

Digitalt 'landkort'

For digitale opmålings værktøjer og krav til data udveksling mellem byggefaserne

Skrevet af:

Michael Dam, SolutionSpace
Anders Thomsen, Center for Nyindustrialisering

Indholdsfortegnelse

Indhold

Baggrund, fremgangsmåde, deltagere.....	3
Status på eksisterende digitale opmålingsværktøjer	3
Krav til udveksling af data gennem byggefaserne	8
Konklusion.....	12

Baggrund, fremgangsmåde, deltagere

Følgende undersøgelse tager udgangspunkt i objektorienteret og digital projektplanlægning og projektering i rammen af renoveringsprojekter i byggeriet. Formålet med undersøgelsen er at få lavet et digitalt 'landkort' som belyser:

- Hvad er status på eksisterende digitale opmålingsværktøjer (laser-værktøjer og traditionelle opmålingsværktøjer) fra landinspektører?
- Hvilke krav bliver der stillet til udveksling af data igennem byggefaserne (D&V data, As Built data, kalkulationsdata, modelleringsdata, opmålingsdata) i forhold til snitflader og i forhold til detaljeringskrav?

Undersøgelsen bygger på generel information fra internettet, seminarer om emnet og interviews med bygherrer, rådgivere og landmålere. Mange tak for tid og engagement i opgaven til deltagerne:

Landmålergården	Carl Helge Pedersen og Erik Lysdal
Vektor	Søren Tøstesen og Morten
3DPhoto	Jens Vedel
Altan.dk	Karl Stefansen
Gentofte Ejendomme	Stine Tuhlin, UllaBrit Lisner og Peter Hauch
Henning Larsen Architects	Esben Wong og Michael Brunbjerg
Hou og Partnere	Rasmus Klausen
Gottlieb Paludan	Lars Kems

Status på eksisterende digitale opmålingsværktøjer

Tabel 1 giver et overblik over de digitale opmålingsværktøjer, der findes på markedet i 2009. Beskrivelser og vurderinger er til dels fremskaffet fra leverandører af værktøjerne og er således ikke udtryk for egne erfaringer i brugen af dem.

De fleste adspurgte landmålere håndterer et relativt lavt antal renoveringssager med 3D opmåling om året (2-3 sager er typisk og højeste er 8-10), hvorfor erfaringerne med anvendelsen af værktøjerne er begrænsede og det manglende volumen gør digitale 3D opmålinger relativt dyre at få foretaget. Det koster typisk mellem 30.000 og 150.000 kroner at få lavet en digital opmåling i 3D overført til eksempelvis en Revit 3D model. Desuden betyder det, at der fx ikke er faste definitioner for beskrivelsen af, hvad man ønsker opmålt, og hvordan de opmålte modeller skal leveres. Ifølge Erik Lysdal fra Landmålergården:

- Findes der gode metoder til 3D måling, men de skal raffineres
- Findes der god software til 3D modelleringen, men den skal raffineres
- Anvendes 3D opmåling (i begrænset omfang) til:
 - o projektering
 - o facility management
 - o præfabrikation
 - o as-built måling

I renoveringssager nævnes en specifik udfordring ved digital opmåling hyppigt: eksisterende bygninger har ofte skæve vinkler (fx en skæv dør). Her kan præcise opmålinger være vanskelige at arbejde videre med i

projekteringen, hvor mange ønsker et idealiseret billede, hvor fx døre er lige. Men hvis ikke de præcise mål kendes til udførelsesprocessen, kan det skabe problemer med tolerancer og i produktionstegninger.

Der arbejdes med objektorienteret opmåling og projektering (fx i Revit) som et middel til at gøre det nemmere at håndtere skæve vinkler igennem projekteringen og videre til udførelse.

Metode/Værktøj	Kendetegn	Egner sig til	Udbydere (ikke udtømmende)	Opmåling: bearbejdning (tommelfingerregler der skal illustrere forskellene mellem metoderne)
Totalstation	Nemt og hurtigt at sætte op og anvende. Høj præcision i målinger.	Opmåling generelt i 2D og 3D	De fleste landmålere har en totalstation, men det er ikke alle, der kan levere resultatet fornuftigt i en 3D CAD model.	1:2
Totalstation m. indbygget kamera	Som ovenfor men målingerne styres vha. digitale fotos og der skabes god sammenhæng mellem foto registrering og opmåling.	Opmåling generelt i 2D og 3D	Landmålergården	1:2
Specialiserede løsninger baseret på totalstation	Lavet til et formål og derfor optimeret til hastighed og den rette præcision.	Altaner, køkkenbordplader, indbygningsskabe	Altan.dk, Spekva, nytskab.dk	1:0,25
Laser Skanner	Høj detaljeringsgrad, meget efterbearbejdning. Mange punkter at arbejde med gør det langsomt at modellere.	Restaurering, registrering til kopiering fx hos stukatør	Landmålergården, Vektor (Tvilum)	1:4
Fotogrammetri	Utrolig hurtigt at skyde basis billederne. Lav investering i værktøj.	Facadeopmåling, registrering af bygningsdetaljer	3Dphoto, Frilandsmuseet (Nationalmuseet), Landinspektørfirmaet Jeppesen & Bjerre, Lifa, Nellemann & Bjørnkjær	1:10 (til produktion) 1:4 (facademodel)
Fotogrammetri, skanning	Nyt	Restaurering. Bygningselementer med mange detaljer. Svært fremkommelige steder.	3Dphoto	1:10
Traditionel Opmåling	Stadig den mest udbredte metode. Håndholdte laser afstandsmålere bliver mere og mere tilgængelige.	2D plantegninger m. højdekoter	Landmålere, arkitekter der i mindre opgaver selv måler op.	1:1
Ortofoto kombineret med fx skråfotos		3D Bymodeller, byplanlægning.	COWI, Scan kort, Blom info	Ikke undersøgt
GPS	Ikke særlig anvendt i renovering	Landopmåling	Ikke undersøgt	Ikke undersøgt

Tabel 1 - Opmålingsværktøjer anno 2009

Opgave type	Hvorfor 3D opmåling	Anvendt Metode	Navn, Link	Leverandør
Udbud, nye vogne	Præcision af skinnelæggers placering.	Totalstation	Bakken	Landmålergården
Projektering, tilbygning	Placering af bærende konstruktioner skal være kendte.	Totalstation	Chr. Petersens Gård, Ringsted	Landmålergården
Projektering, tilbygning	Nye adgangsveje og auditorium indpasses mellem tre forskellige bygninger.	Totalstation	Dansk Designskole	Landmålergården
Restaurering	Sikre udseendet.	Totalstation	Fasangården	Landmålergården
D/V	Registrering.	Totalstation	Gentofte Hospital	Landmålergården
Renovering, Facade	Præfabrikerede facader skal tilpasses præcis.	Totalstation	Kongelundsvej	Landmålergården
Projektering, "In Fill"	Præfabrikerede moduler med installationer skal installeres i baggården mellem eksisterende bygninger.	Totalstation	Victoriansk hus London	Landmålergården
Visualisering	Arkitektkonkurrence, ny bebyggelse tilpasses gammel.	Totalstation	Solbjerg	Landmålergården
Projektering, Ombygning, Renovering	Korrekt projektering af tilbygning i flere etager og situationsplan over grunden.	Totalstation	Øregårds Alle	Vektor
Renovering	Sikre udseendet.	Totalstation	Grevinde Danners Hus	Vektor
Projektering, Produktion	Fjerne fejl der først opdages ved montage.	Specialiseret løsning (Totalstation)	Opmålinger	Altan.dk
Renovering, Facade	Sikre udseendet.	Ortofoto (Photomodeler)	Zahles seminarium	3DPhoto
Restaurering	Oplæg til stukatør.	Ortofoto (Photomodeler)	Den gamle by – roset	3DPhoto

Produktion, Forsatsvinduer	Tegninger direkte til produktionen med præcise placeringer af sprosser osv.	Ortofoto (Photomodeler)	Vor Frue Kirke	3DPhoto
Restaurering, indgangsparti	Dokumentation af udseende.	Ortofoto (Photomodeler Scanner)	Århus domkirke indgang	3DPhoto
3D Bymodel	Realisme.	Ortofoto + facadebilleder	WP bygninger	COWI

Tabel 2 - Oversigt over eksempler på digital opmåling i 2008.

Flere eksempler på bl.a. fotogrammetri og 3D bymodeller kan ses på leverandørernes hjemmesider:

<http://www.3dphoto.dk/turntool-eksempler>

<http://www.cowi.dk/menu/services/raadgivningstyper/kortoggeodataprodukter/3dbymodeller/Pages/3Dbymodeller.aspx>

<http://www.scankort.dk/3d-bymodeller.6>

Krav til udveksling af data gennem byggefaserne

De virksomheder, der er længst fremme med digital projektering, er først lige kommet så langt i deres evolution, at de er begyndt at formulere kravene. Det har derfor generelt været svært at opstille konkrete krav til udveksling af data. Et godt eksempel er Gentofte Ejendomme, der har deltaget i pilotprojekterne inden for området og først nu i år 2009 har formuleret en standardiseret IKT aftale, som de kan anvende i deres projekter. (Eksempler fra Gentofte Ejendomme: [IKT-Kommunikationsaftale](#); [IKT-Afleveringsspecifikation](#)).

Der hersker desuden en udpræget pionerånd inden for området og det betyder, at de fleste rådgivere, arkitekter, entreprenører og landmålere er meget fleksible i deres håndtering og udveksling af data. Hvis der ikke lige findes en oplagt måde at samarbejde på, så finder man et værktøj, der kan konsolidere de mest anvendte oplysninger og finder ud af, hvordan det virker, og hvis kunden ønsker en 3D model i Revit baseret på 3D opmålinger, så lærer landmåleren at lave modeller i Revit.

I forbindelse med data udveksling i byggesager generelt anvendes en del begreber og definitioner, der er fremmede for mange og især en skelnen er interessant – 3D CAD i forhold til Objektorienteret CAD.

Begreberne bruges ofte i flæng eller når der bliver nævnt 3D CAD, så er det underforstået også objekt orienteret, hvilket stammer fra at hovedparten af de tilgængelige 3D CAD programmer i dag har mulighed for at arbejde objekt orienteret (OO) - men det er ikke sikkert det anvendes. Sondringen mellem 3D CAD og OO CAD er vigtig, fordi der er forskellige bevæggrunde for at anvende den ene, den anden eller begge teknikker, og generelt fra undersøgelsen kan der opsummeres følgende holdninger til, hvornår hvad kan betale sig.

3D CAD kan med fordel anvendes hvor:

- Bygherren kræver det ☺
- Kommunikation er vigtig, fx når der er mange parter i et projekt
- Fx. hospitaler, forskningsenheder eller kraftværker hvor der er mange installationer og derfor kræves kollisionskontrol mellem forskellige fag modeller
- Der er behov for et godt overblik over hele bygningen
- Parterne vurderer, at det gør det nemmere at overholde tid, penge og kvalitet
- Der indgår komplekse detaljer i opgaven som fx trapper eller elevatorer
- "IN FILL" opgaver, hvor nye bygninger skal indbygges i eksisterende. Især hvor der er flere etager og/eller flere forskellige bygningstyper.

OO CAD kan med fordel anvendes ALTID, fordi:

- Plan, Opstalt, Snit og egenskabsskemaer opdateres automatisk, når et objekt opdateres (en klar fordel men for mange også en barriere, fordi det er et nyt tankesæt – hvis et objekt slettes, så forsvinder det jo alle steder!)
- Banale ændringer som flytning af et vindue er nemt – man slipper for at trimme alle linierne – i stedet flytter man bare objektet og resten af objekterne følger med.
- Mængder kan trækkes ud af modellen direkte og anvendes i udbud

Ovennævnte kan sagtens gøres i et 3D CAD program uden at anvende den tredje dimension.

Rådgiverne ser det som deres opgave i valg af metoder/værktøjer at anvende bygherrens penge bedst muligt og derfor fravalgte de ofte 3D CAD, da de ikke havde ressourcer der kunne udnytte potentialet effektivt. På de fleste adspurgte tegnestuer sad der et par medarbejdere, der var oplasket med 3D CAD og objektorienteret tankegang, hvor resten er rutinerede 2D Autocad tegnere. En medarbejder med mange års erfaring i 2D tegning, forventede Lars Kems fra Gottlieb Paludan, ville være 60-70% mindre produktiv i de første par sager, hvor han/hun skulle tegne i et 3D CAD værktøj – det er altså en stor tidsmæssig investering.

Specifikt for renoveringssager var der også en holdning til, at der normalt blev valgt bygningsdels løsninger, der kunne optage en del unøjagtigheder i projekteringsgrundlaget og derfor kunne man sagtens løse opgaverne med en god 2D plantegning, 2-3 snit og højde koter.

En anden vigtig observation er, at detaljeringskrav generelt er meget styret af opgavetype og kompleksitet, så der findes ikke et entydigt svar på detaljeringsniveau for en hel sag. Flere har udtrykt, at man beskriver detaljeringsgraden successivt, hvor man i projekteringen kan aggregere og detaljere oplysninger ud fra det konkrete behov. Dette vil skabe fleksibilitet og dynamik.

I Tabel 3 nedenfor er en oversigt over de observationer, eksempler og holdninger til data udveksling, der er kommet frem under undersøgelsen, inddelt efter deres snitflader i byggefaserne.

Data	Ønskede Detaljeringsniveau (jf. DDB informations-niveauer)	Typiske format	Kommentarer
Opmåling <-> Projektering			
Visualiseringsmodeller	1 - 2	-	Typisk er formatet af visualiseringsmodellerne ikke så vigtigt, da de ikke direkte genbruges i projekteringen, men bliver lagt som underlag til de mere detaljerede modeller.
Projekteringsmodeller	2 - 3	.dwg/.dwf	Den nødvendige detaljeringsgrad svinger meget med opgaven især i renoveringssagerne. Typisk er der et ønske om en generel detaljering for hele bygningen og så udvælges der kritiske steder, hvor detaljeringsgraden skal være højere. Der foretages altså en successiv bestemmelse af den nødvendige detaljering.
Projektering Internt			
Fagmodeller / Fællesmodel	3 - 4	.dwg/.dwf	Modellerne skal have en tilstrækkelig detaljering til at kunne udføre en god konsistens kontrol. IFC formatet er forsøgt anvendt sporadisk, men det skaber normalt mere besvær, når forskellige fag anvender hver deres favorit CAD program. Desuden er det oftest ikke så nødvendigt med egenskabsdata til fx kollisionskontrol. Bygherre er begyndt at stille krav til konsistenskontrol, da de kan se en direkte effekt af denne praksis i form af færre fejl og et bedre flow i processen.
Produkt modeller fra byggematerialeproducenter	3 - 4	.dwg/.dwf	<p>Det er meget sjældent, at rådgiver anvender modeller fra byggematerialeproducenterne direkte i deres egne projekteringsmodeller. Enten fordi disse ikke er til rådighed eller fordi detaljering/kvalitet ikke passer til projektering. Typisk er de modeller, der er tilgængelige fra byggematerialeproducenterne mere detaljerede end det er nødvendigt på dette stadie (produktionstegninger), og hvis de tilføjes i stort antal til en samlet projekteringsmodel, gør det modellen meget tung og i værste tilfælde umulig at arbejde med.</p> <p>På projekteringsstadiet gælder det lige som for fagmodeller, at der primært er behov for at kende yderdimensionerne af produkterne til konsistenskontrollen, og byggematerialerne indgår måske kun i delkonstruktioner af det niveau der modelleres på, så de vil ikke direkte være i fokus. Eksempelvis kan der indgå gipsplader i en skillevæg,</p>

			<p>men det er skillevæggens volumen der tegnes op, og informationer om materialet og opbygningen af gipskonstruktionen er egenskabsdata der enten tillægges objektet eller inkluderes senere i bygningsdels beskrivelser og snit.</p> <p>Byggematerialeproducenterne kunne med fordel vedligeholde simple projekteringsmodeller af deres produkter og de typiske konstruktioner deres produkter indgår i, hvor detaljerne indgår som objekttegenskaber, så de nemt kan trækkes ud til beskrivelser.</p>
Projektering <-> Udbud			
Mængder	-	.xls	De meget detaljerede mængde lister der kan genereres fra en OO CAD model er ofte for meget for entreprenøren, som arbejder efter sin egen opdeling og måske skal skære opgaven ud til underleverandører i en helt anden struktur.
Bygningsdels beskrivelser	-	.pdf, print	Er et bærende element i udbudsmaterialet og vægter som sådan mere end tegningsmaterialet. Anvendelsen af OO CAD modeller gør det nemmere at overskue sammenhænge mellem tegninger og beskrivelser samt at udføre ændringer.
Tegninger/modeller	3 - 4	.pdf, print	De færdige modeller fra projekteringen bliver gjort tilgængelige for entreprenørerne. Da de mindre entreprenører ikke nødvendigvis har ekspertise i / adgang til 3D CAD programmer, er det ofte mere praktisk at lave tegnings sæt.
Udbud <-> Produktion			
Produktionstegninger	5	.pdf	Det er typisk entreprenørens ansvar at afklare de sidste detaljer i bygnings løsninger og omdanne dem til produktionstegninger.
Produktion <-> Drift og Vedligeholdelse (Aflevering)			
Byggesagsmateriale	Som aftalt under byggesagen	Pdf/.dwg/print/l FC	Typisk afleveres et komplet sæt af de data, der har været anvendt i byggesagen, i det format de blev lavet i eller som pdf/print.
'Som bygget'	2 - 3 - 4 - 5		'Som bygget' dokumentationen laves oftest vha. bygningsdelskort, der indsamles af enten totalentreprenør eller rådgiver, og tegningsmateriale opdateres med ændringer fra byggeforløbet (fx jf. niveauerne i ydelsesbeskrivelser anno 2006).

Tabel 3 – Holdninger til data udveksling i byggefaserne

Konklusion

Som konklusion på opgaven er her en opsummering af de vigtigste svar på de to stillede spørgsmål:

Hvad er status på eksisterende digitale opmålingsværktøjer (laser-værktøjer og traditionelle opmålingsværktøjer) fra landinspektører?

Der findes gode værktøjer / metoder og de anvendes, men i et begrænset omfang. På grund af det lave volumen af opgaver anses det stadig som et fordyrende led at opmåle i 3D. Det er desuden stadig et fåtal af landmålere, der kan levere gode modeller baseret på 3D opmålinger til projekteringen.

En specifik udfordring ved digital opmåling til renoveringssituationen er, at eksisterende bygninger ofte har skæve vinkler (fx en skæv dør). Her kan præcise opmålinger være vanskelige at arbejde videre med i projekteringen, hvor mange fx ønsker at opmålingen viser, at døre er lige. Men hvis ikke de præcise mål kendes til udførelsesprocessen, skaber det problemer med for store tolerancer. Arbejdes med objektorienteret opmåling og projektering (fx i Revit) vil det være nemmere at håndtere skæve vinkler igennem projekteringen og videre til udførelse.

Hvilke krav bliver der stillet til udveksling af data igennem byggefaserne (D&V data, As Built data, kalkulationsdata, modelleringsdata, opmålingsdata) i forhold til snitflader og i forhold til detaljeringskrav?

Opstillingen af krav til data udveksling er stadig i sin vorden men skubbes godt på vej af bygherrekravene og IKT rammeværket. Bygherre vil helst ikke pålægge rådgivere/entreprenører så specifikke krav, at det hæmmer deres mulighed for at løse opgaven bedst muligt og fokuserer derfor mest på at specificere rammerne for projektet samt specifikt konsistenskontrol og afleveringen af data, hvor de ser en direkte effekt af kravene.

Detaljeringskrav fra eksempelvis opmåling til projektering er meget styret af opgavetype og kompleksitet, så der findes ikke et entydigt svar på det rette detaljeringsniveau. Flere har udtrykt, at man kan arbejde med digital opmåling og projektering ud fra et successivt princip, hvor man i projekteringen kan aggregere og detaljere oplysninger ud fra det konkrete behov. Dette vil skabe fleksibilitet og dynamik.

Det er meget sjældent, at rådgiver anvender modeller fra byggematerialeproducenterne direkte i deres egne projekterings modeller. Bl.a. fordi detaljering/kvalitet ikke passer til projektering. Typisk er de modeller der er tilgængelige fra byggematerialeproducenterne meget detaljerede (produktionstegninger, niveau 5), hvor det kunne effektivisere projekteringen, hvis de udbød simple (niveau 3-4) projekteringsmodeller (3D objekter) af deres produkter og de typiske konstruktioner produkterne indgår i med egenskabsdata til BMF udtræk.