg ble tegnet for komplekst, og man måtte sent i prosjektet gjøre om på prosjekteringen for at dette skulle bli gjennomførbart uten at det ble for dyrt. Dette er en feil som BIM ikke hadde noe med, det hadde skjedd uansett. Viktig å tenke på gjennomføringen når man prosjekterer.

3.10 Intervju med Geir Vaagan, Avantor

Geir Vaagan var prosjektleder for Avantor på Statnett sitt bygg i Nydalen. Han har vært med i dette prosjektet fra starten av, og vet mye hvordan prosessen har vært. Geir Vaagan er ansatt i Avantor, som er et eiendomsutviklingsfirma.

Hvordan starten er på et prosjekt

Meglere er ute i markedet med søk for kunder som trenger så og så mye av m2 og antall brukere. Meglerne henvender seg så til Avantor og spør om de kan hjelpe med dette. Da er Avantor i konkurransesituasjon med andre eiendomsutviklingsfirma, og man må konkurrere

om flere ting som konsept, romløsning og størrelse. Avantor svarer så på henvendelsen fra meglerne med å tilby et gitt konsept som kan være interessant.

Avantor fører ikke opp bygg før leietager er inne. Dette har med risiko å gjøre. For et leilighetsbygg så settes det ikke i gang før det er solgt ca 50/60% av prosjekterte leiligheter. På næringsbygg så må 80% av arealet være bortleid for at en skal sette opp bygget. Her må man tilpasse med de kunder man allerede har for å høre om de er interesserte i å oppgradere eller om de trenger mer areal. Etter at kunden har sagt seg villig til å leie, tilpasses bygget kundens behov og ønsker så langt det er praktisk gjennomførbart. Grunnen til at næringsbygg må ha 80% leiekontrakter før de setter i gang er med at det kreves mva for byggekostnader for bygg som ikke er utleid etter 3 år. Om de bygger et bygg på spek som en ikke får leid ut i løpet av 3år, så må mva for byggekostnadene betales til staten. Dette ødelegger selvsagt hele regnskapet, og er ikke mulig å gjøre i dagens marked da risiko er for stor.

Etter at kontrakt med leietager er skrevet under, så er det full gass og start av bygging. Fordi at prosjektet har gått rolig frem til leietager er på plass, så kommer de litt på hælene for at alt skal bli klart til overtakelse, og ting går fort. Måten Avantor gjør det på i disse tilfellene er å avtale med en eller flere entreprenører om at de skal ha kapasitet til å føre opp bygget før leiekontrakt er signert. Da har Avantor en garanti for at entreprenør er klar til å starte med en gang leiekontrakt er på plass. De må også få inn priser fra ulike entreprenører for å ha sikkerhet for leieprisen de kommer med til kunden sin.

Bruk av GIS

Lite greie på GIS begrepet, men det er en lang prosess bak før en kan starte bygging. Det skal reguleres, detaljreguleres, lage plan over etasjer og areal osv. Reguleringsplan er en prosess som krever GIS analyse, og dette blir i hovedsak gjort før reguleringsplan blir utarbeidet. Avantor hadde en ledig tomt som ble valgt til å huse Nydalen alle 37, og reguleringsplan ble laget etter det vinnende forslaget av en arkitektkonkurranse. Her legger arkitekt linjene for hvordan reguleringsplan blir og hvordan bygget blir. Arkitekt vant fordi de fikk til en god utnyttelse på eiendommen samt at byggingen kunne gjennomføres i flere steg. Fleksible byggetrinn var mye av grunnen til at de stakk av med seieren.

BIM, visualisering

BIM er et must i dag. Illustrerer på et tidlig stadium hvordan bygget ser ut i forhold til omgivelsene. Viktige vurderinger blir avgjort pga at visualisering viser veldig godt de ulike løsningene. Det er utrolig bra med BIM/3D i et tidlig stadium, og er veldig viktig for avgjørelsene som blir gjort.

Både og når det gjelder visualisering av omkringliggende bebyggelse for å se hvordan bygget blir. Terrang blir visualisert fra kommunekartet, mens bebyggelsen er det verre med. Dette avhenger av hvem som gjør visualiseringen, og er forskjellig fra arkitektkontor til arkitektkontor.

Hvis arkitekt har verktøy for å lage visualisere området automatisk fra kommunekartet så blir det brukt. Dette blir brukt mot myndigheter for å ha gode visualiseringer å vise fram under en søknadsprosess. Vanligvis legger en ved perspektivskisser, men ved møter der prosjektene blir presentert, så blir 3D modell brukt for at de skal få se hvordan det blir.

De to siste prosjektene som Avantor har hatt blir de siste uten 3D visualisering. Avantor kommer trolig heretter til å kreve BIM på nye prosjekter. Kollisjonskontroll er viktig, analyser på bruk er også svært viktig. Derfor er BIM nyttig.

Kart og problemer knyttet til disse

Geir vet lite om kart, men har fått med seg at det ble lagt om for noen år siden fra et gammelt system til et nytt et. Det har vært ille med en slik omlegging, det har vært misforståelser der ene av konsulentfirmaene jobbet på et system, så jobbet et annet firma på et annet system. Dette har kostet Avantor penger pga omprosjektering og andre problemer.

På de to siste prosjektene så har de sittet med to forskjellige kartsystemer og jobbet. Ikke god nok samhandling, og det er utrolig at problemet har vart så lenge. Med dagens nøyaktige prosjekteringsverktøy er en helt avhengig av at alt er riktig med tanke på reguleringsplanlinjer, eiendomslinjer osv. Helt unødvendig med rot i dette. Erfaringen så langt er at de har ikke helt kontroll på det.

Geir har tatt opp dette med kart tidlig for å sørge for at alle jobber på det samme grunnlaget. Problemer oppstår når arkitekt tar kontakt med kommunen for å få et kartgrunnlag å tegne på. Da vet de ikke hva de skal bestille. Da blir det opp til kommunen å gi de det "riktige" kartet med riktig koordinatsystem. Dette blir derfor veldig tilfeldig.

3.11 Intervju med Mathias Bredvei, Geodata

I forbindelse med bruk av GIS og hvilket potensial som kan utnyttes, så hadde jeg et møte med Mathias Bredvei som er tidligere Geomatikk student på UMB. Han er ansatt i Geodata, som er forhandler for et av de største GIS plattformene, Esri.

Kartbruk er kjernefunksjonaliteten til Geodata. Alle programmene til Geodata har med kart å gjøre. GIS er et hovedelement hos brukerne. Jeg kontaktet Mathias for å finne ut hva som kunne brukes av GIS løsninger kombinert med BIM modeller. Det jeg var ute etter var løsninger som kunne utnytte SOSI data til å lage 3D modeller som kunne benyttes i Archicad og Revit, gjerne i analysearbeidet. Det er et kundegrunnlag for 3D, og Geodata kommer til å satse på det, men som programleverandører, ikke som sluttprodukt.

Mange tegner opp eksisterende bebyggelse manuelt, noe som er meget tidkrevende og unødvendig når informasjonen i de fleste tilfeller finnes i SOSI og FKB data. På løsningene Geodata leverer, er det Vianova og Norkart som er de største konkurrentene. Jeg var ute etter en programpakke som kunne levere 3D kart med veier og bygg, klar for innsetting i Archicad eller Revit. Dette blir presentert i kapittel 4 for programvare.

Kunder

De største kundene til Geodata er kommuner, oljebransjen (oversikt havbunn, rør, brønner osv) og skogbruk. Kommunene er brukere på tradisjonelle kartdata, oljebransjen er mer på dette med overvåkning og kartlegging av installasjoner. Skogbruk er der for å analysere hvordan en kan maksimere verdien på hogst.

Fra byggebransjen så er det mest konsulenter, og disse bruker GIS løsninger fra ArcGIS til f.eks støyanalyser, miljøanalyser osv. Entreprenør og arkitektbransjen bruker ikke GIS løsninger direkte, men det kan tenkes at de bruker tjenester fra andre konsulenter.

Produktene til Geodata blir ikke brukt noe til visualisering. Det er lite arkitekter som henvender seg til Geodata og etterspør 3D visualisering av SOSI. Vet ikke om det er mange konsulenter som etterspør dette, trolig ikke mange.

Om SOSI

SOSI er ikke veldig egnet til 3D modeller. Dette kommer av at SOSI ikke inneholder flater på bygninger, og alt må derfor genereres av linjer som er tegnet fra flyfoto. Derfor er tak som regel ok, mens resten av bygget er mangelfullt.

SOSI kunne lett forbedres til å inneholde alle hus i 3D i Oslo. Flater er allerede brukt i SOSI standarden, og å få til tilsvarende flater på bygninger hadde ikke vært noe vanskelig, det må bare samles inn relevant data.

Bruk av GIS

Veldig enkelt å hente inn GIS data for et område. Pris kan være noe høy for enkelte prosjekt. Man spesifiserer område man trenger, og får rådata basert på hva man trenger av objekter. En trenger ikke skoginfo i sentrum av Oslo f. eks.

Oslo utmerker seg blant kommunene som Geodata samarbeider med ved at de er gode på GIS, bedre enn andre kommuner. De tar i bruk ny teknologi relativt raskt. De er ikke medlem av Geovekst samarbeidet, noe som betyr at deres løsninger er annerledes enn resten av landet. Dette trenger ikke nødvendigvis å være negativt, men gjør ting mer tungvindt. I Oslo er det mulig å bestille oversiktskart i vektorformat pr km², laserdata pr dekar og reguleringsdata. Flere produkter enn dette finnes også. For resten av landet så er det en sentral database som sitter på alt, der kan man bestille ved å tegne et kartutsnitt for området man trenger.

Laserscannede data finnes for flere områder i Norge. I Oslo så er det Oslo kommune som sitter på disse dataene, og dette kan kjøpes fra dem, basert på en dekarpris for datasettet. For alle andre områder i Norge, så er det Norge digitalt som sitter på disse dataene. Det er derimot ikke scannet i alle områder, så noen plasser så kan det mangle informasjon. For tiden så har ikke Geodata noen måter å trekke ut flater fra disse dataene. Det er trolig at en må gjøre mye arbeid manuelt da. Det finnes derimot plug ins som kan gjøre dette. Usikker på hvor godt dette fungerer. Det jobbes med å finne ut hvordan man kan utnytte laserscannede data på en bedre måte, men dette er bare i tidligfasen enda.

UTM/NTM

UTM er bra for GIS, man kan behandle store områder på en og samme sone, noe som gjør det enkelt for kommuner og fylker. For arcGIS brukere er det ikke noe problem å bruke NTM, det eneste er å trykke av et valg i settings der en velger koordinatsystem. Helt ukomplisert å skifte fra det ene til det andre. Ved transformering mellom NGO og Euref89 kreves det fylkes og kommuneformler som må kjøpes separat. Mellom UTM og NTM kreves det ingenting, man må bare vite hvor man befinner seg. Geodata kan levere kartdata både i UTM og NTM uten problem.

Det som er mest utbredt hos Geodata er Euref89 UTM, nesten ingen etterspør NTM. Folk skjønner ikke så mye av koordinatsystemer, det fremstår som ganske vanskelig. Derfor er det generelt dårlig forståelse for UTM og NTM. Selv lengde og breddegrad er uforståelig for enkelte, en kunde ringte support og lurte på hvorfor det var slik at man endte opp langt nede i Afrika når man skrev inn koordinaten som var oppgitt i grader.

Google Earth

Google earth er lite brukbar til visualisering. Dette pga terrengmodellen er svært lavoppløst, noe som gjør at høyder vil bli alt for unøyaktige. En kan kanskje hente ut bygninger med teksturer fra Google Earth og importere disse inn i sin egen programvare.

3.12 Samtale med Ståle Bøe, Cad-Q

Ståle Bøe er ansatt i Cad-Q som er en programleverandør som forhandler blant annet Revit sine produkter. Cad-Q driver support og kursing i Revits programvare. Ståle er da kursholder, hjelp på support og utleid konsulent til ulike arkitektkontor ved behov.

Jeg spurte kursholder Ståle Bøe som hadde lang erfaring med å jobbe med arkitekter hva som var normal praksis med dette med kartinformasjon. Han var selv utdannet ingeniør, og jobbet innenfor teknisk tegning. Han jobber i hovedsak med prosjekter i Trondheimsområdet.

Bruk av kart

Ved oppstart av et prosjekt, så får Arkitekt får som regel en dwg fil fra kommunen som inneholder utsnitt av kommunekartet for aktuelt område. Det kommer ingen dokumentasjon eller info om hva koordinatsystem som er brukt i tillegg til dwg filen.

Hvis området må måles opp, så får arkitekt en dwg fil fra oppmålingsfirmaet som har gjort måling på bestilling fra arkitekt. Det kommer ingen dokumentasjon på hva kartet inneholder eller hvilke koordinatsystem som er brukt. Ei heller hvilke målemetoder som er benyttet. Denne dokumentasjonen blir heller ikke forespurt, ettersom det kun er et kart som skal benyttes som referanse. Begrenset kunnskap om Bim og kartgrunnlag.

Når det gjaldt VA og tele så var det vanlig at de ble importert før tegning. De kom da fra de ulike instansene som hadde kartene. I Trondheim fungerte dette bra ifølge Ståle. Innmålinger ble lagt inn i kartene deres etter endt prosjekt, og hadde god nøyaktighet etter det Ståle sa.

Kartprojeksjoner

Forskjellen mellom UTM og NTM er ukjent. Selv om BIM manualer forklarer dette så var det lite fokus på dette. Ikke hørt om problemer med skalering. Dette var nytt og ukjent, og selv om jeg opplyste om at det var så mye som 3cm pr 100m så var det ikke fokus på dette. Ståle regnet med at de på byggeplassen tilpasset dette.

Ved behov så kunne en skalere kartet i autocad før en importerte det i Revit. Det ble ikke gjort fordi da kunne ikke koordinatene fra Revit nyttes direkte. Det var ikke vanlig å studere kartene i Autocad før en tok de inn i Revit.

NGO fortsatt uklart, litt forvirring på hva det var som ble endret og eneste var at det ble endret fra "lokalt" system (NGO) til GPS.

3.13 Samtale med Karoline Borgen, Veidekke

I forbindelse med gjennomgang av hva som har skjedd i Statnettbygget, så kontaktet jeg Karoline Borgen som hadde med byggemøter og var med i oppstarten. Hun hadde oversikt over det som hadde skjedd helt tidlig. Jeg fikk avtalt et møte for å snakket om Statnettbygget, slik at det som ikke sto i referatene kunne avklares. Noen av spørsmålene har jeg også fått avklart på mail.

Prosjekteringslederrollen var todelt mellom Karoline og Per Svenkerud. Per Svenkerud var prosjekteringsleder for bygningsmessige fag(Ark, RIB, Loe betongelementer, RIG, interiørarkitekt, akustikk osv) Karoline hadde ansvar for prosjekteringsledelsen av de tekniske fagene (rør, ventilasjon, elektro) samt det som hadde med energiberegninger å gjøre. Det ble samarbeidet tett da det er flere forhold som berører både tekniske fag og bygningsmessige fag.

Dette var et totalentrepriseprosjekt, og det var ikke gjort tilpasninger for å prosjektere i 3D.

I dette prosjektet så var det litt trøbbel med georefereringen i starten av byggeperioden. Dette førte til at arkitekt og Asle hadde direkte kontakt for å få ting på plass. At det ble skiftet programvare under dette prosjektet hjalp heller ikke. Arkitekt måtte derfor ha hjelp av Asle for å få ting på plass.

Kart problemer

Et av problemene var at R/E bekreftelsen inneholdt feil i grensene. Dette gjaldt toppen av bygget, noe som gjorde at en måtte mase på ny bekreftelse fra kommunen. Dette tok tid, og gjorde at ting ble forsinket. Siden arealene var såpass strengt regulert, så kunne en ikke tillate seg å bygge utenfor grensen. Naboene var også veldig på vakt, siden de mistet en del av utsikten sin når bygget ble oppført. Dette medførte vanskeligheter i form av at alt det formelle måtte være 100% i orden før en kunne starte byggingen. Stikningen ble problematisk på grunn av manglende R/E bekreftelse, og kunne ikke starte skikkelig før den var på plass. Kartproblemer ble oppdaget av Asle Resi, som tok dette videre opp med arkitekt.

Ved valg av 0-punkt, så la arkitekt dette feil i forhold til retningslinjene. Dette medførte problemer senere når bygget skulle georefereres, og var medvirkende til mye ekstraarbeid for arkitekten. Et annet problem var at Revit ikke godtar at nord og sør bytter retning, og skapte trøbbel.

Problemer med georefereringen gjorde at arkitekten ble hengende litt etter, og forplantet seg litt ut i prosjektet da RIB ble ferdige med prosjekteringen sin før arkitekten var ferdig. Loe tegnet alle prefab elementene sine inn i RIB modellen som ble sendt til RIB prosjektør. De lå derfor godt an i prosjektet. Noe rusk på tegningene pga dette. Arkitekt påpekte også at det var arbeidskrevende å georeferere.

Kan ha vært at de hadde en hadde for liten stab til å ta seg av et så stort bygg.

Elektro tegnet ikke i 3D, og hadde også problemer med georeferering. De brukte derfor aksene i modellen. Georefereringen ble nok vanskelig pga det ikke ble avklart skikkelig tidlig i prosjektet.

Konsekvenser

Kartproblemer fikk ganske stor virkning på dette prosjektet, og viser at det er viktig å få ting riktig med en gang. Det finnes ingen konkrete kostnader forbundet med dette siden det er skjult i andre kostnader, men det er trolig at denne feilen førte til en lavere effektivitet enn hvis alt var i orden. Hadde entreprenør vært med tidligere i prosessen så hadde nok kartproblemer vært løst mye enklere.

3.14 Samtale med Marianne Haugen, Veidekke

I forbindelse med å estimere kostnadene for kartfeil i R6 prosjektet, så snakket jeg med prosjektleder for Veidekke Marianne Haugen. Hun hadde oversikt over fakturaer i dette prosjektet, og sendte meg i tillegg faktura fra GeoSurvey. Asker oppmåling hadde gjort den første oppmålingen i dette prosjektet, men det ble gjort i feil koordinatsystem. Geosurvey måtte måle opp på nytt samt etablere fastmerkenett ettersom det ikke var gjort fra før. Derfor så blir ekstrakostnader estimert av tilleggsarbeidet GeoSurvey måtte gjøre. Av de fakturaene de sendte, så må jeg dra ut hva som ble direkte merarbeid av dette. GeoSurvey fakturerte 275000 totalt til Veidekke, men mye av dette var vanlig oppmålingsarbeid som uansett måtte ha blitt gjort.

Det som var problematisk med R6, var at det var mye surr fra prosjekteringen fra Statsbygg. Det førte til at prosjektet stoppet opp, og ting kom ikke på plass.

Av kartproblematikk så var det Asle som forsto hva som var galt, og tok de nødvendige grep for å få dette på plass.

4.0 Kurs og programvare

For å øke min forståelse for BIM, så meldte jeg meg på tre kurs under arbeidet med oppgaven min. Det jeg tok var grunnkurs i ArchiCAD og Revit Architecture, samt ifc/BIM kurs hos Graphisoft som gjaldt ArchiCAD. Dette hjalp meg veldig i mitt videre arbeid, og jeg fikk snakket med kursholdere og andre brukere på disse kursene. Spesielt ifc/BIM kurset gjorde at jeg fikk innblikk i hva arkitektene gjorde for å georeferere tegningene sine.

4.1 ArchiCAD

ArchiCAD leveres av Graphisoft, og er en av de ledende programleverandørene innen BIM applikasjoner. ArchiCAD defineres som en BIM plattform, som betyr at de kan utveksle data med andre verktøy samt at det kan produsere tegninger. ArchiCAD er en av de eldste arkitektoniske BIM programvarene som finnes på markedet, og morselskapet

Graphisoft begynte å selge produktet tidlig på 80 tallet. Graphisoft er opprinnelig fra Ungarn, men ble kjøpt opp av tyske Nemetschek i 2007. Mye av grunnen til at det er populært er at det støttes av Windows og Mac, samtidig som det er et av de eldste programmene og er godt kjent i arkitektmiljøet. Objektbiblioteket er også stort og følger med når man kjøper produktet, slik en slipper å kjøpe objektbibliotek i tillegg. Programmet er enkelt å bruke, og kan brukes i alle faser unntatt til fabrikkasjonsdetaljer. Serversystemet som følger med er godt, og programmet støtter ifc. Programmet er krevende å kjøre, det kreves kraftig programvare for å drive det. Dette blir derimot et mindre og mindre problem i våre dager,

Figur 4.1.1



ettersom ArchiCAD kan bruke typiske spill PCer som maskinvare. Dette gjør det billig å anskaffe gode nok maskiner. Kilder delkapittel [411]

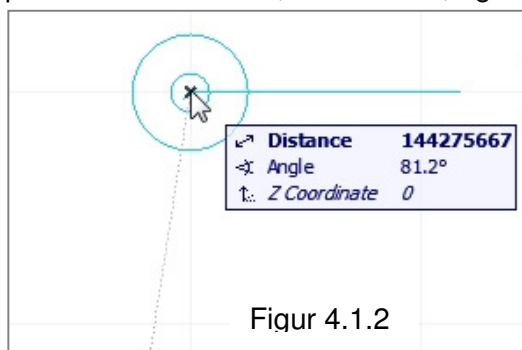
4.1.1 Grunnkurs ArchiCAD

Jeg gjennomførte et grunnkurs i ArchiCAD på UMB for studenter i TBA261. Jeg deltok på grunnkurset etter å ha vært med på BIM/ifc kurset til Graphisoft, så jeg hadde fått gjennomgang av de viktigste funksjonene som omhandlet kart, men ikke hvordan programvaren ble brukt som helhet. Kursholder Gaute Holm kom fra Graphisoft Norge, og holdt til vanlig grunnkurs og videregående kurs for arkitekter i Norge. Vi brukte ArchiCAD versjon 16 med norsk mal og bibliotek, jeg hadde installert dette på maskinen min. Formålet med kurset var å lære oss å bruke ArchiCAD på enkle prosjekter der vi skulle lage etasjer, snitt, fasader, skrive ut tegninger, målsette og presentere i 3D. Mitt mål var å se hvordan kart ble brukt i ArchiCAD, samt lære om hvordan jeg kunne georeferere BIM modellen. Før kurset hadde jeg vært innom en del tutorials på nettet for at jeg kunne dra full nytte av kurset ved å stille spørsmål underveis. Koordinatsystem omtaler jeg i ArchiCAD ifc/BIM kurs siden det var der det ble tatt opp som tema.

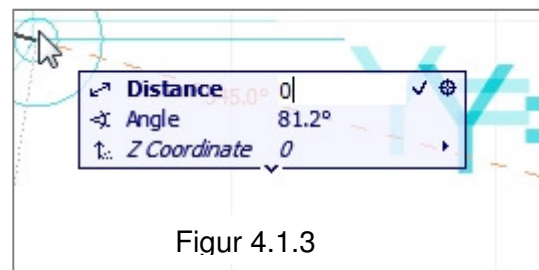
Kurset i sin helhet gikk mest ut på å tegne en modell i modellkoordinater. Vi georefererte ikke i begynnelsen av prosjektet, noe som kanskje er naturlig å gjøre i et vanlig prosjekt. Store deler av kurset gikk ut på å lære oss å bruke programvaren, dette gjaldt da tegning av et modellhus som vi tegnet ved hjelp av en målsatt tegning. Dette gikk greit, og jeg kunne konstatere at programmet var enkelt å bruke for å tegne bygninger. Det interessante for meg var derimot å lære om å bruke kart, og hvilke muligheter man hadde for dette.

Georeferering

Gikk gjennom hvordan man importerte kart i ArchiCAD. En ganske omstendelig prosess der en måtte passe på å gjøre ting i riktig rekkefølge. Vi fikk tips om at vi kunne gå inn på graphisoft.no, og velge openBIM for å se hvordan vi skulle gjøre det på et nytt prosjekt. Jeg syntes at det var svært omstendelig, og ikke spesielt logisk. I stedet for at vi refererte huset til terrenget, så ble terrenget referert til huset. Dette skapte forvirring angående hvordan en skulle forholde seg til reelle koordinater. Etter man hadde tegnet litt på huset og skulle legge inn kommunekartet som bakgrunnskart, så fikk en med en gang vanskeligheter med å finne kartet. Kartet dukket opp langt unna modellen som lå i 0,0,0 og en måtte zoome ut til en så begge. Deretter måtte en lage et punkt i kommunekartet som samsvarte med prosjektets avtalte 0 punkt. Etter det kunne man referere kommunekartet til modellen, merke avtalt 0 punkt i kommunekart, skrive inn 0, og man hadde referert kartet.



Figur 4.1.2



Figur 4.1.3

ArchiCAD uten tilleggsmodulen ArchiTerra kunne ikke gjøre mye med kartene som kom fra kommunen. Uten ArchiTerra kan en ikke importere SOSI, det var dxf eller dwg formatet som var mulig å bruke. Det er kanskje ikke så rart at en ikke kan bruke SOSI siden det er kun i

Norge man bruker det, men det burde i alle fall vært mulig å definere lag som en kunne bruke til å importere andre typer linjer. Når en lagde terreng ut fra kart, så ble kartet brukt mer som et bakgrunnskart, og ingen av de egenskapene som linjene hadde kunne overføres inn i modellen. F. eks så hadde en ingen mulighet til å få laget modeller av husene selv om de var kodet i SOSI med høyder på møne og omriss tak. For å få terreng ut fra et bakgrunnskart, så måtte man merke høydekurvene som gikk inn på området vi ville lage terreng for, deretter legge inn høyder på de som samsvarte med kotehøyde, og generere terreng fra de merkede linjene. Det er ikke sikkert en trenger å legge inn høyder på alle kart, men vi måtte det på vårt kart.

Noe av tingene en kunne gjøre med ArchiCAD var å importere målinger og gjøre de om til terreng. Det første man måtte gjøre da var å eksportere målinger i kof format fra oppmålingsprogrammet brukeren eventuelt måtte besitte. Deretter kunne man importere kof fil i excel og fjerne kode og punkt tid slik en kun har x, y og z koordinater. Dette kunne så lagres som txt fil og importeres i archicad for å bli terreng. Jeg følte dette var en nødløsning som fungerte hvis man ikke hadde noen andre valg, spesielt brukervennlig var det ikke.

Oppsummering ArchiCAD Grunnkurs

Jeg synes at ArchiCAD var et godt verktøy som gjorde det gøy å tegne bygg. Det var enkelt å bruke, og samspillet med ifc gjorde at det ble lett å lage BIM modeller med ArchiCAD. Det var et godt objektbibliotek med flere valg tilpasset det norske markedet, og var i tillegg enkelt å importere objekter fra nettet. Det var en bra flyt i programmet, og gode navigeringsmuligheter i 3D. Som BIM verktøy synes jeg dette fungerte bra.

Jeg var derimot ikke fornøyd med hvordan georeferering ble gjort, denne var unødvendig komplisert og det virket for meg som det ble en brukerbarriere for å bruke kartet. Siden jeg har brukt flere program som håndterer kart, så vet jeg at det er bedre måter å gjøre dette på. Problemet med modellkoordinater ser ut til å rote til for georefereringen. Bruken av kart er i beste fall enkel, og ArchiCAD har mye igjen før kartfunksjonaliteten er på nivå med det som er tilgjengelig av kartprogram. Måten programmet håndterer kartdata på synes jeg er tilfeldig, det er åpenbart ikke kartfunksjonalitet som er i fokus. Løsninger for import av måledata er dårlig, og bruken av dette er nok begrenset. Etter å ha fullført dette kurset skjønner jeg hvorfor det kan oppstå problemer med georeferering og hvorfor kart kan oppleves vanskelig for arkitekter. For å bli bedre på georeferering bør man ta ifc/BIM kurset, grunnkurs holder ikke.

4.1.2 ArchiTerra

ArchiCAD har en tilleggsmodul kalt ArchiTerra som er beregnet å gi lettere modellering av terreng og eksisterende bygninger. Dette er et enkelt terrengbehandlingsprogram som kan generere overflate og enkle veier og hus. Det er mulighet for å importere SOSI i ArchiTerra, noe av det som kan importeres i SOSI er terreng, veier og hus. Terrengmodeller og veier ser ganske bra ut, selv om man ikke kan endre på trianguleringen. Bygninger er derimot verre, fordi det er kun møne og takdetaljer som en kan modellere fra i SOSI. En må derfor påregne en del redigering for at det skal se ok ut. Ikke mulighet for å legge på tekstur. En kan sikkert nytte et hvilket som helst annet program til samme nytten, og eksportere terrenget til ifc som kan importeres i ArchiCAD. Ok tilleggsmodul som gjør det enklere å bruke kart hvis en kun skal bruke ArchiCAD som programvare.

Det er ikke enklere å referere kart selv om en bruker ArchiTerra, en må likevel bruke et dwg kart som underlag hvis en skal ha tak i referansepunktet som gruppen har bestemt seg for. Det anbefales av Graphisoft å laste ned ArchiTerra for å behandle kart bedre.

4.1.3 BIM/ifc kurs ArchiCAD

Jeg deltok på BIM/ifc kurset til Graphisoft helt i starten av oppgaven min, var derfor nysgjerrig på hva som ventet meg. Jeg hadde vært gjennom BIM manualer og beskrivelser, men aldri vært borti programmene som brukte BIM. Etter å ha tatt kontakt med Graphisoft Norge, så lot de meg delta på kurset deres, noe som hjalp veldig på oppgaven min. Det betydde mye at jeg kunne sette meg inn i ArchiCAD og ifc med erfarne folk rundt meg. Dette ga mye større utbytte enn jeg regnet med, siden jeg fikk snakke med arkitekter og RIB og RIV som deltok i kurset. Delene av kurset jeg var mest interessert i var det med georeferering, og hvordan dette med høyder ble behandlet. I tillegg var jeg interessert i å se hvordan kollisjonskontroll ble gjort i BIM, noe som er en av de viktigste funksjonene.

På kurset så brukte vi BIM tegninger fra Fornebu Hageby, noe som passet meg perfekt siden jeg skulle skrive om dette prosjektet. Alle tegninger vi brukte som eksempler var reelle tegninger som hadde vært brukt i et byggeprosjekt. Dette gjorde kurset mer realistisk, siden vi fikk se hvordan en ferdig modell faktisk ble brukt.

Georeferering

Vi fikk starte kurset med å georeferere et prosjekt, da tegnet vi et raskt bygg i modellkoordinater før vi importerte kartet. Vi tok så inn et kommunekart som vi kunne bruke til å georeferere bygget vi hadde tegnet. Dette ble gjennomført kjapt og effektivt, og alt sto godt forklart i kursmanualen vi hadde fått. Det var en del valg vi måtte gjøre for å få til dette, f. eks så er bygget tegnet i millimeter, mens et kommunekart alltid er oppgitt i m. Derfor måtte vi importere kartet riktig, og velge meter for at det ikke skulle bli veldig smått. Etter dette var det samme som jeg forklarte lenger oppe, og var en litt komplisert måte å gjøre dette på. Vi fant først et punkt på kommunekartet som ble valgt som 0-punkt, deretter brukte vi dette punktet til å dra kartet til modellen. Det som skjer da, er at vi får dX og dY som er avstanden fra kartet sin referanse til null, noe som må spesifiseres i prosjektbeskrivelsen for å få riktig plassering på andre programvarer. F. eks Gemini entreprenør bruker vanligvis å spesifisere dX og dY når en tar inn en BIM modell for første gang. Da vil bygget bli dratt på plass. Etter georeferering var det å vri og plassere bygget riktig inne i tomten, noe som ofte gjøres av eksterne konsulenter i en vanlig byggeprosess. Da vil en som regel kun behøve å lage aksesystem etter dette er gjort. En ting som er viktig å huske på, er at etter georefereringen er gjort, så må en ikke flytte kartet når bygget skal flyttes inni tomten. En må derfor passe på at en flytter modellen og ikke kartet. Hvis en flytter kartet i stedet for modellen 10cm, så vil ikke dette oppdages, og forårsaker en 10cm feil i utsettingskoordinater.

Koordinatsystem

ArchiCAD har ikke støtte for ulike koordinatsystem, og alle tegninger er i modellkoordinater, der det ikke er lagt opp til korreksjon for målestokkfaktor. Det er derfor viktig å bruke et koordinatsystem som ikke har fortegnning, hvis ikke blir det feil når bygget skal settes ut.

Et av problemene er at det ikke er fokus på kartdata i innledningen av et prosjekt. Det er laget BIM manualer som spesifiserer hvilke projeksjoner man skal bruke, men det blir ikke

oppdaget i ArchiCAD at det brukes feil koordinatsystem. Siden BIM gir gode muligheter for å tegne riktig allerede i skisseprosjektet, er det derfor ofte at disse tegningene blir brukt om igjen i detaljprosjekteringen, og da vil det bli problemer om man har brukt feil koordinatsystem fra starten av. Da må bygget skaleres inn på tomten i en ekstern operasjon, og er det trangt mellom grenser, må bygget endres før bygging kan starte. Dette skaper forsinkelser og økte kostnader for byggherre. BIM må derfor være riktig helt fra starten av siden skisseprosjektene blir brukt videre i prosessen.

Høyder

Det er relativt enkelt å referere et prosjekt med riktig høyde. En må inn i etasjeplanen å definere et lag som heter hav. Der kan man legge inn høyde 0 på havlaget, og spesifisere hvor høyt det er til neste lag. Her kan man skrive inn det som er avtalt høydegrunnlag, og man har høydereferert modellen. For justeringer kan man også velge å ta inn terreng fra kommune kart i fasadesnittet, og endrer dermed høyde til det passer inn med terreng. Normalt sett er det andre enn arkitekt som gjør dette, landskapsarkitekt er som regel den som bestemmer slikt, evt entreprenør når bygging starter. Ikke vanskelig å endre i ettertid. Ved bygg som er under havoverflaen, bør man unngå å definere etasjer som er under 0. Dette fordi at BIM ikke takler negative høyder. For å endre høyder må man helst endre de ved utsetting.

Utsetting

For at en skulle få til å lage utsettingskoordinater, krevde dette at man hadde georeferert modellen til kommune kartet. Man satte deretter kommune kartet som gjeldende lag, og refererte til modellen. Så valgte man kartobjekter som var en egen definisjon under verktøy, og en kunne sette ut kartobjekter på hjørnene av bygget for å få koordinater på disse. Disse merkene fulgte da kommune kartet, og var dermed i koordinatsystemet som kommune kartet var i. Som sagt tidligere så er det viktig at kommune kartet ikke har målestokkfaktor for å unngå feil under utsetting av bygget. Om koordinatsystem er feil, bør man rådføre seg med et oppmålingsfirma som kan korrigere dette. En annen ting man måtte huske på, var å endre definisjon på x og y akse. Dette var et eget valg der en hadde kartobjekter, dette er viktig for å unngå misforståelser på utsetting av bygg.

Ekport til ifc

Ved sammenstilling av modeller er det ofte nødvendig å eksportere prosjektert data til et felles filformat som alle kan lese. I de fleste tilfeller er dette ifc formatet, og det er en del rutiner en må gjennom for at dette skal gå bra. For alle prosjekter som skal eksporteres i ifc, må man innom noe som heter ifc manager. Her vil en definere prosjektnavn og faser, samt flere attributter som har med prosjektet å gjøre, f. eks gårds og bruksnr til eiendommen som prosjektet er på. Flere av disse attributtene er ferdig definert ut fra det brukeren har tegnet inn på bygget. Dette gjelder etasjer, veggtyper osv. En kan også legge inn parametre som u verdi og brannklasse på objekter i tegningen. Dette må linkes i en ekstern fil som beskriver disse verdiene.

Vanlige feil i eksporteringen er når modellen ligger feil i forhold til origo. Er denne langt unna, så vil ifc slite når avstanden er mer enn 2 miles (3,2km). Dette har med måten ifc er bygd opp på. Hvis en har tegnet modellen i kartets koordinatsystem uten å referere f. eks vil det ikke gå å eksportere til ifc. Et annet problem er rot på modellen. Her kan f. eks vegger, vinduer osv ligge rundt modellen, samt at noen deler kan ligge ved kartets referanse. Da vil det bli problemer, slik at alt dette bør ryddes opp før man eksporterer til BIM. Det er også

viktig å eksportere kun det som er relevant, en trenger ikke møbler for å sjekke om ventilasjon og RIB modell krasjer. Ved eksport av objekter er det viktig at detaljeringsgraden er lav, samt at dør detaljer som nøkkelhull osv blir fjernet. Møbleringsplan kan eksporteres i en egen fil. Det er også veldig viktig å sjekke at plassering av 0 punkt er riktig, dette bør sjekkes før eksport for å unngå misforståelser.

Kollisjonskontroll

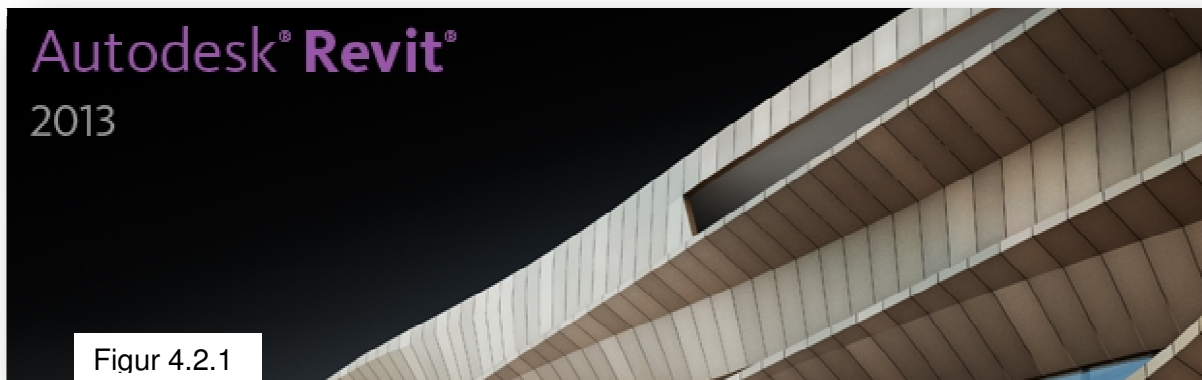
Noe som jeg kun gjorde i dette kurset var kollisjonskontroll mellom flere modeller. Dette var veldig lærerikt, og enkelheten i dette var fantastisk. Det man måtte passe på var at alle modeller var referert riktig, slik at de kunne legges oppå hverandre. Deretter kunne man bruke f. eks Solibri Model Checker for å ta inn flere modeller på samme tegning. Det man gjorde da, var at man importerte ifc tegning fra ARK, RIB, RIV og RIE og la de oppå hverandre. Som regel sjekket man bare to og to modeller for å unngå rot, og da var det enkelt å avdekke kollisjoner og glemte utsparinger. Bare kontroll mellom ARK og RIB ga flere feilmeldinger som glemte utsparinger, feil dimensjon på dører, dimensjonering gjorde at bygningsdel ble større, osv. RIB og RIV var også preget av konflikter der ventilasjonsrør gikk gjennom nedre del av bærebjelke osv. Dette var veldig visuelt, og en fikk også mulighet til å skrive feilmelding på direkten og sende dette i mail til aktuell konsulent. På en time kunne man finne veldig mange feil som det hadde vært vanskelig å se på en 2D tegning uten omfattende sammenstilling av data. Ved kontroll av ifc modell i Solibri kunne man også se om man hadde tegnet noe i feil lag, eller med feil type vegg, dekke eller lignende. Dette kunne man markere i Solibri, og eksportere markert utvalg tilbake til ArchiCAD slik en kunne korrigere der. For å detektere endringer i modellene fra f. eks RIB, så kunne man velge noe som het detect modell changes under ifc menyen i ArchiCAD. Deretter kunne man spesifisere gammel fil, og ny fil. Endringene ville da vise i grønt, og var veldig tydelige.

Oppsummering av ArchiCAD ifc/BIM kurs

Kurset var til god hjelp når det gjaldt georeferering, dette ble mer forståelig etter gjennomgangen vi fikk. Fokus på koordinatsystemer er derimot ikke til stede, og uten at arkitekt har gode rutiner for BIM prosjekt, så risikerer man å bruke feil kartprojeksjon til referanse. Viktig å endre x og y akse før en produserer utsettingskoordinater, hvis ikke kan det bli rot i systemene. Enkelt å gjøre dette, men man må huske på det. Høyder var relativt enkelt å håndtere, dette blir uansett ikke det verste problemet ettersom høyder kan endres enkelt direkte på nivåer. Fikk god gjennomgang i bruk av ifc modeller, og hadde god nytte av kollisjonskontroll. Jeg fikk snakke med arkitekter og kursholdere om problemer knyttet til kart og BIM, noe jeg kunne bygge oppgaven min videre på.

For fremtiden burde derimot det blitt mer fokus på koordinatsystem og bruk av GIS, men dette kommer sikkert på plass etter hvert som BIM blir mer vanlig. Eksport til ifc understreker viktigheten med å være ryddig når man tegner, frem til nå har man kunnet slippe unna med rot fordi det kun har vært fokus på 2D tegninger og utsnitt av disse. Før kunne en slippe unna med at vinduer lå på feil lag. Dette blir ikke mulig med BIM, her må man bruke lag riktig, og ikke "kladde" på utsiden av bygget uten å slette dette underveis. For at BIM skal bli brukt riktig kreves det derfor at alle følger retningslinjene for tegning, samt eksporterer riktig type objekter til sammenstilling av modeller.

4.2 Revit Architecture



Revit er en programgruppe fra Autodesk som omhandler flere moduler innen byggmodellering. Modulene man har er architecture, structure og MEP (VVS og elektro). Revit er markedsledende på BIM design, og ble introdusert i 2002 av Autodesk. Revit ble utviklet av et lite firma som Autodesk kjøpte opp, og har et helt annet filformat enn Autocad som er det mest kjente produktet fra Autodesk. Programmet kjører både i Windows og på Mac, slik det er anvendelig for de fleste brukere. Det finnes en svær database som heter Autodesk Seek, der en kan finne alle mulige objekter man kan bruke i BIM modellen. Denne gjør at man kan finne nesten hva som helst av det man trenger i sin tegning. Fordelen med Revit er at det snakker med AutoCAD, slik at en bruke AutoCAD til å behandle kartet med før en tar det inn i Revit. Revit er lett å lære, og er et kraftig verktøy som gjør at en kan designe nesten hva som helst. [411]

4.2.1 Grunnkurs Revit Architecture

I tillegg til å delta på kurs i ArchiCAD meldte jeg meg på kurs i Revit Architecture også. Dette kurset ble holdt av Cad-Q på forskningsparken på Blindern, og gikk over tre dager. Målet med dette kurset var å lære oss å tegne et komplett hus med dekker, vegger, etasjer, trapper, osv. Dette skulle georefereres til et kommunekart i dwg for utsettingskoordinater. På slutten skulle vi også plote tegninger ut fra modellen vi hadde laget. Dette kurset var ment som en innføring i Revit, og en viss erfaring fra Autocad var fordelaktig ettersom mye av menyene lignet. Før kurset gikk jeg gjennom en del turtutorials på nettet for at jeg skulle ha basisinformasjon om produktet når jeg kom dit. Som i de tidligere kursene så kommenterer jeg kun det som er relevant for oppgaven min, nemlig georeferering og bruk av kart.

Generelt om programvaren

Revit Architecture har flere tilbydere i Norge, og en ser at objektbiblioteker ikke følger med som standard. Dette må kjøpes i tillegg til selve programmet, og det er derfor flere ulike objektbiblioteker basert på hvilke firma som selger programmet. Dette gjør nok at det er litt vanskeligere å få like gode tegninger uten at man gjør en jobb med å lage seg et objektbibliotek. At antall kunder per tilbyderfirma er mindre enn hvis det bare hadde vært en tilbyder er nok noe av årsaken. Cad-Q tilbydde et slikt objektbibliotek til sine brukere som de kalte Naviate. Denne inneholdt norske standarder og objekter og hadde det en trengte for å starte og tegne et prosjekt. Begrunnelsen for at det ikke var et større bibliotek var fordi at underleverandører kunne komme med disse modellene når de eventuelt vant anbudet med leveranser. I tillegg til Naviate biblioteket, så hadde en mulighet til å gå på nettet for å laste ned objekt. Dette var et stort bibliotek, og en kunne finne det meste man trengte her.

En av de store fordelene med Revit er at man har hele produktspekteret i samme programvare. En kan tegne bygg, beregne styrke, tegne VVS, tegne EI osv for et helt prosjekt uten å måtte eksportere til ifc. Dette er en styrke hvis alle konsulentene bruker Revit, da kan en få med seg mye mer informasjon når man utveksler tegninger på Revits eget format. Om en av konsulentene bruker noe annet, er det derimot ifc som er utvekslingsformatet. Da stiller Revit på lik linje med andre program i bransjen.

Georeferering og koordinatsystem

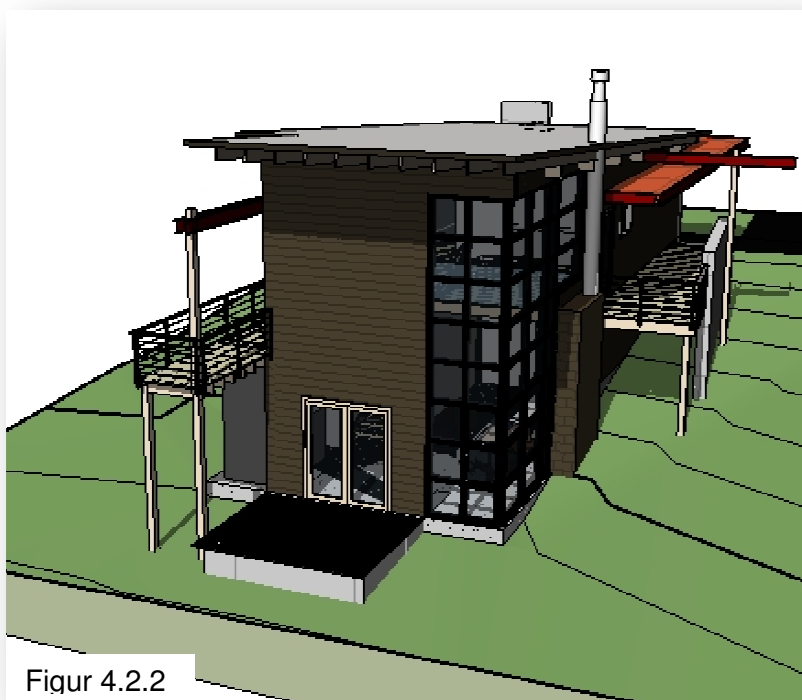
Når det gjaldt kart i Revit så er det et program som er basert på modellkoordinater. Dette betyr at vi får store problemer med å referere til reelle koordinater i Revit. Dette vil programmet enkelt og greit ikke håndtere. Derfor må en definere et 0 punkt på modellen og et tilsvarende punkt på kartet slik en kan flytte kartet til modellens 0 punkt. Det finnes ingen mulighet for å ta inn koordinatsystem på modellen, slik at en er prisgitt at kartet er uten store forskyvninger. Fordelen med programpakken fra Revit er at ofte har man da også en Autocad versjon tilgjengelig. Der kan man skalere hvis man ønsker å lage et lokalt koordinatsystem.

Måten man refererer et kart på er først med å importere et dwg kart, her må man huske at kartet er i meter. VA og EI kan plasseres i kommunekartet før man importerer, da vil det vise hvor dette befinner seg også. Dette kommer an på rutiner. Deretter refererer man kartet ved å flytte og rotere kartet rundt på

skjermen slik at det passer til bygget. Man roterer og drar i kartet til man er fornøyd eller har satt det fra seg på avtalt referansepunkt. Etter man har plassert bygget så går man i seksjonsview eller fasadeview og endrer havnivå på bygget slik at det passer med lengdeprofilen. Ikke en veldig god måte å gjøre dette på siden en kun ser høydekurvene fra kartet på profilview. Dette er vanskelig å referere til skikkelig, og en bør ha gjort seg opp en mening om hva O.K gulv skal være før man begynner på dette arbeidet. Uten å ha gjort dette er det vanskelig å velge en god høyde på bygget. Dette arbeidet bør derfor være gjort i en byggegrop fra entreprenør eller noe tilsvarende før man begynner å bestemme høyde.

Utsetting

Etter å ha plassert bygget tilfredsstillende så kan man trykke på et valg som heter "acquire coordinates". Det som da skjer er at man får ført over kartkoordinatene til modellviewet slik man kan få utsettingspunkt. Dette er en god funksjon, og fungerte overraskende bra. Her er det veldig viktig at man ikke flytter kartet etter at en har trykket på dette valget. Da vil koordinatene bli feil tilsvarende den distansen man har flyttet kartet. Her må man nødt til å



Figur 4.2.2

velge et valg som heter "relocate project" hvis flyttingen av kartet skal bli riktig. Stor risiko for feil her hvis arkitekt flytter på kartet sent i prosjektet. Dette er en stor fallgrube som kan være skjebnesvanger, og har sikkert vært gjort noen ganger. F. eks hvis en flytter kartet 10cm, så vil en i realiteten få med seg denne feilen i byggefasen. Da kan man i verste fall måtte rive hvis det er over byggegrensen.

Oppsummering av Revit Architecture kurs

Det var et flott kurs der jeg lærte mye og fikk snakket en del med kursholder om koordinatsystem og GIS i forbindelse med BIM. Jeg fikk inntrykk av at Revit hadde et høyere brukerterskel enn andre programvarer, mye av dette skyldtes nok at det var en del ting man måtte gjøre før en kunne begynne å tegne. En måtte linke seg opp mot et objektbibliotek som inneholdt det man skulle bruke på tegningen, og hvis man manglet noe måtte man inn på nettet å finne noe som man kunne bruke. Dette var noe tungvindt, men er sikkert noe som man venner seg til etter hvert som man bruker programmet. Når man først hadde lært seg riktig tegneteknikk så gikk det veldig fort og effektivt å tegne med Revit, og det var lett å kopiere deler av bygg til flere etasjer osv. 3D løsningen var veldig god ettersom man kunne bruke bokser til å snitte gjennom bygget der man ville se på innsiden. Dette fungerte veldig bra.

Georeferering var derimot uoversiktlig, og det var veldig lett å gjøre feil her hvis man flyttet litt på bygget uten å tenke seg om. Da ville utsettingskoordinatene flytte seg like mye som det man flyttet bygget med, og gjorde at ting kunne bli feil. Ikke mulighet for å velge koordinatsystem, men at man har Autocad tilgjengelig kan man alltid endre målestokkfaktor her om det trengs. Om det blir gjort er derimot tvilsomt. Det viste ikke hvilken kartprojeksjon man brukte, og man hadde heller ingen mulighet til å se dette. Det var derimot lett å lage utsettingskoordinater når man hadde referert bygget, og løsningen virket bra. Savner muligheten til å velge koordinatsystem, samt hadde ønsket at selve georefereringen var lettere å gjennomføre.

4.3 Esri ArcGIS – ArcScene - City Engine

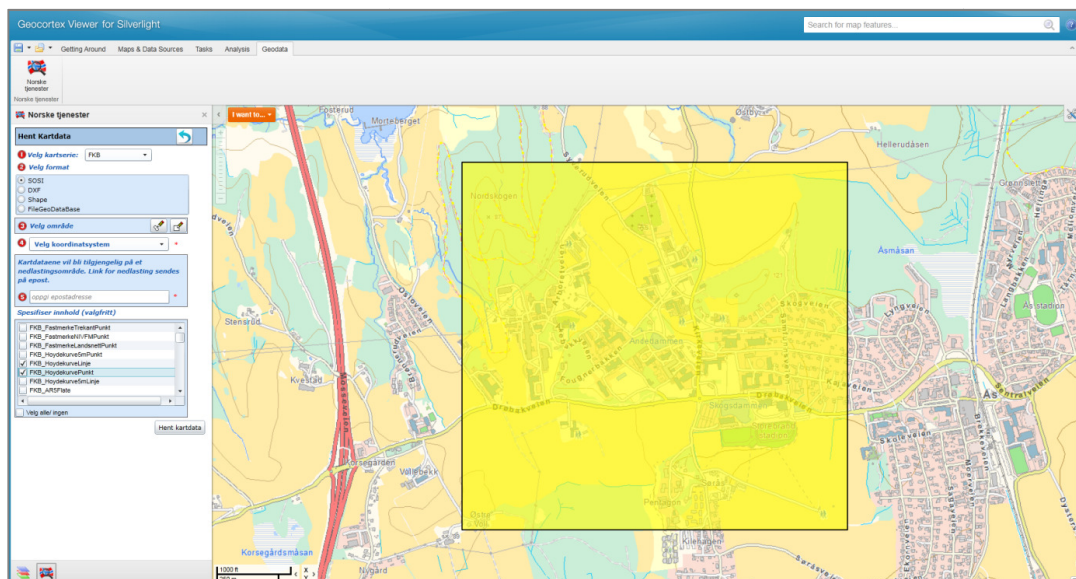
Under møtet med Mathias Bredvei på Geodata, så var jeg interessert i å høre hvilke muligheter som fantes på automatisk generering av 3D modeller fra SOSI. Etter å ha sett hvor lite automatisk generering hadde blitt brukt i markedet, så ønsket jeg å finne ut hva som fantes av løsninger, og om de kunne gjøre modelleringen enklere. Flere av løsningene var under utvikling når jeg var der, slik at noe av disse løsningene kan bli endret. Noe av prosessen vil også bli automatisk i fremtiden, slik at det ble mer arbeid med å lage disse modellene nå enn det vil bli senere. Formålet med presentasjonen er å vise mulighetene.

Vi var innom to metoder som kunne gjøre jobben med å generere en 3D modell fra SOSI. Første metode var å bruke ArcGIS sin modul ArcScene, den andre var å bruke ArcGIS koblet mot City Engine. Begge utnyttet SOSI dataene til å danne 3D modellene relativt på samme måte. Vi så på en presentasjon som hadde blitt utført med City Engine, så gikk vi gjennom fra starten av hvordan man dannet modell med ArcScene fra starten av.

Figur 4.3.1

4.3.1 Om grunnlaget

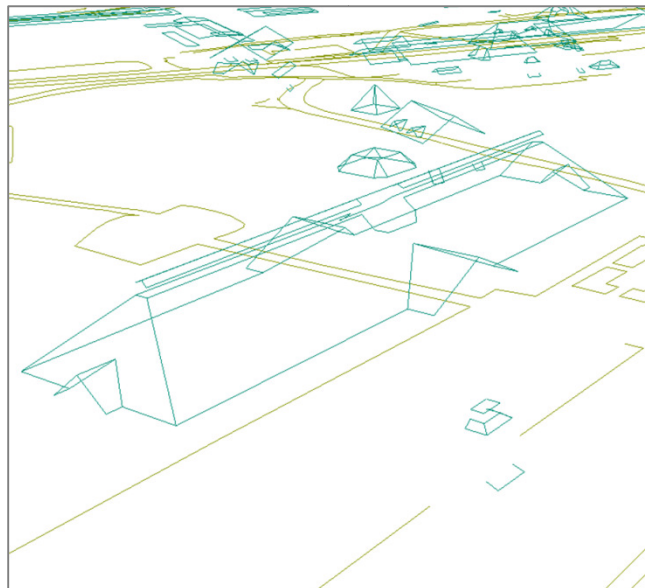
Geodata har tatt i bruk en tjeneste kalt Geocortex Viewer for Silverlight som lar brukere gjøre analyser på nettleser, samt mulighet for uthenting av FKB kartdata. Denne løsningen er under utvikling, men vil bli sluppet ganske snart for brukere som er kunder. Vi brukte denne løsningen for å ta ut et område fra UMB, som vi benyttet til å visualisere i 3D. Det fungerte som en vanlig kartløsning, men med en funksjon som lot brukere ta ut kartdata fra et område som ble spesifisert med en avgrensing i nettleser. Etter avgrensningen ble gjort, kunne vi spesifisere hvilke FKB data vi ville ha tilsendt på mail. Alle lag var tilgjengelig, men vi valgte de som var nødvendig for visualisering i 3D. De lag vi eksporterte var høydekurvelinjer, høydekurvepunkt, veier, bygningslinje og vannflate. Vi fikk dette tilsendt på e-post etter noen minutter, og kunne gå videre med dette. Under viser skjermdumper som ble tatt fra nettløsningen:



Figur 4.3.2

4.3.2 ArcScene

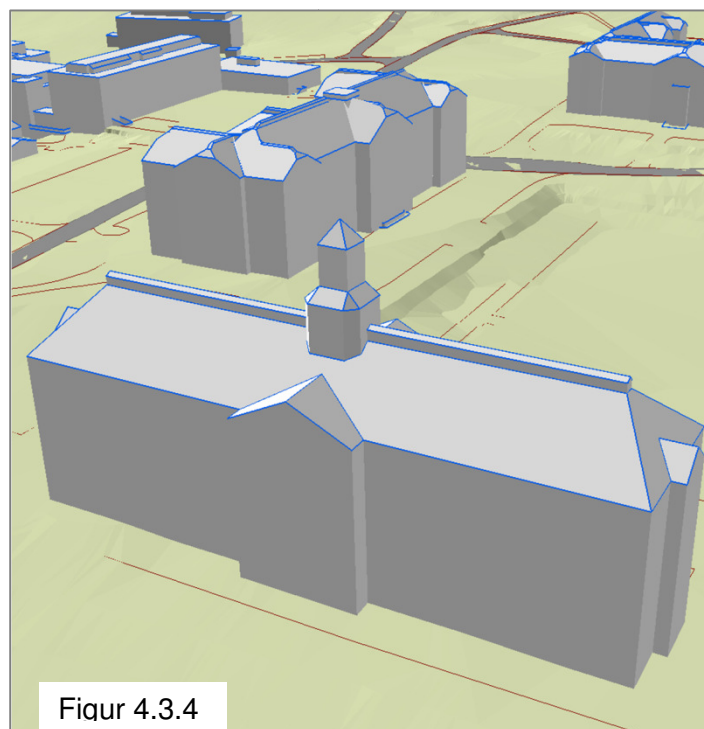
ArcGIS desktop er et produkt som Geodata selger til sine kunder. Dette inneholder flere moduler, disse er ArcScene, ArcMap og ArcGlobe. Vi gikk videre med å ta inn kartdataene fra Web-løsningen inn i ArcScene for å modellere videre på dataene der. Det første vi fikk opp, var rådata av det vi hadde bestilt. For å få høydekurver til å bli presentert riktig, måtte vi kjøre en SQL spørring som tilegnet høydekurvelinjene høyden fra egenskap i SOSI. Hvis ikke blir høydekurver presentert i $h=0$. Figuren viser et utsnitt fra hvordan det ser ut direkte etter import. Her ser man kun linjer fra møner og veillinjer med høyder.



Figur 4.3.3

Neste steg var så å generere en terrengmodell i 3D fra høydekurvene og veillinjene. Man måtte få tak i høydekurvene ved å tilegne de høyder fra egenskaper, deretter dannet man en tin modell fra disse. For å få ønsket oppløsning på tin modellen, må dette spesifiseres i innstillinger. Vi valgte en oppløsning på 2,5 x 2,5m, noe som er godt nok for vår bruk. Ved detaljerte terrengplaner kan en lavere oppløsning velges om ønskelig.

Generering av terrengmodelle er enkelt, men å lage til byggene er vanskeligere å få til. SOSI formatet er ikke godt egnet til å danne 3D modeller fra bygninger, derfor vil dette begrense hvor god modellen vil bli. Dette skyldes at de må dannes av linjer som ikke nødvendigvis henger sammen, i tillegg er det kun takdetaljer og utstikk som kan danne grunnlaget for 3d modellen. Det ser derfor ut som at byggene ikke har noe utstikk, noe som kan se rart ut. En kan se hva som finnes av tilgjengelige detaljer på figuren over. Disse blir så generert til 3D modeller fra rutiner. Ved hjelp av spørringer blir det så plukket ut relevante linjer, der disse blir generert til en 3D modell. En må velge FKB nivå som skal danne den enkle basemodellen (taklinjer og mønelinjer), deretter kan en legge mer detaljerte FKB nivå som beskriver takutstikk, trapper, balkonger osv. Måten dette fungerer på er at taklinjene lager en 3D flate av selve taket og detaljene, så blir det dannet en flate fra taklinjen til terrengoverflaten generert av terrengmodellen. Til sammen danner dette da en enkel 3D modell av bygget.



Figur 4.3.4

Hvis en skal ha mer detaljer i bygget, må en måle dette opp fysisk og legge inn i modellen. Dette blir da ekstrainformasjon som supplerer SOSI dataene.

Figuren under viser hvordan resultatet blir etter at all informasjon har blitt lagt på. Området representert er fra UMB campus, der vi ser mot vest. Det kan i tillegg draperes på et orthofoto for å få mer realisme, men her har vi forutsatt at modellen skal importeres i et annet program, og da vil ikke slik informasjon nødvendigvis følge med.



Figur 4.3.5

Koordinatsystem

ArcScene baserer seg på Euref89 UTM, og har ingen tilvalg for å velge NTM. Dette kommer nok etter hvert, midlertidig kan man legge inn parametrene til NTM direkte under koordinatsystem. Dette er enkelt, og gjør da at man får modell i NTM. Om modellen skal flyttes til prosjektets origo, kan dette løses i ArcScene ved å flytte hele modell før en eksporterer.

Filformat

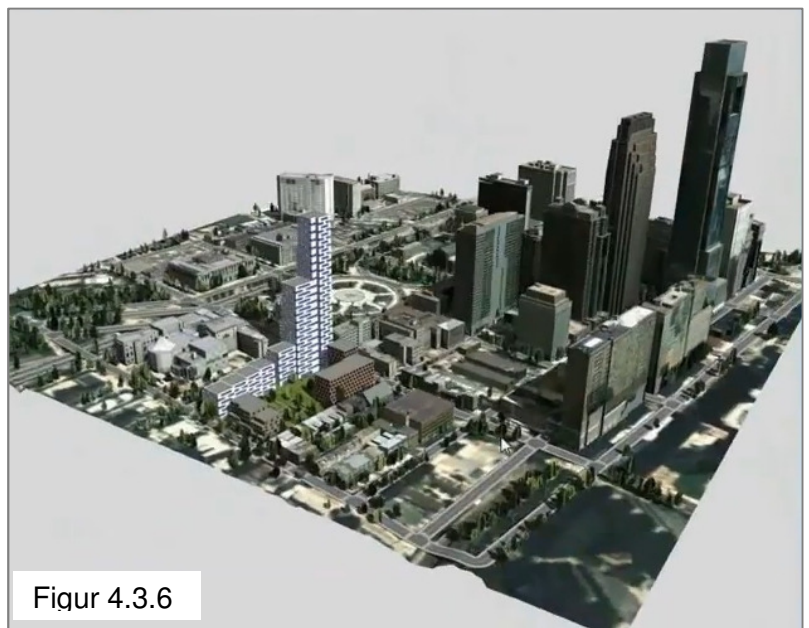
Det er ikke støtte for ifc formatet i ArcScene enda. Dette er ikke noe problem ettersom det kan eksporteres til dxf/dwg som alle programvarer kan håndtere. Hvis dette ikke er bra nok, kan man benytte et program som heter Data Interoperability som Geodata selger. Dette programmet konverterer mellom mange filformat, og kan nyttes til å få eksportert til Revit eller ArchiCAD.

Tidsbruk og utvikling

For å danne hele modellen av utsnittet, ble det brukt i underkant av en time. Dette inkluderte utvelgelse av kart, generering av modeller, spørringer og eksport. Dette må sies å være raskt og enkelt i forhold til andre løsninger som finnes. Det man trenger for å lage modellene er en versjon av ArcGIS desktop, samt selve kartene som må kjøpes fra geovekst. Det jobbes nå med en nettbasert løsning som fungerer slik at man velger ut et område på kartet, så blir det automatisk generert en 3D modell av utvalgt område med de lag som er valgt. Dette gjør at en får 3D modeller enkelt uten å måtte bruke noe tid på å generere modellen. I ArcScene jobbes det også med å få automatisert tillagingen av 3D modellene, slik man slipper å bruke spørringer for å få dette til. Geodata satser på dette, og vil komme mer og mer.

4.3.3 City Engine

Vi så også på City Engine modulen, som er mer sofistikert enn ArcScene. City Engine kan kjøpes i tillegg til ArcGIS, og samarbeider med ArcGIS. Her kan man bearbeide modellen til et mye høyere nivå enn ved bruk av kun ArcScene og kan betraktes som en avansert måte å visualisere på. Her kan man legge inn bygningsmodeller i Autodesk format, og visualisere hvordan de vil se ut i eksisterende bebyggelse. Fremgangsmåten for å danne en slik modell er mye den samme som for ArcScene, men bare at her kan man ta det to steg lenger. En kan ta inn 3D modell fra ArcScene for å bearbeide denne videre i City Engine.



Figur 4.3.6

Vi hadde i ArcScene mulighet for å drapere med orthofoto, her kan man i tillegg bruke teksturer på bygg, mulighet for å legge inn detaljer og andre fasadeelementer. Etter at man har lagd modellen ferdig, kan man i tillegg publisere den på web, slik alle kan se modellen i en 3D viewer de selv kan rotere på. Et veldig effektivt verktøy, som er relativt lett å bruke. Etter at 3D bygninger er dannet med City Engine, så må man gå over modellen for å sjekke at alt er riktig, ettersom SOSI har noe begrenset informasjon om bygninger. Tidsbruk avhenger av hvor mye detaljer og bilder man skal bruke, og ta noe lenger tid enn ArcScene.

Koordinatsystem og format

Koordinatsystem styres i ArcGIS/ArcScene, og en bestemmer derfor slike parametre der. Nullpunkt må også bestemmes i ArcGIS før en åpner kartgrunnlaget i City Engine. I utgangspunktet så eksporterer City Engine til format som både Revit og ArciCAD kan lese, men ikke i ifc enda. Teksturer følger med hvis filformatet støtter dette, hvis ikke blir det som en grå 3d modell. Bruker man Data Interoperability kan en i utgangspunktet eksportere til alle brukte format bortsett fra ifc. Her kan man også endre nullpunkt til å stemme med prosjektets origo.

Del 4 – Caser for masteroppgave

I denne delen vil jeg presentere hvilke prosjekt som er undersøkt, og jeg vil også oppsummere hvordan kart har blitt brukt i disse prosjektene. Jeg har brukt byggemøtereferater og intervjuer som kilder til casene. Allmenn tilgjengelig informasjon har vært brukt for faktaopplysninger som f.eks reguleringsplan, historie osv. Byggemøtereferater kan ikke gjengis i oppgaven, så de blir det referert til. Generell informasjon om prosjektene har jeg hentet fra byggherre og entreprenør sine nettsider.

5.1 Fornebu Hageby



Figur 5.1.1

Kort om prosjektet

Hagebyen består av tre typer boliger, blokker, 2+2 (to etasjers leiligheter) og rekkehus. Alle leilighetene har egen parkeringsplass i parkeringskjeller. Prosjektet er et foregangsprosjekt i VDC og BIM, og er brukt konsekvent gjennom hele prosjektet.

Byggherre er Veifor som er deleid mellom Veidekke og OBOS. [511]

Fakta om Hagebyen [511]	
Antall boenheter	345 (tre byggetrinn)
Salgsverdi	1,7 mrd kroner
Oppstart bygging	Sommer 2012
Ferdigstilt (3. trinn)	1. kvartal 2015
Tomtestørrelse	Ca 35,6 dekar

Historie Fornebu

Hagebyen er lokalisert på Oslos tidligere hovedflyplass Fornebu som ble erstattet av Gardermoen og ble nedlagt i oktober 1998. Grunnen til at hovedflyplassen ble flyttet, var fordi Fornebu hadde for liten kapasitet, og hadde små muligheter for å ekspandere. Det ble vedtatt på 80 tallet at det måtte bygges ny hovedflyplass, og i slutten av 1992 ble det vedtatt at den skulle ligge på Gardermoen. Fornebu var da på vei til å bli erstattet, og en begynte å se etter andre bruksområder for arealene. Det ble vedtatt i 1993 rikspolitiske retningslinjer for fremtidig bruk av Fornebu, der det skulle legges til rette for boligbebyggelse med god utnyttning, og næringsarealer som skulle begrenses til de eksisterende næringsarealer. [512, 513]

Det ble etter vedtaket om flytting av hovedflyplass startet et arbeid med kommunedelplan som til slutt ble vedtatt i 1999. Denne ble utarbeidet i samarbeid med grunneiere, som besto av Oslo kommune med 1900daa og staten med 1500daa. Det har vært mye diskusjon rundt planarbeidet, og det har vært kritisert at området er lite utnyttet.

Hovedtrekkene av planen gir at det skal plasseres næringsbebyggelse på østsiden av Fornebu, mens det skal være grøntarealer og boliger i sentrale deler av Fornebu. Arealer tilstøtende til sjøen på vestlig side skal bevares som naturreservater og parker. Det legges

opp til i overkant av 5000 boenheter og 15000 arbeidsplasser i planene. Boligutbyggingen skal foregå jevnt, slik at servicetilbudene kan utvikles samtidig med utbyggingen. [514]

Reguleringsplan for delområdet som omfatter områdene Veifor bygger ut i dag, ble utarbeidet av Fornebu Utvikling og godkjent i september 2006. [514, 515]

Prosjektets start

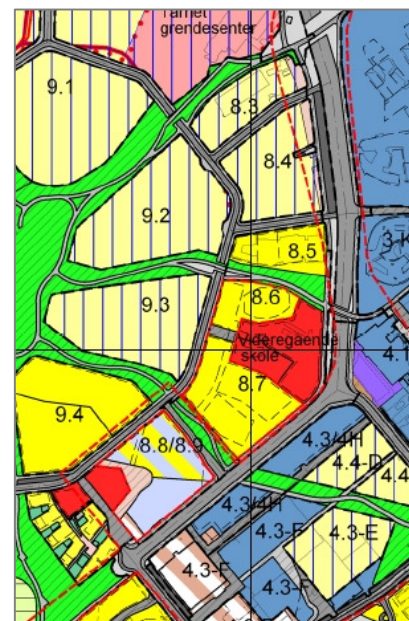
Prosjektet startet ved at Veidekke eiendom så på en tomt som Fornebu Utvikling solgte, og etter forhandlinger med Fornebu utvikling så gikk de inn i et samarbeid. De dannet så selskapet Veifor AS der Veidekke eide 50% av aksjene, og Fornebu Utvikling eide 50%. OBOS kjøpte senere andelen til Fornebu Utvikling. Prosjektet er en totalentreprise, der Veidekke er entreprenør. Dette fungerer godt for dette prosjektet, men krever at man kjører med åpne kort siden OBOS er deleier sammen med Veidekke.

Planlegging av hvordan tomtene kunne utnyttes kom i gang i slutten av 2010, og det var da ikke bestemt at det skulle bli et VDC prosjekt med bruk av BIM. Tidlig i prosjektet så ble det brukt ulike gratistjenester for å studere området som Google Earth og kommunale nettkart, noe som var gull verdt i tidligfasen. Etter å ha kommet frem til et forslag om mulig utnyttelse, så måtte en sjekke forskrifter for å se om kravene kunne tilfredsstilles. Det skulle endres fra TEK7 til TEK10 1. juli 2011, derfor måtte en ha oversikt over hva dette kunne medføre. Det som da ble funnet ut var at det ville bli problemer for rekkehusene pga krav om tilgjengelighet. TEK10 krever at det skal være livsløpsstandard, som betyr at alle rom med funksjon skal være i én etasje. Dette var ikke tilfelle med rekkehusene, og man ville da støte på problemer her. Det ble derfor klart at en måtte nødt til å søke før TEK7 gikk ut. Alle andre krav tilfredsstillte TEK10 (energibruk, utenomhus) og hadde ikke innvirkning på dette. Tiden var derfor knapp, og en så på muligheter for å korte ned prosjekteringstiden. VDC og BIM kom da opp som et alternativ som kunne få prosessen til å gå raskere. Det ble derfor vedtatt at prosjektet skulle være et VDC prosjekt. Oppstart på prosjekteringen kom i gang 7. januar 2011, og alt måtte være klart før den 1. juli 2011. Det som måtte gjennom var en detaljregulering og rammesøknad før fristen. Tiden var derfor veldig knapp.

Kartbruk i dette prosjektet

Det som er spesielt på dette prosjektet er at det ligger på en tidligere flyplass. Det betyr at ingenting ligger i grunnen, og en trenger ikke omfattende undersøkelser før bygging. Reguleringsplan og eiendomskart var også nylig utarbeidet, og var tilgjengelig digitalt slik at det ble enkelt å ta inn dette. Det eneste man trengte å forholde seg til var byggegrenser og eiendomsgrenser. Høyder ble delvis bestemt av høyder på veier rundt tomten, men inne på området bestemte man dette selv.

Siden dette var et VDC prosjekt, så var det klare retningslinjer på hvordan det skulle gjøres med kartbruk. I tillegg så hadde folk i prosjekteringsgruppa god kunnskap om kart. Dette gjorde at kart og GIS ble definert med en gang. NTM ble valgt som projeksjon, og nullpunkt definert. Alle i prosjekteringsgruppa tilpasset seg da kartet, og en



Figur 5.1.2

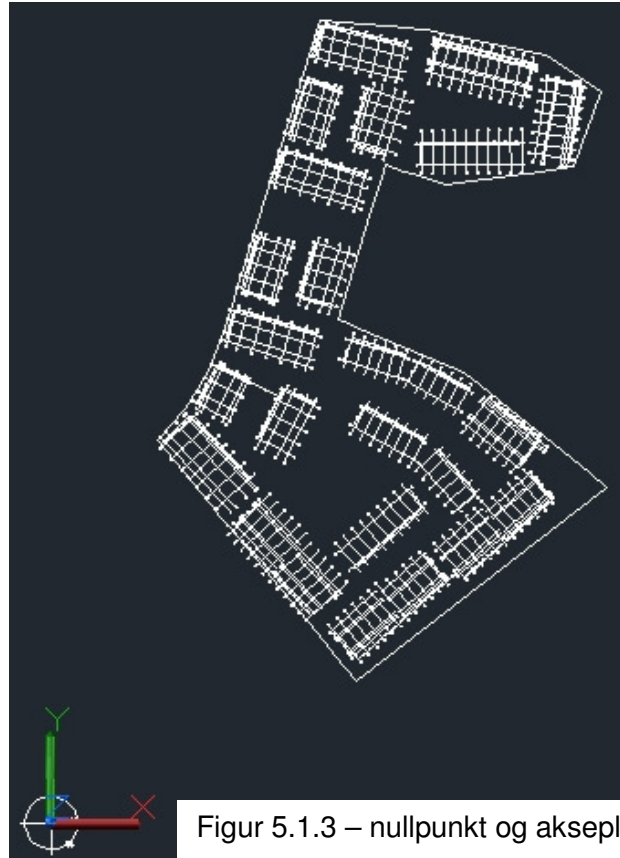
opplevde ingen problemer med dette i etterkant. Kart som kom fra el, tele og VA var i UTM projeksjonen, og ble transformert til NTM før dette ble tatt inn i prosjekteringsgrunnlaget.

Tidlig i prosjektet ble hele tomten profilert før det ble gjort noen inngrep. Samtidig ble det utført en grunnundersøkelse for å finne ut hvor langt det var til fjellgrunn. Det ble boret ned til fjell, og dybden registrert for å beregne pellingder for byggene. Det er normalt å pele tyngre bygg for å unngå setninger. Av registreringene ble det dannet et fjellkart som viste seg å ha stor verdi fordi det gjorde pelingen mye lettere.

I dette prosjektet så har stikningsingeniør hatt mye ansvar. Pga at retningslinjer for kartbruken var veldefinert fra starten av, så har det heldigvis vært lite problemer med dette. Men siden det er stikker som går gjennom tegningene daglig, så er det også stikker som oppdager mange av feilene. Dette medfører at det må meldes fra til den ansvarlige på området, og det blir derfor mange feilrapporter siden BIM er såpass lett å se feil på. Dette har vært en ekstra arbeidsoppgave for stikker, noe som har gjort at det har til tider vært hektisk. Det kan derfor være en belastende oppgave å kontrollere modell for feil i tillegg til alle de tradisjonelle oppgavene. Det har vært utsetting av bygg, oppmåling og feilrapportering om hverandre, slik at det har vært en utfordring med å få utnyttet stikningskapasiteten skikkelig. Det har heller ikke hjulpet at det har vært endringer i planen kort tid før det skulle stikkes. Arbeidsmengden til stikker bør derfor vurderes i andre BIM prosjekt, slik at en unngår at alt ansvar faller på en person. Det har vært litt uenighet å spore på hva det skal forventes at stikningsingeniør skal ordne. BIM koordinator har vært nevnt som en mulig løsning på dette.

Som bygget - FDV

Som bygget tegningene av det tekniske anlegget i dette prosjektet har blitt jevnlig utarbeidet av stikker. Dette har fungert bra, og det har blitt laget en oversikt over alt det tekniske anlegget som finnes i bakken. I tillegg så har det ved avvik av bygging blitt målt opp aktuell del, lagt inn på tegning og sendt til aktuell prosjekteringsansvarlig for oppdatering av tegning. Hvor mye feil det må være før tegning blir oppdatert varierer med alvorlighetsgraden. For en lite alvorlig endring er det vanlig at det er ca 20cm+ før en velger å oppdatere tegning. Det har vært Veidekke som har styrt hva som skal oppdateres av feil i dette prosjektet for bruk i FDV modell. Hvor gode FDV tegningene er mye avhengig av stikker.



Figur 5.1.3 – nullpunkt og akseplan

VDC prosessen

En ting som var nytt i dette prosjektet var ICE prosessen. Her møtes konsulentene en gang i uken for å være til stede å prosjektere sammen. Dette har gjort at det er lett å få informasjon fra andre konsulenter, slik en slipper å bruke lang tid på å få bekreftet noe. Dette har fungert fint, selv om det har vært en utfordring å få alle med på dette. Det viktigste er at alle i prosjekteringsgruppen er tilgjengelig, så da kreves det at alle er til stede for at prosessen skal lykkes.

Kontraktformen i dette prosjektet er totalentreprise som er den beste

tradisjonelle kontraktformen for VDC og bruk av BIM i dag. Den er derimot ikke perfekt siden en søker å kutte kostnader i alle ledd i byggeprosessen, og en kan risikere at det blir satt av for lite penger til prosjektering. For at VDC skal være effektivt krever det en større ressursbruk på prosjekteringen enn vanlig, dette for å få bort feil på planleggingsstadiet i stedet for under bygging. Det er da vanskelig å få til økt ressursbruk på prosjekteringen pga kontraktformen som naturlig nok ønsker å senke kostnader i alle ledd. Dette oppleves som et problem, og en har også hatt vanskeligheter under dette prosjektet på grunn av dette. I en BIM prosjekteringsgruppe så kreves det en BIM koordinator som kan holde kontroll på tegninger og dataformat for jevn flyt i prosjekteringsgruppa. Hvis denne rollen droppes, slik det ble gjort i dette prosjektet, så gjør det at alle må oversette filformat og oppdatere tegninger selv. Dette er ressurskrevende for de enkelte aktørene i prosjekteringsgruppa, og gjør at mye tid går bort på enkle datatekniske problem. Det vil nok ikke vise på regnskapet, men effektiviteten går ned.

På dette prosjektet har det vært gode erfaringer med VDC. Interessen har vært forskjellig, men alle har brukt det på ulike nivå. Det ble fokusert på at alle skulle få kurs i bruk av BIM, og mye av satsningen har ligget her. Ved behov har arbeiderne fått sett BIM modellen, slik at det har vært mindre misforståelser enn før. Datatekniske løsninger begrenser derimot bruk av BIM modellen på byggeplassen, en BIM modell er ca 300-500MB og kan være tidkrevende å laste ned på 3G nett. Det har vært ulik forståelse av BIM, og en har sett stor forskjell på de som har benyttet dette tidligere. Kollisjonskontroll har gjort at mange konflikter har blitt avdekket tidlig i prosjektet, noe som har medført at en har unngått å få problemet på byggeplassen. Det har også gått mindre tid til å feilsjekke tegninger, ettersom det er enkelt å se visuelt om det er feil.

Økonomi

I de fleste lærebøker så er økonomi oppgitt som motiv for å bruke BIM. I dette prosjektet har det vært gode erfaringer med VDC prosessen, og har medført innsparinger både i tid og penger. Feil har kanskje vært noe mindre på dette prosjektet enn andre, men det har ikke vært den store forskjellen.

VDC har vært en av de viktigste grunnene til at dette prosjektet har gått bra. Det ble gjort en 4D analyse i forkant av bygging, noe som simulerte hvor det var mest hensiktsmessig å

Figur 5.1.4



starte og bygge. For å få minimalisert tidsbruken, så var det viktig at det ble kjørt flere faser samtidig, slik at det var flest mulig folk i arbeid og at de slapp å vente på hverandre for at de kunne starte. 4D analysen gjorde dermed at de kunne maksimere dette, og tidsbruken ble redusert med 3mnd på 1. byggetrinn. Dekningsbidraget ble også økt fra 10 til 15%, noe som må sies å være en god økning. Det ble også spart inn 5000timer totalt på betongarbeidet i forhold til kalkylen. Gode resultater har også gjort at byggherre har vært fornøyd med prosessen, noe som også smitter til andre deler av Veidekke Eiendom.

Oppsummering av prosjektet

Dette prosjektet kan sies å være et foregangsprosjekt angående dette med kartbruk. Det har riktignok ikke vært mye informasjon i kartene som har vært brukt pga det var ingenting på området når prosjektet startet. 3D visualisering av området rundt har derfor vært lite nyttig, bortsett fra nybygg som er prosjektert som kanskje kunne ha vært med på visualiseringen. Dette er uansett detaljer. Det har ikke vært noe tull med georefereringen på dette prosjektet, dette skyldes i stor grad at alt ble gjort i riktig rekkefølge fra begynnelsen av. Riktig projeksjon ble benyttet med en gang, og riktig folk var ansvarlig for kartene. De som styrte kartbruk hadde god kunnskap om kart, og var derfor raskt ferdig med definisjon av nullpunkt. Et foregangsprosjekt på kartbruk, og en bør nytte av erfaringene en gjorde her. At det var lite å skrive om hva som ble gjort angående kart betyr at det ikke ble gjort noen store feil. Som bygget for bruk i FDV har også vært bra på dette prosjektet, selv om det er veldig avhengig av stikker.

Proessen var også interessant å følge, her har det vært entusiastiske folk som har vært med på prosjektet, noe som har gjort at det har vært god effekt av VDC. Det kunne kanskje vært en koordinator som styrte dataflyt, og ekstra folk som hadde ansvar for feilsøking. Da kunne det ha vært enda større effekt av VDC. Økonomisk har det vært et bra prosjekt, noe som sikkert vil medvirke at VDC blir brukt på flere prosjekt i fremtiden.

5.2 Statnett bygget



Figur 5.2.1: Statnett bygget

Kort om prosjektet

Bygget er et kontor og forretningsbygg som er hovedkontoret til Statnett. Byggherre er Avantor, et stort eiendomsutviklingsfirma som har flere bygg i Nydalen. Oppført av Veidekke som totalentreprise. Bygget er på 7 etasjer, i tillegg til 3 underetasjer. [521] Prosjektet er ikke et BIM prosjekt, men har brukt 3D til visualisering og kollisjonskontroll.

Fakta om Statnett bygget [521]	
Antall m2	28 000
Antall arbeidsplasser	Ca 1000
Antall parkeringsplasser	150
Kontraktssum	380 mill. kroner
Oppstart bygging	Februar 2011
Ferdigstilt	Desember 2012
Tomtestørrelse	6808 m2

Historie Nydalen og Avantor

Byggherre er Avantor AS som er store innen byutvikling, salg og kjøp av eiendommer, og eiendomsforvaltning. De disponerer et stort område i Nydalen som tidligere var et industriområde bedre kjent som Christiania Spigerverk. [522] Elkem fusjonerte med Christiania Spigerverk i 1972, og industriområdet i Nydalen ble etter en lang intern drakamp nedlagt. Elkem stoppet produksjonen i Nydalen i 1988, og medførte at industrilokalene ble stående tomme. Elkem kom i en likviditetskrise i 92, og måtte selge industriområdet i Nydalen. [523] Da kom Kjell Inge Røkke og Bjørn Rune Gjelsten på banen og kjøpte opp selskapet Elkem eiendom som ble fusjonert med Røkke og Gjelsten eiendom. [525] De kjøpte opp Avantor i 94 og slo det sammen med sitt eget selskap og kalte det Avantor. Det ble starten på utviklingen av Nydalen slik den fremstår i dag. Flere delområder i Nydalen ble kjøpt opp av Avantor senere. Nå eies Avantor av Rasmussengruppen som er et Kristiansandfirma. [524]

Om Nydalen Allé 33

Avantor hadde en ledig tomt som de ønsket å bygge på, derfor utlyste de en arkitektkonkurranse allerede i 1999. Det ble utlyst konkurranse på adressene Nydalen Alle 33, 35 og 37 samlet, der en var opptatt av å ha god utnyttelse av tomten samt fleksible byggetrinn. Tomten det skulle bygges på var et tidligere industriområde, og var sterkt forurenset av tungmetaller. Tomten ble ferdig regulert i oktober 2000 etter det som ble tegnet i arkitektkonkurransen, og eiendomsgrensene følger forslaget som kom frem i reguleringsplanen. Arkitektkonkurransen ble vunnet av Kosbergs Arkitektkontor AS, men

prosjektet ble tatt over av NYARK før bygging. [526] Til vanlig refereres byggene til som Nydalshøyden bygg A, B og C der adressen er Nydalen Allé 33 for bygg C som er brukt i denne oppgaven. Nydalshøyden A, B og C henger sammen, samt at byggetrinnene følger etter hverandre. Hele prosjektet ble byggemeldt i 2001, der alle byggene var med. Bygg B ble ferdig først og var ferdig i 2005, Bygg A var ferdig i 2010.

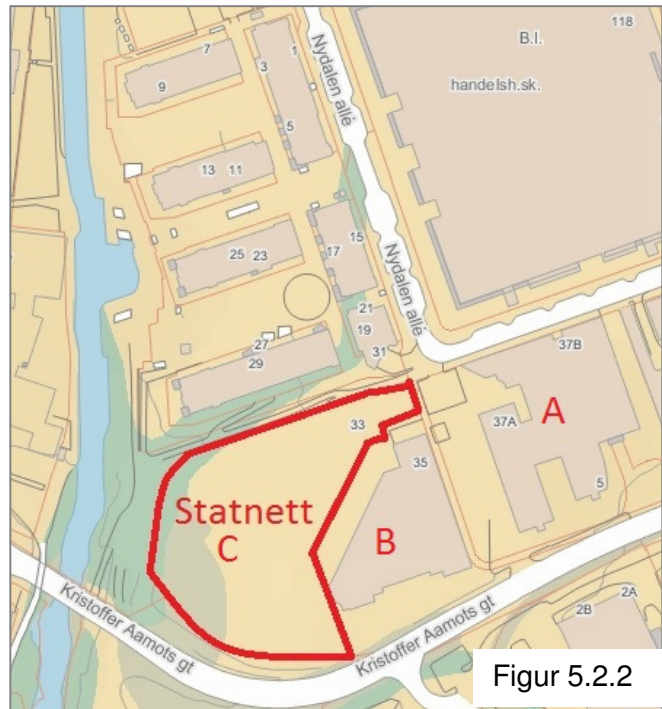
Avantor bygger sjelden bygg på spekulasjon, dette skyldes flere faktorer som knytter seg til risiko. Hvis et bygg ikke er utleid etter 3 år fra ferdigstilling, så blir det ikke momsfrinkt på byggekostnaden. Dette vil ødelegge regnskapet for bygget fullstendig, da det

ofte er små marginer i dagens marked. Derfor måtte Avantor finne leietakere før bygget kunne føres opp. Opprinnelig så var bygget tiltenkt en annen aktør enn Statnett, men før kontrakt ble signert trakk de seg. Avantor måtte derfor finne ny leietaker, og gjorde at prosjektet sto stille frem til avtalen med Statnett ble signert. Statnett ble flyttet over fra et annet prosjekt som ikke var kommet så langt til Nydalshøyden Bygg C, noe som tok litt tid. I 2009 begynte derfor prosjekteringen opp igjen, og ble byggemeldt da. Det ble da veldig hektisk, og alt skulle være skje veldig kjapt for at bygget skulle stå ferdig til avtalt tid.

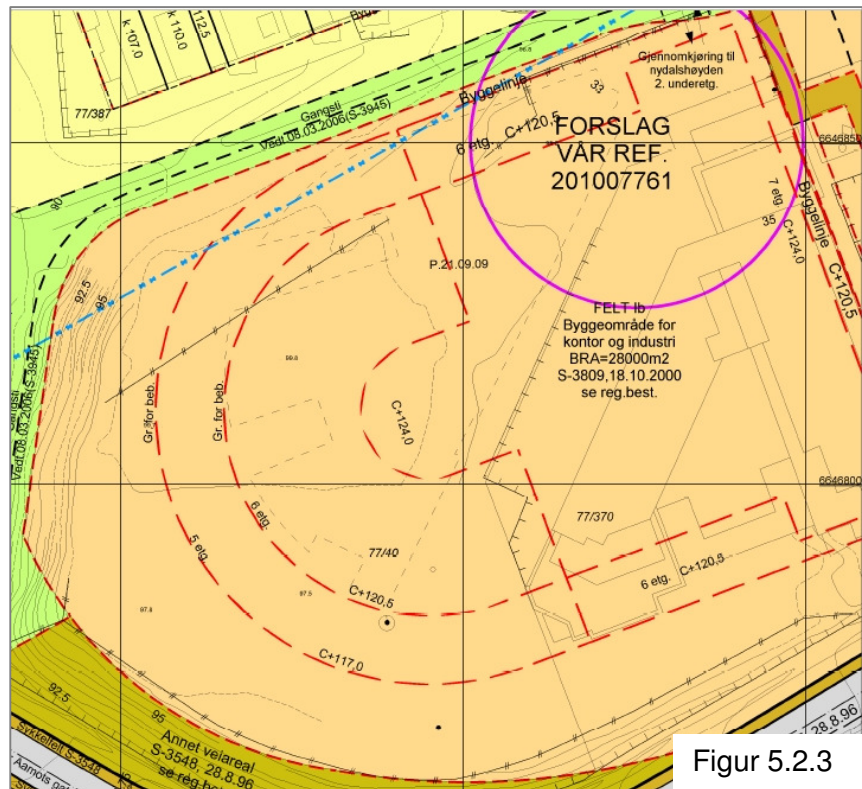
Kartbruk i dette prosjektet

Før en kan starte byggingen, så er det en lang prosess bak. Avantor har vært med lenge å utvikle eiendommer, og de har også god oversikt over eiendommene de besitter. Før det blir bygd noe som helst, er det mange analyser som skal sikre at tomten blir best mulig utnyttet. Dette arbeidet blir som regel gjort før reguleringsplan blir påbegynt, og en må sørge for at planen er gjennomførbar siden det tar lang tid fra start til slutt. GIS analyser er da viktige for å se hvordan ting kan passe inn. Avantor sitter med et stort kart over hele området med detaljopplysninger skrevet direkte på de ulike tomtene, slik de lett kan se hva som er mulig å gjøre. Dette er riktignok en enkel måte å gjøre det på, men effektivt siden det er lett å formidle informasjon på denne måten.

Det ble ikke gjort noen 3D visualisering av omkringliggende bebyggelse før bygging av dette prosjektet. Det ble gjort tradisjonelle siktvruderinger, samt at nabobyggene ble prosjektert i samme tidsrom slik man hadde god info om disse. Arkitekt var med på alle byggene på Nydalshøyden, og hadde god oversikt på hva som hadde blitt gjort her.



Reguleringsplanen for dette prosjektet ble fullført i 1999, noe som betyr at det var gjort i Oslo lokal koordinatsystem. Bygg B og A som hadde blitt oppført tidligere hadde fullført byggingen i Oslo lokal, og hadde ingen problemer med dette. Det ble skiftet til Euref89 UTM i 2008, rett før dette prosjektet ble startet på ny. Dette gjorde at kart som kom fra kommunen var transformert til UTM projeksjonen, og derfor ble prosjekteringen gjort med dette som bakgrunnskart. Dette ble



Figur 5.2.3

ikke sett på som noe problem, bortsett fra at arkitekt mente på at det forsvant noen cm på grensene. Dette kan skyldes at bygningsmodellen var prosjektert med modellkoordinater uten målestokksfaktor, mens kartet ble importert direkte som UTM med målestokksfaktor. Da virker det mindre pga Oslo lokal hadde ingen målestokksfaktor, mens UTM har ca 2,8cm krymp pr 100m i dette området.

Et av de største problemene var derimot at det var uoverensstemmelser med aksene og nullpunkt på prosjektet. Ved reguleringsplanarbeidet og ved bygging av A og B så var aksesystemet for byggene vendt om sør og nord, slik at man snudde kartet opp ned for å få aksesystemet til å passe. Dette hadde fungert fint på de tidligere prosjektene pga at man brukte lokalt koordinatsystem på byggeplassen. Arkitekt ville fortsette å bruke dette aksesystemet som ble brukt fra A og B på grunn av at en ville ha kontroll på hvor alle byggene var i forhold til hverandre. Veidekke som vant entrepris kontrakten ønsket derimot å bruke Euref89 NTM på dette prosjektet. Dette fordi at bruk av lokalt system ofte er risikabelt, og gjør at feilen kan bli stor ettersom man ikke har noen kontroll med om noe har forskjøvet seg. En annen viktig årsak til at NTM ble brukt, var fordi at UTM har en krymp i seg. Dette medførte at det ble i praksis mindre areal når bygget ble satt ut. Dette unngikk man med NTM, og en "vant" tilbake noe av det arealet man tapte da man måtte gå over fra TEK7 til TEK10. TEK10 medførte tykkere vegger, og gjorde at man mistet areal siden man ikke kunne utvide på utsiden av bygget.

I tillegg hadde man brukt Autodesk ADT til å detaljprosjekttere bygg A og B, mens på bygg C ble det brukt Revit. ADT hadde ingen problemer med å vri aksesystemet, mens Revit håndterte denne vridningen av kartet dårlig. Dette medførte at man ikke kunne vri bygget på plass slik det skulle, og en kunne ikke georeferere bygget på en normal metode. Dette medførte problemer for arkitekt når tegningene skulle være i NTM, og alle tegninger måtte transformeres manuelt hver gang det var endring. Dette gjorde at arkitekt hang noe etter de

andre fagene, og medførte noe rusk på tegningene. RIE tegnet ikke i 3D og hadde også problemer med georeferering. Dette skyldtes nok problemene fra arkitekt. På møte som dreide seg om georeferering ble det sagt at det var problemer med refereringen, og medførte at det ble mye flytting på tegningene for å få dette til.

Ved valg av nullpunkt ble dette lagt feil i forhold til retningslinjene, noe som var årsaken til at Revit ikke ville samarbeide. Dette kom av at det ikke lå i sørvestlig hjørne av prosjektet slik det er vist i f. eks BuildingSMART georeferering [527]. Dette kom av at aksesystemet var opp ned som nevnt tidligere.

R/E bekreftelse

Noe som forsinket oppstarten var feil på R/E bekreftelsen (regulering og eiendomsgrense bekreftelse). Siden reguleringsplanen var ganske spesifikk på høyder og arealer, så var det viktig at denne ble fulgt. Ved oppstart så man derimot at det var en feil på reguleringsplanen, og man måtte få en ny R/E bekreftelse fra kommunen. (Se figur på forrige side for kart) Det som hadde skjedd var at en del av buen på den øverste reguleringslinjen på bygget var feil. Arealene var strengt regulerte, og en kunne ikke tillate seg å bygge utenfor grensen. Naboene var også på vakt, siden de var misfornøyde med at det kom et bygg der. Derfor turte ikke Veidekke å starte opp byggingen for fullt før det var kommet en ny R/E bekreftelse fra kommunen. Dette gjorde at det ble forsinkelser i oppstarten, som forplantet seg videre i prosjektet.

Bruk av BIM/3D

I dette prosjektet var det prosjektert i 3D, mens gjeldende tegninger var i 2D. I tillegg var det en viss grad av BIM funksjonalitet ettersom Loe betongelementer prosjekterte alt i 3D, samt RIV gjorde det samme. En fikk derfor avdekt kollisjoner i modellen, slik en fikk luket bort problemene før byggingen startet. De tekniske rommene ble prosjektert med 3D modeller, slik en unngikk en mengde feil. Det ble derimot ikke full utnyttelse av 3D/BIM, fordi at ARK hang litt etter med sine tegninger. Det ble derfor noen uoverensstemmelser pga dette.

Tidlig i prosjektet så ble det brukt 3D visualiseringer for å kommunisere endringer og løsninger på bygget. Dette var ifølge ARK og BH til stor hjelp, da det viste meget godt hvordan det var tenkt. Tradisjonelt har man diskutert løsninger på 2D tegninger, noe som har medført misforståelser pga det er vanskelig å se for seg hvordan det blir på en 2D tegning når bygget vil bli bygd i 3D. Dette har medført endringer sent i byggeprosessen, noe som er dyrt. Det hadde vært ønskelig med visualisering av omkringliggende bebyggelse også for dette prosjektet, noe som ikke ble gjort. Dette blir nok det siste prosjektet som Avantor skal føre opp som ikke har BIM.

Oppsummering av prosjektet

Kartmessig ble det en del trøbbel på dette prosjektet. Det var flere årsaker til dette, og at prosjektet var startet opp midt under skifte fra Oslo lokal til Euref89 UTM er nok noe av grunnen. Ved prosjekteringen ble det valgt UTM som prosjekteringsgrunnlag, noe som ikke kunne unngås ettersom det var det nye formatet. NTM kom først i 2010, etter at prosjekteringen hadde startet opp. I tillegg ble det krøll på georefereringen, dette skyldtes nok flere ting, men skifte av programvare midt i prosjektet, nullpunkt på feil sted samt aksesystem feil vei hadde nok det meste av skylden. R/E bekreftelsen hadde feil i seg, noe som forsinket oppstarten. Dette var litt verre å gjøre noe med siden det er Oslo kommune som sender ut dette, men det burde ha vært undersøkt tidligere.

En kan kanskje spørre seg om dette prosjektet burde hatt en ansvarlig for geodesi, da hadde nok mye vært løst. Entreprenør med kartkunnskap kom sent inn i prosjektet da det meste var prosjektert, derfor ble det litt kluss å georeferere i ettertid. At arkitekt skal kunne alle de forskjellige kartprosjeksjonene er kanskje mye å forvente. Hadde dette vært et rent BIM prosjekt kunne det vært en person som var ansvarlig for å referere kart og sørge for at riktig format ble brukt. Bruk av retningslinjer for georeferering hadde vært fordelaktig her, og aktører unntatt Veidekke virket ukjente med manualer på georeferering som f. eks buildingSMART sin prosessbeskrivelse georeferering [527].

Utbyttet av 3D prosjektering var god, denne sørget for at beslutninger ble tatt raskere. I tillegg ble prosjekteringen av de tekniske rommene enklere. Alle aktører i prosjektet var positive til 3D/BIM prosjektering, og høstet gode erfaringer med dette.

5.3 R6 bygget

Fakta om R6 bygget [531,532]	
Antall m2	21 500
Antall arbeidsplasser	Ca 440
Antall parkeringsplasser	150
Kostnadsramme	1,1 mrd. kroner
Kontraktverdi Veidekke	430 mill. kroner
Oppstart bygging (VD)	Juni 2009
Ferdigstilt	Juni 2012
Tomtestørrelse	Ca 2,94 dekar

Kort om prosjektet

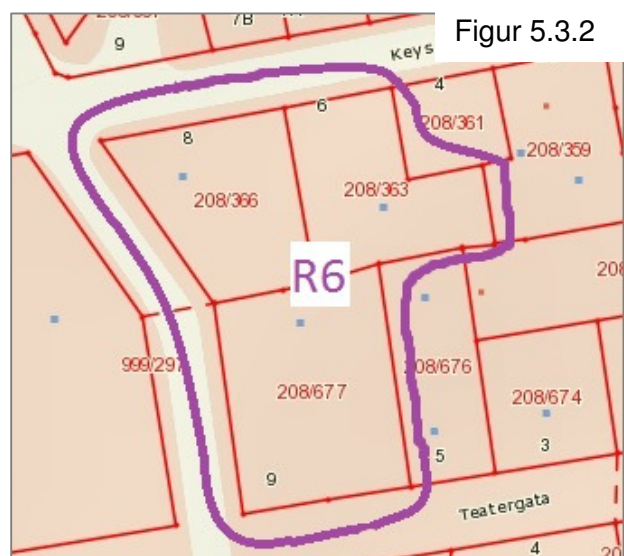
Det nye regjeringsbygget skal brukes av Helse og omsorgdepartementet og Landbruks og matdepartementet. Plasseringen er sentral nær regjeringkvartalet. Bygget består av tre eiendommer som er slått sammen der to av disse skulle renoveres, og ett nybygg på 13 etasjer som figur viser. Prosjektet er ikke BIM eller 3D. [531]

Hvorfor jeg tok med dette prosjektet

Det jeg var interessert i å se på, var hva som hadde skjedd med kartbruken siden dette hadde vært problematisk. Valgte derfor prosjektet som case, og jeg har brukt intervjuer og offentlig tilgjengelig informasjon som kilder. På grunn av at dette er et regjeringsbygg, så var det vanskelig å få noen informasjon om bygget på grunn av sikkerhet. Byggemøtereferater inneholdt lite om geodesi, så det var lite informasjon derifra.



Figur 5.3.1



Figur 5.3.2

Kort historie

R6 består av 3 eiendommer som er Keyzers gate 6 og 8 (forkortet til K6 og K8), og Teatergaten 9 (forkortet til T9). Høybygget som viser på bildet er Teatergaten 9, og bak mot venstre skimtes Keyzers gate 8. Keyzers gate 8 ble oppført fra 1898 - 1900, og påbygd med 4, 5 og 6 etasje fra 1954 – 1956. Dette er et verneverdig bygg som måtte bevares og rehabiliteres. Keyzers gate 6 er et kontorbygg som ble oppført i perioden 1999 – 2001, men ble ikke tatt i bruk og solgt til Statsbygg i 2003. Det ble lagt ut for salg igjen i 2004, men salget ble trukket etter en utredning fra arkitekt som tegnet R6.[535] Teatergaten 9 var tidligere lokalene til Bien sparebank, og var et bygg som ble oppført i 1985 og revet i 2009 før R6 skulle bygges. [536]

Statsbygg begynte i 2006 et forprosjekt for å sette i stand eiendommene Keyzersgate 6, 8 og teatergaten 9. Her var ambisjonene å danne et regjerningsbygg med samme standard som R5. I starten av 2008 fikk Statsbygg oppdraget med å gjennomføre prosjektet. [537]

Veidekke vant anbudet, der kontrakten var en hovedentreprise med målpris som betydde at gevinst skulle deles hvis det ble billigere, og tap skulle deles hvis det ble dyrere. Oppstart for Veidekke var Juni 2009.

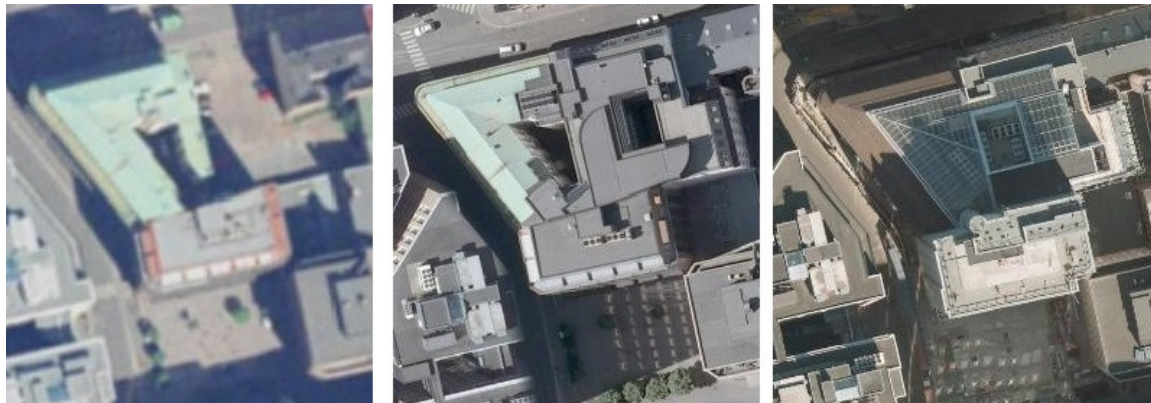


Fig 5.33 1997

2004

2012

Kartproblemer

Dette prosjektet hadde flere problemer med kart og tegninger. Dette hadde flere årsaker, som jeg skal gå inn på her. En av tingene som ble mest debatt om, var at arkitekt ble byttet underveis i prosjektet. Dette kom frem i medieoppslag, og ifølge Statsbygg byttet de arkitekt på grunn av feil og mangler med arbeidsgrunnlaget. [534]

Ifølge byggemøtereferater så var det papirtegninger som var gjeldende tegninger på dette prosjektet. Arkitekt hadde målsatt alt fra aksesystemet i stedet for reelle koordinater. Arkitekt ville ikke gi ut noe informasjon digitalt på dwg, noe som var veldig vanskelig å forholde seg til for oppmålingsingeniørene. De måtte måle seg ut fra aksene på bygget for at en skulle få punkt en kunne benytte, noe som er veldig tungvindt. Dette gjorde at mye tid gikk vekk i starten før en til slutt fikk tegninger digitalt. Det ble ikke brukt 3D i dette prosjektet, alt foregikk i 2D.

Kartmessig var det store problem pga rot med koordinatsystemer ved innmåling av eksisterende bygg, samt ved prosjektering av nybygg. Byggherre hadde ikke kontroll på kart, og forsto ikke forskjellen på de ulike geodetiske systemene som var i bruk. Firmaet som målte opp eksisterende bygg K8 hadde fått feil beskrivelse fra konsulenter på hva som skulle måles opp. Derfor ble K8 målt opp i feil koordinatsystem, nemlig Oslo lokal. For K6 som ble

ferdig i 2001, så fantes det autocad tegninger fra den gang bygget ble satt opp som ble brukt videre i prosjektet. Problemet med disse var at de hadde blitt tegnet i 1:1, og satt ut i Oslo lokal. Når de da tok inn modellen i 1:1 i plantegningene som var i UTM, så ble det feil med en gang. For å oppsummere så hadde man tre forskjellige utgangspunkt:

- K6 hadde gamle autocad tegninger i 1:1, bygg satt ut i Oslo lokal, tegninger tatt inn fra Autocad uten å korrigere i ny plan som var i Euref89 UTM.
- K8 var bevaringsverdig bygg som ble målt opp i Oslo lokal
- T9 var et nybygg som ble prosjektert i Euref89 UTM

Denne sammenblandingen ble ikke oppdaget før Veidekke kom inn i prosjektet og alt måtte måles opp på nytt. Kontrakten var hovedentreprise, som betydde at Veidekke først kom inn i bildet når tegninger var ferdige. Derfor var det lite de kunne ha gjort for å unngå kartfeilene i startfasen. Konsulentene hadde gjort en rekke dårlige beslutninger på oppmåling og prosjektering når det gjaldt projeksjoner som måtte løses ved byggestart. Det som måtte gjøres var at K8 måtte måles opp på nytt samtidig med at K6 måtte måles opp for å få alt i samme koordinatsystem. Etter dette måtte det prosjekteres på ny, samt at tegningene måtte georefereres. Det ble også anbefalt å lage et grunnlagsnett, siden dette ikke var på plass fra før. Geosurvey ble hyret inn for oppmålingstjenester og for å lage grunnlagsnett. Det ble en ekstraregning på kr 47 250,- for å rydde opp i aksesystemet og for å finne ut av avvik. Oppmålingskostnader kom i tillegg til dette.

Et annet problem man hadde på dette prosjektet, var at det var brukt Euref89 UTM som koordinatsystem for prosjektering og planlegging. Dette er et uegnet system for steder hvor det er tett mellom bygg, og ting skal tilpasses eksisterende bebyggelse. For å få dette til i UTM, så må man tilpasse på byggeplassen, noe som er mye ekstraarbeid og tar tid. Når dette prosjektet var i startfasen var ikke NTM projeksjonen tatt i bruk enda. Det var da to alternativ, som var å bruke Euref89 UTM eller å bruke en lokal tilpasning. Ingen av disse alternativene er ideelle for å unngå feil.

Kartgrunnlaget hadde eiendomsgrenser, VA og infrastruktur inne. Dette var det lite problem med og ting var i orden. På slutten av prosjektet ble VA, el og tele tilkoblinger levert til kommune og byggherre som normalt ved overtagelse. FDV ble levert til byggherre som en miks av pdf og dwg filer.

Økonomi

Uten å gå for mye inn på det, så ble dette prosjektet en god del dyrere enn det som var planlagt. Dette skyldes flere faktorer, men dårlig tegningsgrunnlag og dårlig kontroll fra byggherren hadde det meste av skylden. Veidekke var hovedentreprenør og hadde samspillkontrakt med målpris. Veidekkes kontrakt ble etter en stund kansellert pga Statsbygg ikke greide å innfri sin del av kontrakten. Dette gjorde at for resten av byggeperioden så ble det fakturert på enhetspriser som hadde blitt fastsatt i det opprinnelige anbudet, noe som gjorde prosjektet dyrere.

Oppsummering

Er det noen prosjekt som viser at det er viktig å ha kontroll på kart og projeksjoner, så er det dette. Her var det gjort et dårlig arbeid av byggherre, og ingen hadde kontroll på kart eller hva de skulle bestille. Konsulenter som hadde ansvaret for kart hadde nok lite greie på kart, og bestillinger ble feil. Viktigheten med rutiner angående kart er stor, hvis dette er på plass vil

f. eks projeksjoner aldri gi noen problemer slik det skjedde i dette prosjektet. At en må måle opp kritiske bygninger som er essensielt for tilpasningen av nytt bygg først i byggefasen er for dårlig. Ekstrakostnader knyttet til feil kartbruk i dette prosjektet er vanskelig å trekke ut siden det er gjemt inn i poster i anbudet, men det tilfellet som jeg viste til lengre oppe viser at det fort blir dyrt. Det er derimot liten tvil om at rotet i dette prosjektet medførte store ekstrakostnader for byggherre. I følge stikker som ble intervjuet ble det ikke forsinkelser på grunn av dette, men medførte mye ekstraarbeid for stikker.

I april 2008 så kom Statsbygg med sin første utgave av BIM manual. [538] Der ble det ikke satt noe krav til at et bestemt koordinatsystem skulle brukes, men at det skulle angis hvilket koordinatsystem som ble brukt. Dette ble ikke gjort i dette prosjektet. Det var heller ikke krav om at manualen skulle følges, siden dette ikke var et BIM prosjekt. Om dette hadde blitt gjort kunne kanskje utfallet vært annerledes. I dag er det obligatorisk å følge BIM manual for alle nye prosjekt. I denne kom det retningslinjer om kartprojeksjoner som skulle brukes, og georeferering. Statsbyggs BIM manual 1.2 henviser til BuildingSMART sin prosess, georeferering når det gjelder koordinatsystem og nullpunkt. [527]

5.4 Hardangerbrua



Figur 5.4.1 – Hardangerbrua

Kort om prosjektet

Hardangerbruprojektet ble godkjent i 2006 og ferdig prosjektert i mai 2008. [542] Broen er en klassisk hengebro med et spenn som er et av verdens lengste. Broen skal erstatte fergesambandet på riksveg 7/riksveg 13 mellom Bruravik og Brimnes. [541] Det skal være to kjørefelt og en gang og sykkelveg på broen.

Fakta om Hardangerbrua [541]	
Fritt spenn	1310m
Total lengde	1380m
Total bredde	18,3m
Høyde brotårn	201,5m
Kostnadsramme	2,3 mrd. kroner
Seilingshøyde	55m
Oppstart bygging	Mars 2009
Antatt ferdigstilt	I løpet av 2013

Hvorfor jeg tok med prosjektet

Dette prosjektet viser veldig godt hvor stor rolle målestokkfaktor har på koordinater. Målestokkfaktor i dette området er -224ppm, noe som tilsvarer 22,4cm pr 1000m. Dette er også et prosjekt der broelement er bygget på mål, og kommer fra en fabrikk i Shanghai. [543] Derfor var det interessant å ta med litt hvordan målestokkfaktor ble korrigert for i dette prosjektet.

Om kartbruk

Dette prosjektet startet i 2006 da Euref89 UTM var på vei inn til å bli standard kartprojeksjon for Norge. I dette området er det en ikke ubetydelig målestokkfaktor på grunn av UTM projeksjonen, derfor måtte dette problemet adresseres for at det ikke skulle bli trøbbel med at brobanen ikke passet mellom tårnene. Rekkefølgen på byggingen tilsa at tårnene måtte bygges først, deretter måtte disse holde kabel, som igjen skulle holde brobanen. For at brobanen på 1310m ikke skulle bli for kort, måtte en sikre seg at tårnene sto på riktig plass.

Hvis en ikke tar hensyn til målestokkfaktoren i slike tilfeller, så ville tårnene bli bygd med en målt distanse på 1310m imellom i kartplanet. Dette tallet ville vi fått ved å ta X og Y for tårnene og trukket fra hverandre og regnet diagonalen til disse. Problemet er bare at 1310m i kartplanet ikke er 1310m i virkeligheten. For at ting skal stemme må en derfor si at i virkeligheten skal spennet være 1310m, så får en korrigere koordinatverdiene i kartplanet slik at dette stemmer.

Det er flere måter å korrigere for målestokkfaktor på, der NTM projeksjonen har kommet de siste årene for å unngå feil i byggeprosessen pga målestokkfaktor. Når dette prosjektet ble startet var ikke dette en standard enda, så da måtte problemet løses på en annen måte. Måten dette ble løst på i dette prosjektet, var å lage et referansepunkt i det ene tårnet og bruke det som utgangspunkt. Deretter ble det strukket en linje til de andre referansepunktene, denne linjen skulle være 1310m til det andre tårnet i virkeligheten. Dette kalles en lokal tilpasning, og gjelder kun for ett prosjekt. Så ble koordinatene korrigert for målestokkfaktor, og ble deretter gitt som korrigerede referansepunkt til de som skulle bygge. Dette betyr at hvis man sjekker skråavstanden mellom de to tårnene ved å finne dx og dy og bruke pythagoras setning på dette, så vil svaret bli forskjellig fra 1310m. Det vil bli mindre enn 1310m. Se utregning basert på referansepunktene i tårnene nedenfor.

	Tårn Vallavik	Tårn Bu			Skråavstand	Reell avstand	Differanse
X	6707246.710	6706103.609	1143.101m	Δx	1309.684m	1310m	0.316m
Y	380422.421	381061.633	639.212m	Δy			

Som vi ser er det et avvik på 0,316m mellom reell avstand og koordinatenes avstand. Dette skyldes korrigeringen som ble gjort for at det ikke skulle bli problemer med avstanden til den prefabrikerte brobanen. En avstand på 31,6cm er noe som er langt utenfor alle toleranser på bygging av en hengebro.

Denne korrigeringen tok kun hensyn til å justere i lengderetningen på broen, og hadde ikke korrigert på tvers av broen. Dette betydde at det ville fremdeles bli problemer med målestokkfaktor på tvers av broen, noe det ikke ble tatt hensyn til. Dette er derfor ikke en helt ideell løsning, ettersom det var 41,3m mellom brofundamentene i ytterkant. Det betyr at det vil bli en krymp på 0,92cm i bredden, noe som spiser opp toleransene for måleavvik. Det er derimot tvilsomt at ca 1cm vil skape problemer for et sånt prosjekt, så det er forståelig at det ble ignorert i dette tilfellet.

Oppsummering

Siden dette prosjektet var såpass langt, så hadde det blitt en katastrofe om det ikke hadde vært tatt hensyn til målestokkfaktor. Det ble derimot gjort en lokal tilpasning som kompenserte for målestokkfaktor, slik spennet ble 1310m i virkeligheten som planlagt. Dette viser at det er enkelt å unngå problemer om en har greie på geodesi og kompenserer for avvik. I ettertid har Statens Vegvesen kommet med håndbok 138 som spesifiserer at alle nye prosjekt skal ha Euref89 NTM som koordinatsystem. [535] Da vil en ta bort feil knyttet til målestokkfaktor, siden NTM har maks 12ppm i avvik på enden av sonen.

Del 5 – Resultater og konklusjoner

6.0 Resultater

Mine vurderinger og erfaringer i denne oppgaven vil bli presentert i denne delen. Jeg har delt dette opp i delkapitler for at det skal være enklere å følge hva jeg har kommet frem til.

6.1 BIM programvare og kart

Ved bruk av programvare så erfarte jeg selv hva som kunne gjøres med kart, og hvilke utfordringer en møtte på. Siden det er ofte at arkitekt er den som starter et nytt prosjekt og tar inn kart fra kommunen, så er det de som styrer hvor bra det skal gå med kartbruken videre i prosjektet. De bruker som regel ArchiCAD eller Revit Architecture for å prosjektere bygg. Jeg hadde innføring i disse to programmene, og lærte blant annet å georeferere.

Det første problemet en støtte på, var at programmene hadde modellkoordinater som utgangspunkt. Dette fungerer bra for et objekt som skal produseres på fabrikk, men er ikke så egnet for å plassere et bygg ut i en tomt. Når man setter ut et bygg må man forholde seg til et koordinatsystem, som har sine egenskaper. Som kjent er jorden rund, og uansett hvilken kartprojeksjon man bruker så vil ikke det bli perfekt avbildning siden kartet er i 2D. Derfor er det viktig å ha oversikt over hvilke parametre som gjelder for det kartsystemet man skal bruke i byggeprosessen. Modell er i 1:1, og har origo som ligger nært det tegnede objektet. Derfor kan ikke modellkoordinater brukes til å sette ut et bygg siden dette ikke gir noen mening.

Alternativet da er å prosjektere i koordinatsystemet som er standard for området man bygger. Dette er derimot ikke mulig på verken ArchiCAD eller Revit. Det er ingen måte å få valgt et koordinatsystem i prosjektet man lager BIM modellen i, noe som er en stor mangel. Dette betyr at en ikke har mulighet til å prosjektere direkte i kartet, en må bruke en annen tilnærming noe som virker unaturlig for meg. Et av problemene med dette er at brukeren ikke får tilbakemelding om hvilket koordinatsystem man bruker. Dette er veldig uheldig, og gjør at en ikke er bevisst om hvilken projeksjon man bruker. I ArchiCAD og Revit er det ingen måte å finne ut hvilken projeksjon som er brukt når en har georeferert. For meg hadde det vært naturlig med en meny som var synlig i verktøylinja som hadde info om koordinatsystem, gjerne en mulighet for å skifte også. Siden dette ikke blir gjort, er det heller ingen mulighet for at brukeren får tilbakemelding om at på denne projeksjonen er det en målestokkfaktor som resulterer i en feil på 3cm pr 100m.

Måten en forholder seg til kart på i både ArchiCAD og Revit på, er ved å flytte kartet til modellen. Dette er motsatt av hvordan en tenker vanligvis, der en flytter modellen til kartet. Grunnen til dette er at ArchiCAD og Revit (samt ifc formatet) ikke greier å forholde seg til koordinater som er lengre vekk enn ca 2 miles fra origo (0,0,0).

Prosessen med å flytte kartet til modellen kalles å georeferere. Dette er en intrikat prosess som jeg selv ikke synes var veldig logisk eller enkel å forstå. Det virket som en løsning som hadde blitt lagt til i ettertid for å bøte på et problem. Denne prosessen var relativ lik på ArchiCAD og Revit, men hadde noen forskjeller. Jeg har kommentert hvordan dette gjøres i programvaredelen av oppgaven, og kommer ikke inn på detaljer her. Jeg kommenterer derfor kun hvordan dette opplevdes i bruk, og hva som kan være problemet med å gjøre det på denne måten.

For meg virket georefereringen veldig ulogisk, og jeg fikk et inntrykk av at de andre som brukte programmene syntes det samme. Her tok man og flyttet kartet til modellen, der en måtte gå gjennom en rekke steg for å få dette til på en riktig måte. Prosessen var tungvindt, og en var avhengig av brukermanual/kursmanual for å få dette til på en riktig måte. En var også sterk utsatt for brukerfeil når man gjorde dette, og en liten tabbe gjorde at alt ble feil. Mitt inntrykk er at dette virket komplisert for de fleste jeg hadde kurset med, og fikk også bekreftet dette under intervjuer.

Et eksempel er Revit: Når en har georeferert, så kan en velge å hente utsettingskoordinater ved å huke av på et valg som heter "acquire coordinates" (hent koordinater). Da vil en få hentet disse automatisk fra modellen. Hvis en derimot flytter på BIM modellen mens dette valget er på, så vil bygget flytte seg men utsettingskoordinatene blir helt feil. Det som skjer er at man flytter kartet i stedet for modellen, og origo vil endre seg like mye som man flytter bygget. Dette er en katastrofal feil, og ved flytting av bygget på f. eks 10cm, så kan det være at dette ikke oppdages før bygget skal settes ut. Da vil bygget bli 10cm feil i terreng, noe som er uholdbart.

Noe av det som skaper problem er at brukerne blir forvirret og usikre på kartbruk. Georeferering er en brukerterskel som gjør at en ikke ønsker å forholde seg til kart, derfor må georeferering må gjøres enklere og mer intuitiv enn den er i dag for at en skal unngå feil. I tillegg må det være muligheter for å se hvilket koordinatsystem man bruker. En bør se om programmene kan bygges opp annerledes, slik en flytter objektet rundt i kartet i stedet for å flytte kartet. Kartet må være låst for at en skal unngå feil, mens modell kan flyttes. Å ikke forholde seg til kart pga at BIM modellen ikke trenger det er å stikke hodet i sanden.

6.2 3D visualisering

Når jeg jobbet med oppgaven min fikk jeg inntrykk av at kart kun ble brukt som bakgrunnskart for at arkitekt skulle ha noe å tegne på. Jeg ønsket å bruke SOSI data til å bygge opp en 3D modell. Jeg hadde sett automatisk genererte 3D modeller og visste at det fantes måter å lage de på, men det virket lite utbredt. Det mest naturlige var å spørre programleverandørene, her hadde f.eks Graphisoft en tilleggsmodul til ArchiCAD som kunne ta inn SOSI data. Jeg hørte også hva arkitektene brukte, evt ikke brukte for å utrede hva som var vanlig. Fra ansvarlige hos eiendomsutviklingsfirma fikk jeg inntrykk av at de ønsket mer 3D modellering av både nybygg og eksisterende bygg, slik det ble enklere å ta avgjørelser. Det ble også sagt at 3D visualisering ville bli et krav hos de i fremtiden for at arkitekt skulle få

oppdraget. Modellene ville hjelpe de med å vise hvordan bygget ble i forhold til eksisterende bebyggelse.

For å lage 3D modell av eksisterende bebyggelse må man bruke SOSI data for å gjøre dette. Problemet med SOSI filer er at de ikke er generert for å støtte en 3D modell. Formatet ble laget for å kode 2D kart for at en skulle skille ulike typer egenskaper som terreng, veier og bygninger. Det er et format som er gammelt, og vil nok bli erstattet med noe annet i fremtiden. Derfor blir det å 3D modellere fra SOSI en prøvelse i å hente ut informasjon man kan utnytte i 3D modellen. I tillegg er dette et format som kun finnes i Norge, hvor markedet er noe begrenset. En kan heller ikke koble egenskapsdataene fra f. eks bygg og eiendommer med 3D modellen, men dette kan kanskje programmeres.

Derfor er det mye opp til programvaren på hvor god modelleringen blir, og hvilke algoritmer som blir brukt for å danne bygningsmodeller. Er disse dårlige vil ikke modellen se bra ut. For bygninger er det kun taklinjer og takdetaljer i tillegg til utstikkende bygningsdeler som er tilgjengelig. Vindu, dører osv er naturligvis vanskelig å hente fra et 2D kart, derfor vil det kun bli enkle modeller man kan få opp fra denne metoden. Det er derfor viktig å vite begrensningene med denne metoden, det er bedre med en enkel 3D modell enn ingen 3D modell.

Jeg så på tilleggsmodulen til Architerra til ArchiCAD. Dette var en enkel modul som kunne ta inn høydekurver, veilinjer og bygglinjer osv fra SOSI. Dette ble det så generert en 3D modell av i flere steg. Det som derimot var problematisk var at bygningene ble veldig dårlig modellert, og en måtte redigere mye på disse for at det skulle bli bra. Det var i tillegg vanskelig å ha kontroll med hva som skulle modelleres eller ikke, og virket for meg som en nødløsning for å modellere i 3D. Det medførte at man måtte modellere nesten alle byggene selv, noe som var tidkrevende. Løsningen var derfor ikke noe særlig god i mine øyne.

Geodata som har Esri ArcGIS her hadde derimot flere løsninger som virket lovende. Ifølge Geodata var automatisk 3D generering lite i bruk hos arkitekter og konsulenter. Det var derimot et satsingsområde de ville bli bedre på. Løsningene de hadde var fremdeles under utvikling, men jeg fikk gjennomgang i hvordan dette fungerte. Modellen ble generert fra et kart i SOSI format som en kunne hente ned fra deres nettløsning. Modelleringen foregikk i flere steg, der det første var å bearbeide SOSI dataene for at de kunne brukes i modelleringen. F. eks høydekurver vil ligge på høyde = 0, der den aktuelle høyden er en egenskap som må knyttes sammen med linjen. Etter dette dannet man en terrengmodell med høydekurver og veilinjer som dannet basis for beregningen av bygg. Denne terrengmodellen måtte være på plass for at en skulle kunne få lagd bygninger i 3D, dette fordi det ikke er spesifisert i kartet hvor bygget begynner ved bakken. Veggene må derfor trekkes fra taklinjene ned til terrengmodellen. Etter terrengmodellen var på plass måtte en derfor velge ut linjer fra byggene som skulle brukes for beregning. Disse dannet så en 3D modell mot terrengmodellen. Modellen gikk kjapt å lage, og virket for meg god. Åpenbart en bedre modell enn det Architerra greide å produsere. Denne kunne så eksporteres til et format som Revit og ArchiCAD kunne ta inn. Fordelen var at det var enkelt å velge koordinatsystem i denne programvaren, slik en slapp å gjøre feil her. Det anbefales å georeferere modellen før eksport.

Jeg sjekket bare to ulike program, men fant likevel ut at det var mulig å bruke SOSI data til å lage 3d modeller. Dette var i tillegg enkelt, og gikk fort. I følge Geodata vil de utvikle en

løsning som gjør at en kan få tilsendt en 3D modell ved å velge et område på kartet en vil ha modellen på. Denne sendes så til bruker ferdig, enklere blir det knapt. Min erfaring er at så enkelt må det være å få dannet en 3D modell for at det skal bli brukt. Mulighetene er der, så hvorfor de ikke blir brukt i større omfang er rart. For at dette skal bli mer vanlig bør byggherre kreve dette av de som prosjekterer, og være bevisst på at dette må være på plass.

6.3 Kartprojeksjoner og BIM

Åpenbart er kartprojeksjoner vanskelig for folk å forstå hva er. Det er kanskje ikke så rart, ettersom det har vært mange endringer de siste årene. Først gikk det fra NGO, så til Euref89 UTM, og til slutt Euref89 NTM. Dette på et tidsrom på 5-6 år. For folk som ikke har inngående kunnskap om kart er dette forvirrende og gjør at de mister oversikten. Derfor er det svært viktig å presisere hvilket koordinatsystem man benytter i et prosjekt for å unngå problemer. Dette er derimot noe det slurves fælt med, og erfaringene herifra viser at dette også er fordyrende for prosjektene. Byggherre er ofte uvitende om problemer som feil i kart utgjør, og har heller ingen forutsetning til å forstå dette heller.

Et av problemene er at det ofte ikke er noen som er ansvarlig for geodesi i starten av et prosjekt. Arkitekt tar ofte dette i egne hender og bestiller et kart fra kommunen uten at de aner hvilken kartprojeksjon som brukes, og dette kartunderlaget blir det ukritisk prosjektert videre på. Dette er håpløst når man med dagens programvare kan modellere bygg ned til den minste detalj, så kommer man til utsetting av bygget så mangler det noen cm pga bruk av feil koordinatsystem. Dette medfører da at det blir hektisk aktivitet for å passe inn bygget på tomten samtidig som det bygges, alle tegninger må redigeres og georefereres på nytt når byggeprosessen er i gang. Ofte blir problemet oppdaget når entreprenør er klar med gravemaskiner, og står klar til å starte byggingen. Oppmålingsansvarlig finner så ut at her er det brukt feil koordinatsystem, og forsinkelser og ekstraarbeid oppstår.

Det bør derfor være en kartansvarlig tilstede i prosjektgruppen for at dette skal bli riktig fra starten av. Som casen Fornebu Hageby viser, så var det ingen problemer knyttet til kart med dette prosjektet, og alt dette gikk knirkefritt. Det var fordi det var kartkyndige konsulenter inne fra starten av og sørget for at de riktige tingene ble gjort. Motsatt fall var det i R6 prosjektet, der det var åpenbart at ingen hadde kontroll på kart. Dette ble en stor ekstrakostnad for byggherren, og den enkle grunnen til dette var at kartsystemer ble blandet sammen. Dette var helt unødvendig, og hadde enkelt blitt unngått om en i prosjekteringsgruppen var kartkyndig. Det bør derfor være slik at byggherre bør kreve at konsulenter med greie på geodesi skal utarbeide nullpunkt, koordinatsystem og om nødvendig aksesystem i et byggeprosjekt. Om nødvendig bør det kreves fra kommunens side at kartgrunnlag for prosjektet er blitt bearbeidet av godkjent geodesikonsulent. En slik funksjon finnes ikke i dag, men hadde gjort at en måtte ha tenkt seg om før man startet prosjekteringen.

Det finnes også flere forskjellige BIM manualer og håndbøker som er blitt utarbeidet de siste årene. De mest brukte er Håndbok 138 fra Statens Vegvesen, Statsbyggs BIM manual, prosesskodene til BuildingSMART Norge, boligprodusentenes BIM manual osv. Alle disse bortsett fra håndbok 138 beskriver hvordan BIM modellen skal bygges opp, og hvilke metoder man skal bruke. For georeferering er det kun BuildingSMART sin prosesskode georeferering og håndbok 138 som er spesifikke nok på hvilke koordinatsystem som skal benyttes. Disse to manualene beskriver godt hvordan det skal gjøres, og det kommer klart og tydelig frem hva man skal gjøre. Statsbygg BIM manual refererer til BuildingSMART sin georefereringsprosess, men det kommer ikke klart frem hvilken kartprojeksjon man skal

bruke i selve manualen. Dette burde være på plass, i tillegg så burde dette blitt gjort mer synlig i manualen og lagt vekt på. Hvis man ikke leter eksplisitt etter georeferering, vil man ikke finne det så lett. Det samme gjelder boligprodusentenes BIM manual, som ikke engang refererer til BuildingSMART sin prosess georeferering.

Av dem jeg snakket med var det ingen eller få som hadde hørt om BuildingSMART sin georefereringsprosess, som jeg mener er den beste beskrivelsen for BIM modeller. Kun stikningsansvarlige hadde hørt om denne før, og av dem jeg intervjuet sendte jeg i tillegg en link til BuildingSMART for å belyse mer hvordan det burde gjøres. Dette gjaldt både arkitekter og byggherrer. Dette er for dårlig, og en burde brukt denne mer aktivt under planleggingen. De fleste hadde derimot hørt om Statsbygg sin BIM manual, selv om denne ikke viser godt hvordan georeferering bør gjøres. Håndbok 138 derimot virket mer kjent, selv om jeg kun så på ett veiprojekt i denne oppgaven.

Hvis byggherre mener alvor med BIM prosjekt, bør manualene følges som et regelverk som er bindende for de som prosjekterer. Selv om byggherre ikke vil kjøre fullt BIM prosjekt, bør manualene brukes som et oppslagsverk på hvordan det skal være. Først da vil kartproblemer kunne bli borte eller kraftig redusert, uten dette vil det fortsatt være kaos på hvilket koordinatsystem som brukes, nullpunkt osv. Hvis det er noen tvil om hva som skal gjøres, bør det ikke være noen tvil, da skal kompetente konsulenter kontaktes for å avklare hva som bør gjøres. Kartprojeksjon og nullpunkt må avklares som det første punktet når en vet hvilken eiendom en skal prosjektere på. Er det uklarerheter eller vage signal fra byggeledelsen vil dette medføre at feil oppstår. Derfor må rutiner på plass som gjør at det ikke er noen tvil på hvordan ting skal gjøres.

Konsekvensene av å velge feil kartprojeksjon kan bli dyre hvis det er komplekst prosjekt. F. eks Hardangerbrua ville fått et avvik på 31,6cm på en prefabrikkert konstruksjon hvis en ikke tok hensyn til målestokkfaktoren i Euref89 UTM, noe som hadde blitt en kostbar affære. Bygg som blir mindre pga målestokkfaktoren vil også koste penger, ettersom det er leiepris pr m² som er utslagsgivende for inntekter til f. eks næringslokaler. Hvis en "mangler" 20m² på et kontorbygg pga kartfeil, vil det merkes på regnskapet. Derfor er det klart beste å benytte en projeksjon som ikke har store fortegninger eller målestokkfaktor. Dette løses da ved å bruke Euref89 NTM, som har delt opp i flere soner samt at det ikke er lagt til krymp langs sentralmeridianen for å få bredere soner. Ulempen er at man får 8 soner å forholde seg til i sørnorge i stedet for 1. Det er derimot sjelden en har veiprojekt i Norge som bygges kontinuerlig fra østlandet til vestlandet i ett, så det er nok ikke det største problemet.. NTM er enda lite kjent, slik at det vil ta tid før alle er oppdatert på at dette er det nye.

6.4 BIM og økonomi

Ett av problemene i dag for BIM prosjekt er at kontraktsformen ikke er tilpasset BIM prosjekt. En har design – anbud – bygg kontrakter som det mest vanlige i dag, og dette passer ikke nødvendigvis godt inn for et BIM prosjekt. Det en ønsker å oppnå med et BIM prosjekt er at alle jobber sammen for en felles modell som alle kan benytte. Ved en hovedentreprise så kommer som regel entreprenør til bordet etter at tegningene er produsert, og det er lite man kan gjøre for å påvirke BIM modellen. Dette er ikke det beste når man ønsker å involvere alle i prosessen, derfor må man modifisere kontraktsformen for at denne skal passe med et BIM prosjekt. Tette skott mellom planleggingsgruppe og entreprenør er en dårlig og dyr løsning. Et forslag som har vært forsøkt er hovedentreprise med samarbeidsklausul, noe som betyr at byggherre og entreprenør deler gevinst eller tap. Dette fungerer noe bedre, men det er

fremdeles slik at entreprenør ikke kan komme med forslag siden de ikke er inne i planleggingsstadiet. Dette reduserer effektiviteten og kanskje byggetiden. En totalentreprise er bedre tilpasset, da én entreprenør har ansvaret for hele prosessen inkludert design. Da ligger mye til rette for at løsningene er optimalisert for alle deler av design, bygg og ferdigstillelse i prosjektet. Ulempen her er at entreprenør ønsker å kutte i alle kostnader, da kan det være vanskelig å få gjennom at planleggingskostnadene blir høyere pga det er et BIM prosjekt. Dette vil nok gå seg til etter hvert som markedet venner seg til BIM som standard måte å produsere større bygninger på. Det jeg har kommet frem til er at totalentreprise er best egnet for et BIM prosjekt i dag. BIM gjør det også lett for byggherre å spesifisere hvilke kvaliteter man vil ha i bygget, noe som gjør det mye lettere å ta beslutninger. En bør også se på rollefordelingen innad i prosjektgruppen, ettersom arbeidsmengden vil forflytte seg. For å unngå at nøkkelpersonell slites ut, bør det ansettes flere folk som er ansvarlig for feilsjekking og utsetting.

En annen nøkkelfaktor når det gjelder BIM prosjekt er at det er mye billigere å endre på tegninger når alt er i planleggingsfasen enn rett opp i da det skal bygges. Hvis feil i BIM modellen blir oppdaget tidlig i prosjektet er dette enkelt og billig å rette på. Det blir derimot dyrere og dyrere å rette denne feilen til nærmere man kommer bygging. I verste fall så finner man ikke feilen før man bygger, da vil alt stoppe opp, og en får forsinkelser. Derfor er en av de største styrkene til BIM at modellen er såpass visuell og god at feil blir avdekt tidligere, og dermed blir det mer arbeid i starten av et prosjekt. Men feilene må uansett avdekkes for å de kan tas bort, så det er viktig å sjekke at en bruker rett kartprojeksjon og høydesystem. Dette vil ikke vise like godt på en kollisjonskontroll.

Alle de som jeg snakket med som var involvert i BIM prosjekt ønsket å bruke dette igjen. Det var stor tilfredshet både blant funksjonærer og byggherrerepresentanter, noe som er positivt for utviklingen av BIM som prosjektform i Norge.

7 Konklusjon

BIM er et fantastisk verktøy som kommer til å endre byggebransjen. Markedet vil bli endret ved at det blir billigere å produsere bygg med BIM. Kravene fra myndighetene vil nok øke i takt med at kompetansen øker, men dette gjør at det blir enda viktigere å bruke BIM for å være konkurransedyktig. Problemet er at man må få de rette folkene til å gjøre prosjekteringen, noe det syndes med i dag. Kart og georeferering er ikke en stor del av jobben, men den må gjøres riktig. Kartfeil er vanskelig og dyrt og hanskes med hvis en oppdager de først når bygging skal starte. Byggherre må derfor sørge for at det er konsulenter som er kompetente til å håndtere kartsystemer som er ansvarlig for implementering av kart, og sørge for at de er med i prosjekteringsgruppen. En må også utnytte mulighetene man har med kart og visualisering, noe geodesi konsulenter kan gjøre. Verktøyene for visualisering finnes og er enkle å bruke, og vil øke kvaliteten på prosjekteringen.

8 Vurdering av resultat

Oppgaven min er basert på intervjuer og prosjekter jeg har studert. Det kan derfor være at utfallet kunne vært annerledes om jeg hadde sett på andre prosjekter eller intervjuet andre personer. Antallet personer jeg har intervjuet under denne oppgaven er derimot såpass mange at jeg mener at resultatet jeg har kommet til skal være gyldig. Teori og artikler har også hjulpet meg til å finne gode argumenter for dette. Programvare er noe som hele tiden er under utvikling, og jeg er sikker på at flere av problemene jeg har støtt på i denne oppgaven vil være løst i fremtiden ved at programvare har utviklet seg.

9 Videre arbeid

Under arbeidet med masteroppgaven min så kom jeg innom temaer det kunne vært interessant å jobbe videre med. Disse temaene hadde jeg ikke mulighet til å ta inn i oppgaven min pga tidsbruk og arbeidsmengde, men kan være interessante for andre å jobbe videre med.

SOSI ledning – felles database for ledninger i grunn

Etter å ha snakket med flere under arbeidet med oppgaven min, så fikk jeg vite at ledningsnettverk fremdeles var et fagfelt som ikke var kontroll på. Her var det komplett kaos der mange etater satt med sine egne kart på sine anlegg i bakken. Ingen har samordnet dette, og en risikerer at denne informasjonen går tapt. Dette er alvorlig for infrastrukturen, og burde ha blitt sett nærmere på. SOSI ledning skal også komme med en bedre kontroll på hva som ligger i grunn ved å tilføye de ulike ledningene koder.

Krav til ryddighet i BIM prosjekteringsgruppe

BIM er et godt verktøy, men det krever at de som lager modellene er flinke til å legge ting på rett sted. Noen ganger ser det ut som en byggeplass på tegningen med objekter og vegger spredd omkring. Dette må struktureres for at en skal få god effekt av BIM, en ønsker ikke å lete etter vegger på en tegning.

Kontraktstype for BIM

Med BIM kommer et nytt tankesett inn i byggebransjen som er et ganske stort steg videre. Tradisjonelle kontrakter henger derimot ikke med i den nye BIM verdenen, og bør endres for at de skal være tilpasset BIM. Dette er viktig for at ressursene skal komme på riktig sted.

Del 6 – Kilder og vedlegg

10 Kilder og figurer brukt i oppgaven

Forklaring til oversikt. Første tall angir kapittel, andre tall angir delkapittel, tredje tall angir nummerering.

Kapittel 1

Figurer

1.3.1 – Målebrev tomt

Kapittel 2

[211] – BIM handbook 2011, Chuck Eastman - kapittel 1 og 2

[241] - Grunnleggende Landmåling, Terje Skogseth - kapittel 3

[242] - <http://www.kartverket.no/Kunnskap/Kart-og-kartlegging/Jordens-rutenett/Kartprojeksjoner/>

[243] – Den gaussiske projeksjon, 1991, Olav Mathisen

[244] -

<http://www.kartverket.no/Documents/Posisjonstjenester/EUREF89NTMbeskrivelse.pdf> - NTM

[245] - <http://www.buildingsmart.no/standarder/buildingsmart-prosess> - IDM

[246] - <http://www.vegvesen.no/attachment/395908/binary/679032> - Håndbok 138

[247] - http://www.statsbygg.no/FilSystem/files/prosjekter/BIM/StatsbyggBIMmanualV1-2No_2011-10-24.pdf - Statsbyggs BIM manual 1.2

[248] - <http://boligprodusentene.no/getfile.php/Dokumenter/BIM-manual%202.0%20Boligprodusentene.pdf> – Boligprodusentenes BIM manual

[249] - <http://www.vegvesen.no/attachment/397285/binary/681841>

Figurer

2.1.1 – Figur fra 3D BIM modell i Archicad

2.1.2 – Figur fra planvisning BIM modell Archicad

2.2.1 – Figur hentet fra BIM Handbook s. 33

2.3.1 – VDC oversikt fra interndokument Veidekke

2.4.1 – Projeksjoner - <http://www.everestitech.com/geodesy/img/figure1.png>

2.4.2 – Figur hentet fra artikkel: Bruk av NGO koordinater på håndholdte GPS mottakere2003 , Geir Harald Strand og Ola Øvstedal

2.4.3 – Figur over soneinndeling UTM - www.milvang.no

2.4.4 – UTM projeksjon <http://no.wikipedia.org/wiki/Fil:Utmzylinderrp.jpg>

2.4.5 – Figur med inspirasjon fra vedlegg til HB138 -

<http://www.vegvesen.no/attachment/397285/binary/681841>

2.4.6 – Soner NTM sørnorge - Figur hentet fra HB 138 vedlegg

<http://www.vegvesen.no/attachment/397285/binary/681841>

Kapittel 3

[371] - <http://www.focus.no/produkter/focus-rat-basis.aspx>

[391]- <http://www.nordeca.com/geografiske-informasjonstjenester>

Kapittel 4

[411] - BIM handbook 2011, Chuck Eastman - kapittel 2.6

Figurer

4.1.1 – Logo ArchiCAD 16

4.1.2 – Skjermdump fra georeferering del 1

4.1.3 – Skjermdump fra georeferering del 2

4.2.1 – Revit logo

4.2.2 – Eksempelhus fra Revit

4.3.1 – Utsnitt fra meny Geocortex Viewer for Silverlight

4.3.2 – Skjermdump fra Geocortex Viewer for Silverlight over UMB

4.3.3 - SOSI linjer i ArcScene (tårn)

4.3.4 – 3D modell dannet fra SOSI linjer

4.3.5 - Ferdig 3D modell fra SOSI.

4.3.6 – figur fra City Engine - <http://www.esri.com/software/cityengine>

5.1 fornebu/hagebyen

[511] - <http://no.veidekke.com/ir/borsmeldinger/article82342.ece?q=hagebyen&source=3329>

[512] - http://no.wikipedia.org/wiki/Oslo_lufthavn,_Fornebu

[513] - http://no.wikipedia.org/wiki/Oslo_lufthavn,_Gardermoen

[514] - [https://www.baerum.kommune.no/Documents/Miljø-og-planadministrasjonen/Overordnet%20planlegging/KDPer/Fornebu/kommunedelplan2_2.pdf](https://www.baerum.kommune.no/Documents/Milj%C3%B8-og-planadministrasjonen/Overordnet%20planlegging/KDPer/Fornebu/kommunedelplan2_2.pdf)

[515] - <http://195.134.41.207/regbest/html/2005026.pdf>

Figurer hagebyen

5.1.1 – Oversikt over hagebyen prosjektet -

<http://www.fornebulandet.no/Boligomradene/Hagebyen/>

5.1.2 – Utsnitt fra reguleringsplan Bærum kommune -

<https://www.baerum.kommune.no/Documents/Fysisk%20planlegging,%20kulturminner,%20natur%20og%20nærmiljø/Plan-%20og%20byggetjenester/Områdeutvikling/Planoversikt%20Fornebu%2015042011.pdf>

5.1.3 – Utsnitt fra akseplan ARK – Autocad viewer

5.1.4 – Skjermdump i ArchiCAD av BIM modell fra D2 bygget hagebyen

5.2 Statnett bygget

[521] - <http://www.veidekke.no/prosjekter/naeringbygg/kontor-og-forretning/article67259.ece?q=statnett&source=3329>

[522] - http://no.wikipedia.org/wiki/Christiania_Spigerverk

[523] - <http://www.nenyheter.no/31905>

[524] - <http://www.purehelp.no/company/details/polypropertyas/989536591>

[525] - http://www.avantor.no/side/Om_Avantor/Visjon_og_historie/i.html

[526] - http://nyark.no/NydalenArkitektkontorAS/prosjekter/n_ring_1/nydalsh_den_bygg_c/

[527] - http://www.buildingsmart.no/sites/default/files/bsnp_georeferering_20100415.pdf

Figurer

5.2.1 – Arkitektvisualisering Statnettbygget

http://nyark.no/NydalenArkitektkontorAS/prosjekter/n_ring_1/nydalsh_den_bygg_c/

5.2.2 – Kartutsnitt fra finn kart

5.2.3 – Reguleringsplan for Nydalen alle 33

5.3 R6

[531] - <http://www.statsbygg.no/Byggeprosjekter/Regjeringsbygg-6-R6/>

[532] - <http://www.veidekke.no/prosjekter/offentlige-bygg/article57069.ece?q=r6&source=3329>

[533] – Ang. skifte av arkitekt - <http://www.arkitektnytt.no/kritikk-av-statsbyggs-arkitektkritikk>

[534] – Krangel i media - <http://www.nrk.no/nyheter/norge/1.7663451>

[535] - http://www.regjeringen.no/upload/FAD/Vedlegg/BST/Verneplan_dep.pdf - verneplan som omtaler historie av bygg i r6.

[536] - <http://www.bien.no/omoss/finansiellinformasjon/Documents/Årsberetning%202005.pdf> – om når gamle t9 ble bygget.

[537] - <http://www.statsbygg.no/Byggeprosjekter/Regjeringsbygg-6-R6/Bakgrunn-og-malsettinger-for-R6/>

[538] - http://www.statsbygg.no/FilSystem/files/prosjekter/BIM/Sb_BIM-manual_v_1_00.pdf

Figurer

5.3.1 – [Fasade teatergaten 9 fra BA arkitekter](#) -

<http://www.statsbygg.no/FilSystem/files/prosjekter/R6/R6fasadeNov09-max.jpg>

5.3.2 – Utsnitt fra norgeskart.no

5.3.3 – Utsnitt fra kart.finn.no – historisk kartserie

5.4 Hardangerbrua

[541] - <http://www.vegvesen.no/Vegprosjekter/Hardangerbrua/Fakta>

[542] -

http://www.vegvesen.no/_attachment/113344/binary/206607?fast_title=Teknisk+brosjyre+Hardangerbrua%2C+bokm%C3%A5l+%28pdf%29 faktaark

[543] - <http://www.vegvesen.no/Vegprosjekter/Hardangerbrua/Brua>

[535] - http://www.vegvesen.no/_attachment/395908/binary/679032 side 36

Figurer

5.4.1 – Visualisering av Hardangerbrua fra Statens Vegvesen

<http://www.vegvesen.no/Vegprosjekter/Hardangerbrua/Illustrasjoner>

Alle linker til kilder og figurer er sjekket den 14. mai 2013, og fungerer da.

11 Vedlegg

Vedlegg som er relevante for oppgaven presenteres her.

11.1 Matlab program

```
function [rad]=deg2rad(deg)
[rad]=deg*(pi/180);
%Konverterer grader (deg) til radianer

%Husk å bruke . som kommategn mellom tall og desimaler
%For å kalle på funksjonen:
% [ppm]=maalestokk(lat,lon) => der du skriver inn lat og lon. Husk .

%function [rad]=deg2rad(deg)
%[rad]=deg*(pi/180);

%Finne målestokkfeilen på kartprojeksjon
%Bruker Euref89 UTM sone 32 som referanse (lon0=9)
%Ellipsoide som benyttes i dette er GRS80
%a=6378137

f=1/298.257222101
scale = 0.9996

%Oppgi lat (Nord koord.)
%Oppgi lon (Øst koordinat der du befinner deg)

function [ppm]=maalestokk(lat,lon)

format lon g
a = 6378137;
f = 1/298.257222101;
b = a-(a*f);
e2 = (a^2-b^2)/a^2;
lon0 = deg2rad(9);
scale = 0.9996;

%lat = 60          %Nord koord. oppgi i desimalgrader
%lon = 10.5       %Øst koord. oppgi i desimalgrader

lat = deg2rad(lat);
lon = deg2rad(lon);

l = lon - lon0;

m = scale + ((l^2)/2)*(cos(lat)^2)*(1+e2) + ((l^4)/24)*(cos(lat)^4)*(5-
4*tan(lat)^2)

ppm = (m - 1)*1000000;
```

11.2 Spørsmål brukt under intervjuer

Jeg presiserer at dette var spørsmål jeg ville ha svar på, men det ble aldri slik at jeg fulgte disse slavisk, da intervjuene utviklet seg til å bli samtaler. Noen av disse er også brukt til flere enn bare de som står øverst.

Spørsmål ang BIM til Joakim (og Asle) (R6):

1. Var arkitekt byggeleder?
2. Hvor god er kunnskapen om BIM hos byggherre, evt hos byggeleder?
3. Er krav om BIM en del av anbudsspesifikasjonene?
4. Hvilken kontraktsform er dette? Tilpasset 3D?
5. Hvor god kunnskap har byggherre om kartgrunnlag og eiendomsinformasjon?
6. Når ble byggherre oppmerksom på kartfeil?
7. Hvem gjorde byggherre oppmerksom på kartfeil?
8. Dette prosjektet endret arkitekt etter oppstart, var kartproblemene en årsak til dette?
9. Hva synes du om UTM kontra NTM? Opplevs UTM som et problem?
10. Endrer byggherre mening om BIM etter å ha sett det i bruk?
11. Er det utstrakt bruk av 3D tegninger på dette prosjektet? Er arbeidstegninger utelukkende i 2D?
12. I hvilken grad blir feil i tegninger gjenstand for erstatning fra byggherre?
13. I hvilke faser av byggeprosessen blir BIM brukt i den grad det blir brukt?
14. Blir ferdig bygg "as buildt" levert til byggherre som BIM modell? (for bruk til vedlikehold osv)
15. Ser byggherre ofte over til hvordan konkurrentene gjør det? – evt organisasjoner styrer dette?
16. Hvordan er en ideell start på et prosjekt kartmessig?
17. Hvor ofte skjer det at alt kartmessig er ordnet før selve bygget er ferdig prosjektert?
18. Hvilke økonomiske konsekvenser kan det tenkes at feil i prosjekteringen angående kart og GIS har for byggherre? Ca tall?
19. Må kontraktsformen endres for å få ordentlig "tak" på prosjekteringen (kartmessig)?

Spm 16 – 19 lagt til under intervju med Asle Resi

Spm til Hallvard

1. Når startet prosjekteringen, når startet byggingen?
2. Hvilken kontraktsform er dette? Tilpasset 3D?
3. Hvem er arkitekt/planlegger, har de god greie på prosjektering i 3D? Hvilken programvare ble benyttet?
4. Har byggherre/prosjekterende god kunnskap om kartreferanser og de begrensningene de har? UTM blir vel brukt mest i veibygging?
5. Ble det brukt lokalt koordinatsystem? Evt snakk om å benytte NGO?
6. Når ble byggherre oppmerksom på kartfeil?
7. Er det utstrakt bruk av 3D tegninger på dette prosjektet? Er arbeidstegninger utelukkende i 2D?
8. Hvor mye har 3D tegningene å si for forståelsen til byggherre?
9. I hvilken fase av byggeprosessen blir 3D tegninger brukt? (visualisering i starten – anbud – bygging – FDV)
10. Ble betong støpt med hjelp fra 3D tegninger?
11. Blir feil i tegninger gjenstand for erstatning?
12. Blir "as buildt" levert til byggherre i form av 3D tegninger? Blir modell endret etter as buildt?
13. Ble det benyttet laserscanning i starten av prosjektet for å dokumentere terreng? I hvilket format ble de gjort i?
14. Hvem har ansvaret for å holde kart og å holde kontroll på FDV?

Spm til Mathias Bredvei

1. Hvem er de største kundene på GIS baserte tjenester?
2. Blir GIS brukt mye av byggebransjen?
3. Hvordan er SOSI egnet til å lage 3D modeller?
4. Er det noen arkitekter som etterspør dette?
5. Er det mulig med deres programvare å lage 3d modeller som kan eksporteres i ifc format?
6. Hvordan blir kart brukt hos deres kunder?
7. Blir det etterspurt avanserte funksjoner som f. eks visualisere ledninger og terreng+vei osv?
8. Er det mye arkitekter som er interessert i dette, eller er det ingeniører dvs konsulenter?
9. Er det mye arbeid å få tak i relevante GIS data for et område som det skal bygges på?
10. hvordan er GIS i Oslo kontra andre kommuner?
11. Hva synes du om UTM
12. Er UTM mest utbredt?
13. Er det noen som etterspør NTM/oslo lokal?
14. Oppkleves UTM som en problemstilling for de som bestiller tjenester, eller er det lite info om dette?
15. Kan SOSI forbedres til å inneholde 3d modeller av alle hus i f. eks Oslo
16. Laserscanningsmodeller av Oslo?
17. Google earth, høydemodell?
18. Kundegrunnlag for 3D?

Spm 18 lagt til på Geodata.

Spm til Anders Holmlund og Geir Vaagan

1. Hvordan startet dette prosjektet? (arkitekt leid inn/konkurransen?)
2. Hva synes du om BIM/3D modeller av bygg?
3. Hvor mye har 3D tegningene å si for forståelsen til din?
4. Endrer du mening om BIM etter å ha sett det i bruk?
5. Dette er et pilot prosjekt, har du inntrykk av at det gjør at folk står på ekstra for å få det til?
6. Hvordan forholder dere til kart og GIS, hvordan blir dette brukt? (UTM/NTM)
7. Er det vanlig med 3D analyse av området rundt før bygging?
8. Har du inntrykk av at arkitekt/konsulent har god greie på kartgrunnlag?
9. Analyse før bygging?
10. Hvor ofte skjer det at alt kartmessig er ordnet før selve bygget er ferdig prosjektert?
11. På normale prosjekt, hvilke økonomiske konsekvenser kan det tenkes at feil i prosjekteringen angående kart og GIS har for byggherre? Ca tall?
12. Er kontraktsformen tilpasset BIM?
13. Kommer du til å ønske å bruke BIM igjen?