

Technical University of Denmark



### Case03

BIM hos driftsherre og byg- og driftsherrerådgiver

Vestergaard, Flemming; Karlshøj, Jan; Hauch, Peter ; Lambrecht, Jan ; Mouritsen, Jan

*Publication date:*  
2012

*Document Version*  
Også kaldet Forlagets PDF

[Link back to DTU Orbit](#)

*Citation (APA):*  
Vestergaard, F., Karlshøj, J., Hauch, P., Lambrecht, J., & Mouritsen, J. (2012). Case03: BIM hos driftsherre og byg- og driftsherrerådgiver. Technical University of Denmark, Department of Civil Engineering. (DTU Byg-Rapport; Nr. SR 12-04).

## DTU Library

Technical Information Center of Denmark

---

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

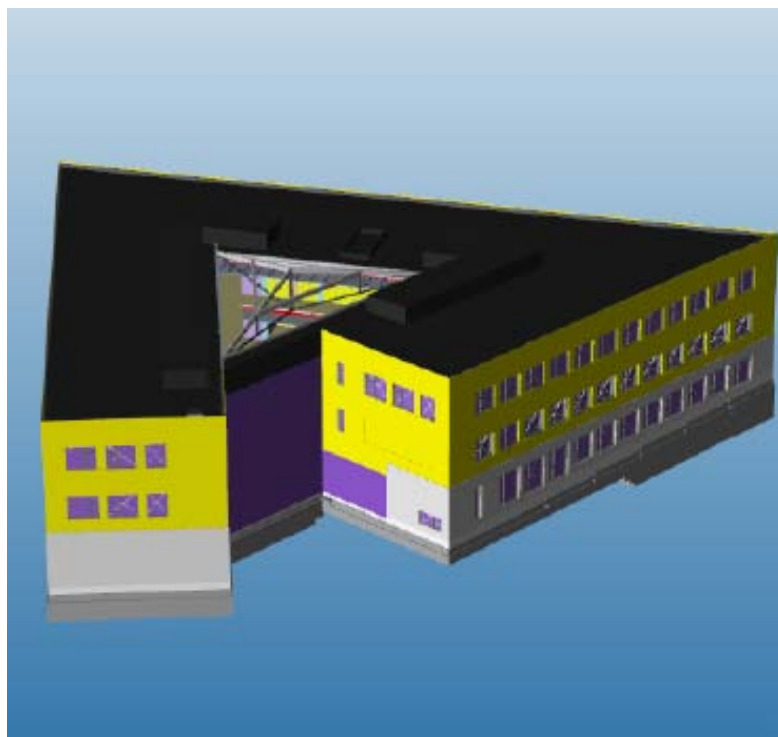
# Måling af økonomiske gevinster ved Det Digitale Byggeri

Et forskningsprojekt finansieret af Klima-, Energi-, og Bygningsministeriet

## Case03:

# BIM hos driftsherre og byg- og driftsherrerådgiver

## Casebeskrivelse



**DTU Byg Rapport SR 12-04**

**Forfattere:**

ØG-DDB projektgruppen består af:

Flemming Vestergaard, DTU Byg

Jan Karlshøj, DTU Byg

Peter Hauch, Arkidata

Jan Lambrecht, TI og DS

Jan Mouritsen, CBS, Department of Operations Management

**DTU Byg, Danmarks Tekniske Universitet**



**DTU Byg**  
Institut for Byggeri og Anlæg

**Bygningsstyrelsen**



**BYGNINGSSTYRELSEN**  
Klima-, Energi- og Bygningsministeriet

## Indholdsfortegnelse:

Sammenfatning .....	3
Caseudvælgelsen og dataindsamling .....	5
Beskrivelse af byggeprojektet .....	6
IKT-koncept-beskrivelse .....	7
IKT-konceptets potentialer.....	9
Initiativet til IKT-konceptet .....	10
Casestudiets parter .....	10
BIM karakteristika for casen.....	11
Omkostninger.....	13
Hovedproces 1: Projektering med outsourcet bygherrekontrol .....	14
Hovedproces 2: Udbud/tilbud og produktionsforberedelse.....	19
Hovedproces 3: Udførelse på byggeplads .....	21
Hovedproces 4: Aflevering og drift og vedligehold .....	25
Opsummeringen af effektmålingen .....	27
Barrierer og forudsætninger for implementering .....	34
Konklusion .....	36

## Tilgængeligt materiale:

### 4 casebeskrivelser:

Case01 BIM hos mindre arkitekturrådgiver

Case02 BIM hos større ingeniørrådgiver

Case03 BIM hos driftsherre og byg- og driftsherrerådgiver

Case04 BIM hos større entreprenør

### Metodemanualen ØG-MM

Det er metodegrundlaget. Det består af en **Casestudiedrejebog**, der beskriver processen samt værktøjerne, **Effektvurderingsskema**, i form af regneark med tematiske faneblade.

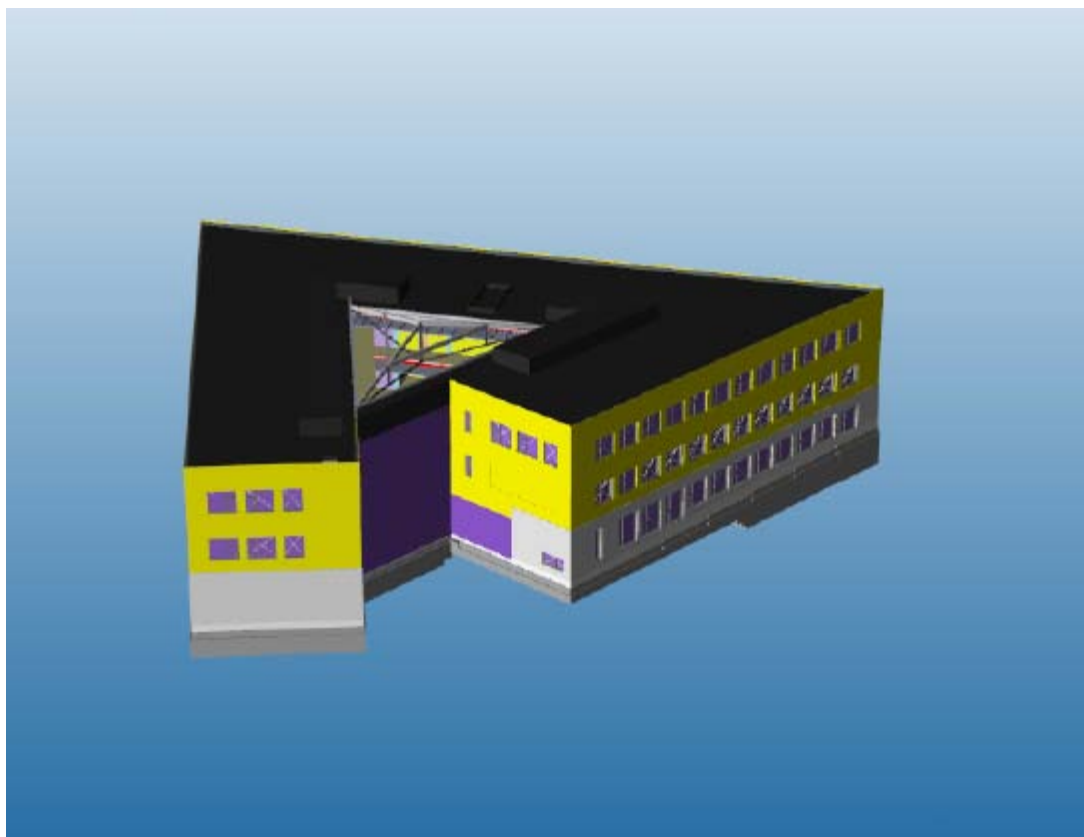
### ØG-DDB Projekt rapport

Her kan man læse om baggrunden for casestudierne, de væsentlige indikatorer og en generel opsamling af resultaterne fra casestudierne.

## Casebeskrivelse af case 03

# BIM hos driftsherre og byg- og driftsherrerådgiver

---



*Fig. 1: Illustrationen viser styringsmodellen, som driftsherrerådgiver anvender til dialog med driftsherren til styring af projektet.*

## Sammenfatning

Casen repræsenterer et koncept, hvor både byg- og driftsherren og en byg- og driftsherrerådgiver er aktive i anvendelsen af en BIM-orienteret arbejdsmetode og modelbaserede værktøjer, som omfatter følgende aktiviteter: Design, Projektering, Udbud/tilbud, produktionsforberedelse, Udførelse og Drift. UCC er byg- og driftsherre og Archiwise byg- og driftsherrerådgiver.

### IKT-konceptet

IKT konceptet repræsenterer en samarbejdsform, hvor byg- og driftsherren har outsourcet udvalgte processer, der vurderes at kunne understøttes af digitale værktøjer med rationaliseringsgevinster. Byg- og driftsherren har deltaget aktivt i processerne fra programmering til drift, men har fra designfasen til afleveringen haft en rådgiver tilknyttet, som dels har bistået bygherren med beslutningsstøtte og mht. krav til samarbejdspartnerne. Byg- og driftsherrerådgiveren har endvidere opbygget en digital bygningsmodel - en BIM-Model for projektet - som sikrer, at byg- og driftsherren høster flest mulige gevinster under byggeprojektet som f.eks. koordinering af projektmateriale, kvalitetssikring, udbud, produktionsplanlægning, løbende generering af driftsdata mv. Denne 'styringsmodel' bliver senere beriget med

drifts- og forvaltningsinformation for endeligt at blive kilde til de driftsdata, der overføres til driftsherrens driftssystem.

Casens samarbejdskoncept er interessant i den forstand, at bygherren får mulighed for at høste en flertal af gevinster ved anvendelse af BIM-modellering både under projektet og i den efterfølgende aflevering og drift uden at det stiller avancerede krav til IKT-anvendelsen hos de øvrige projektpartnere.

Casen omfatter en stor del af værdikædens processer, hvor BIM-modellen bl.a. er blevet benyttet til:

- Modellering,
- Koordinering gennem anvendelse af modelbaserede konsistenskontrol værktøjer,
- Visualisering til støtte for brugerdialog og produktion,
- Tegningsgenerering,
- Simulering af bl.a. bygbarhed og af udførelsesprocessen
- Styring af tid og økonomi.
- Dataudtræk som anvendtes ved udbud/tilbud og til forhandling af entreprisummer.
- Udveksling af data mellem parterne i byggeprojektet foregik traditionelt via 2D tegninger, lister og strukturerede tekstdokumenter. Der blev ikke udvekslet modeller mellem rådgiverne og byg- og driftsherrerådgiveren.

### **Omkostninger**

Omkostningerne for bygherren ved implementering af IKT-konceptet er veldokumenteret idet Byg- og driftsherrerådgiverens styrings- og 'BIM-hosting' funktion er blevet direkte honoreret med 695.000 kr. på baggrund af en specifik leverancebeskrivelse. Hertil kommer driftsherrens egne investeringer og driftsomkostninger på ca. 250.000 kr.

### **Gevinster**

Der er konstateret gevinster i alle processerne. Nedenfor nævnes et mindre udvalg af de konstaterede direkte, indirekte og afledte gevinster. Gevinsterne under projektering, udbud/tilbud og produktionsforberedelse og udførelse har været engangsgevinster, som udtrykker en rationalitet i de enkelte processer. Gevinsterne under drift og vedligehold er årlige gevinster fordelt på driftsherrens processer. Gevinsterne skal ses i relation til den samlede anlægssum på 65 mio. kr.

I projekteringsfasen er den væsentligste rationaliseringsgevinst et samlet projektmateriale med langt færre fejl og mangler end tidligere, som repræsenterer en direkte gevinst på 1,2 mio. kr. Hertil kommer et skøn fra driftsherren om reducerede udgifter ved etablering af datagrundlaget for driften på 250.000 kr.

Under hovedprocessen udbud/tilbud og produktionsforberedelse ligger den største engangsgevinst registreret i denne case, idet en reduktion af entreprenørernes usikkerhed har reduceret entreprisens summen med 15 % på entreprisens summen svarende til en gevinst på 7.560.000 kr.

Under udførelsen er der registreret en direkte gevinst hos driftsherren i forbindelse med udbetalinger til entreprenørerne svarende til en rentebesparelse på 307.000 kr. Endelig har driftsherren vurderet stor nytteværdi af styringsmodellen som værktøj til at have et overblik over projektet i forbindelse med projektfærdigheder og i det hele taget til beslutningsstøtte.

I driftsfasen, som er driftsherrens kerneområde, regnes der med meget store årlige besparelser på både drift og vedligehold. Gevinsten ligger dels i en enklere overførsel samt i validiteten af data, dels i estimerede årlige besparelser på både drift, vedligehold og forvaltning. Det vurderes ud fra erfaringer fra tidligere udførte projekter, at der er en 15 % besparelse både på driften og på vedligeholdelsen svarende til

en årlig besparelse på driften på 600.000 kr. og på vedligeholdelsen 375.000 kr. Omregnet til nutidsværdi over 15 år med en rente på 10 % og en årlig prisstigning på 3 % giver det en samlet gevinst for driften ca. 5,5 mio. kr. og for vedligehold ca. 3,5 mio. kr. Det skal pointeres, at disse besparelser ikke alene skyldes IKT-konceptet, men at dette vurderes fra driftsherrens side, at være en væsentlig forudsætning for besparelsen ved at levere det nødvendige dataindhold.

### **Konklusion**

Case 03 repræsenterer en case, hvor byg- driftsherren påtager sig en aktiv rolle som hovedaktør, og casen synes i høj grad at bekræfte den fremherskende opfattelse, at Byg- og Driftsherren kan opnå endog meget store gevinster ved at indgå i et integreret samarbejde omkring BIM/3D arbejds metode, der spænder fra programmeringen til den endelige drift af byggeriet - og hvor omkostningerne er beskedne i forhold til gevinstens størrelse.

### **Caseudvælgelsen og dataindsamling**

ØG-DDB projektgruppen har foretaget en værdianalyse af hvilke IKT-koncepter (processer, aktører og metoder/standarder) har den største nytteværdi for byggesektoren. Dette er dokumenteret i 'ØG-MM, 'Værdianalyse'. Her er der fokus på de 3 niveauer:

- den enkelte virksomhed,
- det enkelte projekt og
- sektoren som helhed.

Analysen tager udgangspunkt i dele af byggeriets værdikæde, og der udpeges processer, hvor på den ene side digitaliseringen af processer vurderes at give store effekter, og hvor på den anden side nytteværdien er størst for målgruppen. Input til analysen er projektgruppens teoretiske og praktiske viden om digitaliseringens påvirkning af byggeprocesserne suppleret med dansk og international litteratur om emnet samt kendskab til aktuelle projekter og danske virksomheder, der ligger i front indenfor digitaliseringen af deres processer.

### **Samfunds- og brancheniveau**

Byg- og driftsherrer er den af de store grupper af byggeriets aktører, som vurderes at få de største gevinster ved implementeringen af en 3D arbejds metode og BIM baserede værktøjer. Det skyldes primært at når man ser på hele et byggeris livscyklus så udgør driftsperioden langt den største del. Hertil kommer, at de initiale omkostninger ved modelopbygningen er afholdt, når bygherren modtager projekt materialet. Drift- og forvaltningsopgaverne er således primært orienteret mod anvendelse /genbrug af disse tidligere genererede projektdata. COWI-rapporten 'Digital forvaltning af bygninger fra vugge til grav', udarbejdet til EBST juni 2009, bekræfter denne antagelse. Rapporten vurderer et samlet gevinstpotentiale ved digitaliseringen af byggeriet på 17 mia. kr. årligt. Heraf udgør gevinstpotentialet for processer indenfor byg- og driftsherrers område alene 13,5 mia. kr. af de 17. Projektgruppen er enig i denne vurdering. Forudsætningen for at udløse gevinstpotentialet er imidlertid, at byg- og driftsherrer integrerer en 3D arbejds metode i sine arbejdsrutiner. Denne implementeringsproces er under langsom udvikling. Barriererne er her fraværet af IKT/BIM kompetencer hos byg- og driftsherrer samt visse typer af drift- og forvaltningssoftware byggende på digitale bygningsmodeller. På kompetencesiden har rådgiverne disse kompetencer og de kan derfor levere ydelser på dette område. Byg- og driftsherren kan dog ofte ikke udnytte dem. Opbygningen af IKT/BIM kompetencer hos byg- og driftsherren er en tidskrævende og omkostningstung proces, og man ser da også, at visse rådgivere indgår som konsulenter og byg- og driftsherrerådgivere på dette område. Byg- og driftsherrerådgivere og de ydelser, som de udfører for bygherren, vil højst sandsynligt få en større rolle i fremtiden, da bygherrer oftere gerne vil have en mere proaktiv rolle i forhold til byggeprojektets gennemførelse. Denne tendens er både eksplicit og implicit

understøttet i forbindelse med Det Digitale Byggeri (DDB) – bl.a. via udarbejdelsen af den række bygherrekrav, som blev udviklet i perioden fra 2003 til 2006 med ikrafttrædelse 1. Jan. 2007 og opdateret 2011. Denne tendens har bl.a. medført, at bygherren i højere grad end før har behov for kompetencer der sikrer uvildig IKT/BIM rådgivning gennem hele byggeprojektforløbet vedrørende brug af BIM for at sikre realiseringen af de store potentielle gevinster.

### **Projektniveau**

På projektniveau kan bygherren vælge at stille krav om anvendelse af 3D arbejds metode gennem hele processen, svarende til de statslige bygherrekrav. Den private bygherre kan undlade at stille krav til sine rådgivere om digitalisering af processerne i projekterings- og udførelsesfasen og koncentrere sig om et driftsvenligt projektmateriale ved afleveringen. Hvis der stilles krav til digitalisering gennem hele processen kan private bygherrer få mulighed for at høste nogle af de potentielle rationaliseringsgevinster, som en 3D arbejds metode medfører. Han kan således få del i de potentielle gevinster, der ligger på projektniveau, og ikke alene de gevinster, der ligger i driftsfasen gennem et koordineret og driftsorienteret projektmateriale.

### **Virksomhedsniveau**

Mange større byg- og driftsherrevirksomheder ønsker at professionalisere sig indenfor 3D arbejds metode og BIM. Det kan enten ske alene indenfor egen virksomhed eller gennem et samarbejde med eksterne konsulenter, som er specialiserede i de nye, digitale arbejds metoder. Den første strategi kræver en større investering i teknologi og kompetencer, den andet strategi kræver en mindre investering her og nu, men dog så stor en opgradering af kompetencer og arbejdsgange, at man kan udnytte potentialerne i driftsfasen.

Byg- og driftsherrerådgivervirksomhederne har på linje med resten af rådgiverbranchen, i større eller mindre omfang, implementeret BIM baserede arbejds metoder og procedurer og har bl.a. gennem både de statslige og semi-statslige byggeopgaver med dertil følgende bygherrekrav til digitalisering fået afprøvet BIM teknologier og arbejds metoder i deres faglige praksis.

De rådgivere, der har erhvervet sig IKT/BIM kompetencer kan udnytte disse som byg- og driftsherrerådgivere indenfor dette område, således at byg- og driftsherren kan høste gevinster indenfor faserne: projektering, udbud/tilbud, udførelse og drift og forvaltning.

Casen repræsenterer et koncept, hvor både byg- og driftsherren og en byg- og driftsherrerådgiver er aktive i anvendelsen af en 3D arbejds metode og modelbaserede værktøjer. I casen repræsenterer UCC byg- og driftsherre og Archiwise byg- og driftsherrerådgiver.

## **Beskrivelse af byggeprojektet**

Casestudiet formål er at måle og beskrive en bygherres og byg- og driftsherrerådgivers gevinster ved at anvende 3D arbejds metode i tidlige faser af et byggeprojekt. Byggeprojektet, som casen tager udgangspunkt i, er 'Campus Nordsjælland'. Byggeprojektets geografiske beliggenhed er i Nordsjælland nærmere betegnet i Hillerød. I et område, ejet af henholdsvis DSB, Hillerød Kommune og Freja Ejendomme, lige øst for Hillerød station opføres der et 5500 m<sup>2</sup> stort campusbyggeri. Det opføres af professionshøjskolen University College Capital Nordsjælland (UCC Nordsjælland) og SEB Ejendomme i samarbejde som henholdsvis ejer og leaser. Byggeriet gik i jorden foråret 2011, og brugerne kan tage de nye bygninger i brug efter sommerferien 2012.

Hvor BIM gevinstpotentialer ikke er udnyttet kan der blive refereret til andre byggeprojekter, der repræsenterer disse gevinstpotentialer. De fleste estimer er taget fra UCC's professionshøjskole i Ballerup, der er et tidligere gennemført projekt efter en arbejdsmetode beslægtet med IKT-konceptet.

**Formål og program for projektet:** Professionshøjskolen University College Capital (UCC) ønsker at samle en række af sine professionshøjskoler på én campus i Nordsjælland – nærmere betegnet øst for Hillerød station.

Følgende uddannelser mv. samles på 'Campus Nordsjælland' af UCC:

- Afspændingspædagoguddannelsen
- Fysioterapeutuddannelsen Nordsjælland (tidligere Skodsborg)
- Pædagoguddannelsen Nordsjælland
- Sygeplejerskeuddannelsen Nordsjælland
- Psykomotorikuddannelsen
- Center for undervisningsmidler - Afdeling Nordsjælland
- Teori og Metodecentret

**Projektperiode:** Planlægning og Udførelse: 2010-2012. I drift: sommeren 2012.

**Lokalisering:** Danmark, Hillerød, Carlsbergvej 14.

**Bygningstype:** Undervisningslokaler + administration.

**Bygningstørrelse:** 5.500 m<sup>2</sup>.

**Byg- og driftsherrerådgiver:** Archiwise.

**Arkitekt:** Hou + Partnere.

**Ingeniører og entreprenører:** Wessberg A/S.

**Hovedentreprenør:** MT Højgaard A/S.

**Bygherre:** SEP Pension som juridisk bygherre efter en 'finansiel leasing' model.

**Driftsherre, lejer - leasing:** UCC indgår som lejer i den finansielle leasing over 15 år (dispensation fra regler for offentlige lejere).

**Samarbejdsform:** Traditionel hovedentreprise.

**Anlægssum:** Samlet for projektering og udførelse med byggelånsrenter: ca. 65 mio. kr.

**Gennemsnitlig m<sup>2</sup> pris:** For effektivt brugsareal: ca. 13.000 kr.

**Hovedrådgiverhonorar:** 6,5 mio. kr.

**ØG-DDB interne informationer:** Kontaktpersoner i involverede virksomheder: Nikolaj Hvid, Archiwise (byg- og driftsherrerådgiver), Axel Wiggers, UCC, Jakob Frost Nielsen, UCC (Projektleder), Lars Andersen, Hou + Partnere (Projektleder, arkitekt), Per Korsgaard, Wessberg (Projektleder, ingeniør), Jørgen Westhausen, MT Højgaard (Projektchef, hovedentreprenør).

## IKT-koncept-beskrivelse

Casen har fokus på UCC's byggeprojekt, 'Campus Nordsjælland' som ligger tæt ved Hillerød station.

Byggeprojektet er et om- og tilbygningsprojekt af en eksisterende uddannelsesinstitution, hvor af byggeprojektet følges gennem programmering, projektering, udbud/tilbud og starten af udførelsen. De projekterende parter (arkitekt og rådgivende ingeniør) gennemfører byggeprojektet på traditionel vis dvs. ved brug af 2D og ikke objektorienteret CAD-værktøjer.

Sammenfattende er følgende faser involveret i casens IKT-koncept:

- A. Design
- B. Projektering
- C. Udbud/tilbud
- D. Produktionsforberedelse



- E. Udførelse
- F. Drift

IKT konceptet repræsenterer en arbejdsmetode, hvor en byg- og driftsherre outsourcer udvalgte processer, der vurderes at kunne understøttes af digitale værktøjer med rationaliseringsgevinster. Byg- og driftsherren deltager aktivt i processerne fra program til drift, men har fra designfasen til afleveringen en rådgiver tilknyttet, som dels hjælper bygherren vedr. egne beslutninger og krav til samarbejdspartnerne, hvor byg- og driftsherren mangler kompetencer (opfyldelse af Det Digitale Byggeri's bygherrekrav, anvendelse af projektweb osv.) og dels gennem en sideløbende skabelse af en digital bygningsmodel for projektet sikrer, at byg- og driftsherren får høstet nogle af de gevinster, som en 3D arbejdsmetode tilbyder (koordinering af projektmateriale, kvalitetssikring, generering af driftsdata osv.). I det følgende bliver denne model benævnt en 'styringsmodel', på grund af dens kontrollerende og koordinerende funktion. Senere i processen bliver denne model beriget med drifts- og forvaltningsinformation for endeligt at blive kilde til de driftsdata, der lægges i driftsherrens driftssystem. Modellen på dette stade bliver benævnt 'driftmodel'. IKT-konceptet repræsenterer altså en situation, hvor byg- og driftsherren står nølende overfor at implementere en 3D arbejdsmetode og IKT baserede værktøjer i sine processer grundet manglende kompetencer på feltet, og hvor man så i situationen tilknytter en specialiseret rådgiver til at varetage disse funktioner i et tæt samarbejde. Dette koncept er aktuelt, hvor byg- og driftsherren har en traditionel, dokumentbaseret arbejdsmetode, men gerne vil afprøve de muligheder, der alternativt ligger i digitaliserede og modelbaserede processer – en form for outsourcing. Dette kan være aktuelt for store bygherrer, som kan se potentialer i en 3D arbejdsmetode som krumtappen i informationsudvekslingen i hele værdikæden, og måske specielt for de mindre bygherrer som ikke har ressourcer til at erhverve sig de nødvendige IKT kompetencer. På lidt længere sigt kan man forestille sig at de større byg- og driftsherrer erhverver disse kompetencer selv og implementerer arbejdsmetoden i deres organisation. Samtidigt vil der udvikle sig nye forretningsområder for byg- og driftsherrerrådgiverne, så man kan give specialiserede ydelser som 'BIM koordinator' til byg- og driftsherren indenfor dette felt.

IKT konceptet repræsenterer en arbejdsmetode, hvor en byg/driftsherre outsourcer udvalgte processer, der vurderes at kunne understøttes af BIM og digitale værktøjer med rationaliseringsgevinster. Der etableres et parallelt modelbaseret planlægningsforløb, BIM Hosting, med følgende hovedaktiviteter:

- Der etableres en fælles model- og kommunikationsplatform.
- Projektkoordinering gennem etablering af digital bygningsmodel ud fra rådgivernes tegninger/modeller.
- Konsistenskontrol af og fejlfinding i projektmateriale gennem den etablerede fællesmodel.
- Bygbarhedsvurderinger gennem bygningsmodellen
- Visuel kommunikation ved hjælp af bygningsmodellen og viewere.
- Simulering af energiforbrug og miljøbelastning via bygningsmodellen.
- Evaluering og forhandling af entreprisetilbud.
- Validering af fremdrift i forhold til betalingsanmodninger.
- Sikring af at driftsdata kan indgå i driftssystemet.

I casen står Archiwise, som byg- og driftsherrerrådgiver, for disse digitale og modelbaserede ydelser. Kravet til sådanne ydelser er, at man overholder de standarder, der er udviklet i forbindelse med Det Digitale Byggeri samt de afledte standarder. IKT-konceptet ligger således indenfor de relevante nationale guidelines og standarder, der er udviklet i forbindelse med DDB, inklusive Bygherrekravene, samt Foreningen bips's publikationer og de facto standarder.

**Modelleringssoftware:**

For arkitektprojekteringen: 2D tegninger, AutoCAD 2011. Google SketchUp blev anvendt til udarbejdelse af geometrimodel for visualisering.

For konstruktion og installationer: 2D tegninger.

For byg- og driftsherrerådgiveren: ArchiCAD (version 14) og Vico Software.

**Konsistenskontrol- og koordineringssoftware:**

For byg- og driftsherrerådgiveren: Solibri Model Checker og NavisWorks.

**Simuleringssoftware:** For byg- og driftsherrerådgiveren: økonomistyring og tidsplanlægning: Vico Software. Sigma til prisberegning afprøvet. For driftsherren: FM værktøjet ArchiBUS.

**Modeludveksling:** Kun internt hos byg- og driftsherrerådgiveren.

De projekterende parter udarbejder projekteringsmaterialet ved hjælp af AutoCAD 2011. Projekteringsmaterialet er traditionelt 2D-baseret, hvor der kan udtrækkes planer, snit og opstalter. Materialet afleveres til bygherren, efter normal praksis, som herefter overleverer tegningsmaterialet til Archiwise. Det traditionelle 2D projekteringsmateriale omsættes af Archiwise ud fra en content plan til en digital bygningsmodel i 3D. Bygningsmodellen afleveres endeligt tilbage til bygherren som en driftsmodel og driftsdata overføres til driftsherrens FM værktøj via XML filer.

## IKT-konceptets potentialer

For at kunne specificere de områder, der skal underkastes økonomiske målinger og vurderinger er der i projektgruppen blevet foretaget en analyse af de potentialer, IKT-konceptet indeholder ideelt. De faktisk udførte effektmålinger vil godtgøre, i hvilket omfang potentialerne er indfriet. Der peges på følgende nøgleprocesser struktureret i forhold til de faser, hvori de optræder.

**Designfasen:**

- 'BIM hosting': model- og kommunikationsplatform – en avanceret projektweb (ikke gennemført).
- Evaluering af rådgivertilbud samt estimering af pris for rådgivers skitseprojekt i forhold til eksempelvis oprindelig projektestimat/godkendt budget (delvist gennemført).
- Etablering af digital bygningsmodel i forhold til bygherrens/driftsherrens IT-systemer
- Overholdelse af alle bygherrekrav.

**Projektering:**

- Projektkoordinering gennem etablering af digital bygningsmodel ud fra rådgivernes tegninger/modeller.
- Konsistenskontrol af fagmodellerne (ikke gennemført).
- Kollisionskontrol på basis af fællesmodel (gennemført i eget regi).
- Vurdering af hovedprojektets bygbarhed
- Vurdering af hovedprojektets energi- og miljøbelastning ved simulering modelbaseret (ikke gennemført).
- Simulering af bygningstekniske egenskaber (ikke gennemført)

**Udbud/tilbud:**

- Generering af udbudslister og udbudsmateriale (ikke gennemført).
- Evaluering og forhandling af entreprisetilbud.

**Produktionsforberedelse:**

- Evaluering af entreprenørens produktionsplanlægning bl.a. ved brug af LBS (Location-based scheduling).

**Produktion:**

- Analyse af kritiske punkter i forhold til udførelsesfasens forløb.
- Validering af entreprenørens fremdrift (det faktisk udførte) kontra betalingsanmodninger

### **Aflevering:**

- Sikring af at driftsdata kan indgå i byg- og driftsherrens driftssystem.

Der henvises til Metodemanualen ØG-MM's '*Potentialeanalyse*' for case 03.

## **Initiativet til IKT-konceptet**

'BIM hosting' er udviklet af Nikolaj Hvid og Charlotte Metz, Archiwise, som via tidligere samarbejde med byg- og driftsherren UCC, her specifikt driftsleder Axel Wiggers, har opbygget et BIM Hosting koncept siden 2010. Caseprojektet er det tredje i rækken. De tidligere har været renoveringsprojekter. UCC er det første nybyggeri, hvorfor IKT-konceptet er væsentligt udvidet. Axel Wiggers var initiativtageren til at foreslå IKT-konceptet anvendt i dette byggeprojekt og få det godkendt af UCC. Archiwise har udviklet dette nye forretningsområde og sælger disse ydelser på argumentet om, at omkostningerne ved at anvende konceptet ligger langt under gevinstpotentialerne.

## **Casestudiets parter**

Casens primære parter er henholdsvis UCC (bygherre) og Archiwise (byg- og driftsherrerrådgiver) og sekundært Hou + Partnere (arkitekt) og MT Højgaard.

### **Beskrivelse af Archiwise**

Archiwise er en relativ ny og mindre byg- og driftsherrerrådgivervirksomhed (stiftet i 2007), som med udgangspunkt i nye, digitale og modelbaserede teknologiske muligheder tilbyder ydelser, som typisk ikke før er blevet tilbudt byg- og driftsherrer. De to virksomhedsejere har kompetencer indenfor arbejde med henholdsvis projektering og udførelse af byggeprojektet. Virksomheden har i alt 2,5 ansatte +1 freelancer og 1 studerende. De har ikke direkte været involveret i selve udviklingsprojektet DDB, men har deltaget i et 'task force' projekt 'BIM i 5D' under Implementeringsnetværket i perioden 2007 – 2010.

### **Beskrivelse af UCC**

UCC er forkortelsen for University College Capital. University College er den engelske betegnelse for en professionshøjskole. UCC blev etableret i 2008 for at samle en række af professionskolerne i Københavnsområdet. UCC består af en samling af i alt 5 professionskoler primært indenfor sundheds- og uddannelsesområdet, og ligger i Region Hovedstaden. Der er over 10.000 studerende fordelt på 13 uddannelsessteder. UCC er en af syv professionshøjskoler i Danmark.

Nøglepersoner i forhold til casen er:

### **Driftleder, UCC**

Axel Wiggers (AW) er bygnings- og servicechef hos UCC. AW er uddannet arkitekt og er i det daglige ansvarlig for driften af i alt 13 ejendomskomplekser spredt fordelt over hele Danmark (Århus, Storkøbenhavn og Bornholm), og han er den hovedansvarlige for UCCs nye drifts- og vedligeholdelsesstrategi.

### **Projektleder, UCC**

Jacob Frost Nielsen (JFN) er den praktiske projektleder af 'Campus Nordsjælland'. Han er uddannet bygningskonstruktør og er ansat af UCC. JFN har tidligere erfaring som byggeleder hos NCC.

### **Byg- og driftsherrerrådgiver, Archiwise**

Nikolaj Hvid (NH) er uddannet bygningskonstruktør (fra KEA) og har tidligere arbejdet for NCC bl.a. som byggeleder. Charlotte Metz (CM) er uddannet arkitekt fra Kunstakademiet, København, og har i en år-række arbejdet som arkitekt for virksomheden Triarc.

### **Projektlederarkitekt, Hou + Partnere**

Lars Andersen (LA) er i byggeprojektet projektleder for arkitektarbejdet. Han er uddannet arkitekt og har mange års erfaringsom projekteringsleder, men med lille erfaring indenfor brug af BIM-værktøjer. Endvidere har LA en HD uddannelse indenfor Organisation fra Copenhagen Business School. LA arbejder i sit daglige arbejde primært med projekt- og projekteringsledelse hos Hou + Partnere.

#### Hovedentreprenør, MT Højgaard

Jørgen Westhausen (JW) er projektchef hos MT Højgaard. Han var projektleder for hovedentreprenøren på Campus Nordsjælland.

## BIM karakteristika for casen

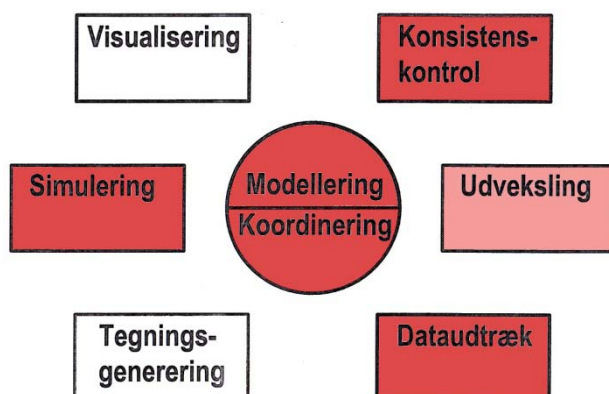
Her beskrives casen oversigtligt i en samlet BIM kontekst. På en integrationsskala fra en dokumentbaseret metode til en BIM metode placeres casen i forhold til: faser involveret, hovedaktiviteter støttet af bygningsmodeller, samarbejdsrelationer/integrationsniveau og modelniveau.

### Hvilke faser er involveret



De faser der er involveret i casen er en stor del af værdikædens faser: fra design, projektering, udbud og produktionsforberedelse, produktion og til drift og vedligehold. IKT-konceptet er i casen først fungerende efter designprocessen, i selve projekteringsfasen. Udbudsfasen er ikke repræsenteret med et digitalt udbud med en udbud/tilbudsportal, men ved et præcist og koordineret projektmateriale, der blev anvendt ved tilbudsforhandlingerne. Rationaliseringsgevinster i driftsfasen kan af tidsmæssige årsager ikke registreres endeligt i denne case grundet projektets stade. Et af hovedmålene for casens IKT-koncept er at få opbygget en brugbar og målrettet driftsmodel, som driftsherren kan anvende til drift og vedligehold i sit driftssystem. I skrivende stund er byggeprojektet i starten af produktionsfasen, hvorfor egentlige erfaringer fra 'Drift og vedligehold'-fasen endnu ikke er opnået/realiseret. Drift og vedligeholdelsesfasen er i casen repræsenteret ved erfaringer fra tidligere udførte projekter i samarbejde mellem UCC og Archiwise. Dette gælder også afl levering af projektdata til drift. Grunden til dette er, at casens byggeprojekt er under udførelse, således at resultaterne fra disse sidste faser ikke kan underkastes målinger. Aktiviteterne vedr. afl levering til drift er dog under forberedelse.

### Hvilke hovedaktiviteter er involveret



**Modellering.** Modelleringsaktiviteter er repræsenteret hos byg- og driftsherrerådgiveren gennem udarbejdelse af en 3D basismodel (en slags fællesmodel) til hjælp for koordinering, udbud, tilbudskontrol, udførelse og drift.

**Koordinering.** Koordineringen gennemføres via byg- og driftsherrerådgiverens 3D model og med anvendelse af modelbaserede konsistenskontrol værktøjer.

**Visualisering.** Visualiseringer anvendes af rådgiverne, primært arkitekten, til kommunikation med bygherren, til konsistenskontrol af bygningsmodeller.

**Tegningsgenerering.** Tegningerne bliver udført som 2D tegninger på traditionel vis af arkitekt og ingeniørrådgiverne.

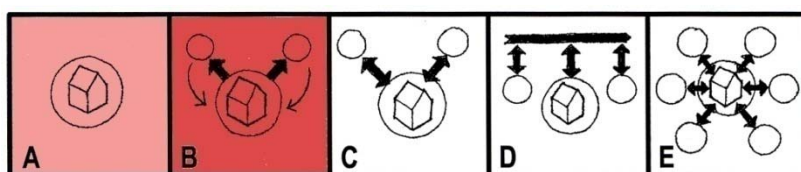
**Simulering.** Rådgiverne udfører ikke simuleringer modelbaseret. Byg- og driftsherrerådgiveren udfører simuleringer af bygbarhed og udførelsesprocessen med hensyn til tid og økonomi.

**Dataudtræk.** Byg- og driftsherrerådgiveren genererer fortegnelser over udvalgte mængder, som anvendes ved udbud/tilbud og til forhandling af entreprisesummer. Dette blev ikke gennemført detaljeret ved forhandling om tilbud, her blev overvejende arbejdet med arealangivelser.

**Udveksling.** Udveksling mellem byg- og driftsherrerådgiver og andre parter foregår traditionelt gennem 2D tegninger og lister. Der blev ikke udvekslet modeller mellem rådgiverne og byg- og driftsherrerådgiveren.

**Konsistenskontrol.** Byg- og driftsherrerådgiveren udfører konsistenskontrol og kvalitetssikring primært via den af ham opbyggede digitale bygningsmodel med tilbagemelding til rådgiverne i rapportform indeholdende tekst og 2D tegninger.

## Hvilke samarbejdsrelationer og udvekslingsmetoder er involveret



Signaturforklaring:

**A:** Enkeltfags anvendelse af model. **B:** Envejsdeling af modelinfo. **C:** Tovejsdeling af modeller.

**D:** Distribuerede modeller på lokal server. **E:** Fuldt integreret modelsamarbejde over netværk.

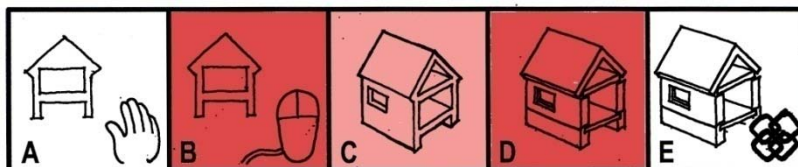
For definitioner af samarbejdsniveauer henvises til *Metodemanualen ØG-MM*.

Casen repræsenterer primært samarbejdsrelationen: **Envejsdeling af modeller (B)**. Denne samarbejdsform er forankret hos byg- og driftsherrerådgiveren, som modtager 2D tegninger fra de andre rådgivere og med det som baggrund opbygger en objektbaseret bygningsmodel. Kommunikation tilbage til rådgivere, entreprenører og bygherre foregår igen envejs fra modelrepræsentation til 2D tegninger. Hos byg- og driftsherren arbejdes med anvendelse af bygningsmodeller på enkelte fag til styring og opsamling af D&V data (**Enkeltfags anvendelse af model (A)**).

Den primære udvekslingsmetode i IKT-konceptet er at rådgiverne dokumenterer deres projektbeslutninger på traditionel vis gennem 2D tegninger og tekstdokumenter. Disse dokumenter samles hos byg- og driftsherrerådgiveren, som på dette grundlag opbygger en digital, overordnet bygningsmodel. Konceptet indebærer, at byg- og driftsherrerådgiveren er uafhængig af de andre parter IKT niveau. Den digitale bygningsmodel lever alene hos byg- og driftsherrerådgiveren, som kontrol af konsistens i rådgivernes projektmateriale. Ved udførelsen og senere ved driften anvendes ikke byg- og driftsherrerådgiverens digitale bygningsmode, da de har en specialiseret funktion for styring under udførelsen. Driftsdata indlejres i byg- og driftsherrerådgiverens bygningsmodel med det formål senere ved afleveringen at

overføre disse driftsdata til driftsherrens FM system. Byg og driftsherren får også leveret bygningsmodellen som 'drifts-fagmodel'.

## Hvilke modelniveauer er involveret



Signaturforklaring:

**A:** Manuel 2D tegning. **B:** Digital 2D tegning. **C:** 3D geometrimodel. **D:** Objektbaseret model.

**E:** Integreret BIM.

For definitioner af modelniveauer henvises til *Metodemanualen ØG-MM*.

Rådgiverne arbejder med **Digital 2D tegninger** (B), som udføres traditionelt med CAD-tegneprogrammer. Byg- og driftsherrerådgiveren arbejder med **geometrimodeller** (C) for kollisionsskontrol og **objektbase-rede modeller** (D) med egenskabspecificationer i forhold til bygbarhed, proces og D&V.

I design og projekteringsfasen er modelrepræsentationen hos rådgiverne 2D tegningsbaseret. Parallelt hermed skabes en 3D bygningsmodel af byg- og driftsherrerådgiveren. Denne model er i første omgang en forsimplet 3D geometrimodel, som anvendes til at konstatere kollisioner mellem bygningsdele samt andre konsistensproblemer. Senere i forløbet tillægges der objekterne egenskaber og her primært driftsegenskaber, da driften er det endelige anvendelsesområde for modellen. Modelstruktur, udvekslingsmuligheder og objekttyper og egenskaber fastlægges alene for at kunne overføres proprietært til driftsherrens driftssystem på den simplest mulige måde. Der er ikke ønsket om at kunne udveksle gennem et neutralt fællesformat som IFC.

## Omkostninger

Da en stor del af IKT-konceptet er outsourcet til en ekstern konsulent er denne del af omkostningerne for bygherren ved implementering af IKT-konceptet veldokumenteret. Byg- og driftsherrerådgiverens funktion med 'BIM-hosting' bliver således honoreret med 970.000 kr. I kontrakten er indeholdt, at Archiwise samtidigt med de ved afleveringen leverer driftsdata på nybyggeriet til driftsherren FM system, samtidigt registrerer og leverer driftsdata for den eksisterende bygningsmasse på ca. 5.000 kvm. Denne ydelse er ikke modelbaseret, men bygger på materiale og erfaringer fra nybyggeriet. I aftalen er denne leverance for den eksisterende bebyggelse opgjort til ca. 275.000 kr. Ses alene på casens IKT-koncept bliver dette honoreret med 695.000 kr.

Hertil kommer de omkostninger, som de andre parter har haft for at gennemføre IKT-konceptet.

Der er ikke stillet specielle krav til rådgivergruppen vedr. 3D arbejdsmetoden, hvorfor de vurderes ikke at have haft ekstra omkostninger affødt af IKT-konceptet.

Entreprenørerne har heller ikke anvendt modellerne internt i deres produktion, hvorfor der heller ikke her er dokumenteret ekstra omkostninger affødt af IKT-konceptet.

Byg- og driftsherren har, for at kunne udnytte IKT-konceptets resultater måtte investere ved køb af hard- og software samt brugertræning for et samlet beløb på 520.000 kr.

Driftsomkostninger for byg- og driftsherren er opgjort til 70.000 kr.

## Udviklings- og implementeringsomkostninger (investeringer)

Indenfor denne hovedkategori er der beregnet følgende investeringer forårsaget af IKT-konceptet:

### Byg- og driftsherren (UCC):

- Honorar til Archiwise, engangsydelse: i alt 970.000 kr. (IKT-konceptdelen: 695.000 kr.)
- Afskrivninger af hard- og software samt brugertræning: 520.000 kr., fordelt over 3 år: 173.000 kr.

### Byg- og driftsherrerådgiveren (Archiwise):

Omkostningerne i forbindelse med gennemførelsen af IKT-konceptet hos byg- og driftsherrerådgiveren er registreret, men i casebeskrivelsen tager vi den forudsætning, at ydelsen kan gennemføres med det honorar, der modtages fra UCC. Der er i perioden ikke registreret ekstra ydelser eller ekstra honoreringer. Omkostningerne hos Archiwise betragtes som interne og repræsenteres hos UCC som honoraret til Archiwise.

### Arkitektrådgiver (Hou + partnere):

Ingen registrerede omkostninger.

### Rådgivende ingeniør (Wessberg):

Ingen registrerede omkostninger.

### Hovedentreprenøren (MT Højgaard):

Ingen registrerede omkostninger.

## Driftsomkostninger

### Byg- og driftsherren (UCC):

Driftsomkostninger, årligt: 70.000 kr.

### Driftsherrerådgiveren (Archiwise):

Driftsomkostningerne er indeholdt i honoraret. Det er ikke opgjort her.

### Andre parter

Ingen registrerede driftsomkostninger.

## Hovedproces 1: Projektering med outsourcet bygherrekontrol

### Generel beskrivelse af hovedprocessen

Byggeprojektet 'Campus Nordsjælland' er som udgangspunkt projekteret ved brug af traditionelle digitale tegningsorienterede værktøjer og arbejdsprocesser. Værktøjerne her er overvejende AutoCAD (version 2010), som er et 2D modelleringsværktøj, der primært anvendes til produktion af 2D tegninger. Værktøjerne anvendes både af arkitekten og den rådgivende ingeniør indenfor de forskellige faglige discipliner: konstruktion og installationer. Den eneste 3D modellering, der var registreret involveret blandt disse rådgivere, var arkitektens anvendelse af SketchUp modellering for visualisering. Denne model er alene en fagspecifik model til visualisering, og kan ikke umiddelbart genbruges til andre funktioner.

Tegningsmaterialet blev løbende overdraget fra rådgiverne via UCC til Archiwise. Her blev der opbygget en 'styringsmodel' i 3D i programmet ArchiCAD. Modellen er en forsimplet 3D funktionsmodel, der bruges til at løse en række opgaver:

- Sparring og koordinering af projektet mellem rådgiverne.
- Kontrol af konsistens og bygbarhed af det udviklede tegningsmateriale fra rådgiverne.
- Tilbageføring af information/rettelser til rådgiverne i forhold til et koordineret projektmateriale.
- Forsyning af byg- og driftsherre med information vedr. projektets stadi samt modelinformation.

En 3D arbejds metode er således alene repræsenteret hos byg- og driftsherrerådgiveren. Kommunikationen mellem parterne går for det meste indirekte gennem byg- og driftsherren grundet den traditionelle ansvarsfordeling.

Byg- og driftsherrerådgiveren har udviklet en arbejds metode til kontrol af konsistensen og koordineringen af projektmaterialet fra rådgiverne. Man modtager tegninger i 2D, man gransker tegningsmateriale og opbygger en 3D model på et informationsniveau svarende til DDB's 3D arbejds metode, informationsniveau 3. Under modelarbejdet vil det konstateres om der er uoverensstemmelser mellem tegninger af samme bygningsdele, om der mangler informationer eller om der er deciderede fejl i materialet. Der udarbejdes standardiserede rapporter over fejl og mangler, der skal udbedres. Disse tilflyder rådgiverne til hjælp for deres egen koordinering af projektmaterialet. Man kan betragte hele aktiviteten som en KS funktion, der tilbydes rådgiverne. Gevinsten for byg- og driftsherren er et projektmateriale luget for fejl, som vil give færre stop på byggepladsen og evt. fordyre projektet eller udsætte afleveringstidspunktet.

Denne funktionsmodel er objekttopbygget og kan tilbyde byg- og driftsherren information om struktur og mængder, som kan anvendes i bygherrefunktionen til styring af projektets indhold under projekteringen.

#### **Kilder:**

De følgende beskrivelser af rationaliseringsgevinster bygger på interviews med: Nicolaj Hvid, Archiwise (byg- og driftsherrerådgiver), Axel Wiggers, UCC (driftsleder), Jakob Frost Nielsen, UCC, (byggeleder) og Lars Andersen, Hou + Partnere (arkitekt, projektleder)

#### **Rationaliseringsgevinster**

De primære rationalitetsgevinster i denne hovedproces udtrykkes ved 1) målte gevinster (enten i kroner, i procenter eller på en skala fra A – D, hvor A er den højeste værdi), 2) Gevinsttypen og 3) Realisator af gevinster. Gevinsterne er opdelt i typer. De direkte, indirekte og afledte effekter er opgivet af byggeprojektets parter. De potentielle effekter er forslag fra projektgruppen i dialog med byggeprojektets parter. For definition af gevinsttyperne henvises til Metodemanualen ØG-MM.

#### **Direkte effekter**

- Projektering: ***Færre fejl i projektmaterialet (og dermed færre byggestop) ved modelbaseret kontrol af fejl og mangler i tegningsmateriale (1.200.000 kr., tilfalder rådgiverne, udførende, byg- og driftsherre) JFN+NH***



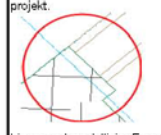
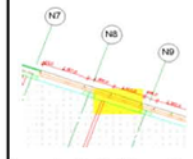
Nr	Tegning/fil	Kommentar	Kategori					Konsekvens
			Uklæret/uklaret	Uklæret/mangelfuld	Uklæret/mangelfuld	Ikke entydig	Kollision	Uklæret/mangelfuld
	OBS	Indvendige Ingeniør konstruktioner (søjler/bærende indervægge mv.), er placeret efter ARK projekt, men da modulnettet er forrykket, kan dette differentiere noget ift. ING projekt.  Se i øvrigt kommentarer af d.08.03.2011  Der er i Ing. projekt 3 terrændæk niveauer. I ark projekt vises det ikke nogen steder						
1	A(C)3.001 Snit A-A	Ved modulrøje A, er OK stem sat til at være 52.800, ved modul 4, 5 og 2 er OK stem sat til at være 52.660. OK ved modulrøje A er moduleret til at være 52.660				1		1
2	A(C)1.001	Samling mellem betonelementer og gipsvæg? Er det korrekt? Er ikke sådan iht. Ing. projekt.   Ligger ved modulrøjer F og Ø9. Er modelleret iht. Ing. projekt.					1	1
3	Beskrivelsen: 150(21)01 Sokler, ydervægge	Vedr. detalje af sokkel er her en generel henvisning til hele detaljehæftet, men her er ingen detaljtegning af sokkel, med beskrivelse af materialer mv.	1					1
4	A(C)1.001 Stueplan	Jeg kan ikke finde nogen information om gipsvægge typer. Mangler der beskrivelser?	1					1
5	Beskrivelsen Generelt	Henvisning til detaljer henviser til hele detalje mappen, ikke til den specifikke detalje.	1					1
6	Beskrivelsen 120(43)03 Gymnastikgulve	Henvisning til tegning A(C)1.010, tegninger eksisterer ikke Ved beskrivelse af gulvtype 1, 2 og 3 står ved type 2 og 3 ikke at samme opbygning som beskrevet ved type 1 er gældende. Der er modelleret med samme opbygning.			1			1
7	A(C)1.001-3 Stueplan-2. sal	Placering af indvendige døre i gipsvægge er kun målsat på de rum der er rumtegninger af.	1	1				1
8	A(C)1.001	Der ved modul 4, mellem modul C-D, sidder den i en gipsvæg, eller er den et del af et glasparti-system?	1					1
9	A(C)1.002-3 (21)3.02-3	Der er uoverensstemmelse mellem vindueshuller mellem modulrøjerne N8-N9 og N13-N14 (modelleret som projekteret)   Der er dog på arkitektplaner vist en signatur, men der er ikke angivet hvad der skal ske.	1					1
	Detalje (35)001	Detalje angiver en loft-konstruktions højde til 529 mm.						

Fig. 2: Illustrationen viser et udsnit af en fejlrapport udarbejdet af driftsherrerådgiveren til rådgiverne. Der skelnes mellem kategorier af fejl og konsekvenser af fejl.

Den af driftsherrerådgiveren opbyggede styringsmodel er blevet anvendt til at gennemføre konsistenskontrol af byggeprojektet gennem arkitektens og ingeniørådgiverens tegninger. Gevinsten ved at have gennemført kollisionsskontrol har betydet at projekteringsmaterialet, der er udarbejdet af de projekterende parter, har en væsentlig forbedret kvalitet, bedre koordineret, end det typisk er tilfældet i et traditionelt projekteret byggeprojekt.

Illustrationen nedenfor viser en side i en fejlrapport, hvor driftsherrerådgiveren lister de fejl, uoverensstemmelser og uklare informationer, der blotlægges ved en sammenligning mellem 2D tegningerne og 'styringsmodellen'. Rapporten tilgår rådgiverne, der så kan tage aktion på de problemer, der er rejst. Under hovedprojekteringen blev der ved denne kvalitetssikring fundet i alt 110 konsistensproblemer. Alle er selvfølgelig ikke lige vitale. De er rangordnet efter kategori og størrelsen af konsekvenser under udførelsen. Kategorierne går fra unøjagtighed til objekt kollision og konsekvenserne er opdelt i 'lille konsekvens' og 'stor konsekvens'. Der er registreret 55 fejl med lille konsekvens og 55 med store konsekvenser. I case 04 er fejl med små konsekvenser vurderet til en omkostning på ca. 10.000 kr. og store fejl er til en omkostning på ca. 150.000 kr. I case 03 er bl.a. registreret to store fejl, som havde en omkostning på henholdsvis 85.000 og 100.000 kr. En hurtig gennemgang af fejllisterne i denne case konverteret til case 04 niveauer giver: 20 små fejl og 10 store. Hvis dette omregnes til omkostningsgennemsnit giver det følgende omkostning for montagestop og udbedringer på byggepladsen:  $(200.000 + 1.000.000) = 1.200.000$  kr. Der skal gøres opmærksomt på, at tallene bygger på estimater samt at nogle af fejlene sandsynligvis ville være opdaget ved en internt KS i virksomhederne. En af de

store fejl var en forkert højdeangivelse af dørhuller i betonelementer i kælderen. Denne fejl var registreret via styringsmodellen men ikke konsekvensrettet hos rådgiverne, hvilket resulterede i, at alle dørhuller skulle diamantskæres. Gevinsten ved denne funktion er sparede meromkostninger på byggepladsen.

- Projektering/aflevering: **Reducerede omkostninger ifm. etablering af grundlag for digital driftsmodel (250.000, tilfalder driftsherren) AW**  
Archiwise har på basis af de projekterendes parters 2D CAD-tegninger opbygget grundlaget for en driftsmodel, der i højere grad end normalt opfylder driftsherrens behov. Denne driftsmodel videre kvalificeres (med bl.a. data fra de udførende parter) undervejs i henholdsvis projekterings- og produktionsfasen for til sidst at ende op med at være en fuldstændig 'Drifts- og vedligeholdelsesmodel'. Dette sikrer at der allerede fra dag 1 i selve driftsfasen er etableret en velfungerende og værdiskabende drifts- og vedligeholdelsesmodel.
- Produktion: **Bedre beslutningsgrundlag ved brug af en simpel visualiseringsmodel (D, tilfalder byggeledelsen/driftsherren) JFN**  
Arkitekten har igennem projekteringsforløbet udarbejdet simple visualiseringsmodeller (vha. SketchUp), indeholdende udvalgte projekteringsløsningforslag, som både bygherren og driftsherren skulle tage stilling til. Dette har haft det resultat at både bygherren og driftsherren i højere grad end hvis man ikke havde udarbejdet de simple visualiseringsmodeller, har haft et bedre beslutningsgrundlag til at sikre at deres behov på både kort og lang sigt er blevet opfyldt.

#### Indirekte effekter

- Projektering o.a.: **Kompetenceopbygning indenfor modelkoordinering og skabelse af driftsmodel (A, Afledt gevinst – Driftsherrerådgiveren) NH**  
Gevinsten ligger her hos driftsherrerådgiveren, som gennem ydelserne til driftsherren i casen opbygger kompetenser, som kan nyttiggøres i efterfølgende projekter.

#### Afledte effekter

- Projektering: **Færre fejl i projekteringsmaterialet (A, Direkte gevinst, tilfalder rådgiverne (arkitekten) LA**  
Både arkitekten og den rådgivende ingeniør har oplevet at antallet af fejl i projektmaterialet er blevet reduceret i forhold til normalt grundet IKT-konceptet har sikret at der undervejs igennem projekteringsforløbet er blevet fanget en række mindre fejl/uhensigtsmæssigheder i projekteringsmaterialet. Kvaliteten af projekteringsmaterialet bliver derved bedre og har yderligere betydet at de projekterende parter har anvendt færre ressourcer på ikke-værdiskabende aktiviteter.

#### Potentielle gevinster

- Projektering: **Genbrug af modeldata til beregninger (Direkte gevinst – Ingeniørådgiverne)**  
Gevinsten er her at man genbruger data i andre processer. Hvis man arbejder med beregningsprogrammer, der kan modtage modeldata sparer man tid svarende til den genindtastning af data som den manglende automation indebærer. Foruden sparet tid har man også sikret sig en høj kvalitet af data, da man har elimineret fejl ved genindtastning. Blev ikke indløst i casen, da IKT-konceptet ikke inddrager beregninger.
- Projektering: **Bedre kvalitet gennem simuleringer (Afledt gevinst – Byg- og driftsherren og brugere)**

At arbejde med en virtuel model af et bygværk under projekteringen giver mulighed for med software at simulere en lang række af bygningens egenskaber, således at man kan korrigere designet af bygningen i de tidlige faser. Der er en lang række softwareprodukter til rådighed indenfor energiforbrug, varmetransmission, indeklima, luftstrømning, brand, bæredygtighed osv. Disse gevinstmuligheder blev ikke indløst i casen, da IKT-konceptet ikke inddrager simuleringer.

- Projektering: **Automation ved udtræk af styklister (Indirekte gevinst – Konstruktions- og installationsrådgiverne, tilbudfolk)**  
Casen har kun i mindre grad demonstreret styklistegenerering. Er anvendt lidt ved forhandling af tilbud ved udtræk af mængder på overslagsniveau. Styklistegenerering er et kraftfuldt værktøj som giver hurtig adgang til pålidelige data. Dataudtræk kan anvendes til mange andre operationer end prisberegning, eksempelvis bestillingslister, mangellister.
- Projektering: **Større grad af præfabrikation (Afledt gevinst – Konstruktions- og installationsrådgiverne, byggevareleverandører) NH**  
Den større grad af koordinering og konsistens, som en digital bygningsmodel normalt repræsenterer, giver større muligheder for at anvende præfabrikerede systemer og komponenter der overholder de tolerancer, der påkræves. Casen repræsenterer en række leverancer som ikke er præfabrikerede, men er bygget på stedet. Det kan være et resultat af den manglende 3D koordinering.

## IKT-risikovurdering

- Projektering: **Modstand mod ændrede rollefordelinger mellem parterne (A, vedrører byg- og driftsherre, rådgiverne og byg- og driftsherrerådgiver) JFN**  
Koordinering gennem en tredjepart er kompliceret. I stedet for at blive opfattet som en hjælpefunktion, bliver koordineringsrollen hurtigt opfatte som en kontrolfunktion.  
En risiko ved IKT-konceptet er at det introducerer en ny funktion og dermed nye roller i projekteringsprocessen. Hvis der ikke knyttes et tilsvarende ansvar til disse roller vil det ikke formidle et bedre projektsamarbejde.
- Projektering: **Manglende konsekvensrettelse af tegningsmaterialet efter ekstern KS (A, vedrører rådgiverne) NH**  
Denne risiko er primært forårsaget af den nye rollefordeling ikke ændrede ansvarsfordeling mellem de projekterende parter. En ekstern KS funktion skal indarbejdes i procesforløbet i en fast struktur og er alt andet lige vanskeligere at administrere end en KS funktion, der ligger i den enkelte virksomhed. På projektniveau er det under alle omstændigheder nødvendigt at arbejde med KS på tværs af virksomhederne.
- Projektering: **Vanskelig koordinering mellem forskellige formater og detaljeringsgrader (A, vedrører rådgiverne og byg- og driftsherrerådgiver)**  
Koordineringsmodellen ligger på et andet informationsniveau end rådgivernes mere detaljerede projektmateriale. Derfor vanskeligt at finde fejl, da man sammenligner to forskellige formater og to forskellige detaljeringsgrader.  
IKT-konceptets koordinationsmodel kan kun tjekke geometrikonsistens. Der er ingen forbindelse til beregningdelen af projekteringen. Dimensioneringsfejl m.v. vil således ikke blive opsnappet.
- Projektering: **Manglende genbrug af modeldata (A, vedrører byg- og driftsherrerådgiveren)**

Koordinationsmodellens lille detaljeringsgrad gør den kun egnet til dataudtræk på et overslagsniveau. Ønsker man eksempelvis mængdeudtræk i forb.m. en udbudsforretning skal bygningsmodellen være tilsvarende detaljeret.

- Projektering: **Forskellige kompetenceniveauer hos parterne (A, vedrører rådgiverne og byg- og driftsherrerådgiver) NH**  
Uens kompetenceprofil i de involverede virksomheder. Da forskellige arbejdsmetoder er knyttet til de forskellige roller er det vanskeligt få data til at flyde mellem de forskellige parter. Virksomhederne bliver øer i et projekthav, hvor det ikke er tilstrækkeligt at en koordinator dækker 3D arbejdsmetoden.
- Projektering: **Manglende modenhed i BIM-værktøjerne (B, Direkte – Rådgivere, driftsher- rådgiver) NH**  
Modelleringsværktøjerne er ikke målrettede mod en anvendelse til drift- og vedligehold. De er i første omgang rettet mod tegningsgenerering og visualisering. Det kan eksempelvis være vanskeligt at sektionere bygninger og arbejde med rum, der overlapper rum. Dette giver nogle begrænsninger i de faglige processer. Archiwise har afprøvet forskellige værktøjer før de valgte ArchiCAD og Vico, som kan anvendes til direkte eksport/import.

## Hovedproces 2: Udbud/tilbud og produktionsforberedelse

### Generel beskrivelse af hovedprocessen

Udbuds- og tilbudsprocessen gennemføres overordnet som i et traditionelt byggeprojekt, hvor de projekterende parter udarbejder et traditionelt udbudsmateriale (primært bestående af et 2D CAD tegningsmateriale og byggesags-, entreprise- og arbejdsbeskrivelser). Bygningsmodeller indgik ikke i udbudsforretningen ligesom der ikke var genereret mængdefortegnelser fra modeller. Byggeprojektet blev udbudt som en hovedentreprise.

5D styringsmodellen anvendes under denne fase primært til (a) kontrol af de bydende entreprenørers tilbud både i forhold til konsistens (mere præcist til kontrol om at alle elementer (bl.a. byggeprojektets bygningsdele etc. er inkluderet i tilbuddet) og (b) i forhold til tilbuddenes størrelse, hvor koordinationsmodellen leverede mængdeinformationer, hvorfra der kunne regnes kontrolpriser ud. Der blev ikke oprettet en udbuds/tilbuds portal.

### Kilder:

De følgende beskrivelser af rationaliseringsgevinster bygger på interviews med: Nicolaj Hvid, Archiwise (byg- og driftsherrerådgiver), Jakob Frost Nielsen, UCC, (byggeleder) og Lars Andersen, Hou + Partnere (arkitekt, projektleder).

### Direkte effekter

- Udbud/tilbud: **Lavere tilbudspriser pga. bedre datagrundlag (7.560.000 kr., tilfalder bygherren/lejeren) AW**  
Gevinsten er et erfaringsestimat fra UCC. Ved at have et præcist datagrundlag på bl.a. mængder og arealer af objekttyper er bygherren bedre rustet ved et udbud og i en forhandlingssituation med de bydende om tilbudspriser. Tilbuddene i denne case er relativt lave sammenlignet med andre tilsvarende byggeprojekter. Dette underbygger vurderingen fra UCC. En forklaring er, at når udgangspunktet for en forhandling er præcist får man den rigtige pris, hvorimod et upræ-

cist datagrundlag vil bevirke, at der af entreprenørerne pålægges en procentsats af sikkerhedsmæssige grunde. Erfaringen fra UCC er, at man kan spare ca. 15 % på tilbudsprisen. Da entreprisesummen er 50,4 mio.kr. er besparelsen her 7.560.000 kr.

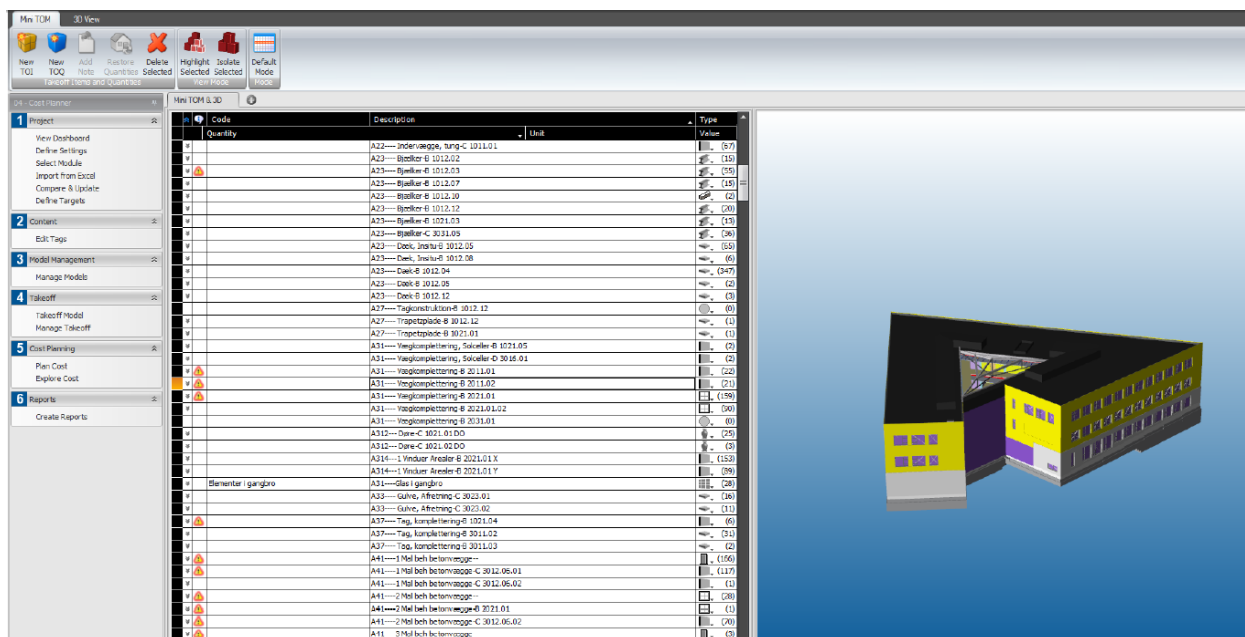


Fig. 3: Illustrationen viser et mængdeudtag automatisk genereret fra bygningsmodellen.

### Indirekte effekter

Der er ikke registreret indirekte gevinster

### Afledte effekter

Der er ikke registreret afledte gevinster

### Potentielle gevinster

- Udbud/tilbud: *Besparelse ved digitalt udbud (tilfalder bygherren)***  
 Ved at oprette en udbudsportal kan man gå uden om trykning og distribuering af et omfattende fysisk tegningsmateriale. Man kan ligeledes uploade digitale bygningsmodeller til granskning af bygbarhed m.m.
- Udbud/tilbud: *Automatisk generering af mængdefortegnelse til udbud (tilfalder rådgiverne)***  
 Når bygningsmodellen er objektorienteret med egenskaber på type, dimensioner, materialer m.v. kan der automatisk genereres mængdefortegnelser fra bygningsmodellen. Disse kan indgå i en struktureret tilbudsliste. Dette reducerer tidsforbruget til at skabe tilbudsliste.
- Udbud/tilbud: *Automatisk kontrol af tilbud (tilfalder bygherren)***  
 Når der ligger en standard, virksomhedsspecifik eller på sektorniveau, kan tilbuddene sammenlignes detaljeret ned på de enkelte arbejder. Dette sparer tid og kan være et nyttigt redskab i en forhandling om priser.

### IKT-risiko måling

- Udbud/tilbud: *Mangler i modellerne til mængdeudtag (vedrører rådgiverne)***  
 Forudsætningen for at kunne generere korrekte styklister fra en bygningsmodel er at den velstruktureret, konsistent i sine elementer, at der er anvendt de korrekte betegnelser for byg-

ningsdelstyper, at disse er klassificeret og at de indeholder de nødvendige egenskaber. En bygningsmodel, der er skabt til tegningsgenerering er ikke nødvendigvis tilstrækkelig til et konsistent mængdeudtag.

- Udbud/tilbud: **Manglende ansvarsplacering ved automatisk generering af mængdeudtag (vedrører rådgiverne)**

En ting er at en rådgiver kan generere et mængdeudtag fra en model, noget andet er at tage ansvaret for mængdeudtaget. Dette ansvar skal følges op med en tilsvarende honorering og aftales tidligt i forløbet. Baggrunden for at det ofte ikke gøres, er ikke de tekniske barrierer men aftalemæssige og organisatoriske.

- Udbud/tilbud: **Manglende kompetencer til at opsætte et digitalt udbud og indgive et digitalt tilbud samt at kontrollere dette (vedrører rådgiverne, entreprenørerne, bygherren)**

Der er mange parter involveret i selve udbud/tilbudsforretningen. De har ofte et meget forskelligt kompetenceniveau, styret af uddannelse, faglig praksis m.m. Hvis en af parterne falder ud og man eksempelvis er nødt til både at have udbuddet digitalt og sende tegninger ud mister man rationaliseringsgevinsten.

## Hovedproces 3: Udførelse på byggeplads

### Generel beskrivelse af hovedprocessen

UCC har valgt MT Højgaard som hovedentreprenør i 'Campus Nordsjælland'. Selve udførelsen af byggeprojektet er blevet gennemført helt traditionelt.

IKT-konceptet har i udførelsesfasen primært været anvendt til at understøtte driftsherrens og byggelederens rolle i byggeprojektet. De udførende parter har hverken haft kendskab til eller adgang til den af driftsherrerådgiveren opbyggede digitale bygningsmodel (styringsmodellen). Den har derfor ikke givet anledning til direkte rationaliseringsgevinster for entreprenørerne.

Styringsmodellen har været anvendt ift. følgende opgaver i byggeprojektets udførelsesfase:

- Kvalitetssikring af de entreprenørens arbejdsgrundlag
- Informationskilde ift. byggelederens ledelse af de udførende på byggepladsen
- Styling af bygherrens betalingsflow til entreprenøren
- Opsamling af målrettet D&V-materiale

### Kilder:

De følgende beskrivelser af rationaliseringsgevinster bygger på interviews med: Nicolaj Hvid, Archiwise (byg- og driftsherrerådgiver), Axel Wiggers, UCC (driftsleder), Jakob Frost Nielsen, UCC, (byggeleder) og Jørgen Westhausen, MT Højgaard (Projektchef).

### Direkte effekter

- Produktion: **Bedre økonomifølgning ved kun betaling af leverancer, der er udført (307.000 kr., tilfalder bygherren) AW og NH**

Archiwise laver løbende igennem byggeprojektets udførelsesfase en registrering af den af byggeriets fremdrift. Fremdriftsregistreringen sammenlignes med den af byg- og driftsherrerådgiverens opbyggede 5D-geometri styringsmodel (hvor tid og økonomi er henholdsvis den 4 og 5 dimension) til styring og kontrol af byggeprojektets cashflow. Dette gør, at bygherren reelt har

mulighed for at sikre at betalinger til entreprenørerne følger det reelle fremskridt i byggeprojektet.

Entreprenørerne vil ofte anmode om nogle store udbetalinger i starten af projektperioden, begrundet i initiale udgifter, byggepladsindretning m.v. Herefter kommer anmodningerne i en logisk og jævn rækkefølge fordelt over byggeperioden. En vurdering er, at den første udbetalingsanmodning omfatter 10 % af anlægssummen, hvorved der finder en forudbetaling sted. Ved kun at betale for de arbejder, der rent faktisk er udført, har man haft en rentebesparelse på 307.944 kr. Der er regnet med en periode på 18 mdr. og en rente på 10 %. Byg- og driftshererrådgiveren indgår i denne funktion ved at holde sin styringsmodel (udarbejdet i Vico Soft) løbende opdateret med progressionen på byggepladsen og fodre bygherren med disse informationer, der betinger udbetalingerne.

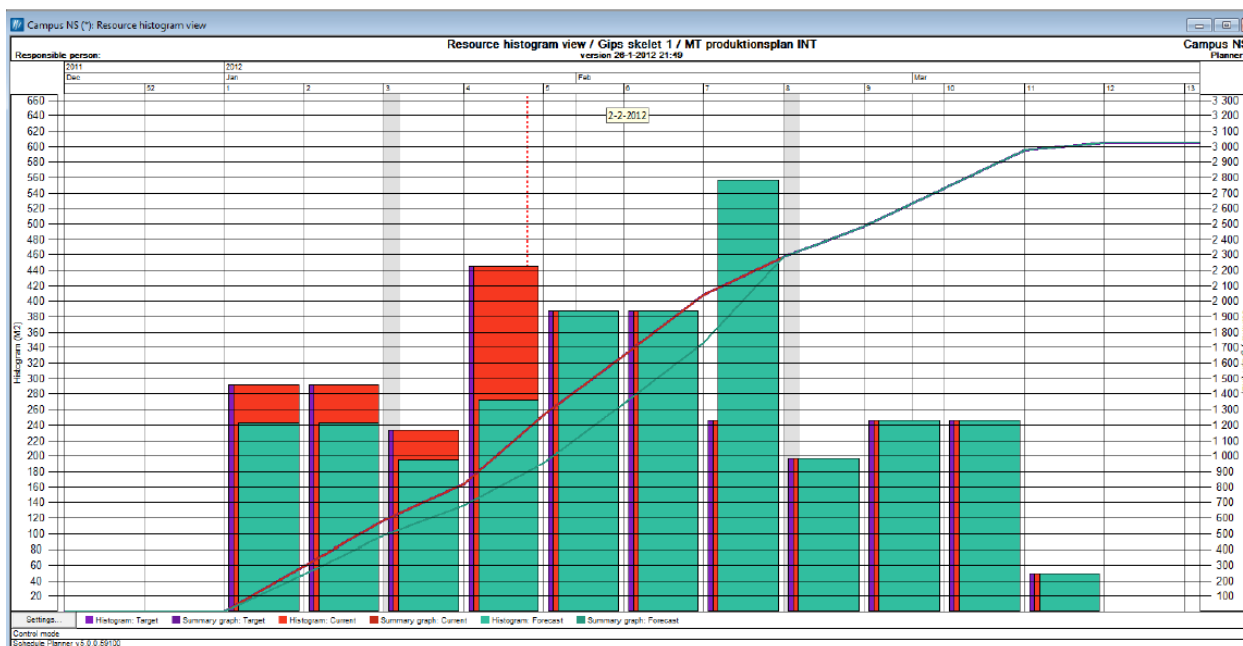


Fig. 4: Illustrationen viser et histogram beskrivende byggeriets state og fremdrift. Histogrammet er knyttet til den digitale styringsmodel.

- Produktion: **Bedre kontrol og overblik ved projektændringer (B, tilfalder bygherre/driftsherre) JFN**

Bygherren og byggeprojektledelsen bliver med støtte i den af byggerådgiveren udarbejdede styringsmodel bedre rustet til at indgå i dialog med de udførende parter. Styringsmodellen er bl.a. blevet anvendt til at analysere opfyldelsen af både bygherrens og driftsherrens behov for funktionalitet og byggeprojektets bygbarhed, herunder at identificere hvor de svage/kritiske punkter er i forhold til selve udførelsen af det projekterede byggeprojekt og har således været et beslutningsstøtteværktøj.

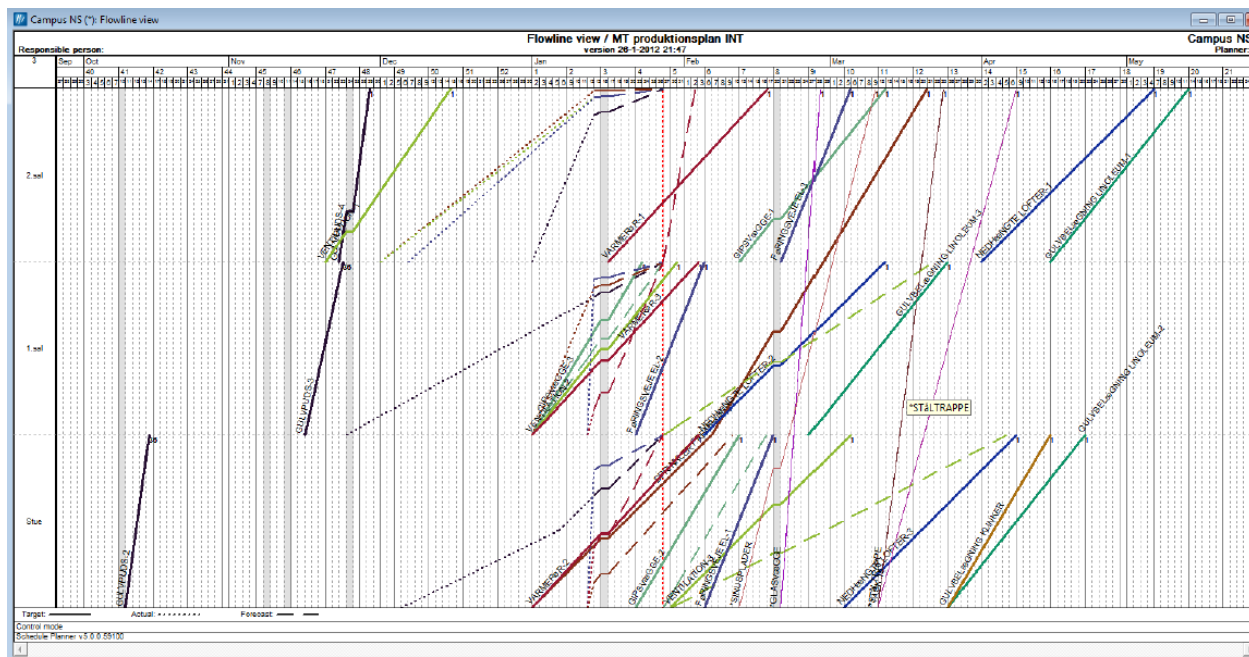


Fig. 5: Figuren viser et eksempel på 'location based scheduling'. Her et procesdiagram fra driftsherredgiveren til styring af projektændringer.

#### Indirekte effekter

- Produktion: **Fald i RFI-forespørgsler, tidsbesparelse (50 % tidsreduktion, tilfalder entreprenør, rådgivere, byggeledelse) HN+CM**

Anvendelsen af styringsmodellen og et forbedret projekteringsmateriale har betydet at antallet af RFI (Request For Information) fra byggepladsen er blevet reduceret i forhold til hvad det normalt er. Dette betyder at alle byggeprojektets parter oplever at arbejdet gennemføres mere effektivt og med færre processtop undervejs.

- Produktion: **Reduceret tid til byggemøder (30-35 %, tilfalder alle) NH**

Der er registreret et mindre tidsforbrug til byggemøder. Denne effekt opnås gennem anvendelse af modeller til kommunikation samt et mere konsistent projektmateriale.

#### Afledte effekter

- Produktion: **Færre fejl og montagestop i udførelsen grundet modelbaseret kontrol (B, tilfalder entreprenør, driftsherre) JFN**

Et mere fejlfrit og konsistent projektmateriale indeholder et stort gevinstpotentiale. Gevinsterne på byggepladsen, hvor tegningerne er arbejdsgrundlaget, er store, da fejl ofte resulterer i processtop og omorganisering af arbejdsstyrken. Omkostningerne forbundet med processtop er afhængige af fejls omfang og konsekvens. Her er alene estimeret kvalitativt fra byggeledelsen.

- Produktion: **Færre montagestop og udbedringer af fejl (A, Afledt gevinst – Entreprenører, rådgivere og byggeledelse) NH**

Dette er resultatet af den direkte effekt 'Færre fejl i projekt materialet ved modelbaseret kontrol af fejl og mangler i tegningsmaterialet', der er beskrevet under 'Projektering'. Fejl fundet og rettet under projekteringen vil give gevinster i sparet tid på byggepladsen. Gevinsterne størrelse vil afhænge af størrelsen på fejlenes konsekvenser.

#### Potentielle gevinster

- Produktion: **Bedre indkøb og logistik ved hjælp af BIM (tilfalder entreprenører)**



Blev ikke implementeret i casen. I casen har driftsherrerådgiveren anvendt værktøjer, der kan håndtere tidsplanlægning, bestilling og registrering af fremdrift under udførelsen ved hjælp af bygningsmodeller. Det er afprøvet internt og vil kunne implementeres.

- Produktion: ***Bedre bygbarhed gennem modelbaseret processimulering (tilfalder entreprenører) NH***

Driftsrådgiverens bygningsmodel og værktøjer kan simulere byggeprocessen gennem 'location-based scheduling', hvor man i diagrammer kan følge aktiviteterne i et tidsforløb og placeret i rummet. Dette giver informationer om fremdrift, fordeling af aktiviteter, flaskehalse m.m. I casen er denne information tilflydt driftsherren i form af varsling af mulige problemer. De er ikke tilgået entreprenørerne.

Produktion: ***Bedre projektstyring af tid og økonomi ved anvendelse af bygningsmodel (tilfalder entreprenører)***

IKT-konceptet åbner mulighed for gevinster for entreprenøren ved at anvende bygningsmodellen aktivt i produktionsprocesserne. Det gælder tidsstyringen af produktionen (4D) og økonomistyringen (5D). Afledte processer, hvor bygningsmodellen kan være et værktøj, er indretning af byggeplads, placering af depoter og materiel, forbrug og indkøb af materialer løbende og udarbejdelse af 'mangellister'.

## **IKT-risikovurdering**

- Produktion: ***Manglende samarbejde mellem de udførende og driftsherrerådgiveren (vedrører entreprenører og bygherrerådgiver)***

En risiko ved konceptet er, at der foregår et parallelt forløb mellem på den ene side driftsherrerådgiveren og på den anden side entreprenørerne. Driftsherrerådgiveren kan af entreprenørerne blive opfattet som en kontrolfunktion eller en ekstern KS af deres ydelser. Dette kan resultere i en mindre tilbøjelighed til at reagere på input fra driftsherrerådgiveren. I løbet af projektet har driftsherrerådgiverens rolle ændret vægtingen fra en kontrollerende til en hjælpende funktion i forhold til de andre parter. Problemet kan afhjælpes ved en fra starten aftalt ansvars- og rollefordeling.

- Produktion: ***Manglende adgang til software og hardware (vedrører entreprenører)***

Udover at have kompetencer til at håndtere digitale bygningsmodeller må der stilles programmer, computere og netforbindelse til rådighed på byggepladsen. Computere er ofte til stede i skurvognene, men anvendes overvejende til at kommunikere over internettet, projektweb, emails osv. En ren viewer funktion vil ikke stille store krav til computerens cpu. Harddisken kan suppleres. Afgang til hard- og software på byggepladsen er ikke en forudsætning for casens IKT-koncept, men vil være det i en mere integreret proces end casens.

Produktion: ***Tab for entreprenørerne ved bedre økonomifølgning af bygherren (vedrører entreprenører)***

Den bedre økonomiske styring af udførelsen fra bygherrens side kan betragtes som et tab for entreprenøren. Forudbetalte ydelser kan fungere som en gratis kassekredit for de enkelte entreprenører. Imidlertid vil udbetalinger svarende til fremdriften give et incitament til entreprenørerne til at få udført arbejdet hurtigere, hvilket er rationelt samfundsmæssigt og en sund forretningsmodel for den enkelte entreprenør.

## Hovedproces 4: Aflevering og drift og vedligehold

### Generel beskrivelse af hovedprocessen

Byggeprojektets D&V-data afleveres i en driftsmodel, som Archiwise udarbejder: Dette er en væsentlig del af den ydelse, Archiwise leverer til UCC. Endvidere sørger Archiwise for, at der for den eksisterende bygningsmasse tillige afleveres D&V-materiale med samme strukturering og detaljeringsgrad. Denne ydelse er ikke genstand for undersøgelse i nærværende case. Honoraret til denne del af ydelsen er fratrukket som omkostning i casens regnskab.

UCC har anskaffet sig drifts- og vedligeholdssystemet ArchiBUS, som fungerer sammen med den opbyggede driftsmodel. Dette værktøj skal på sigt være et af de bærende elementer i UCCs driftprocesser af professionskolerne.

Da driftsrådgiveren skal levere driftsdata til driftsherrens driftssystem indebærer IKT-konceptet at de projekterende parter ikke skal udføre den traditionelt aftalte forpligtigelse at aflevere al D&V-materiale til henholdsvis drifts- og bygherren. Dette er en besparelse som ikke i casen har påvirket honoraret til de traditionelle rådgivere.

### Kilder:

De følgende beskrivelser af rationaliseringsgevinster bygger på interviews med: Axel Wiggers, UCC (driftsleder). Da byggeriet ikke endnu er afleveret har der ikke kunne udføres målinger vedr. drift og vedligehold for Case 03. De følgende gevinstområder er udpeget af driftslederen fra UCC og de anførte gevinststørrelser er estimeret ud fra erfaringer fra tidligere gennemførte projekter af samme type, specielt Professionshøjskolen UCC i Ballerup.

### Direkte effekter

- Drift: **Lavere omkostninger til drift (15 % reduktion, 5,5 mio. kr. årligt, tilfalder driftsherren) AW**

Styringsmodellen bliver løbende beriget med drift og vedligeholdelse data og bliver overdraget driftsherren som en driftfagmodel til støtte for drift og vedligeholdelsesopgaverne. Det er informationer om arealer, mængder, materialer, priser, tidsforbrug m.v. Oversigtligheden i modelrepræsentationen samt den lette adgang til de præcise og målrettede informationer giver en stor besparelse i overførslen af data til driftssystemet og senere ved driften. For driftsherren giver det en signifikant gevinst at 'Drifts- og vedligehold's-materialet/-modellen dels er målrettet præcist til driftsherrens system og behov, dels at det er operationelt allerede fra dag ét. Der er regnet en nutidsværdi ud på en årlig besparelse på 600.000 kr. over 15 år med en rente på 10 % og en prisstigning på 3 %: 5.532.363 kr.

Det skal pointeres, at disse besparelser ikke alene skyldes IKT-konceptet, men at dette vurderes fra driftsherrens side, at være en væsentlig forudsætning for besparelsen ved at levere det nødvendige dataindhold.

- Vedligehold: **Lavere omkostninger til vedligehold (15 % reduktion, 3,5 mio. kr. årligt, tilfalder driftsherren) AW**

Driftfagmodellen giver driftsherren let adgang til de informationer, der er anvendes ved vedligeholdelsen. Det er informationer knyttet til de enkelte byggeobjekter, rum og bygningsdele. Campus Nordsjælland er ikke i drift, men gevinstestimatet er udregnet fra registrerede erfaringer

ger fra andre, tidligere UCC projekter. Der er regnet en nutidsværdi ud på en årlig besparelse på 375.000 kr. over 15 år med en rente på 10 % og en prisstigning på 3 %: 3.463.350 kr.

- Aflevering: **Reduceret ressourceforbrug ved levering af drifts- og vedligeholdelsesdata (1 % af rådgiver tilbudssum / 65.000 kr., tilfalder arkitekturrådgiver) LA**

IKT-konceptet indebærer, at det er driftsherrerådgiveren der overfører drift- og vedligeholdelsesinformationer fra driftmodellen til driftsherrens FM system. Denne proces varetages af Archiwise ved at tag'e D&V informationer under opbygningen af driftsmodeller og automatisk at overføre dem til FM systemet via XML. Arkitekturrådgiveren har vurderet, at omkostningerne, hvis denne proces skulle udføres af ham, svarer til ca. 1 % af arkitekttilbudssummen. Denne besparelse er ikke indregnet i tilbudssummen, men er en gevinst for arkitekturrådgiveren. Tilsvarende gevinster kan optræde hos ingeniørrådgiveren, de er dog ikke registreret.

#### Indirekte effekter

- Drift: **Bedre lokaleallokering grundet bedre overblik over lokalebeholdning samt ved lokalebooking (B, tilfalder driftsherren) AW**

Driftsherren har med 'Drifts- og vedligehold's-modellen et langt bedre overblik over lokalebeholdningen. Dette kan driftsherren bl.a. anvende til at opnå en gevinst ved bedre at kunne optimere lokaleallokeringen.

- Drift: **Bedre inventarstyring (B, tilfalder driftsherren) AW**

Driftsmodellen kan af driftsherren anvendes til at styre anvendelse af uddannelsesinstitutionens inventarbeholdning. Dette realiseres primært ved at driftsherren kan opnå et bedre overblik over omfang og placering af skolen inventar, som kan allokeres til sektioner og rum i driftsmodellen. Er ikke endeligt implementeret.

#### Afledte effekter

Drift og vedligehold: **Øget kvalitet af 'Drifts- og vedligehold's-model og -data (A, tilfalder byg- og driftsherren).**

Udover rationaliseringsgevinsterne ved at data for drift og vedligehold overføres enkelt til driftsherrens driftsystem, indeholder IKT-konceptet også en større nøjagtighed og konsistens, da de er kvalitetstjekket i modelrepræsentationen. Det vil give gevinster under driften.

#### Potentielle gevinster

- Drift: **Besparelse ved Rengøringsudbud (tilfalder driftsherren)**

Ved at driftsherren har en præcis viden om uddannelsesinstitutionens arealfordeling og -type, samt en detaljeret viden over de forskellige arealmængder der findes på uddannelsesinstitutionen, kan der potentielt opnås bedre priser ved kommende udbud af rengøringsydelser for uddannelsesinstitutionen.

- Ombygning: **Besparelse ved tilbud fra rådgivere og udførende (tilfalder driftsherren, rådgiverne)**

Ved et ombygningsprojekt er der allerede et veldokumenteret grundlag af den eksisterende bebyggelse. Materialet er opdateret, da det er anvendt i den løbende drift og vedligeholdelse. Der er gevinster i form af sparet tid til registrering af eksisterende forhold og optegning.

#### IKT-risiko måling

- **Manglende kompetencer på 4D og 5D hos rådgivere og samarbejdsparter (vedrører byg- og driftsherren) AW**

UCC stillede ikke krav om anvendelse af en 3D arbejdsmetode til rådgiverne ved udbud, men valgte at hyre en konsulent til opgaven at koordinere projektet via en 3D styringsmodel. Baggrunden for dette var, at UCC ikke turde stille disse udvidede krav om anvendelse af IKT, da de ikke ønskede at udelukke rådgivere fra at give tilbud grundet manglende IKT kompetencer, altså konkurrencemæssige hensyn.

- **Vanskeligt at finde medarbejdere, der kan arbejde modelbaseret (vedrører byg- og driftsherren) AW**

Modelbaserede FM værktøjer er ikke repræsenteret i uddannelser, der fører til ansættelser som drift- og vedligeholdelsesmedarbejdere.

- **Manglende standarder og guidelines for 3D arbejdsmetode (vedrører alle)**

Manglende standarder for modelopbygning, klassifikation, egenskabsdata og opmålingsregler gør det besværligt at opbygge en driftsmodel og at overføre data fra et system til et andet. Man er nødt til at udvikle virksomhedsstandarder på en række områder, som ikke er fuldt kompatible med værktøjerne og med samarbejdspartneres standarder.

## Opsummeringen af effektmålingen

I det følgende opsummeres resultaterne af casens effektmåling.

Opsummeringen er foretaget med udgangspunkt i følgende præmisser:

- Der er kun medtaget de gevinster og omkostninger, der er erkendt af casens aktører. Det være sig gevinster målt i kroner eller %'er og gevinster målt i forhold til gevinstniveau. Der er sandsynligvis andre effekter i casen, der ikke er erkendt og realiseret af de deltagende aktører.
- Der er kun medtaget de effekter, der ligger hos det udsnit af parter og i de delprocesser, der er udvalgt i et samarbejde mellem ØG-DDB projektgruppen og de hovedaktører, der repræsenterer casen. Der kan således ikke udregnes samlede gevinster for casen, men kun repræsentative forekomster af gevinster.
- De gevinster, der angives i procent, er overvejende %-angivelser af de delprocesser, hvor gevinsten er målt. Disse procenter angives i *kursiv*. Procenter angivet med normal tekstfont er procenter af hele entreprisesummen.
- Opsummeringen er overordnet opdelt i de forskellige hovedprocesser og fordelt på de i målingerne indgående projektparter. I tabellerne kan man direkte aflæse gevinster og omkostninger på virksomhedsniveau.
- Potentielle gevinster er ikke medtaget her, da de per definition ikke optræder i casen.

## Virksomhedsniveau: Gevinster og omkostninger fordelt på de enkelte parter

Hovedproces 1: Bygherrerådgivning under projektering med brug af styringsmodel										
Delprocesser	Gevinsttype	Projektledeelse	Rådgivere	Entreprenører	Bygherre	Driftsherre	D&V-rådgiver	Brugere	Gevinst målt i kr. eller procenter	Gevinstniveau for ikke finansielle effekter
<b>Driftsherre/bygherre</b>										
Færre fejl i projektmaterialer ved modelbaseret kontrol	Direkte								1.200.000	
Reducerede udgifter ifm. etablering af driftsmodel	Direkte								250.000	
Bedre beslutningsgrundlag ved visualiseringsmodel	Direkte									D
Kompetenceopbygning (og dermed forbedret konkurrenceevne)	Indirekte									A
<b>Andre</b>										
Færre fejl i arkitektens projektmateriale	Afledte									A
<b>Målte gevinster for driftsherren total</b>									<b>1.450.000</b>	<b>Højt</b>
<b>Omkostninger</b>										
Rådgiverydelse for IKT-konceptet									695.000	
Afskrivninger									173.000	
Driftsomkostninger									70.000	
<b>Målte omkostninger for IKT-konceptet</b>									<b>938.000</b>	

Hovedproces 2: Udbud/tilbud og produktionsforberedelse										
Delprocesser	Gevinsttype	Projektledeelse	Rådgivere	Entreprenører	Bygherre	Driftsherre	D&V-rådgiver	Brugere	Gevinst målt i kr. eller procenter	Gevinstniveau for ikke finansielle effekter
<b>Driftsherre/bygherre</b>										
Lavere tilbudspriser pga. bedre datagrundlag	Direkte								7.560.000	
<b>Målte gevinster for driftsherren total</b>									<b>7.560.000</b>	
<b>Andre</b>										

Færre fejl i produktionsmaterialet										<b>A</b>
<b>Omkostninger</b>										
Årlige afskrivninger										
Driftsomkostninger										
<b>Målte omkostninger for IKT-konceptet</b>	<b>Er listet under hovedproces 1</b>									

<b>Hovedproces 3: Udførelse på byggeplads</b>										
<b>Delprocesser</b>	Gevinst- type	Projektledeelse	Rådgivere	Entreprenører	Bygherre	Driftsherre	D&V-rådgiver	Brugere	Gevinst målt i kr. eller procent- er	Ge- vinst- niveau for ikke finan- sielle effek- ter
<b>Driftsherre/bygherre</b>										
Bedre økonomiopfølgning – bedre cash flow	<b>Direkte</b>								307.000	
Bedre kontrol og overblik ved projektændringer	<b>Direkte</b>									<b>B</b>
Reduceret tid til byggemøder	<b>Indirekte</b>								30-35 %	
<b>Målte gevinster for driftsherren total</b>									<b>307.000</b>	<b>Højt</b>
<b>Andre</b>										
Færre fejl og montagestop	<b>Afledte</b>								Se projektering	B
Fald i RFI forespørgsler	<b>Afledte</b>								50 %	
<b>Omkostninger</b>										
Årlige afskrivninger										
Driftsomkostninger										
<b>Målte omkostninger</b>										
<b>Målte omkostninger for IKT-konceptet</b>	<b>Er listet under hovedproces 1</b>									

<b>Hovedproces 4: Aflevering og drift</b>										
<b>Delprocesser</b>	Gevinst- type	Projektledeelse	Rådgivere	Entreprenører	Bygherre	Driftsherre	D&V-rådgiver	Brugere	Gevinst målt i kr. eller pro- center	Gevinst- niveau for ikke finan- sielle effekter
<b>Driftsherre/bygherre</b>										

Lavere omkostninger til drift	Direkte									*5.500.000 15 %	
Lavere omkostninger til vedligehold	Direkte									*3.500.000 15 %	
Bedre lokaleallokering	Indirekte										B
Bedre inventarstyring	Indirekte										B
Øget kvalitet af 'Drifts- og vedligehold's-model og -data	Afledt										A
<b>Målte gevinster for driftsherren total</b>										<b>*9.000.000</b>	<b>Højt</b>
<b>Andre</b>											
Reduceret ressourceforbrug ved aflevering til drift (arkitekten)	Direkte									65.000	
<b>Målte gevinster for andre parter</b>										<b>65.000</b>	
<b>Omkostninger</b>											
Årlige afskrivninger											
Driftsomkostninger											
<b>Målte omkostninger for IKT-konceptet</b>											<b>Er listet under hovedproces 1</b>

\* Beløbene repræsenterer rationaliseringsgevinster over 15 år omregnet til nutidsværdi. Forudsætningen er et konsistent og tilstrækkeligt D&V datagrundlag genereret til driftsherrens driftssystem. Datagrundlaget er etableret gennem IKT-konceptet. At etablere et datagrundlag af en tilsvarende kvalitet på anden måde vil være mere omkostningskrævende.

Tabel 1: IKT-konceptets målte gevinster og omkostninger opgjort på projektniveau.

Samlet resultat for byg- og driftsherre for finansielle gevinster											
Delprocesser	Gevinsttype	Projektledelse	Rådgivere	Entreprenører	Bygherre	Driftsherre	D&V-rådgiver	Brugere	Gevinst målt i kr.	Gevinstniveau for ikke finansielle effekter	
<b>Byg- og driftsherre (anlægssum 65 mio. kr.)</b>											
<b>Hovedproces 1</b> Bygherrerådgivning under projektering med brug af styringsmodel	Direkte								1.450.000		Højt
<b>Hovedproces 2</b> Udbud/tilbud og produktionsforberedelse	Direkte								7.560.000		-
<b>Hovedproces 3</b> Udførelse på byggeplads	Direkte								307.000		Højt
<b>Hovedproces 4</b> Aflevering og drift og vedligehold	Direkte								*9.000.000 0		Højt

<b>Målte gevinster for driftsherren total</b>	<b>Direkte</b>		<b>18.317.000</b>	<b>Højt</b>
			<b>0</b>	
<b>Omkostninger</b>				
<b>Samlede omkostninger for IKT-konceptet</b>			<b>938.000</b>	
<b>Samlet nettoresultat for driftsherren</b>			<b>*17.379.000</b>	
			<b>0</b>	

\* Beløbene repræsenterer rationaliseringsgevinster over 15 år omregnet til nutidsværdi. Forudsætningen er et konsistent og tilstrækkeligt D&V datagrundlag genereret til driftsherrens driftssystem. Datagrundlaget er etableret gennem IKT-konceptet. At etablere et datagrundlag af en tilsvarende kvalitet på anden måde vil være mere omkostningskrævende.

Tabel 2: IKT-konceptets målte gevinster og omkostninger opgjort på virksomhedsniveau – driftsherren.

## Beskrivelse til gevinster og omkostninger

### Aktørerne

Indledningsvis skal der gøres rede for rollerne i denne case, da det har stor betydning for tolkningen af omkostninger og gevinster i casen. SEB er finansiel bygherre og leverer kapitalen til realiseringen af byggeriet. Interessen er her at få investeret fornuftigt i betydningen et rationelt byggeri, som kan repræsentere en lejeindtægt. UCC overtager byggeriet med en 15 årig leasingkontrakt og vil være driftsherren i lejeperioden. UCC er som lejer interesseret i at byggeriet bliver udført så rationelt og billigt som muligt, da de totale omkostninger ved byggeriet indgår i beregningen af huslejen. UCC er som driftsherren samtidigt interesseret i at selve byggeriet bliver driftsvenligt og at nødvendige drift- og vedligeholdelsesdata bliver let tilgængelige i en driftssituation.

Disse UCC interesser på byggeomkostninger og senere drift har resulteret i aftalen med en rådgiver/konsulent om at styre og rådgive under projektering og udførelse og opsamle og levere D&V data til UCC's driftssystem. Metoden der er aftalt er bygningsmodelbaseret og kan ikke varetages af UCC's driftsorganisation grundet manglende kompetencer indenfor 3D arbejds metode, og er derfor outsourcet til driftsherrerådgiveren. Denne opbygger en 3D model af projektet og lader denne model følge byggeprocesserne med en række skiftende funktioner. Under opbygningen af modellen fungerer den som konsistenskontrol af projektmodellen og KS af tegningsmaterialet fra rådgiverne. Modellen anvendes også til kontrol af bygbarhed gennem visualiseringer af modellen. Når modellen er bygget op kan der udtrækkes styklistes, som kan anvendes til en lang række funktioner for driftsherren: mængdeudtag til tilbudslister, kontrol af tilbud fra entreprenørerne o.l. Under udførelsen anvendes modellen til kontrol af fremdriften, udbetalingskontrol m.v. Og endelig er modellen en container for D&V data under projektering og udførelse, hvor den har status af en driftfagmodel. Driftsrådgiveren anvender i processerne værktøjer til 3D modellering, selve bygningsmodellen, 4D, procesmodel, og 5D, økonomiberegning.

### Omkostninger

Driftsrådgiveren får et honorar på 970.000 kr. for at udføre disse funktioner. I kontrakten er indeholdt, at driftsherrerådgiveren samtidigt registrerer og leverer driftsdata for den eksisterende bygningsmasse på ca. 5.000 kvm. Denne ydelse er ikke modelbaseret, men bygger på materiale og erfaringer fra nybyggeriet på ca. 5.500 kvm. I aftalen er denne leverance for den eksisterende bebyggelse opgjort til ca. 275.000 kr. Ses alene på casens IKT-koncept bliver honoraret til dette reduceret til 695.000 kr. Der er dog ikke registreret en differentiering mellem de to ydelser hos driftsherrerådgiveren, hvilket kan betyde en vis overførsel af værdi (rationaliseringsgevinst) fra funktioner ved nybyggeriet til eksisterende



byggeri. Denne overførsel har ikke været mulig at måle, hvorfor den ikke er regnet med. Begge tal anvendes i regneeksemplerne.

Hvis driftsherren selv havde udført den opgave, der nu bliver udført af byg- og driftsherrerådgiveren, havde det krævet en konkret måling af investeringer, driftsomkostninger og udgifter til brugertræning m.v. Da funktionerne nu er outsourcet til en andet virksomhed, betragter projektgruppen det honorarbeløb, som er aftalt, som værende et rimeligt udtryk for omkostningen ved at gennemføre modelstyringsfunktionen. Man må antage at omkostningen er sat lavt, da den bygger på et tilbud fra en erfaren bruger, der har anvendt konceptet før. For at driftsherren er klædt på til at interagere modelbaseret under projektering og udførelse samt ved modtagelse af D&V data har han yderligere udgifter til afskrivninger på 173.000 kr. samt driftsudgifter på 70.000 kr. Altså i alt en investering, indenfor IKT-konceptets rammer, på 930.000 kr.

### **Gevinster**

Der er konstateret gevinster i alle hovedfaserne. Gevinsterne under projektering, udbud/tilbud og produktionsforberedelse og udførelse har været engangsgevinster, som udtrykker en rationalitet i processer. Gevinsterne under drift og vedligehold er årlige gevinster fordelt på de to hovedaktiviteter for driftsherren.

I projekteringsfasen er den væsentligste rationaliseringsgevinst, at der gennem opbygningen af den sideløbende styrings- og koordineringsmodel hos driftsherrerådgiveren sikret et samlet projektmateriale, specielt tegningsdelen, med langt færre fejl og mangler end tidligere. Der er hos driftsherrerådgiveren registreret 55 store fejl og et tilsvarende antal mindre, som er tilgået rådgiverne. I det omfang de er erkendt og konsekvensrettet hos rådgiverne har det betydet en rationaliseringsgevinst på virksomhedsniveau og specielt projektniveau. Rationalet ligger i, at det betydeligt billigere at rette en fejl under projekteringen end under udførelsen, hvor den, som minimum, vil forårsage et processtop af varierende længde. Værdien af denne gevinst er overslagberegnet ud fra erfaringstal fra aktører og andre projekter, og der skelnes mellem fejl med store eller små konsekvenser. Det forudsættes i beregningerne, at fejlene ikke bliver opdaget på anden måde i rådgivernes KS funktion. Gevinsten udløses primært i udførelsesfasen, som en gevinst for entreprenørerne ved færre montagestop og udbedringer. Men gevinsten tages med under projekteringen, da det er her grundlaget for gevinsten bliver lagt, og da det er her en ansvarspådragelse bliver placeret ved en evt. tvist mellem parterne. Gevinsten er sat til 1.200.000 kr. ud fra et konservativt estimat både på antallet af fejl (yderligere differentiering af konsekvensskala samt medregning af opdagede fejl ved intern KS) og på omkostningen på fejl, hvor en stor fejl er sat til 100.000 kr. og en lille fejl til 10.000 kr. Hertil kommer et skøn fra driftsherren om reducerede udgifter ved etablering af datagrundlaget for driften på 250.000 kr.

Under hovedprocessen udbud/tilbud og produktionsforberedelse ligger den største engangsgevinst registreret i denne case. Gevinsten udtrykker den direkte rationalitet, der ligger i at have et præcist og konsistent datagrundlag i en udbudssituation og i en tilbudsforhandlingssituation. Driftsherren har fra tidligere byggesager haft gode erfaringer med at være godt rustet i forhandlinger ved at have helt præcise mængder og arealer og hvor fokus så ligger på entreprenørernes og leverandørernes m<sup>2</sup>priser og mængdepriser. Herved fjernes usikkerheden omkring omfanget af ydelsen, som er en usikkerhed som ofte bliver tillagt tilbudssummen som et % -tillæg. Dette gør tilbuddene billigere og forhandlinger kommer til at dreje sig om det reelle, nemlig priser for ydelser, og ikke en diskussion om antal m<sup>2</sup> og mængder. En 3D bygningsmodel gør det muligt at tilvejebringe et sådan præcist datagrundlag, der er operationelt. Driftsherren har på baggrund af tidligere erfaringer samt gennem forhandlingerne i forb.m. casen sat gevinsten 15 % på entrepriserne. Det betyder i denne case en gevinst på 7.560.000 kr.

Under udførelsen er der registreret en direkte gevinst hos driftsherren i forbindelse med udbetalinger til entreprenørerne i en takt svarende til den reelle fremdrift i de udførte arbejder. Driftsherren har den erfaring, at entreprenørerne ofte anmoder om store udbetalinger i starten af udførelsesperioden, der ikke er begrundet i reelt udført arbejde. Ved at have en registrering af fremdriften i leverancerne lejret i den af driftsherrerådgiverens styringsmodel er driftsherren, som har bygherrefunktionen, rustet til at kunne styre udbetalingerne i forhold til den reelle fremdrift i byggeriet. Gevinsten er i casen estimeret til en besparelse på 307.000 kr.

Af andre gevinster under udførelsen kan nævnes den gevinst der ligger i de færre processtop grundet det bedre koordinerede og mindre fejlbehæftede projektmateriale, grundet koordineringen via styringsmodellen. Gevinsten er i regnskabet placeret under projekteringsprocessen. Gevinsten kommer alle parter til gode og vurderes som stor og ligger på projektniveau. En gevinst, som er en konsekvens af dette, er det mindre antal RFI forespørgsler, som er tidskrævende både for rådgiverne og entreprenørerne. Reduktionen i tid til behandling af RFI er vurderes til en halvering. Denne direkte gevinst har ikke kunne værdisættes i kr.

Endelig har driftsherren vurderet stor nytteværdi af styringsmodellen som værktøj til at have et overblik over projektet i forb.m. projektændringer og i det hele taget til beslutningsstøtte. Styringsmodellen er blevet anvendt til at analysere opfyldelsen af både bygherrens og driftsherrens behov for funktionalitet og byggeprojektets bygbarhed, herunder at identificere, hvor de svage/kritiske punkter er i forhold til selve udførelsen.

IKT-konceptet indebærer at det er driftsherrerådgiveren der afleverer D&V data (modelbaseret) til driftsherren. Rådgiverne er således aflastet denne funktion. Der er således en direkte gevinst for rådgiverne her. Gevinsten er kun undersøgt for arkitekturrådgiveren og bedømt til 65.000 kr., som er 1 % af arkitekttilbudssummen, som er et erfaringstal. Tilsvarende gevinster vil der være hos de andre rådgivere. Disse er ikke underkastet målinger.

I driftsfasen, som er driftsherrens kerneområde, er der konstateret meget store årlige besparelser på både drift og vedligehold. Driftsherren har i samarbejde med driftsherrerådgiveren udviklet et setup omkring sit driftssystem, hvor driftsmodellens D&V data kan overføres til driftsystemet på en rationel måde via xml. Gevinsten ligger i den automatiske overførsel og i validiteten af data, der overføres, samt de årlige besparelser på både drift, vedligehold og forvaltning. Modelrepræsentationen er igen en KS funktion i forhold til data, der understøtter drift og vedligehold. Byggeprojektet er ikke sat i drift endnu, men der er estimeret gevinster byggende på erfaringstal fra tilsvarende byggerier i UCC's bygningsportefølje. UCC har ført kontrol med sine reducerede udgifter, og de har ligget på en besparelse på 15 % både på driften og på vedligeholdelsen. Når dette omregnes til casen bliver de årlige besparelse på driften 600.000 kr. og på vedligeholdelsen 375.000 kr. Det skal nævnes, at det er driftsherrens vurdering, at tilvejebringelsen af præcise D&V data forudsætter at der gennemføres aktiviteter svarende til dem i IKT-konceptet. Hvis de samme data skulle skabes på et lavere IKT niveau vil det kræve betydeligt større omkostninger.

**På virksomhedsniveau** har driftsherren for en relativt beskedne meromkostning har fået optimeret projekterings- og udførelsesprocesserne. IKT-konceptet har bidraget kraftigt til at projektmateriale er blevet vel koordineret og kvalitetssikret. Den koordinerende styringsmodel har været et hjælpemiddel til nem adgang til præcise bygningsinformationer, som er anvendt i en forhandling om de billigste tilbud for entrepriserne. Disse gevinster er resulteret i en lavere leje, når UCC overtager det færdige byggeri som lejer. IKT-konceptet indebærer også, at driftsherren på en modelbaseret måde får overført præcise og målrettede D&V data til sit driftssystem, som giver besparelser i de årlige drift- og vedligeholdelsesud-

gifter. Driftsherren har outsourcet denne ydelse til en ekstern rådgiver, som har specialiseret sig indenfor IKT-konceptets rammer. Dette betyder at driftsherren ikke behøver at implementere modelleringskonceptet indenfor egen virksomhed, men har kunne koncentrere sig om sit fagområde, at drifte og vedligeholde. Driftssystemet kan efter aflevering løbende opdateres uden forbindelse til en modelrepræsentation. Hvis man senere ønsker at anvende digitale bygningsmodeller i sine arbejdsrutiner, må disse kompetencer opbygges internt eller man må entre med en ekstern rådgiver.

For driftsherren er der ved tidligere projekter konstateret betydelige besparelser på den løbende drift og vedligeholdelse ved anvendelse af et tilsvarende IKT-koncept. Omregnet til nutidsværdi over 15 år (kontraktlængden) med en rente på 10 % og en årlig prisstigning på 3 % giver følgende rationaliseringsgevinster: For driften ca. 5,5 mio. kr. og for vedligehold ca. 3,5 mio.kr.

**På projektniveau** er der også konstateret store gevinster. Koordineringen af projektmaterialer er også en gevinst for rådgiverne og entreprenørerne. De fejl og mangler, der blev konstateret og i det omfang de blev rettet i projektmaterialer, har været et eksternt bidrag til koordineringen og kvalitetssikringen og givet den gevinst, at der er opstået færre processtop på byggepladsen, som kræver tid, penge og forhandlinger om ansvarsplacering. Et større samarbejde mellem parterne, dels gennem en mere integreret samarbejdsrelation som partnering o.l. og dels ved at driftsherrerådgiverens rolle og ansvar var blevet tydeligere kommunikeret til byggeriets parter, ville sandsynligvis have givet en større effekt på gevinstsiden. Hertil kommer at IKT-konceptet medfører at driftsherrerådgiveren overtager nogle opgaver, som rådgivere og entreprenører traditionelt yder. Et eksempel herpå er aflevering til drift, hvor omfanget af afleveringer blev stærkt reduceret. Dette blev målt for en af aktørerne.

## Barrierer og forudsætninger for implementering

### Diskussion af teknologien

På teknologisisiden repræsenterer IKT-konceptet både modelleringsværktøjer og simuleringsværktøjer. Til modellering anvendes ArchiCAD, som er et værktøj på linje med Autodesk tilsvarende produkt Revit Architecture. ArchiCAD er valgt som Arciwise's grundlæggende bygningsmodelleringsværktøj, da det bedst tilfredsstillende de krav, som den udviklede BIM hosting funktion stiller. Værktøjet anvendes til den første modeltype i konceptet, styringsmodellen. Styringsmodellen er en grov, mindre detaljeret, model, hvor de væsentlige byggekomponenter er repræsenteret. Den vil ikke umiddelbart kunne anvendes til tegningsgenerering, hvilket heller ikke er dens formål. Rådgiverne udfører tegningerne. Men den kan anvendes til koordinering på et overordnet niveau ligesom den kan anvendes til at kontrollere og styre ved udtrækning af lister over mængder, arealer m.v. som beslutningsgrundlag.

På simuleringssiden anvendes Vico Software, (Virtual Construction Software) som er et program, som med en udgangspunkt i en modelrepræsentation kan analysere bygbarhed, knytte byggeobjekter sammen med aktiviteter og materialer, simulere processer i tid lokaliseringbaseret og regne på økonomi, altså en 4D og 5D simulering. I denne case er styringsmodellen fra ArchiCAD overført til Vico formatet, som så er blevet anvendt i resten af perioden til at vise fremdriften i projektet (tid) og kritiske punkter gennem 'location-based scheduling', generere styklister til beslutningsstøtte m.v. Værktøjet er designet til entreprenørfunktioner og ville have givet den største effekt anvendt her, men indenfor dette IKT-konceptets rammer og begrænsninger har det fungeret tilfredsstillende. Der ligger store potentialer i en programpakke af denne type. Overførslen fra ArchiCAD til Vico er udført proprietært og tilfredsstillende.

Opgaven at stille en projektweb til rådighed er ikke gennemført, da det ville være et for stort indgreb i rådgivernes processer.

Der er i casen ikke registreret barrierer vedrørende manglende standarder og fælles vejledninger, da funktionerne har været isoleret i de enkelte virksomheder. Koordineringen er foregået på 2D tegningsplan eller gennem ekstern 3D model. Overførsler har her været direkte og ikke gennem et neutralt fællesformat som IFC.

### **Diskussion af kompetencer**

Kompetenceområdet er interessant i denne case, da den repræsenterer et koncept, hvor den modelbaserede koordineringsfunktion og tilvejebringelse af valide D&V data er outsourcet til en ekstern rådgiver. Det betyder at driftsherren ikke behøver at opbygge kompetencer på disse - for ham - fremmede områder. Det kræver tillid til den eksterne rådgiver og et tæt samarbejde gennem projekterings- og udførelsesfaserne, hvor driftsherren stiller krav om data til anvendelse for optimering. Driftsherren er på dog nødt til at opruste sin organisation til på den ene side at vide hvilke krav han kan stille og på den anden side at kunne håndtere de informationer, han modtager. Der er således også i casen registreret en vis omkostning til implementering hos driftsherren.

I stedet for at anvende en ekstern konsulent kunne driftsherren have stillet krav til rådgiverne og til hovedentreprenøren om at arbejde 3D modelbaseret efter de samme retningslinjer, som i casens IKT-koncept. Driftsherren fraveg denne løsning ud fra en vurdering af IKT kompetenceniveauet i branchen. UCC var bange for at det ville udelukke for mange virksomheder for at give et udbud og derved fordyre byggeriet.

På længere sigt kan man forestille sig, sideløbende med at kompetenceniveauet løftes i byggesektoren, at de funktioner, der i denne case ligger hos driftsherrerrådgiveren, gennem aftaler vil ligge fordelt hos arkitekt- og ingeniørrådgiverne og hos entreprenørerne.

### **Diskussion af samarbejdsrelationer og projektintegration**

Casen repræsenterer en traditionel samarbejdsform med hovedentreprise. Bygherrerollen har været lidt atypisk, da den reelt har været overført til den kommende lejer og driftsherre. Bygherren har været repræsenteret på byggemøder, da han grundlæggende varetager de økonomiske interesser. Der kan således opstå en interessekonflikt mellem SEB som juridisk bygherre og UCC som lejer og kommende driftsherre. Ejersynspunktet er primært ejendomsverdi, hvor lejer er interesseret i robuste løsninger på brug og drift og en lav leje.

Styringen af projektet har ligget hos driftsherren og til hjælp til denne funktion er der entreret med en ekstern rådgiver. Denne rådgiver har således været tæt tilknyttet driftsherren og har varetaget koordinerende og kontrollerende funktioner parallelt med rådgiverne og de udførende. Et problem ved konceptet er, at der foregår dette parallelle forløb mellem på den ene side driftsherrerrådgiveren og på den anden side de 'oprindelige' aktører. Funktionen kan af disse blive opfattet som en kontrolfunktion eller en ekstern KS af deres ydelser. Dette kan resultere i en mindre tilbøjelighed hos aktørerne til at reagere på input fra driftsherrerrådgiveren. I løbet af projektet har driftsherrerrådgiverens rolle ændret vægtningen fra den kontrollerende til den hjælpende i forhold til de andre parter. Men grundet den lidt uklare rolle- og ansvarsfordeling har det slået mindre igennem. Der er i casen observeret forslag fra driftsherrerrådgiveren som ikke er fulgt af andre parter. Dette er en barriere med hensyn til koordineringen af et projekt. Der er tilsvarende en konflikt under udførelsen mellem entreprenørens konkrete tidsstyring og en virtuel (ideel) tidsstyring med modelbaserede værktøjer. Tilsvarende er projektindhold og prioriteringer ikke de samme, når det er to forskellige virksomheder med forskelligt ansvar og rolle, der agerer. På grund af det traditionelle aftalegrundlag er kommunikationen mellem parterne og driftsherrerrådgive-

ren gået via UCC. Denne barriere kan løses ved ændrede samarbejdsrelationer og en klar definition af driftsherrerådgiverens rolle i projektet.

## **Diskussion af lovgivning/ydelsesbeskrivelser/honorarer**

Som nævnt i foregående afsnit indebærer IKT-konceptet en anden rollefordeling og en anden ansvarsfordeling i og med der optræder en ny part, driftsherrerådgiveren, hvis funktioner lapper ind over de traditionelle parter arbejdsområder.

For at gøre byggesagen simpel har driftsherren ikke stillet udvidede krav til de andre parter, end dem der er tradition for og aftaler ydelsesbeskrivelser på i byggesektoren. Det er imidlertid vanskelig at introducere en ny koordinations- og dataopsamlingsfunktion i en allerede fastlåst ydelsesstruktur. Det har givet anledning til diskussioner om roller og ansvar, hvor en hjælpefunktion fra en ekstern rådgiver støder mod det forhold, at det er andre parter der har det endelige ansvar. Et eksempel på denne problematik er området mængdefortegnelser, hvor der er to parter med to forskellige metoder. Den ene er modelbaseret med automatisk styklistegenerering, den anden er 2D tegningsbaseret og bygger på opmåling. Men da ansvaret ligger hos aktøren med den sidste metode, bliver denne anvendt.

## **Konklusion**

### **Store potentialer for byg- og driftsherren**

Case 03 repræsenterer en case, hvor byg- driftsherren er hovedaktør. Teoretisk og i BIM litteraturen er byg- og driftsherren de aktører, som kan få de største gevinster ved at indgå i et integreret samarbejde omkring en 3D arbejdsmetode, der spænder fra programmeringen til den endelige drift af byggeriet. Der er 2 væsentlige grunde til dette. For det første vil en rationalisering af planlægningsprocesserne og udførelsesprocesserne give et bedre og billigere byggeri, som byg- og driftsherren vil få udbytte af. Og for det andet vil overførsel af valide (modelbaserede) D&V data til driftsherrens driftssystem repræsentere en stor værdi, som vil give reducerede udgifter til drift og vedligehold i hele byggeriets levetid.

En barriere er ofte byg- og driftsherrens manglende kompetencer på det bygningstekniske og byggeproces tekniske område, specielt i processer der er styret efter BIM baserede metoder og værktøjer. Byg- og driftsherren kan igennem en lang række specificerede krav og aftaler sikre sig, at de andre parter lever op til en integreret 3D arbejdsmetode, men sådanne øgede krav på det metodiske kan reducere mængden af mulige samarbejdsparter. En anden angrebsvinkel er at entrere med en ekstern konsulent for varetagelse af så stor en del af de modelbaserede, integrerende og værdiskabende funktioner som muligt. Case 03 er et eksempel på det sidste.

### **Outsourcing af modelbaseret koordination, styring og dataopsamling er mulig**

Ved at outsource modelbaserede styrings- og dataopsamlingsfunktioner bliver byg- og driftsherren i stand til at tilvejebringe sig et beslutningsgrundlag under processerne på et niveau, som han ellers ikke under en sædvanlig arbejdsdeling mellem projektets parter var i stand til at opnå. Dette grundlag tilvejebringes for en omkostning, der er meget beskednen i forhold til de omkostninger, et kompetenceløft internt hos driftsherren ville have medført. De reelle omkostninger i casen ligger i driftsherrerådgiverens honorar, som rensat for ekstraydelser ligger på ca. 700.000 kr. Hertil kommer en intern investering på ca. 250.000 for selv at kunne nyttiggøre informationerne leveret af rådgiveren. Den interne investering kan udnyttes i fremtidige projekter indenfor samme IKT-koncept. Det anvendte koncept indebærer imidlertid, at det samlede gevinstpotentiale ikke udnyttes fuldt ud. Årsagerne her er, at det ikke bidrager i væsentlig grad til integrationen mellem projektets parter, men har karakter af en styrings- og kontrolfunktion, der løber parallelt med konkrete planlægnings- og udførelsesprocesser. Dog viser casen, at der er mange gevinster at hente, selv med et ikke fuldt udrullet modelbaseret integrationskoncept.

### **Gevinster under projekteringen**

De væsentligste gevinster registreret under projekteringen hidrører til den koordinering og konsistenskontrol, der er udført af den eksterne driftsherrerådgiver gennem den etablerede styrings- og koordinationsmodel. Dette har sikret et mere fejlfrit projektmateriale, som har den afledte effekt, at der konstateres færre fejl på byggepladsen med deraf følgende processtop og fejludbedringer. Denne gevinsttype tilfalder alle involverede parter, da en evt. fejlrettelse på byggepladsen ansvarsmæssigt vil kunne føres tilbage til en af de aktive parter. Gevinsten har en stor værdi for entreprenørerne, men også for den kommende lejer i form af ekstraomkostninger, som skal finansieres gennem lejebetalingen. Gevinsten er sat til 1.200.000 kr. som er et resultat af konkret registrerede store og små fejl, en justeret fejlmængde samt erfaringstal fra casen og tilsvarende byggerier. Gevinsten ligger på projektniveau.

### **Gevinster ved udbud/tilbud**

I denne proces er den største engangsgevinst registreret. Baggrunden for gevinsten er der gennem modelrepræsentationen fra rådgivers driftsmodel er adgang til præcise og målrettede mængder og arealer, som byg- og driftsherren anvender ved udbud og i forhandlinger om entreprisesummer. I stedet for at forhandle om mængder og arealer er forhandlinger koncentreret om entreprenørernes tilbud på ydelser – ikke i omfang men alene på ydelsens kvalitative indhold. Det er driftsherrens vurdering at denne måde at forhandle med entreprenørerne har givet en reduktion i entreprisesummerne på 15 %, svarende til et beløb for denne case på ca. 7,5 mio. kr. Gevinsten ligger på virksomhedsniveau.

### **Gevinster under udførelsen**

Styringsmodellen giver driftsherren mulighed for på en systematisk måde at kunne registrere de rent faktiske udførte opgaver på byggepladsen. Det betyder at bygherren i langt højere grad end tidligere er i stand til at kunne styre udbetalingerne i forhold til den reelle fremdrift i byggeriet. Dette er i princippet en rentebesparelse, som for entreprenørerne svarer til en rentefri kassekredit. Gevinsten for byg- og driftsherren er i casen estimeret til en rentebesparelse på 300.000 kr. Gevinsten ligger på virksomhedsniveau.

Af andre gevinster registreret under udførelsen kan nævnes færre processtop, hvor gevinsten allerede er registreret under 'Projekteringen' samt en reduktion i antallet af RFI forespørgsler på 50 %, som er en tidsbesparelse, der ligger på projektniveau.

### **Gevinster under drift og vedligehold**

På driftsherrens kerneområder er der målt store årlige besparelser forårsaget af IKT-konceptet. Byggeprojektet er ikke sat i drift endnu, men der er estimeret gevinster byggende på erfaringstal fra tilsvarende byggerier i UCC's bygningsportefølje. UCC har ført kontrol med sine reducerede udgifter, og de har ligget på en besparelse på 15 % både på driften og på vedligeholdelsen. Når dette omregnes til casen bliver de årlige besparelser på driften 600.000 kr. og på vedligeholdelsen 375.000 kr. Omregnet i nutidsværdi giver det for driften 5,5 mio. kr. og for vedligehold 3,5 mio. kr. Forudsætningen for gevinsten ligger i den automatiske overførsel og i validiteten af de data, der overføres til driftsherrens driftssystem. Rationaliteten i drift og vedligehold forudsætter valide data placeret i eget driftssystem. IKT-konceptet tilvejebringer dette gennem en model- og objektbaseret metode. En anden metode, på et lavere iKT niveau vil kræve meget større omkostninger.

Udover disse årlige gevinster på drift og vedligehold er der rationaliseringsgevinster på en række forvaltningsområder. Det drejer sig bedre lokaleallokering og bedre inventarstyring, som når konceptet er udrullet til hele UCC bygningsmasse vil kunne give nogle store besparelser ved reduceret indkøb af materialer og inventar og begrænsninger i fremtidigt nybyggeri.

### **Forudsætninger for gevinster**

På teknologisisiden er IKT-konceptet enkelt forudsætningsmæssigt. Modelleringsværktøjet og simuleringværktøjerne i 4D og 5D er placeret hos den rådgiver, der varetager disse opgaver for driftsherren. Opbygning af modellen og udtrækning af lister hos den eksterne rådgiver følger et koncept som er virksomhedsspecifik og som er underlagt de muligheder, der ligger i programmerne. Programmerne virker tilfredsstillende indenfor dette koncept. Overførsel af D&V data til driftssystemet bliver også udført eksternt og bliver overført via xml og kræver ikke en IFC transformation.

Da hele IKT-konceptets aktiviteter tilknyttet en 3D arbejdsmetode blev udført af en ekstern driftsherreprådgiver, er kompetencekravene simple at placere. Denne driftsherrerådgiver er ekspert indenfor området og må formodes at have forudsætningerne. De samme forudsætninger behøver ikke at være til stede hos driftsherren. Driftsherren må dog opruste i mindre omfang indenfor 3D arbejdsmetode for at kunne få gavn af alle afleverede informationer. Hvis IKT-konceptet skal udrulles til de andre projektparter vil det sandsynligvis kræve en række kompetenceløft indenfor 3D arbejdsmetode og modelbaserede værktøjer hos en række af parterne. Dette vil så til gengæld kunne udløse en række endnu ikke indfrieede gevinstpotentialer.

Casen repræsenterer en traditionel samarbejdsform med hovedentreprise. Bygherrerollen er atypisk, da den reelt har været varetaget af den kommende lejer og driftsherre. Der kan således opstå en interessekonflikt mellem SEB som juridisk bygherre og UCC som lejer og kommende driftsherre. Den kommende driftsherre, som reelt har været bygherre under byggeriet har suppleret sig med en specialiseret rådgiver til at drive IKT-konceptet. Denne opgave har bestået i aktiviteter indenfor koordinering, kontrol, KS, opsamling af D&V data m.v., aktiviteter som delvist er placeret hos parterne efter de traditionelle ydelsesbeskrivelser og aftaler. Denne dobbeltfunktion har betydet en række uklarheder med hensyn til rollefordeling og ansvar. Den ikke præcist definerede ansvarsfordeling kan have reduceret gevinstniveauet i casen. En ny funktion, som den repræsenteret i IKT-konceptet, vil have påvirkning på samarbejdsrelationerne. Det samme ses i andre projekter, hvor en rolle som 'modelkoordinator' i et integreret model-samarbejde ændrer rollernes indhold.

Der er i casen ikke konstateret lovgivningsmæssige barrierer for IKT-konceptets gennemførelse i den nuværende form. Hvis IKT-konceptet udvides mod en større grad af integration mellem parterne, vil man – afhængig af konkret projektorganisation – sandsynligvis støde på barriere i lovgivning og traditionelt aftalegrundlag.

## Samlet oversigt over Case03's gevinstområder sat i relation til BIM karakteristika for casen:

Figuren er en grafisk fremstilling af væsentlige karakteristika for de enkelte delprocesser i casen. Figuren giver et overblik over på hvilket hovedaktiviteter, der er dækket og på hvilket niveau de forskellige karakteristika befinder sig på. De mørke farver viser: fuldt dækket, de lyse: er repræsenteret, men mindre dækket.

BIM hovedaktiviteter	Samarbejdsrelationer					Modelrepræsentation					Case01 Case02 Case03 Case04					Gevinstområde			
	Modellering	Koordinering	Konsistens	Udveksling	Simulering	Dataudtræk	Tegningsgen.	Visualisering	A	B	C	D	E	A	B		C	D	E
									Samarbejdsrelationer					Modelrepræsentation					Case01 Case02 Case03 Case04
<b>Generelt</b>																			
																			Reduceret tid til byggemøder
<b>Programmering</b>																			
<b>Design</b>																			
<b>Projektering</b>																			
																			Færre fejl i projektmateriale, ved kontrol af fejl og mangler, ledelse
																			Reducerede omkostninger ved etablering af grundlag for D&V
																			Bedre beslutningsgrundlag ved brug af simpel visualiseringsmodel
																			Færre fejl i projektmateriale, arkitektrådgiver
																			Kompetenceopbygning, modelkoordinering, cirfismodel, drifts.rådg.
<b>Udbud/tilbud</b>																			
																			Lavere tilbudspriser grundet bedre datagrundlag
<b>Produktionsforberedelse</b>																			
<b>Produktion</b>																			
																			Bedre økonomipåligning/cashflow ved modelregistreret fremdrift
																			Færre fejl og montagesop grundet modelbaseret
																			Fald i FRI forespørgsler
																			Bedre kontrol og overblik ved projekterændringer
																			Færre montagesop og udbedring af fejl, udførende
<b>Aflevering</b>																			
																			Ingen ressourceforbrug ved levering af D&Vdata, arkitekt
<b>Drift og vedligehold</b>																			
																			Lavere omkostninger til drift
																			Lavere omkostninger til vedligehold
																			Bedre lokaleallokering
																			Bedre inventarstyring
																			Øget kvalitet af data



**DTU Byg**  
**Institut for Byggeri og Anlæg**  
**Danmarks Tekniske Universitet**

Brovej, Bygning 118  
2800 Kgs. Lyngby  
Telephone 45 25 17 00

**[www.byg.dtu.dk](http://www.byg.dtu.dk)**

**DTU Byg Rapport SR 12-04**