

**DIGITAL OPMÅLING OG  
REGISTRERING  
I BYFORNYELSE\***



**MARTS 2007**

**Afrapportering – Fase 2**

\*I forbindelse med projektets tilknytning til Det Digitale Byggeri er projektets titel ændret til 'Digital projektplanlægning af renoveringsopgaver'





DIGITAL OPMÅLING OG REGISTRERING I BYFORNYELSEN  
"DIGITAL PROJEKTPLANLÆGNING"

Afrapportering – Fase 2  
Udarbejdet af **sbs** Plan- og Udviklingsafdelingen  
Marts 2007

Projektet er gennemført under ledelse af sbs  
- i samarbejde med bl.a.:



## Indhold

<b>Indledning .....</b>	<b>4</b>
<b>Resultater .....</b>	<b>5</b>
<b>Konklusion .....</b>	<b>7</b>
<b>2. Afrapportering   Fase 2.....</b>	<b>8</b>
Projektets baggrund .....	8
Organisation.....	9
Formål og mål .....	9
Succeskriterier.....	10
2.0 Projektaktiviteter og resultater .....	10
2.1 Færdigudvikling og test af 3D-teknologi .....	15
2.2 Udvikling og test af 2D-teknologi .....	16
2.3 Vurdering af andre produkter .....	17
2.4 Bygherrekrav .....	18
2.5 Testplan .....	19
2.6 Afprøvningerne.....	20
Appendix .....	24

## Indledning

I perioden november 2004 – februar 2007 har sbs i samarbejde med en lang række andre virksomheder gennemført anden fase af Grundejernens Investeringsfonds udviklingsprojekt om DIGITAL OPMÅLING OG REGISTRERING I BYFORNYELSEN. Projektets første fase blev afsluttet i august 2004 med et udviklingsprogram for anden fase.

Det overordnede formål med projektet er at forbedre bygningsejerens fremtidige muligheder for at få økonomiske gevinster af byggeriets digitalisering.

Som helhed er målet at medvirke til at digitaliseringen af renoveringsprocesserne i videst muligt omfang følger udviklingen af digitaliseringen inden for nybyggeriet, som staten har initieret igangsætningen af med initiativet 'Det Digitale Byggeri'.

Det statslige initiativ har således ikke omfattet renovering, som udgør ca. 50 % af byggeaktiviteten i Danmark. Men gennem en strategisk samarbejdsaftale mellem sbs og Erhvervs- og Byggestyrelsen har GI's udviklingsprojekt været et ligeværdigt indsatsområde under 'Det Digitale Byggeri' – med en fælles kommunikationsplatform og en løbende dialog som samarbejdsflade.

Desuden har GI været repræsenteret i det af staten nedsatte projektråd, som har fulgt hele processen under det statslige initiativ.

Kravene fra Erhvervs og byggestyrelsens projekt 'Det Digitale Byggeri' er trådt i kraft pr. 1. januar 2007 for så vidt angår de statslige nybyggerier. Med påvirkning fra bl.a. GI, sbs og Gentofte kommune er statslige renoveringsprojekter tillige omfattet af kravene fra og med 1. januar 2008.

Anden fase af DIGITAL OPMÅLING OG REGISTRERING I BYFORNYELSEN er afsluttet med ca. ½ års forsinkelse i forhold til den oprindelige tidsplan.

Forsinkelsen skyldes primært, at de konkrete byggesager i Gentofte kommune, hvor metoderne er blevet afprøvet, og som indgik som en væsentlig del af anden fase, blev forsinkede i forhold til det planlagte. Anden fase afsluttes trods dette, da afprøvningsprojekterne først forventes afsluttet indenfor 1½ år, og resultaterne af projektet på nuværende stadi vurderes at have opfyldt de primære succeskriterier<sup>1</sup>.

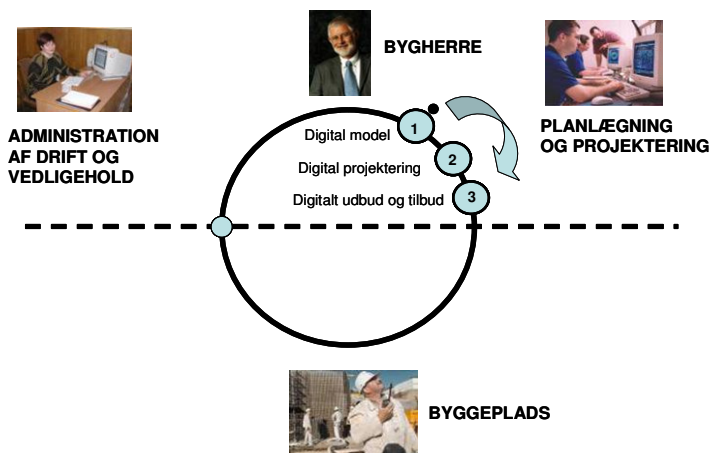
---

<sup>1</sup> Succeskriterierne for projektet fremgår af afrapporteringen, side 10.

## Resultater

Udviklingsprogrammet for anden fase indeholdt 5 forberedende delprojekter samt 3-5 praktiske afprøvninger af resultaterne heraf i konkrete renoveringsopgaver.

De forberedende delprojekter skulle sikre, at bygherren fik den nødvendige viden til at kunne gennemføre en byggesag fra digital model til digitalt udbud/tilbud.



### Delprojekt 1

#### Færdigudvikling og test af 3D-teknologi

*(Digital Opmåling på baggrund af første fase)*

Det færdigudviklede værktøj 'L3D' er anvendt i to af de igangsatte afprøvningsprojekter. Værktøjet anses som et stort skridt på vejen mod skabelse af digitale modeller af eksisterende bygninger. De digitale data i modellen skubber til rådgivernes traditionelle proces ved at levere et solidt grundlag fra starten og således tidligere i processen stille krav til afklaring af løsninger.

### Delprojekt 2

#### Udvikling og test af 2D-teknologi til renoveringsopgaver.

Det udviklede værktøj '3D-Udbud' er ikke valgt af bygherren som værktøj på afprøvningsprojekterne. Dette skyldes formodentlig at værktøjet har ramt den forkerte målgruppe, men det vurderes, at værktøjet kan finde anvendelse hos de rådgivere, der endnu ikke er begyndt at håndtere 3D-projektering.

### Delprojekt 3

#### Vurdering af andre teknologier

Scanningen af andre teknologier har ikke afdækket produkter eller løsninger, der tilbyder alternativer med samme funktionalitet som de to udviklede værktøjer.

Der er udarbejdet et 'digitalt landkort', som giver et overblik over, hvilke øvrige digitale værktøjer, som kan anvendes i faserne fra opmåling til udbud/tilbud og som skal kunne udveksle data indbyrdes.

#### Delprojekt 4

##### **Udarbejdelse af bygherrekrav til brug for renoveringsopgaver**

Bortset fra selve problematikken med at tilvejebringe det digitale grundlag har det vist sig, at de digitale krav fra 'Det Digitale Byggeri' i det store hele også kan anvendes i relation til renovering.

Projektet har dog vist, at en yderligere bearbejdning og stillingtagen til opbygning og beskrivelse af processerne indenfor renoveringen er påkrævet.

#### Delprojekt 5

##### **Testplan for afprøvningsprojekter**

Der blev indgået aftale med Gentofte Kommune (som bygherre) om afprøvning af byggesager med udgangspunkt i de udarbejdede testplaner.

Bygherrens valg af opmålingsværktøj/metode har været afhængig af opgavens karakter, økonomi og vurdering af behovet for en præcis opmåling.

Det har vist sig, at udfordringerne i langt højere grad end forventet ligger i udviklingen af de enkelte kulturer i og mellem faggrupperne end i de teknologiske udfordringer. Forudsætningen for at teknologien kan udvikles optimalt er, at de enkelte parter kan stille krav til værktøjerne, som tilgodeser arbejdsprocesserne.

#### Afprøvningsprojekterne

##### **Afprøvningsprojekterne**

De planlagte *afprøvningsprojekter* skulle udføres med udgangspunkt i en digital bygningsmodel, som skulle danne grundlag for digital projektering og udbud/tilbud. Resultatet skulle måles ved en effektmåling.

Afprøvningsprojekterne skulle sikre, at der blev indhentet konkrete praktiske erfaringer med henblik på kommerciel anvendelse af digitale processer og værktøjer for de medvirkende parter.

Ved afslutningen af projektets anden fase er der indgået aftale med Gentofte kommune om afprøvning af metoderne i fire konkrete byggesager.

Byggesagerne er af forskellig karakter - spændende fra traditionel bygningsfornyelse af etageejendomme til renovering af skoler.

Kun én af byggesagerne er afsluttet. Den viste, at præcisionen i projekteringen var høj, og resultatet blev et projekt som blev udført til tiden og til den aftalte pris.

Med de data, som det har været muligt at indsamle under evalueringen, kan det ikke måles præcist, hvor store besparelser som kan opnås på sigt. Det er dog sandsynliggjort, at det videre arbejde med digitalisering vil udløse en økonomisk gevinst for de involverede parter i byggeriet.

På baggrund af effektmålingens form og struktur er udarbejdet et web-baseret selvevalueringsværktøj, som den enkelte virksomhed fremover kan bruge til at vurdere effekten af digitaliseringen af egne processer.

## Konklusion

Samlet kan konkluderes, at de primære succeskriterier for projektet er opfyldte. Det er dokumenteret, at det er muligt at gennemføre 3D-projektering af renoveringsopgaver - fra byggeprogram til digitalt udbud - og sandsynliggjort, at der kan opnås økonomiske gevinster herved.

Det har vist sig, at de IT-tekniske udfordringer nok er store, men absolut ikke alene om at bestemme succesen af digitaliseringen. Byggebranchens parter har derimod brug for at vide meget mere om de enkelte faggruppers arbejdsprocesser for at kunne udnytte genbrug og udveksling af de digitale data.

Effektmålingen har belyst en række konkrete potentielle gevinster:

- Giver bedre udgangspunkt for projektering og leverance
- Digitaliseringen optimerer værdikæden
  - fra bygherre til entreprenør og fra opmåling til udbud/tilbud
- Ressourcebelastningen forskubbes til tidligere stadier

Effektmålingen peger desuden på en række fortsatte barrierer:

- Ny teknologi og nye arbejdsmetoder tager tid at vænne sig til
- Aktører kan ikke klart identificere mulige gevinster og omkostninger
- Manglende retningslinier og fælles standarder får parter ud af takt
- Træghed og vanetænkning skal overkommes
- Endnu en del tekniske udfordringer står i vejen

Projektets resultater har endvidere vist, at selv om ikke alle digitale krav var på plads, når det var forventet, kunne processen gennemføres via tæt dialog, åbenhed og samarbejde mellem parterne. De deltagende virksomheder har - ved at kaste sig ud i debat og konkret afprøvning uden en fuldstændig 'vejledning' til kravene - vist, at måden at komme i gang - og videre på - er at afprøve det selv i tæt dialog mellem parterne.

Endelig viser forløbet med 'Det Digitale Byggeri', at der fortsat er brug for at GI og/eller andre også fremover beskæftiger sig med udvikling af renoveringssiden, idet der ikke er tegn på, at der bliver taget yderligere stilling til dette fra Erhvervs- og Byggestyrelsen eller Implementeringsnetværket<sup>2</sup>.

Marts 2007

**sbs**

Plan - og Udviklingsafdelingen

---

<sup>2</sup> Implementeringsnetværket er dannet af byggeriets organisationer og har ansvaret for implementering af resultaterne fra 'Det Digitale Byggeri'.

## 2. Afrapportering | Fase 2

Grundejernes Investeringsfond (GI) igangsatte i 2002 et udviklingsprojekt om DIGITAL OPMÅLING OG REGISTRERING I BYFORNYELSEN. Projektets første fase blev afsluttet i august 2004 med en særskilt afrapportering og et udviklingsprogram for projektets anden fase.

Anden fase er gennemført i perioden november 2004 – februar 2007, med ca. ½ års forsinkelse i forhold til den oprindelige tidsplan.

Forsinkelsen skyldes primært, at de konkrete afprøvningsprojekter, der indgik som en væsentlig del af anden fases tidsplan, blev forsinkede i forhold til det planlagte. Også Erhvervs og Byggestyrelsens initiativ 'Det Digitale Byggeri', som er tæt knyttet til dette projekt, har været præget af store forsinkelser, hvilket ydermere har haft indflydelse på tidsplanen.

### Projektets baggrund

Formålet med projektet har været at forbedre de fremtidige muligheder for at få økonomiske gevinster af byggeriets digitalisering for ejere af eksisterende ejendomme.

Inden for nybyggeri falder det naturligt at skabe en digital model som udgangspunkt for byggeriets tilblivelse. Ved renovering af den eksisterende bygningsmasser er det derimod en særlig udfordring at få tilvejebragt et digitalt grundlag i form af en bygningsmodel i den indledende fase af et renoveringsprojekt.

Udgangspunktet for projektets anden fase har været to temaer:

1. Konkret afprøvning af resultaterne fra den første fase
2. De såkaldte *bygherrekrav* fra 'Det Digitale Byggeri'.

I relation til tema 2 har en udvalgt kommunal bygherres (Gentofte Kommune) ønsker og behov som udgangspunkt været i særlig fokus.

DIGITAL OPMÅLING OG REGISTRERING I BYFORNYELSEN har indgået som et indsatsområde under "Det Digitale Byggeri" – under projekttitlen 'Digital Projektplanlægning af renoveringsopgaver' - i kraft af en indgået samarbejdsaftale mellem sbs og Erhvervs- og Byggestyrelsen.

Kravene til de statslige bygherrer fra Erhvervs og Byggestyrelsens initiativ 'Det Digitale Byggeri' er trådt i kraft pr. 1. januar 2007.

'Det Digitale Byggeri' er pr. 1. januar 2007 overgået til et 'Implementeringsnetværk' som er ansvarlige for at implementere kravene hos byggeriets parter, og dette markerer principielt afslutningen af det statslige engagement i udviklingen af digitaliseringen af byggeriet.



Som forudset har 'Det Digitale Byggeri' fokuseret på nybyggeriet på trods af at 50 % af omsætningen i den danske byggebranche vedrører bygningsrenovering. Efter høringsrunden i efteråret 2006, hvor bl.a. sbs og Gentofte Kommune pointerede disse forhold, er bygningsrenovering dog blevet underlagt kravene til nybyggeriet – om end i modereret form - fra 1. januar 2008.

'Det Digitale Byggeri' har haft følgende indsatsområder:

1. Anvendelse af projektweb
2. 3D objektorienterede modeller
3. Digitalt udbud/tilbud
4. Digital aflevering
5. Det digitale fundament (herunder 'Dansk Bygnings Klassifikation' – DBK)
6. Bedst i byggeriet

På [www.detdigitalebyggeri.dk](http://www.detdigitalebyggeri.dk) kan der findes informationer herom.

## Organisation

Projektets deltagere er listet på indersiden af forsiden.

De involverede virksomheder; *udviklingsgruppen*, omfatter entreprenører og rådgiverteams, der er udvalgt på baggrund af en prækvalifikation i den indledende fase af projektet.

Organisatorisk har projektet været formaliseret i strategiske samarbejdsaftaler mellem

- Erhvervs- og Byggestyrelsen og sbs
- Erhvervs- og Byggestyrelsen og Gentofte Kommune
- Gentofte Kommune og sbs
- sbs og de involverede virksomheder

## Formål og mål

Projektets anden fase blev igangsat med det overordnede formål at bringe den digitale bygningsmodel i praktisk anvendelse og sandsynliggøre, at der kunne opnås økonomiske gevinster for parterne i et givet renoveringsprojekt.

I relation til det statslige initiativ 'Det Digitale Byggeri' har det overordnede mål været at medvirke til at, at digitaliseringen af renoveringsprocesserne i videst muligt omfang følger udviklingen af digitaliseringen inden for nybyggeriet, samt at der via projektets gennemførelse ville kunne måles en effekt af denne digitalisering gennem afprøvning af 3-5 konkrete renoveringsprojekter.

Det bemærkes i den forbindelse, at 'Det Digitale Byggeri' i øvrigt kun i begrænset omfang har omfattet afprøvninger af bygherrekravene i relation til nybyggeri. Afprøvningen i nybyggerisammenhæng er således primært overladt til byggesektoren og de statslige bygherrer – efter at Erhvervs- og Byggestyrelsens engagement er afsluttet med udgangen af 2006.

## Succeskriterier

Succeskriterierne for de enkelte delprojekter har været:

Delprojekt 1: **Produktudvikling:**

Videreudvikling og test af 3D-teknologi på baggrund af fase 1:  
*At teknologien er praktisk anvendelig og konkurrencedygtig i projekteringsprocessen.*

Delprojekt 2: **Produktudvikling:**

Udvikling og test af 2D-teknologi til renoveringsopgaver:  
*At teknologien er praktisk anvendelig og konkurrencedygtig i projekteringsprocessen.*

Delprojekt 3: **Vurdering af andre teknologier:**

*At andre produkter og teknologier er vurderet med henblik på at give bygherren det bedst mulige grundlag for valg af løsninger til byggeopgavens gennemførelse.*

Delprojekt 4: **Bygherrekrav:**

*At bygherren har et kvalificeret grundlag for at stille specifikke krav til rådgivningsydelse i byggeopgaven.*

Delprojekt 5: **Testplan for afprøvningsprojekter:**

*At der foreligger en gennemarbejdet testplan før afprøvningsprojekterne igangsættes.*

Afprøvningsprojekterne:

*At der kan gennemføres 3D-projektering fra byggeprogram til digitalt udbud og at mangler og økonomiske gevinstmuligheder er identificeret.*

## 2.0 Projektaktiviteter og resultater

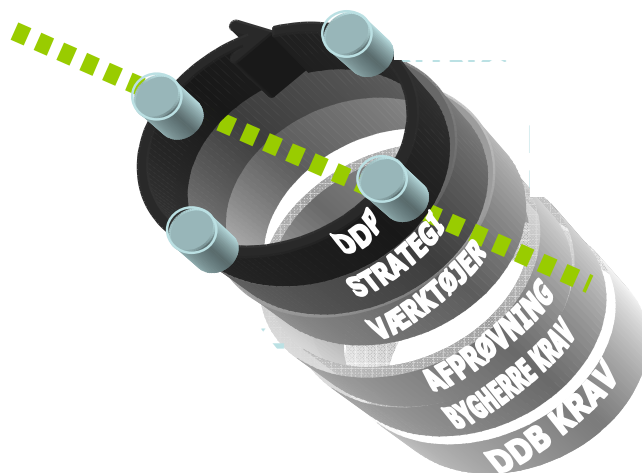
I det følgende beskrives de gennemførte aktiviteter og opnåede resultater.

### 2.0.1 Metode

Projektet om DIGITAL OPMÅLING OG REGISTRERING I BYFORNYELSEN afgrænses til den indledende del af byggeprocessen – fra etableringen af det digitale grundlag til udbud/tilbud.

Inden for nybyggeri falder det naturligt at skabe en digital model som udgangspunkt for byggeriets tilblivelse. Ved renovering af den eksisterende bygningsmasse er det derimod en særlig udfordring at få tilvejebragt et digitalt grundlag i form af en bygningsmodel i den indledende fase af et renoveringsprojekt.

Da genbrug af data og datastrømmen mellem de enkelte arbejdsdele i processen er essentiel for den samlede digitalisering, har kravene til den fulde proces dog været en naturlig del af projektets indhold.



*Sammenhængen mellem 'Det Digitale Byggeri', afprøvninger og projektet*

#### *DDP*

De involverede virksomheder i DDP, ('Den Digitale Projektplanlægning'), *udviklingsgruppen* har dannet grundlaget for den overordnede implementeringsstrategi, har deltaget i testen af værktøjerne, samt i konkurrence udført de konkrete afprøvninger.

#### *Implementeringsstrategi*

Bygherre, rådgivere og entreprenører har hver især formuleret en strategi for implementeringen af de digitale krav hos den enkelte virksomhed.

#### *Værktøjer/metoder*

Udvikling af værktøjer/metoder, som kan generere den digitale model, samt testning heraf har indgået i projektet.

#### *Afprøvning*

De fastlagte krav fra Gentofte Kommune har dannet udgangspunkt for konkret afprøvning i forhold til 4 byggesager.

#### *Bygherrekrav*

Den udvalgte kommunale bygherre (Gentofte Kommune) har fastlagt sine krav til de konkrete afprøvningsprojekter ud fra 'Det Digitale Byggeris' såkaldte *bygherrekrav* og tilpasset disse til egne behov og ønsker.

Alvorlige forsinkelser undervejs i flere af delresultaterne af 'Det Digitale Byggeri' har endvidere betydet, at projektets deltagere har måttet træffe en række *egne* beslutninger for at fastholde fremdriften.

#### *DDB-krav*

Kravene fra 'Det Digitale Byggeri' (DDB) har været udgangspunktet for projektets anden fase.

## 2.0.2 Tværgående aktiviteter

I projektet er gennemført en række supplerende aktiviteter af mere tværgående karakter.



### Det Digitale Byggeri

Arbejdet i 'Det Digitale Byggeri' er fulgt tæt. Projektledelsen har deltaget i udvalgte arrangementer som kunne bidrage til projektet og i øvrigt holdt sig orienteret via hjemmesider og netværkssamarbejde.

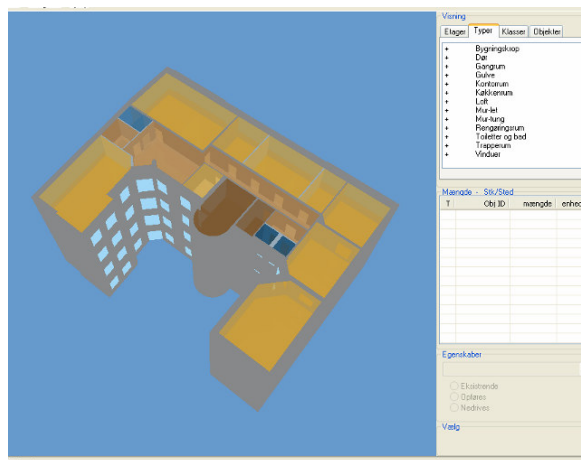
### implementerings:netværket

### Implementeringsnetværket<sup>3</sup>

sbs har deltaget i en kvalitetssikringsrolle i konsortiet DIGI-TO sammen med Teknologisk institut. Arbejdet har handlet om implementering hos de udførende og falder fint i tråd med arbejdet i DIGITAL OPMÅLING OG REGISTRERING I BYFORNYELSEN.

### 3D-model

I forbindelse med de konkrete afprøvninger på byggesager viste det sig, at SBi's værktøj '3D-Udbud' ikke blev anvendt. Til erstatning herfor har sbs' tegnestue testet værktøjet ved at skabe en digital model af Ny Kongensgade 15. Modellen er skabt ud fra eksisterende tegninger og kontrolmål på stedet. I modellen kan de enkelte bygningsdele udpeges og giver mulighed for fx at registrere mængden af m<sup>2</sup> vægareal.



Model af Ny Kongensgade/'3D-Udbud'

### Pressedækning

Projektet har været repræsenteret og debatteret på 'Det digitale Byggeris' hjemmeside. Der har desuden været artikler bl.a. i Berlingske Tidende og Licitationen.

Der er indgået en aftale med en journalist om udformning af en række artikler.

### Produkt

Artiklerne foreligger hos sbs og kan udleveres på forlangende.

<sup>3</sup> Implementeringsnetværket er dannet af byggeriets organisationer og har ansvaret for implementering af resultaterne fra 'Det digitale Byggeri'

## Aktiviteter

### 2.0.3 Udviklingsgruppen

Udviklingsgruppen har været omdrejningspunkt i arbejdet med at definere de specifikke krav og udarbejde testplan til byggesagernes gennemførelse.

Gruppen har bidraget med egne ressourcer, og er kun i begrænset omfang blevet honoreret for udført arbejde. En spørgerunde fra december 2006 viste, at virksomhederne på dette tidspunkt tilsammen havde lagt omkring 2.000 timer i projektet.

En del af aftalen mellem sbs og udviklingsgruppen samt bygherren var oprettelsen af en uddannelsesfond, som alle parter bidrog til. Formålet med fonden var, at de involverede virksomheder i fællesskab kunne anvende midlerne til konkret uddannelse, der viste sig nødvendig undervejs i projektet. Der var stor enighed blandt gruppen om, at fonden skulle bruges til tværfaglige aktiviteter frem for kurser målrettet en enkelt faggruppe.

Gruppen har mødtes gennemsnitlig hver anden måned og diskuteret, debatteret og udvekslet erfaringer. Også de øvrige involverede i projektet har deltaget i møderne efter behov.

Udover disse møder har været afholdt en række tema-/debatdage.

- Oktober 2005  
Temadag om objekter, virksomhedskultur, teknologi- og kompetencebehov samt "prøv selv at skabe en model".
- November 2005  
Introduktion til værktøjet 'L3D'
- November 2005  
Introduktion til værktøjet '3D-Udbud'
- Oktober 2006  
Temadag om status på de konkrete byggeprojekter
- Januar 2007  
Temadag om udbudsprocessen
- Januar 2007  
Temadag om forandringsprocessen
- Marts 2007  
Afsluttende offentligt seminar

Udviklingsgruppen har udvekslet informationer via en projektweb.

## Resultat

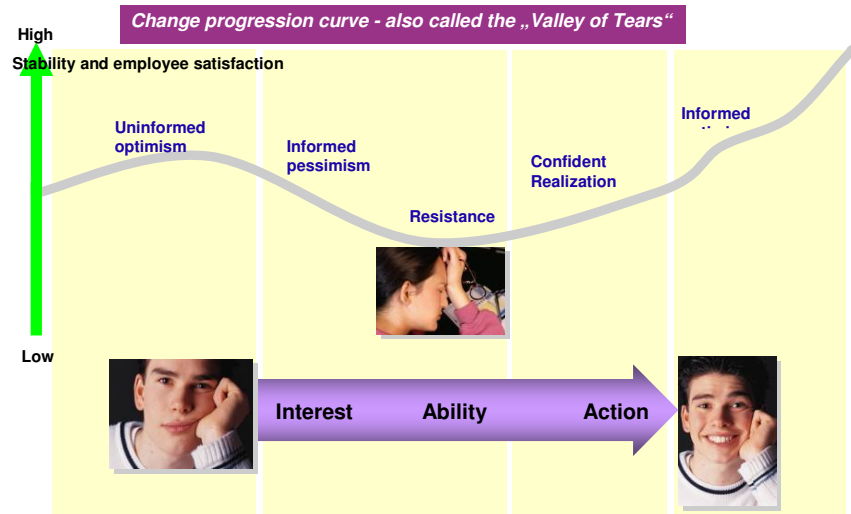
De gennemgående temaer i diskussionerne om anvendelsen af kravene til digitalisering har fra starten været de samme:

- Ansvarsfordeling
- Grænsefladen mellem de respektive parter
- Spørgsmål til de andre parters behov

Gruppen har udnyttet det tværfaglige forum i projektet til fulde. Diskussionerne har udløst en række essentielle spørgsmål til byggeriets processer generelt. Der har vist sig et stort behov for tværfaglig udveksling og større forståelse for afsenders - og modtagers arbejdsprocesser.

De input udviklingsgruppen har fået undervejs har tydeligt kvalificeret diskussionerne, ligesom alle deltagerne er løftet til samme vidensniveau. I projektets start var fokus naturligt på de teknologiske udfordringer, men ganske hurtigt viste det sig - omvendt proportionalt, at udfordringerne fordelte sig med 25 % på teknologi og 75 % på virksomhedskultur.

Alle deltagerne har bevæget sig ad 'valley of tears' - et begreb der blev introduceret tidligt i projektet - og især de, der har deltaget i de konkrete afprøvninger, har oplevet op og nedture.



Valley of tears - (kilde: Autodesk)

Konklusionen er, at der stadig er mange udfordringer af teknisk karakter. Men teknologien er på vej og softwareudviklerne får mere og mere fokus på at løse overgangene mellem de forskellige faser i et byggeris levetid.

Til gengæld viser det sig, at både implementeringen af ny teknologi og ændrede processer både hos den enkelte virksomhed og i de tværfaglige relationer fortsat indeholder en lang række udfordringer.

Udfordringerne bundes i traditioner i byggebranchen, hvor fokus holder sig isoleret til den enkelte parts løsning af opgaven i modsætning til fokus på selve bygningen som databærer i hele dens levetid.

Digitaliseringen af byggeriet kræver, at der skabes en større forståelse for de enkelte faggruppers arbejdsproces, anvendelse af og behov for data. Det har været tydeligt gennem udviklingsgruppens diskussioner, at netop denne tværfaglige debat har været det bærende element.

Både gruppens møder og dialogen med bygherren har været præget af åbenhed og stor vilje til at løse opgaven - og at den bedste måde at komme videre på er 'learning by doing'.

### Det videre forløb

Udviklingsgruppens samlede tilknytning til projektet ophører ved denne fases afslutning. Gruppen har dog, med bygherren som initiativtager, ønsket at fortsætte i en netværksdannelse.

sbs har indvilget i at være behjælpelig med overgangen til det nye netværk.

### Delprojekt 1

## 2.1 Færdigudvikling og test af 3D-teknologi

Delprojekt 1 skulle videreudvikle og teste Landmålergårdens 3D-teknologi 'L3D' på baggrund af det opnåede udviklingsstade i fase 1.

Målet var at vise, at teknologien er praktisk anvendelig og konkurrencedygtig i projekteringsprocessen.

Værktøjet 'L3D' (udviklet af Landmålergården A/S og Rambøll A/S) skaber via opmåling en meget præcis model, som kan anvendes direkte i den videre projektering.

### Aktiviteter



I anden fase er 'L3D' videreudviklet og testet i en testcase 'Maglehøj' i Gentofte, hvor den digitale opmåling dannede grundlag for fiktiv projektering og udbud efter et testbyggeprogram.

Udviklingen har primært omhandlet tilpasning af de genererede opmålingsdata til den ønskede CAD-struktur og vurdering af behovet for den meget store nøjagtighed, som ikke harmonerer med CAD-programmernes opbygning.

Inden igangsætning af byggeprojekterne blev der gennemført en spørgeundersøgelse i udviklingsgruppen vedrørende værktøjets relevans.

### Resultat

Resultatet af spørgeundersøgelsen viste, at ca. 85 % af projektdeltagerne vurderede, at der er et stort marked for 'L3D', mens ca. 70 % samtidigt vurderede, at de selv kunne finde anvendelse for det.

I to af de konkrete afprøvningsager har bygherre og rådgiver valgt at anvende 'L3D' til opmåling.

Effektmåling og evaluering viser, at anvendelsen af 'L3D' har betydet:

- et præcist grundlag for projekteringen
- tryghed i projekteringen
- tiltro til de eksisterende forhold
- en hurtigere afklaring end traditionelt
- et større vidensniveau tidligere i processen end traditionelt

Niveau/ detaljerings	A	B	C
1	20	40	100
2	30	60	130
3	40	100	320

Priser i kr. pr. m<sup>2</sup>

Prismodellen for forskellige opmålingsniveauer er revideret i forhold til første fase. Den primære forskel er, at den nye objektstruktur forøger tidsforbruget ved opmåling og mindsker prisreduktionen for det lave nøjagtighedsniveau.

Der er stadig en række udfordringer i koblingen mellem de forskellige software-produkter, samt i dialogen omkring behovet for detaljeringsniveau og de faglige grænseflader. De projekterende efterlyser en arbejdsmetode og værktøjer til koordineringen mellem værktøjerne.

Værktøjet er med succes anvendt i to af de konkrete byggesager og både bygherre og rådgivere ser store fremtidige muligheder i produktet.

Konklusionen er, at 'L3D' er absolut et stort skridt på vejen. Grundlaget skubber til rådgivernes traditionelle proces ved at levere et solidt grundlag fra starten og således tidligere i processen stiller krav til afklaring af løsninger.

### Produkt

Følgende bilag foreligger hos sbs og kan udleveres på forlangende:

- Afrapportering fra Landmålergården A/S
- Præsentation fra Hou & Partnere A/S
- Afrapportering fra Backbone.

### Delprojekt 2

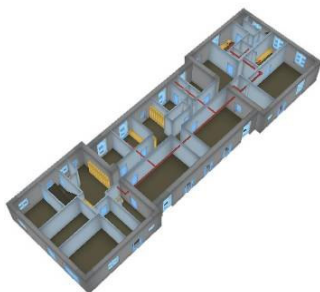
## 2.2 Udvikling og test af 2D-teknologi

Delprojekt 2 skulle udvikle og teste 2D-teknologi som en simpel og billig metode til at skabe det digitale grundlag.

Målet var at vise, at teknologien er praktisk anvendelig og konkurrencedygtig projekteringsprocessen.

Værktøjet '3D-Udbud' (udviklet af SBI med underleverandør) indeholder en mere lavpraktisk metode, hvor udgangspunktet er at skabe en 3D-model ud fra traditionel 2D-tegning og en række kontrolmålinger på stedet. Værktøjet er udviklet med fokus på en brugervenlig udformning.

### Aktiviteter



Der er gennemført to testforløb. Første testforløb udløste en række diskussioner om byggeriets processer og de respektive parterers behov for information. Det var derfor nødvendigt at gennemføre endnu et testforløb for at få selve værktøjet vurderet og færdigudviklet.

Testforløbene blev gennemført ud fra det samme fiktive byggeprogram som testen af 'L3D'.

'3D-Udbud' er ikke anvendt i de konkrete afprøvningssager. sbs' tegnestue har derfor testet værktøjet til at danne en model af Ny Kongensgade 15, og på baggrund heraf bidrager med evaluering i forbindelse med effektmålingen.

Forud for de konkrete afprøvninger blev foretaget en spørgeundersøgelse i udviklingsgruppen, hvor de blev bedt om at vurdere værktøjets anvendelse.

### Resultat

Den gennemførte spørgeundersøgelse viste, at ca. 50 % vurderede at værktøjet har et stort marked, mens kun ca. 30 % kunne finde anvendelse for det i deres egen virksomhed.



Værktøjet er let tilgængeligt med fokus på at kunne trække data fra objekter på en nem og visuel måde. Når '3D-Udbud' alligevel ikke rigtig har vundet indpas hos de involverede parter i projektet og ikke er valgt som værktøj på afprøvningsprojekterne skyldes dette formodentlig at værktøjet har ramt den forkerte målgruppe.

Konklusionen er, at '3D-Udbud' enten skal formidles til mindre virksomheder, som endnu ikke har taget hul på 3D-modellering eller måske tænkes i nye sammenhænge i forhold til andre typer af opgaver.

#### Produkt

Afrapportering fra SBI foreligger hos sbs og kan udleveres på forlangende. Øvrige oplysninger og køb af programmet kan ske fra SBI's hjemmeside: [www.sbi.dk/byggeprocessen/basismodel.dk](http://www.sbi.dk/byggeprocessen/basismodel.dk) samt [www.basismodel.dk](http://www.basismodel.dk).

#### Aktiviteter

##### 2.2.1 Anden teknologi

I to af de konkrete afprøvningssager blev det på baggrund af projektets karakter vurderet ikke at være rentabelt at foretage en digital opmåling.

Som følge af, at '3D-Udbud' som nævnt ovenfor blev fravalgt er det digitale 3D-grundlag for disse afprøvninger foretaget via design i et CAD-program på baggrund af eksisterende tegninger suppleret med kontrolmål på stedet.

Afprøvningserne er derudover gennemført med samme krav til digitalisering i projektering og udbud/tilbud som de øvrige.

#### Delprojekt 3

### 2.3 Vurdering af andre produkter

Delprojekt 3 skulle vurdere projektets to udviklede værktøjer 'L3D' og '3D-Udbud' i forhold til andre teknologier og softwareprodukter.

Målet var at give bygherren et grundlag for valg af værktøj til gennemførelse af digitalisering af en given byggesag. Desuden skulle det sikres, at udviklingen af de to værktøjer it-mæssigt blev udført forsvarligt.

Opgaven er udført af CyberCom Group A/S.

#### Aktiviteter

I forbindelse med udviklingen af de to værktøjer har opgaven bestået i:

- Bistand til udarbejdelse af kravspecifikation.
- Løbende overvågning af udviklingen i projektperioden
- Bistand til planlægning og udvikling af testforløbene

Der er udarbejdet et 'digitalt landkort', for at give et billede af, hvilke øvrige digitale værktøjer, som kan anvendes i faserne fra opmåling til udbud/tilbud og som skal kunne udveksle data indbyrdes.

I projektet har afprøvningserne alle været baseret på ét bestemt CAD-program, ADT (Architectural desktop), da det var det program rådgiverne anvendte i forvejen. Der er etableret kontakt til yderligere to leverandører af CAD-programmer for at sikre, at værktøjet 'L3D' via IFC-formatet, som af 'Det Digitale Byggeri' er angivet som fælles format, også kan anvendes som grundlag for andre programmer.

**Resultat**

Ydelsen har sikret, at de IT-tekniske forhold under udviklingen af de to værktøjer er kvalitetssikret.

Scanningen af andre teknologier har ikke afdækket produkter eller løsninger, der tilbyder alternativer med samme funktionalitet som de to udviklede værktøjer.

Det er bekræftet, at det digitale opmålingsgrundlag via 'L3D' kan anvendes af de to CAD-programmer fra ArchiCad og Bentley. Resultatet er udelukkende baseret på om programmerne kunne læse den digitale fil, mens den egentlige anvendelse via projektering kun er gennemført som beskrevet i de konkrete afprøvningsprojekter.

Det 'digitale landkort' giver et samlet overblik over de digitale værktøjer. Det viser, hvilken del af processen de enkelte værktøjer indgår i og grænseflader til andre værktøjer.

Valget af værktøj, som enten kan anvendes i flere processer eller levere data videre til et andet værktøj er essentielt for at kunne udnytte de digitale data optimalt – og manglen på denne egenskab er absolut på nuværende tidspunkt en stor barriere for implementeringen af de digitale krav.

**Produkt**

Rapport fra CyberCom Group A/S samt 'digitalt landkort' foreligger hos sbs og kan udleveres på forlangende.

## 2.4 Bygherrekrav

**Delprojekt 4**

Delprojektet havde til formål at bearbejde og tilpasse kravene fra 'Det Digitale Byggeri' til renoveringssituationen.

**Aktiviteter**

Både projektledelsen og udviklingsgruppen har holdt sig løbende orienteret om udviklingen af kravene i 'Det Digitale Byggeri' via presse og hjemmesider samt ved deltagelse i arrangementer, der blev vurderet relevante i forhold til projektet.

Kravene i 'Det Digitale Byggeri' er i projektet desuden vurderet af Gentofte Kommune og tilpasset de behov og ønsker, som passede ind i kommunens struktur og arbejdsprocesser i forhold til rollen som bygherre.

**Resultat**

Det har vist sig, at bortset fra selve problematikken med at tilvejebringe det digitale grundlag, kan de digitale krav fra 'Det Digitale Byggeri' i det store hele anvendes også i relation til renovering.

Der, hvor en yderligere bearbejdning er påkrævet, er fx forholdene omkring dataenes opbygning og beskrivelse af processerne indenfor renoveringen idet 'Det Digitale Byggeri' har fokuseret på nybyggeri. Det er håbet at bl.a. nye beskrivelsesværktøjer for renoveringsopgaver fa bips<sup>4</sup> på sigt vil kunne medvirke til at udfylde denne mangel.

---

<sup>4</sup> Udarbejdelse af nye beskrivelsesværktøjer for renoveringsopgaver igangsættes i starten af 2007. Projektet er støttet af GI og Realdania under 'Renovering 2010'.

## 2.5 Testplan

### Delprojekt 5

I delprojektet skulle der udarbejdes testplaner for at sikre afprøvningen af projektets værktøjer/metoder i konkrete byggesager.

### Aktiviteter

Følgende aktiviteter er gennemført:

- Prækvalifikation af rådgiverteams og entreprenører; *udviklingsgruppen*
- Indgåelse af aftale med udviklingsgruppen
- Afklaring af grænseflader og ansvarsproblematik
- Indgåelse af aftale med bygherre om gennemførelse af konkrete byggesager
- Valg af IT-løsninger (værktøjer/metoder)

### Resultat

#### Aftale med bygherre

Det viste sig vanskeligt som planlagt at få aftaler i stand med mere end én bygherre. Til gengæld havde den mulige bygherre, Gentofte Kommune, en stor potentiel portefølje af mulige byggesager.

En indgået samarbejdsaftale med Gentofte kommune indeholder en forpligtelse for kommunen til at etablere en projektorganisation, identificere konkrete byggesager og bidrage økonomisk til en fælles uddannelsesfond. Derudover er indarbejdet en række hensigtserklæringer vedr. formuleringen af de digitale krav til byggesagerne.

#### Prækvalifikation

Gennem prækvalifikation blev der udpeget 5 rådgiverteams og 4 hovedentreprenører, som alle skønnedes at besidde de relevante og nødvendige kompetencer til at kunne projektere og byde inden for rammerne af projektet og de digitale krav.

#### Aftale med udviklingsgruppen

Samarbejdsaftaler med udviklingsgruppens deltagere indeholder en række krav. Virksomhederne skulle være ansvarlige for organisation, virksomhedsstrategi og kompetenceudvikling i forhold til projektet. De involverede virksomheder har medvirket i tests af værktøjerne og til dataindsamling af referencetal, samt effektmåling af både projektet og de konkrete byggesager. Derudover har alle bidraget økonomisk til den fælles uddannelsesfond.

#### Grænseflader og ansvar

Afklaring af grænseflader og ansvarsproblematik har som tidligere beskrevet fyldt meget på mødet mellem de forskellige parter. Digitaliseringen skubber til grænsefladerne mellem parterne og stiller større krav til udveksling af informationer og måske nye krav til honoreringen af ydelserne.

En endelig afklaring af problematikken kræver flere reelle forsøg og en fortsat åbenhed omkring udfordringerne.

### Valg af IT-løsninger (værktøjer/metoder)

Valget af IT-løsning til de konkrete afprøvnings-sager var præget dels af de økonomiske forhold og dels af udviklingsgruppens forhold til SBI's værktøj '3D-Udbud'. Bygherren stillede i to projekter krav til anvendelse af Landmålergårdens 'L3D'. I de to øvrige afprøvningsprojekter vurderede man det ikke økonomisk rentabelt at få udarbejdet en digital opmåling, men lod det være op til rådgiveren, hvordan det digitale grundlag skulle etableres.

Det var i denne proces, at SBI's '3D-Udbud' blev fravalgt af rådgiverne.

## 2.6 Afprøvningserne

Ambitionen i projektet var at afprøve værktøjer og metoder fra de gennemførte delprojekter i 3-5 byggesager. Der er ved afslutningen af projektets anden fase i alt igangsat 4 byggesager.

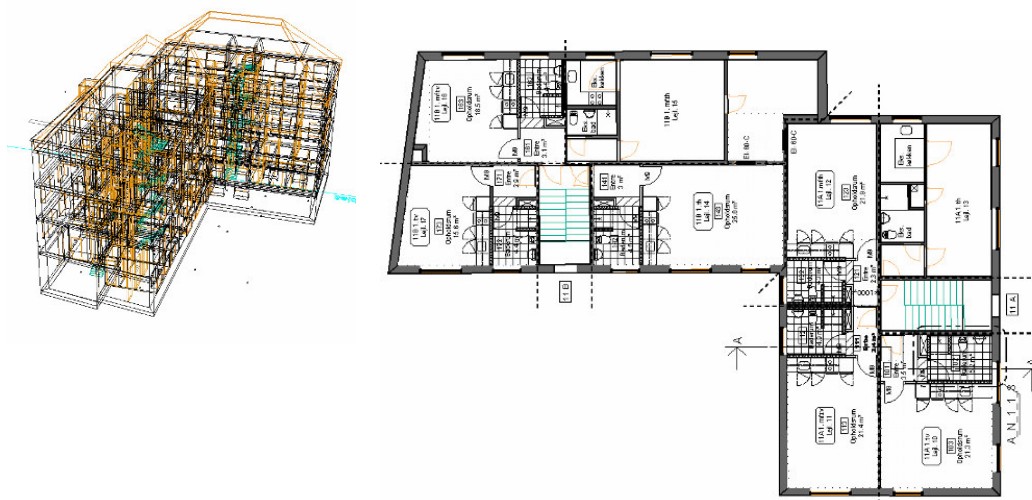
I alle 4 er der gennemført 3D-objektorienteret projektering, udtræk af mængder fra modellen (beskrivende mængdefortegnelse, BMF) og udbud/tilbud via en projektweb (Byggeweb).

### Aktiviteter Byggesag 1 og 2

På to af byggesagerne på Stolpegårdsvej og Hyldegårdsvej i Gentofte blev rådgiveren (den samme) udpeget af bygherren. Byggesagerne omhandler to bygningsfornyelsessager i boligetageejendomme med etablering af badeværelser i hhv. 22 og 10 boliger.

Begge byggesager er udført med udgangspunkt i digital opmåling med 'L3D'. Stolpegårdsvej udbydes primo marts 2007. Licitationen indbefatter to af udviklingsprojektets involverede entreprenører. Hyldegårdsvej er stort set færdigprojekteret, men forventes først udført i 2008.

Forud for licitationen blev de bydende af bygherren indbudt til en særlig gennemgang af den digitale udbuds/tilbudsproces.



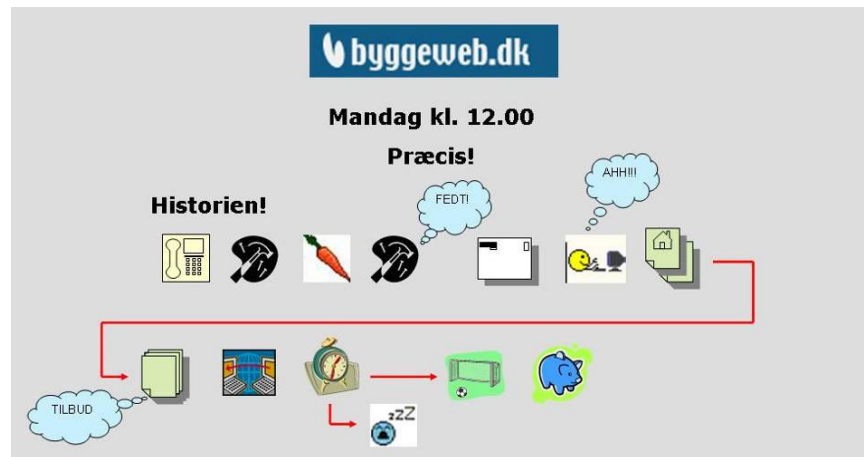
### Byggesag 3

I den tredje byggesag blev rådgiveren udvalgt via udbud blandt udviklingsgruppens medlemmer. Byggesagen omhandler genopretning/renovering af seks bygninger på en ungdomsskole.

Projekteringen af byggesagen er udført ved generering af en digital bygnings-model på grundlag af eksisterende tegninger og traditionel opmåling.

Licitationen blev gennemført med lokale entreprenører, dvs. virksomheder som ikke har deltaget i udviklingsprojektet. Det var tydeligt en udfordring for disse virksomheder at anvende det digitale medie, hvor tidsfristen bl.a. skal tages helt bogstaveligt. Det lykkedes dog at gennemføre licitationen uden større problemer.

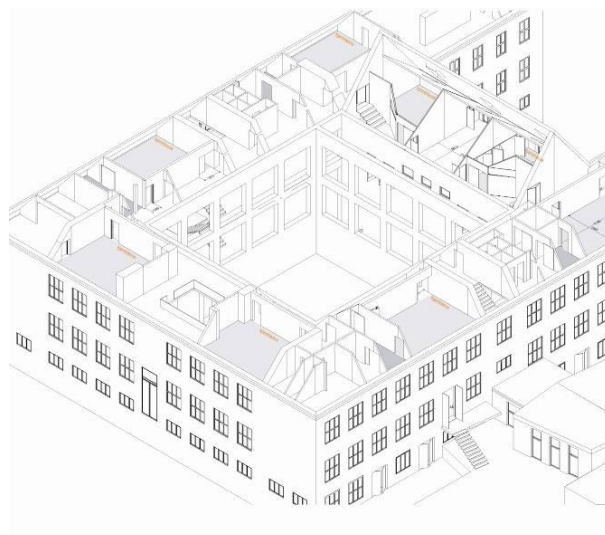
Præcisionen i projekteringen var høj og resultatet blev et projekt, som blev udført til tiden og til den aftalte pris.



`historien om at byde digitalt`

### Byggesag 4

I den fjerde byggesag blev rådgiveren udvalgt direkte af bygherren. Byggesagen omhandler ombygning af en skole, Tjørnegårdsskolen.



I projekteringsarbejdet er der genereret en digital bygningsmodel, som er skabt på grundlag af eksisterende tegninger og traditionel opmåling. Projekteringen er kun i de indledende faser, men modellen har indtil videre bl.a. været anvendt til brugerkontakt med stor succes.

### Resultat

Som det ofte sker, når teorien møder praksis i de konkrete afprøvninger, kommer realiteterne til at styre fremdriften.

Igangsætningen af de konkrete afprøvningssager er i alle fire tilfælde blevet forrykket i forhold til udviklingsprojektets tidsplan. Da forhandlingen med bygherren blev indledt, var alle byggesagernes udbud planlagt afsluttet sommeren 2006.

Det var den oprindelige idé i udviklingsprojektet, at deltagerne i udviklingsgruppen skulle byde og konkurrere om byggesagerne. Tidsmæssigt havde bygherren brug for en hurtig afklaring og valgte derfor i tre af tilfældene at pege direkte på et rådgiverteam.

Kun i én af byggesagerne er udviklingsgruppens entreprenører blevet inviteret til at afgive tilbud, mens bygherren har valgt at lade lokale, mindre entreprenører byde i de øvrige byggesager.

På sigt barsler bygherren med flere større projekter, som skal i EU-udbud, og hvor der vil blive stillet krav svarende til afprøvningsprojekterne. Udviklingsgruppens deltagere vil således være godt stillet ved et sådant udbud.

Alle fire sager udføres/er udført med udgangspunkt i resultaterne af delprojekterne og i løbende, tæt dialog med bygherren.

Ud over de forventede gevinster i form af datagrundlag og genbrug af data er der opnået flere sidegevinster. Udarbejdelsen af digitale bygningsmodeller har gjort brugerdialogen væsentlig mere smidig, og det ser foreløbigt ud til at grundlaget sikrer en udførelse med færre ekstraarbejder.

Afprøvningen i de konkrete byggesager viser med al tydelighed at 'learning by doing' og dialog mellem parterne er altafgørende for at byggerier skal lykkes.

### 2.6.1 Effektmåling

For at måle og evaluere resultaterne af projektet har Teknologisk Institut været engageret af udviklingsprojektet til at gennemføre en effektmåling. Effektmålingen omhandler dels udviklingsgruppens syn på projektet, dels de projekterendes og bygherrens syn på de konkrete byggesager.

Hovedresultaterne konkluderer en række potentielle gevinster:

- Bedre udgangspunkt for projektering og leverance
- Optimerer værdikæden
- Ressourcebelastningen forskubbes til tidligere stadier

Samtidig peges på en række barrierer:

- Ny teknologi og arbejdsmetoder tager tid at vænne sig til
- Aktører kan ikke klart identificere mulige gevinster og omkostninger (kræver længere tid/flere afprøvninger)
- Manglende retningslinier og fælles standarder får parter ud af takt
- Træghed og vanetænkning skal overkommes
- Tekniske udfordringer.

Med DIGITAL OPMÅLING OG REGISTRERING I BYFORNYELSEN er fokus rettet mod anvendelse af de digitale værktøjer. Alle deltagerne i projektet udtrykker samstemmende store forventninger til anvendelsen af de udviklede og afprøvede metoder i fremtiden, og at projektet har åbnet deres øjne for de potentielle gevinster som kan opnås.

Med de data, som det har været muligt at indsamle under evalueringen, kan det ikke måles præcist, hvor store besparelser som kan opnås på sigt. Det er dog sandsynliggjort, at det videre arbejde med digitalisering vil udløse en økonomisk gevinst for de involverede parter i byggeriet.

På baggrund af effektmålingens form og struktur er udarbejdet et web-baseret selvevalueringsværktøj, som den enkelte virksomhed fremover kan bruge til at vurdere effekten af digitaliseringen af egne processer.

### 2.6.2 Tværgående kvalitetssikring

For at sikre kvaliteten af projektets resultater, og at deltagerne i de konkrete afprøvningssager fastholdt udgangspunktet med de stillede krav, blev der undervejs indgået aftale med Backbone om tværgående kvalitetssikring.

Ydelsen har omfattet opfølgning og registrering af processen i direkte dialog med både projekterende, entreprenører og bygherre og har primært fokuseret på udbudsprocessen.

## Produkt

Følgende bilag foreligger hos sbs og kan udleveres på forlangende:

- Rapport vedr. effektmåling fra Teknologisk Institut
- Selvevalueringsværktøj, udarbejdet af Teknologisk Institut,
- Rapport vedr. tværgående kvalitetssikring fra Backbone
- Projektpræsentationer fra de 3 rådgiverteams

## Appendix

I forbindelse med afslutningen af projektets anden fase er afholdt et seminar d. 15. marts 2007.<sup>5</sup> I seminaret deltog både repræsentanter fra Erhvervs og Byggestyrelsen, Slots- og ejendomsstyrelsen, Universitets- og bygningsstyrelsen og Københavns Universitet / Landbohøjskolen og flere kommunale bygherrer samt rådgivere og entreprenører.

Der blev udvist stor interesse for projektets resultater. Det var især bemærkelsesværdigt, at det udviklede simple værktøj '3D-udbud', som i projektet ikke blev anvendt i de konkrete afprøvningsbyggesager, blev mødt med stor interesse. Dette underbygger formodningen om, at der er et marked for værktøjet. Det viste sig endvidere, at Gentofte Kommune har valgt at igangsætte en videreudvikling af '3D-udbud' til et FM - Facility Management system til styring af deres drift.

Det blev bekræftet, at entreprenørgruppen efterlyser mere fokus på deres del af processen og har et stort ønske om at få lov til at prøve selv. Samtidig understregede rådgivere og bygherre, at entreprenørernes input havde bidraget væsentligt til løsningen af afprøvningsagerne.

Endelig skal det bemærkes, at pressen i forbindelse med seminaret har udvist stor interesse for projektet. Licitationen bragte i februar en artikel og både Berlingske Tidende og Jyllandsposten forventes at bringe artikler i uge 12.

---

<sup>5</sup> Seminaret skulle have været afholdt 22. februar, men blev aflyst pga. sne.