

## Måling af økonomiske gevinster ved digitalisering af byggeri

En effektmåling af buildingSMART pilotprojekt i Forsvarsbygg's SJKE-byggeprojekt

Lambrecht, Jan Fuglsig ; Vestergaard, Flemming; Karlshøj, Jan

*Publication date:*  
2014

*Document Version*  
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

*Citation (APA):*

Lambrecht, J. F., Vestergaard, F., & Karlshøj, J. (2014). Måling af økonomiske gevinster ved digitalisering af byggeri: En effektmåling af buildingSMART pilotprojekt i Forsvarsbygg's SJKE-byggeprojekt. Technical University of Denmark, Department of Civil Engineering. (DTU Byg Rapport; No. R-307).

## 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 digitalisering af byggeri

En effektmåling af buildingSMART pilotprojekt i Forsvarsbygg's SJKE-byggeprojekt

## Norsk Forsvarsbygg: SJKE-byggeprojekt

### BIM hos stor byg- og driftsherre

#### Casebeskrivelse



DTU Byg Rapport R-307

Lyngby, den 7. april 2014.

#### Forfattere:

Jan Fuglsig Lambrecht, Lambrecht Consulting

Flemming Vestergaard, DTU Byg

Jan Karlshøj, DTU Byg

# Effektmåling af digitalisering ved Forsvårsbyggs SJKE-byggesåg

---

## Indholdsfortegnelse

Sammenfatning.....	5
Caseudvælgelsen og dataindsamling.....	9
Værdianalyse .....	9
Dataindsamling.....	10
Beskrivelse af byggeprojektet.....	11
Beskrivelse af IKT-konceptet.....	12
buildingSMART-konceptets potentialer .....	14
Initiativet til buildingSMART-konceptet .....	17
Caseprojektets parter .....	18
Forsvarsbygg Udvikling Vest, Norge .....	18
Rambøll Norge .....	18
CAVERION (tidligere YIT).....	19
GK Norge.....	19
Veidekke Entreprenør.....	19
BIM karakteristika for casen .....	21
Hvilke faser er involveret .....	21
Hvilke hovedaktiviteter er involveret .....	21
Hvilke modelniveauer er involveret.....	22
Hvilke samarbejdsniveauer er involveret .....	23
Omkostninger .....	24
Udviklings- og implementeringsomkostninger.....	24
Driftsomkostninger.....	24
Hovedproces 1: Detailprojektering .....	25
Rationaliseringsgevinster .....	25
Direkte effekter .....	25
Indirekte effekter.....	26
Afledte effekter.....	26
Potentielle gevinster.....	26
IKT-risikovurdering .....	28
Hovedproces 2: Udbud/tilbud .....	29
Rationaliseringsgevinster .....	29

Direkte, indirekte og afledte effekter .....	29
Potentielle gevinster .....	29
IKT-risikovurdering .....	29
Hovedproces 3: Produktionsforberedelse .....	31
Rationaliseringsgevinster .....	31
Direkte effekter .....	31
Indirekte og afledte effekter.....	31
Potentielle gevinster.....	31
IKT-risikovurdering .....	32
Hovedproces 4: Produktion .....	33
Rationaliseringsgevinster .....	33
Direkte effekter .....	33
IKT-risikovurdering .....	34
Hovedproces 5: Aflevering .....	36
Rationaliseringsgevinster .....	36
Potentielle gevinster.....	36
IKT-risikovurdering .....	36
Hovedproces 6: Drift.....	37
Rationaliseringsgevinster .....	37
Potentielle gevinster.....	37
IKT-risikovurdering .....	38
Opsummering af effektvurderingen .....	38
Virksomhedsniveau: Gevinster og omkostninger for byg- og driftsherren .....	39
Bruttopgørelse.....	39
Renset opgørelse .....	40
Beskrivelse af gevinster, omkostninger og resultat .....	40
Barrierer og forudsætninger for implementering .....	42
Diskussion af teknologien .....	42
Diskussion af kompetencer.....	42
Diskussion af samarbejdsrelationer og projektintegration .....	42
Diskussion af lovgivning/ydelsesbeskrivelser/honorarer .....	43
Konklusion .....	44

## Sammenfatning

Denne case repræsenterer et IKT-koncept, hvor en stor offentlig byg- og driftsherre aktivt har implementeret og anvendt BIM og buildingSMARTs standarder og specifikationer i et af deres byggeprojekter. SJKE-byggeprojektet var det første pilotprojekt, som Norsk Forsvarsbygg gennemførte med dette IKT-koncept. BuildingSMART pilotprojektet blev igangsat i hovedprojektet og blev gennemført til og med afleveringen af det byggede projekt.

De økonomiske konsekvenser ved at understøtte arbejdsmetoderne med digitale værktøjer er opgjort efter en metode udarbejdet på DTU og er primært sket gennem interview med nøglepersoner hos Forsvarsbygg, som har fulgt projektet under projekteringen og udførelsen. Der er lavet to opgørelser over konsekvenserne ved digitaliseringen. Den ene opgørelse er baseret på registreringerne, mens den anden er renset for forhold, som ikke var relateret til digitaliseringen, kompetenceløft hos leverandørerne samt afprøvning af en modelserver.

### IKT-konceptet

IKT-konceptet repræsenterer en anvendelse af BIM, hvor buildingSMARTs standarder og specifikationer er blevet fulgt, således at leverancekæden (dvs. arkitekt, ingeniør, entreprenør etc.) i højere grad end ellers normalt muligt kan anvende den software, som de finder bedst i forhold til de opgaver, de skal løse i byggeprojektet. Bygherren har aktivt sikret og deltaget i implementeringen og anvendelsen af IKT-konceptet i forbindelse med SJKE-byggeprojektets hovedprojekt, udbud/tilbud, udførelse og aflevering. For at understøtte implementeringsprocessen bedst muligt valgte bygherren at hyre en række rådgivere (Data Design Systems, buildingSMART-International (v/ Lars Christensen og Bjørn Stangeland, SINTEF Byggforsk, Norsk Teknologi og Boligproducentene (buildingSMART-projektet)) for at sikre, at implementeringen og afprøvningen fik et godt grundlag til at gennemføre pilotprojektet. Jotne EPM Technology leverede EPM-modelserver, som blev testet i projektet.

Det primære formål med buildingSMART pilotprojektet har for Forsvarsbygg været at få erfaring og viden med implementering og anvendelse af BIM, hvor buildingSMARTs standarder og specifikationer er fulgt, således at organisationen rustes til at implementere IKT-konceptet i fuld skala (dvs. på alle Forsvarsbyggs byggeprojekter). Hovedindsatsen ifm. anvendelsen af IKT-konceptet har primært fokuseret på henholdsvis projekterings- og udførelsesfasen. Det bør påpeges, at BuildingSMART pilotprojektet har haft et strategisk mål om at afprøve potentialet ved brug af BIM, og ikke en kortsigtet gevinst i det aktuelle byggeprojekt.

Casen er interessant på grund af at implementeringen og anvendelsen af buildingSMARTs standarder og specifikationer i et byggeprojekt, der ikke tidligere er blevet undersøgt videnskabeligt i forbindelse med redegørelsen for de effekter, som buildingSMART pilotprojektet har resulteret i for en bygherre.

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

- Detaljprojektering<sup>1</sup>
- Udveksling af fagmodeller byggeprojektets parter imellem

---

<sup>1</sup> Er i rapportens analysemetode omtalt som hovedprojektering

- Koordinering gennem anvendelse af modelbaserede konsistenskontrol værktøjer
- Visualisering til støtte for brugerdialog, projektering og udførelse
- Tegningsgenerering

### **Omkostninger**

Totalt er de samlede omkostninger for bygherren ved implementering og anvendelse af nærværende IKT-konceptet opgjort uden renteudgifter til 2.161.605 NOK. Heri er der ikke medtaget de lønomkostninger, som leverancekæden har haft i forbindelse med deltagelse i kursus etc.

En væsentlig andel af disse omkostninger skyldes dels omkostninger relateret til kompetenceopgradering af en række nøglepersoner i SJKE-byggeprojektet (1.000.000 NOK) og dels omkostninger, som følge af at noget af detailprojekteringsarbejdet måtte laves om, således at buildingSMART-konceptet kunne gennemføres (800.000 NOK).

Det er vanskeligt at opgøre de præcise omkostninger i projektet direkte relateret til IKT-konceptet, da opgørelsen indeholder omkostninger til færdiggørelse af projekteringen og dimensioneringen af andre tekniske løsninger, end der tidligere var valgt.

### **Renset opgørelse**

Omkostninger til softwareindkøb er opgjort og baseret på en afskrivning over tre projekter, men hvis konceptet implementeres bredt i Forsvarsbygg, er en afskrivning på seks projekter rimeligt. Omkostningerne til Modelserver er fjernet, da det viste sig, at løsningen ikke tilførte værdi til projektet.

Der hersker nogen usikkerhed om projekteringsens færdiggørelsesgrad, før BIM blev taget i anvendelse. Det blev aftalt i projektet, at færdiggørelsesgraden var 70%, men Forsvarsbygg mente efterfølgende nærmere, at stadiet reelt var 30%, samt at der i BIM projektet skete større ændringer med luftbehandlingsanlægget, og der blev derefter valgt helt andre VVS-systemer end planlagt. Et forhold, som nok mere er en følge af totalentreprisemodellen, hvor entreprenøren var medprojekterende, end en følge af BIM-konceptet. Gevinsten ved de ændrede løsninger er ikke medtaget, men det vurderes, at løsningerne er bedre og mere energibesparende i drift. De fulde udgifter i forbindelse med omprojekteringen er medtaget i brutto opgørelsen, men i den rensede opgørelse er omkostningerne til "Øgning af kapacitet i projektorganisationen" halveret. Begrundelsen herfor er, at omkostningerne er en følge af den fejlagtige stadieregistrering og omprojekteringen, som dog reelt ikke hidrørte IKT-konceptet.

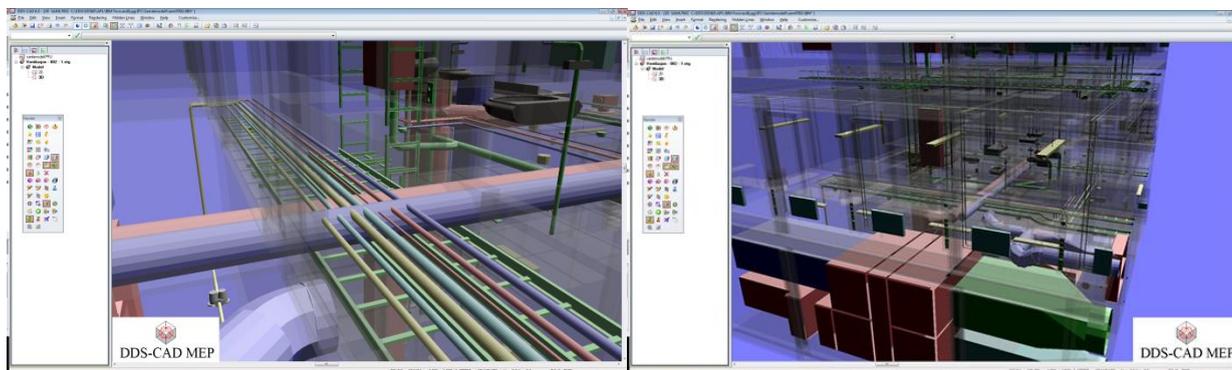
I den rensede opgørelse er omkostningerne til uddannelse reduceret, da Forsvarsbygg ikke i fremtidige projekter vil finansiere kompetenceudvikling for deres leverandører på dette felt. I den rensede opgørelse er omkostningerne til et internt kompetenceløft hos Forsvarsbygg reduceret og omfatter her alene omkostninger knyttet til projektet.

### **Gevinster**

Der er blevet målt gevinster i alle ovenstående processer nævnt under IKT-konceptet. Nedenfor nævnes et mindre udvalg af de konstaterede direkte, indirekte og afledte gevinster. Gevinsterne under projektering og udførelse har været engangsgevinster, som udtrykker en rationalitet i de enkelte processer.

I projekteringsfasen er den væsentligste rationaliseringsgevinst en hurtigere kommunikation ved brug af fagmodellerne mellem de projekterende parter, som repræsenterer en direkte gevinst på 75.000 NOK for bygherren. Endvidere er det blevet vurderet, at bygherren opnåede en kvalitativ gevinst ved både et me-

re konsistent projekteringsmateriale (indeholdende færre fejl) og en højere kvalitativ kommunikation med byggeprojektets leveranceteam.



Figur 1: Kollisionskontroller afslørede kollisioner og behovet for mere plads til ventilationssystemerne. Modellen afslørede også mangler i byggeri, som ikke tidligere havde været identificeret.

Under hovedprocessens produktionsforberedelse er der realiseret en engangsgevinst, idet der er opnået tidsbesparelse i forbindelse med bedre koordineringen af arbejdet mellem projektets fagentrepreneurere svarende til en gevinst på 45.000 NOK.

Under udførelsen er der bl.a. registreret en direkte gevinst hos bygherren i forbindelse med færre byggestop på byggepladsen grundet færre fejl i projektet svarende til en besparelse på 500.000 NOK, se Figur 1. Samlet har bygherren realiseret en gevinst på 750.000 NOK i udførelsesfasen. Endelig har bygherren vurderet at have opnået en mindre kvalitativ gevinst ved at have hurtig adgang til et opdateret projektmateriale.

Det er ikke usandsynligt, at både bygherren og projektdeltagerne har opnået flere økonomiske fordele end de direkte registrerede. Det har i analysen ikke været muligt at komme i dialog med arkitekt- og ingeniørrådgivere, entreprenører og producenter. Det har ikke været muligt at få estimater eller datagrundlag fra afdelinger i Forsvarsbygg, som arbejder med drift og vedligehold eller udlejning. Gevinsterne er alene registreret i gennem en dialog med Forsvarsbyggs egne projektledere i SJKE byggeprojektet. I traditionelle byggeprojekter udløser kollisioner på byggepladsen produktionsstop og kræver ofte omprojektering. Flere hundrede kollisioner blev i SJKE-projektet afhjulpet under projekteringen, som har haft økonomiske konsekvenser for projektets rådgivende og udførende parter, som dog ikke er medtaget i nærværende analyse. Det har som angivet ikke været muligt at vurdere de økonomiske konsekvenser ved, at kollisioner og mangler er løst under projekteringen. Det har sandsynligvis ført til et bedre projekteringsmateriale, der har givet bedre løsninger, mere driftsvenlige løsninger, en bedre brugeroplevelse og mere effektiv bygning for Forsvarsbygg, men der forelægger ingen dokumentation for dette.

## Konklusion

Casen repræsenterer en situation, hvor bygherren påtager sig en væsentlig og aktiv rolle i byggeprojektet, og casen synes i høj grad at bekræfte den fremherskende opfattelse, at bygherren kan høste nogle gevinster ved at indgå i et integreret samarbejde omkring BIM og brug af buildingSMARTs specifikationer, i forbindelse med hovedprojektering til afleveringen af byggeriet – om end at omkostningerne, set i forhold til selve byggeprojektet, i forbindelse med implementeringen af IKT-konceptet overstiger den samlede gevinsts størrelse. Bygherren vil derfor først på længere sigt kunne opnå en samlet økonomisk gevinst ved det valgte IKT-koncept.



Forsvarsbygg revurderede ikke kontraheringsformen og metoden i casestudiet, men er efterfølgende blevet opmærksomme på, at disse forhold har stor betydning. Forsvarsbygg betalte for al forbrugt tid i projekteringsprocessen, hvoraf en større andel var oplæring af rådgiverne. En oplæring, som Forsvarsbygg i dag ikke er villige til at betale.

Hvis man renser de registrerede omkostninger, som ikke direkte er relateret til IKT-konceptet, er det sandsynligt at Forsvarsbygg opnår økonomiske fordele ved konceptet. Da det samtidigt har været vanskeligt at skaffe konkrete målbare registrering over gevinster fra driftperioden, er det sandsynligt, at IKT-konceptet baseret på åbenBIM/åpenBIM med brug af buildingSMART standarder har ført til et positivt resultat for Forsvarsbygg.

## Caseudvælgelsen og dataindsamling

Caseudvælgelsen blev foretaget på grundlag af dels en generisk værdianalyse og efterfølgende dels en konkret vurdering af de 3 potentielle byggeprojekter fra Forsvarsbygg, henholdsvis SJKE, Høybuktmoen og Jørstadmoen. I den konkrete vurdering er der bl.a. blevet lagt vægt på følgende aspekter i vurderingen af de 3 byggeprojekter; (a) tilgængeligheden af data, (b) graden af BIM-anvendelse og at (c) det byggede projekt har været i drift i en årrække.

## Værdianalyse

ØG-DDB projektgruppen har foretaget en generisk værdianalyse af hvilke IKT-koncepter (processer, aktører og metoder/standarder) der 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 BIM. Det skyldes primært, at når man ser på hele byggeriets livscyklus, så udgør driftsperioden langt den største del. Hertil kommer, at de initiale omkostninger ved modelopbygningen er afholdt, når bygherren modtager projektmaterialet. 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 den danske Erhvervs- og Byggestyrelsen juni 2009, bekræfter denne antagelse. Rapporten vurderer et samlet gevinstpotentiale ved digitaliseringen af byggeriet i Danmark på 17 mia. DKK. årligt. Heraf udgør gevinstpotentialet for processer indenfor byg- og driftsherrers område alene 13,5 mia. DKK. af de 17 mia. DKK. Forudsætningen for at udløse gevinstpotentialet er imidlertid, at byg- og driftsherrer integrerer BIM 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.

### **Projektniveau**

På projektniveau kan bygherren vælge at stille krav om anvendelse af BIM gennem hele processen. Hvis der stilles krav til digitalisering gennem hele processen, kan bygherren derved få mulighed for at høste nogle af de potentielle rationaliseringsgevinster, som BIM 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 BIM. Det kan enten ske alene indenfor egen virksomhed eller gennem et samarbejde med eksterne konsulenter, som er specialiserede i de nye, digitale arbejdsmetoder. Den første strategi kræver en større investering i teknologi og kompetencer, den anden 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. Et forhold som Forsvarsbygg er opmærksomme på, og som har fået et øget fokus siden casestudiet.

De rådgivere, der har erhvervet sig IKT/BIM kompetencer kan udnytte disse som rådgivere 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 bygherren er aktiv i anvendelsen af BIM og tillige ved anvendelse af buildingSMARTs specifikationer. I casen repræsenteres Forsvarsbygg byg- og driftsherren.

Ud fra dels en generisk og dels en konkret værdianalyse blev casen SJKE valgt. Denne case repræsenterer bl.a. et godt grundlag for eventuelle senere benchmark-undersøgelser af effekten af Forsvarsbyggs anvendelse af IKT-konceptet i et byggeprojekt. Endvidere repræsenterer den en stor bygherres anvendelse af BIM og buildingSMARTs standarder og specifikationer i hovedprojekteringen og udførelsen af en nybygget kontorbygning.

## **Dataindsamling**

Dataindsamlingen i casen er foretaget af en arbejdsgruppe bestående af dels repræsentanter fra Forsvarsbyggs afdelinger: Utvikling, Byggeri og Utleie og dels af en forskningsgruppe fra Danmarks Tekniske Universitet. Data er indsamlet via en række møder med projektaktører fra primært Forsvarsbygg, som repræsenterer processer, som arbejdsgruppen har vurderet repræsenterer et gevinstpotentiale. Under møderne er der blevet spurgt ind til omkostninger, gevinster og forudsætninger for gevinster, som dokumenteres i effektmålingsværktøjet.

De indsamlede data tilhørende denne case kan ses i Effektmålingsværktøjet "Case: Byg- og driftsherre Forsvarsbygg, Norge".

## Beskrivelse af byggeprojektet

I casestudiet tages der udgangspunkt i et konkret byggeprojekt: SJKE. Byggeprojektet er en 3-etagers bygning, der primært skal anvendes som administrations-/kontorbygning.

**Formål og program for projekterne:** Formålet er overordnet at samlokalisere 4 driftsafdelinger og 1 logistikafdeling hos det norske søforsvar. Byggeprojektet er nybyggeri af en 3-etagers administrations-/kontorbygning, der skal indeholde både kontorer, specialrum, vagtrum, møderum etc. administrations-/kontorbygningen skal tillige indeholde nødvendige garderobe- og toiletfaciliteter samt møderum til briefing af fartøjsbesætninger, som udgør ca. 20 % af hele byggeriet.

### **Kontorkompleks, nybyggeri:**

**Projektperiode:** Detailprojektering–udførelse–drift: ultimo 2007 til medio 2010. Ibrugtagning august 2010.

**Lokalisering:** Haakonsvern Orlogsstasjon, Bygg 0037, Bergen

**Bygningstype:** Administrations-/kontorbygning.

**Bygningstørrelse:** bruttoareal 2.042 etage-m<sup>2</sup> fordelt over 3 etager.

**Arkitekt:** Rambøll Norge.

**Ingeniørrådgiver:** Rambøll Norge.

**TotalEntreprenør 1:** Elektro, automation og tværfaglig koordinering YIT Building Systems (nu kaldet Caverion)

**TotalEntreprenør 2:** VVS GK Norge

**Bygg Entreprenør 3:** Veidekke Entreprenør

**Bygherre:** Forsvarsbygg Utvikling Vest v/ Even Segbø og Stig Wassdal.

**Bruger:** Kysteskadren.

**Driftsherre:** Forsvarsbygg Vest.

**Samarbejdsform:** Totalentreprise tekniske fag. Standard projektering arkitekt/bygg og udførelsesentreprise bygg standard tegning og beskrivelse <sup>2</sup>delt entreprise.

**Projektsum:** 80 mio. NOK.

**Gennemsnitlig m<sup>2</sup> pris:** 27.326 NOK/m<sup>2</sup>. (bruttoareal)

**Rådgiverhonorar:** 3.375.000 NOK.

**ØG-DDB interne informationer:** Kontaktpersoner i involverede virksomheder: Forsvarsbygg: Sigurd Wirstad, Even Segbø, Stig Wassdal.

---

<sup>2</sup> Kontrolleres

## Beskrivelse af IKT-konceptet

Casestudiets formål er at identificere og beskrive en større byg- og driftsherres gevinster ved at anvende modelbaserede arbejdsmetoder og digitale BIM-værktøjer i de senere faser i et byggeprojekt, fra detailprojektering (hovedprojektering) over udførelse til aflevering.

Projektet har i en så stor udstrækning som muligt benyttet metoder, standarder og specifikationer udviklet af buildingSMART, som er en international non-profit organisation, der arbejder med sømløst digitalt samarbejde i byggebranchen. BuildingSMART har udviklet en protokol for udveksling af bygnings informationsmodeller, en data ordbog og metoder til beskrivelse af procesforløb og udvekslingspecifikationer.

I nærværende rapport anvendes følgende terminologi:

1. Selve byggeprojektet SJKE, som lægger fysik til et:
2. Pilotprojekt, hvor Forsvarsbygg implementerer og anvender et
3. IKT-koncept bestående af metoder, specifikationer og værktøjer med fokus på buildingSMART.

I SJKE-byggeprojektets IKT-koncept er det først og fremmest brugen af IFC-protokollen til data udveksling, som har været benyttet.

IKT-konceptet vil i resten af denne rapport blive kaldt: buildingSMART-konceptet

Konceptet i sin rene form spænder over hele byggeriets livscyklus, men i denne første afprøvning er der fokus på de senere faser af et byggeprojekt navnlig: hovedprojektering, udbud/tilbud, produktionsforberedelse, udførelse, og aflevering. Hovedaktøren i casen er Forsvarsbygg, der i 2007 valgte at gennemføre et pilotprojekt vedr. implementering af buildingSMART-konceptet i et af deres byggeprojekter, SJKE-byggesagen.

BuildingSMART-konceptet går ud på at anvende buildingSMARTs standarder og specifikationer bl.a. IFC-formatet til udveksling af digitale data, modeller og egenskaber, imellem byggeprojektets faglige aktører. Dette indebærer brug af diverse BIM-værktøjer.

Konceptet går groft beskrevet ud på at erstatte anvendelsen af 2D tegninger i projekteringsfasen med digitale, objektbaserede 3D bygningsmodel, som så er omdrejningspunktet for de hovedaktiviteter, der foregår i projekterings-, udførelses- og 'drift- og vedligeholds'-fasen:

1. Udveksling af modeldata via IFC byggeprojektets parter imellem
2. Koordinering af projektbeslutninger strukturelt og byggeteknisk modelbaseret
3. Koordinering med andre parter i projektet (udveksling med anden part ved brug af IFC ved modeludveksling)
4. Kommunikation med bygherren gennem visualiseringer af modellen
5. Generering af traditionelt tegningsmateriale direkte fra bygningsmodellerne med en mindre tegningsefterbehandling
6. Tilrettelæggelse af udbudsmateriale, hvor tegninger og styklister genereres fra bygningsmodellen. Forestå udbuddet
7. Kontrol og kommunikation af løsninger under udførelsen ved hjælp af bygningsmodellen
8. Aflevering af 'as built' dokumentation samt bygningsmodellen i IFC-format
9. Anvendelse af modelbaserede driftsdata til drift og vedligehold

Casen har dog ikke inkludert brugen af BIM i forbindelse med drift- og vedligehold.

Liste over digitale værktøjer, der har været anvendt i projekteringsfasen (Forsvarsbygg og Rambøll) er følgende:

- ArchiCAD (Arkitekt)
- Revit (RIB)
- MagiCAD (RIV og RIE)
- EDM Modelserver inkl. Octaga (Jotne/FB/Rambøll)
- Solibri (Rambøll)
- Calcus (Rambøll)

EDM Modelserver blev forsøgt anvendt, men opgivet efter en måned, da løsningen gav flere problemer end den løste.

Liste over digitale værktøjer, der har været anvendt i produktionsforberedelsen/udførelsesfasen, er følgende (projektering af totalentreprise i de tekniske fag):

- ArchiCAD (arkitekt)
- Revit (RIB)
- DDS CAD-MEP (GK, ventilasjon)
- DDS CAD-MEP (YIT, øvrige tekniske fag)
- Solibri (DDS/YIT)
- Vico Software (Byggeplassoppfølging)
- SVN-server (DDS)

MagiCAD blev brugt af ingeniørrådgiveren under projekteringen, men udskiftet med DDS CAD som entreprenøren brugte under detailprojekteringen.

Disse værktøjer understøtter derudover aktiviteterne: visualisering, tegningsgenerering, udveksling gennem IFC og styklistegenerering. Til koordinering og konsistenskontrol er anvendt Solibri MC. Tillige har der været afprøvninger af softwaren Vico Software ved udførelsen om end i et mindre omfang.

## buildingSMART-konceptets potentialer

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

### **Projektering**

- Forbedret myndighedsbehandling med brug af 3D objektbaseret bygningsmodel
- Tidsreduktion ved anvendelse af objektklasser (BIM-objekter) fra tidligere projekter/virksomhedsbibliotek
- Tidsreduktion ved anvendelse af objektklasser (BIM-objekter) fra byggevareleverandører
- Reduktion af risiko ved anvendelse af evaluerede BIM-objekter
- Bedre bygbarhed ved inddragelse af produktions- og produktinformationer
- Bedre koordinering af projekthinformationer og konsistenskontrol internt
- Bedre koordinering af projekthinformationer og konsistenskontrol eksternt
- Mere konsistent projektmateriale med reduktion af fejl
- Tidsreduktion ved at udføre simuleringer modelbaseret
- Forbedrede bygningsfysiske og funktionelle egenskaber
- Forbedret projektdokumentation ved anvendelse af modeldata til beregninger
- Tidsreduktion ved kalkulation af anlægsmkostninger og drift
- Tidsreduktion ved generering af lister og mængdefortegnelser
- Tidsreduktion ved beregninger, modelbaseret
- Tidsreduktion ved produktion og opdatering af tegningsmaterialet
- Færre fejl i tegningsmaterialet, bedre koordineret
- Mere brugermåltet tegningsmateriale grundet modelgenereringen
- Bedre beslutningsgrundlag ved brug af visualisering, modelbaseret
- Bedre kommunikation kvalitativt
- Hurtigere kommunikation mellem parterne gennem visualiseringer af fagmodeller

### **Udbud/tilbud**

- Reduktion i økonomiske tilbud ved forhandling, modelbaseret
- Lavere tilbudspriser grundet modelbaseret koordinering
- Reducerede omkostninger ved udbudsforretning gennem etablering af udbudsportal til digitalt udbudsmateriale samt til digitale tilbud
- Større sikkerhed i tilbudsgivningen
- Tidsbesparelse ved modelbaseret procedure ved kalkulation af tilbud
- Tidsreduktion ved evaluering af tilbud gennem modelbaseret metode
- Tidsreduktion ved generering af styklister fra bygningsmodellen til mængdefortegnelser til udbud
- Bedre overblik ved tilbudsregning gennem visualisering af byggeprojektet ved hjælp af modeller

### ***Produktionsforberedelse***

- Tidsreduktion ved specifikation af delkomponenter (komponenter og systemer) gennem digitale modeldata til leverandører
- Besparelser ved større omfang af præfabrikerede komponenter samt standardløsninger
- Tidsbesparelse ved bedre koordinering af arbejdet mellem fagentreprenører
- Tidsbesparelse ved reduktion af fejl i projektmaterialet ved konsistenskontrol på modelniveau
- Reduktion i tidsforbrug ved materialebestillinger håndteret digitalt modelbaseret
- Besparelser af tid, økonomi og logistik, ved bedre planlægning gennem 4D og 5D
- Besparelser ved bedre bygbarhed gennem modelbaseret simulering af montage, byggepladsindretning m.v.
- Reduktion i materialeforbrug ved materialebestillinger håndteret digitalt
- Tidsreduktion ved ændringer og opdateringer af tegningsmaterialet til bygbart

### ***Produktion***

- Hurtigere gennemførelse af delprocesser ved at arbejde modelbaseret
- Forbedret Cash flow og projektøkonomi ved registrering, modelbaseret
- Hurtigere afvikling af rådgivergruppen under produktionen på byggepladsen
- Reduceret tid til byggemøder ved anvendelse af modeller til kommunikation
- Færre RFI forespørgsler grundet høj kvalitet projektmateriale og evt. adgang til modeldata
- Færre processtop på byggepladsen grundet færre fejl i projektmaterialet
- Tidsbesparelse ved hurtigere adgang til opdateret projektdokumentation, modelbaseret (fælles portal, projektweb m.v.)
- Bedre projektstyring, indkøb og logistik ved brug af bygningsmodeller
- Bedre bygbarhed gennem kollisionskontrol og processimulering
- Mindre ressourceforbrug (ressourceoptimering) gennem mere akkurate/valide projektinformationer samt logistikoptimering (processimulering)
- Mindre spild på byggepladsen grundet bedre tidsstyring af materialebestillinger
- Tidsbesparelse ved opdatering af tegningsmaterialet til 'as built', modelbaseret
- Hurtigere forståelse og bedre overblik over byggeprojektet

### ***Aflevering***

- Bedre kvalitetssikring af 'as built' projektmaterialet ved brug af digitale modeller
- Besparelser i forbindelse med garanti og service
- Tidsbesparelse ved digital aflevering af drifts- og vedligeholdelsesdata til driftsherren
- Tidsbesparelse ved modelbaseret aflevering af drifts- og vedligeholdelsesdata til driftsherren
- Tidsbesparelse ved registrering af mangler
- Tidsbesparelse ved udarbejdelse af 'as built' tegningsdokumentation, modelbaseret
- Bedre kommunikation af det afleverede projekt



### ***Drift og vedligehold***

- Tidsreduktion ved evaluering af D&V-entrepriser med brug af digital bygningsmodel
- Tidsreduktion ved til- og ombygning gennem et opdateret modelgrundlag
- Tidsreduktion ved drift og forvaltning gennem nye metoder til lokaleallokering og inventarstyring muliggjort af den digitale bygningsmodel
- Tidsreduktion ved formidling af bygningsdata til andre parter ved drift, renovering og ombygning
- Besparelser ved drift gennem digitale driftsprocesser støttet af modeldata
- Bedre driftsøkonomi forårsaget af energisimulering via bygningsmodel (drifts-fagmodel)
- Bedre overblik over omkostningsfordeling og nedslidning
- Tidsreduktion ved udarbejdelse af udbudsgrundlag for drifts- og vedligeholdelsesopgaver
- Tidsreduktion ved tilbudsgivning af drifts-og vedligeholdelsesopgaver
- Tidsreduktion ved til- og ombygning
- Bedre kommunikation med myndigheder og brugere vedr. bygningsanvendelse
- Bedre kommunikation med brugerne vedr. rum- og arealanvendelse

## Initiativet til buildingSMART-konceptet

BuildingSMART pilotprojektet i SJKE-byggesagen hos Forsvarsbygg var den allerførste afprøvning af implementering af buildingSMART hos Norsk Forsvarsbygg. Forsvarsbyggs leverandører, rådgivere og entreprenører, havde ingen eller begrænset tidligere erfaring med implementering og anvendelse af buildingSMART. I Norge har byggebranchen generelt være foregangsmænd for udvikling og anvendelse af buildingSMARTs standarder og specifikationer, hvorfor det derfor var naturligt, at Norsk Forsvarsbygg i 2007 igangsatte et buildingSMART pilotprojekt, hvor man valgte at implementere og anvende metoder og værktøjer baseret på buildingSMART.

For at sikre, at implementeringen af buildingSMART pilotprojekt foregik så effektivt som muligt, har Forsvarsbygg valgt, at projekteringslederen i SJKE-byggeprojektet også skulle være projektleder for buildingSMART pilotprojektet.

## Caseprojektets parter

Til casestudiet er der involveret 5 parter, som overordnet tegner buildingSMART-konceptet. Hver af disse er kort beskrevet i det følgende.

### Forsvarsbygg Udvikling Vest, Norge

Forsvarsbygg er en professionel, offentlig ejendomsaktør, der bygger, administrerer og sælger fast ejendom for det norske forsvar. Gennem deres viden og ekspertise tilbyder de sikre og effektive ejendoms løsninger, der giver norsk forsvar en reduktion af ejendomsareal, mindre husleje, øget levetid og lavere omkostninger til forswarets materiel og ejendomme.

Forsvarsbygg er delt ind i 8 forretningsområder:

- **Forsvarsbygg eiendom** har ansvaret for Forsvarsbyggs strategiske ejendomsportefølje.
- **Forsvarsbygg udvikling** bygger funktionelle og rationelle ejendomme, bygninger og anlæg for Forsvaret, og tager hånd om opgaver indenfor helhedsplanlægning, tidlig fasevurdering, indkøb, bygning, køb, leje og overtagelse.
- **Forsvarsbygg kampflybase** står for al indsats vedrørende etableringen af hovedkampflybase på Ørland og fremskudt base på Evenes i forbindelse med Forsvarets F-35 køb.
- **Forsvarsbygg utleie** tager sig af alle opgaver indenfor udleje, drift, vedligehold, renhold og udvikling af kundens ejendomme, bygninger og anlæg.
- **Forsvarsbygg skifte eiendom** udvikler for salg og afhænder ejendomme, bygninger og anlæg som Forsvaret ikke længere har brug for. Salg sker i fortrinsvis til markedsvilkår og i åben konkurrence.
- **Forsvarsbygg futura** er et ledende rådgivermiljø indenfor beskyttelse og sikring af værdier, mennesker og miljø, med nedslagsfelt indenfor hele totalforsvarssektoren.  
**Forsvarsbygg nasjonale festningsverk** har til opgave at forvalte, tage vare på og udvikle fæstningsværk som Forsvaret ikke længere skal benytte sig af.
- **Forsvarsbygg fellestjenester** leverer administrative støttetjenester til alle afdelinger internt i Forsvarsbygg.

Forsvarsbygg er i norsk kontekst en stor og professionel byg- og driftsherre, som har erfaring og ekspertise i at planlægge, projektere, bygge og drive både bygninger og anlæg. Forsvarsbygg er en underorganisation til Forsvarsministeriet, som har de væbnede styrker som den største og vigtigste kunde, men Forsvarsbygg har også kunder i andre offentlige markeder. Forsvarsbygg har en samlet arbejdsstyrke på ca. 1.400 årsværk.

Forsvarsbygg Udvikling Vest, Norge, er bygherre for byggeprojektet, hvor det er første gang, at bygherren gennemfører et buildingSMART pilotprojekt i et af deres byggeprojekter, som indgår i deres strategiplan. Arbejdsgruppen er bekendt med at der er lavet en strategiplan, men den er dog ikke blevet udleveret til arbejdsgruppen. Forsvarsbygg forestår både rollerne som projekteringsleder og byggeleder i byggeprojektet.

### Rambøll Norge

Rambøll er rådgiver i planlægning, arkitektur, ingeniørarbejde, energi, olie & gas, og management consulting. I Norge har Rambøll mere end 1.300 ansatte på 21 kontorer. Hovedvirksomheden har i alt 10.000 medarbejdere i 21 lande. Rambøll blev d. 15. oktober 1945 grundlagt som "Rambøll & Hannemann", en partnerskabsvirksomhed i København.

Rambøll Norge blev af Forsvarsbygg i 2007 entreret som den primære projekterende part i SJKE-byggeprojektet. Rambøll Norge er i byggeprojektet ansvarlig for levering af følgende ydelser;

- Faglig og BIM koordinering
- Arkitektur
- Byggeteknik (konstruktion)
- Landskabsarkitektur
- Brandteknik
- VVS (Kvalitetssikring)

Rambøll Norge har omfattende ekspertise og erfaring med BIM-projektering, men havde i 2007 ingen erfaring med implementering og brug af buildingSMARTs standarder og specifikationer.

### **CAVERION (tidligere YIT)**

YIT er en entreprenørvirksomhed, som har over 100 års erfaring og en stærk position på det finske marked. YIT er Finlands største kommercielle og infrastruktur bygherre. I 2012 havde moderselskabet en omsætning på omkring 2,0 mia. EUR. YIT opererer i syv lande og beskæftiger mere end 6.000 mennesker. Caverion (i 2007 kaldet YIT Building Systems) er et datterselskab til YIT Corporation (YIT) i Finland.

YIT/Caverion blev valgt, fordi de havde nogen erfaring med åbenBIM fra nye Ahus byggeriet. Denne erfaring er dog siden hen blevet udbygget væsentligt i og med at flere og flere (herunder bl.a. offentlige) byggeprojekter, hvor åbenBIM har været en del af byggeprojektet, er blevet gennemført.

I SJKE-byggeprojektet har Forsvarsbygg kontraheret med Caverion med henblik på følgende ydelser; medprojekterende og fagentreprenør på byggeprojektets sanitære, varme og elektrotekniske anlæg + automation.

### **GK Norge**

GK er en stor totaltekniske entreprenør og servicepartner, som leverer løsninger for nybyggeri og i om- og tilbygningsprojekter.

Selskabet har siden etableringen i 1964 haft en væsentlig vækst – til i dag at omfatte ca. 1.850 ansatte, med en omsætning på ca. 2,6 mia. NOK. De er til stede lokalt i hele Norge samt i Sverige og Danmark.

De tilbyder detailprojektering og udførelse af tekniske installationer og rådgivning, som bidrager til væsentlige energi- og miljøgevinster i kombination med optimal komfort for byggeriets brugere, - i hele byggeriets livscyklus.

GK Norge havde nogen erfaring med brug af BIM og buildingSMARTs standarder og specifikationer fra nye Ahus, som var medvirkende til den blev valgt til opgaven.

Forsvarsbygg kontraherede med GK Norge med henblik på følgende ydelser: medprojekterende og fagentreprenør på luftbehandlingsanlæg.

### **Veidekke Entreprenør**

I Norge er virksomheden samlet i selskabet Veidekke Entreprenør AS med datterselskaber. De udfører alle former for byggeri. På bygningssiden er der primært fokus på kommercielle bygninger, boliger, skoler og

andre offentlige bygninger. På anlægssiden er der fokus på opførelse af veje, jernbaner, vand og vindkraft og industrielle projekter. Ca. 60 % af virksomhedens aktivitet er indenfor byggeri og 40 % indenfor anlæg. Veidekke Entreprenør er organiseret i fire regioner: Øst, Syd, Nord/Vest og Udstyr.

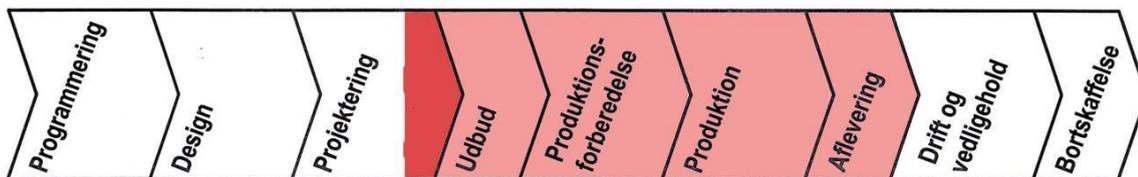
Veidekke Entreprenør havde ved byggeprojektets start ingen eller meget lille erfaring med brug af BIM og buildingSMARTs standarder og specifikationer. Derfor blev alle beskrivelser, tegninger og kontrakts grundlag gennemført på traditionel vis. BIM i byggemøder med opfølgning i Vico Software var eneste handling som Veidekke havde andel i. Eventuelle gevinster som Veidekke har haft af konceptet er ikke kommet Forsvarsbygg til gode.

Veidekke Entreprenør er af Forsvarsbygg kontraheret til at stå for hovedentreprisen (råhuskonstruktion etc.)

## BIM karakteristika for casen

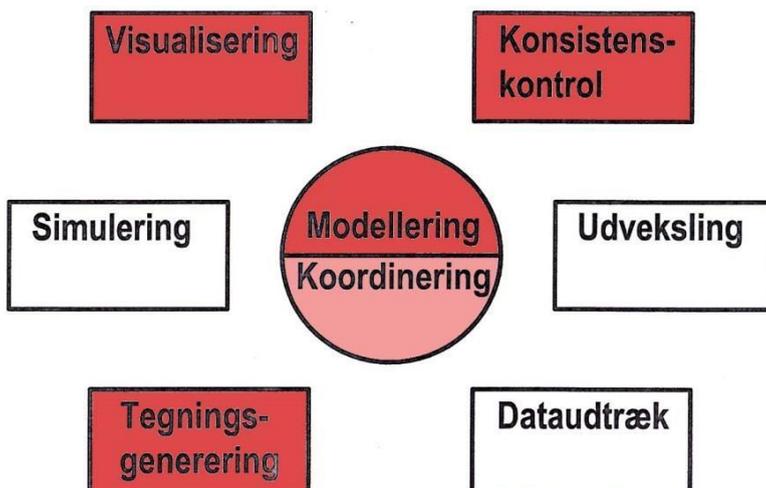
Her beskrives casen oversigtligt i en samlet BIM kontekst. Casens buildingSMART-koncept placeres i forhold til: faser, der er involveret; hovedaktiviteter støttet af bygningsmodeller; det tekniske samarbejdsniveau samt modelniveau, som beskriver hvor intelligente de anvendte bygningsmodeller er. Mørk farve i graferne markerer: fuldt dækket; de lyse markerer: er repræsenteret, men i mindre omfang.

## Hvilke faser er involveret



Ifølge en intern erfaringsrapport blev pilotprojektet besluttet, da de var 70 % færdig med detailprojekteringen, men det viste sig at være en for optimistisk vurdering. 30 % af tidsforbruget havde været mere reelt ifølge Forsvarsbygg. Derfor er kun en del af projekteringsfasen (ca. 30 %) markeret mørkerød. Udbud, produktion og afl levering er markeret lyserød, da faserne er repræsenteret i casen, men da der ikke er indikatorer for, at processerne har benyttet sig i nævneværdig grad af bygningsmodellerne. Modellerne har i disse faser overvejende været brugt til kommunikation af projektet til håndværkerne og andre. I produktionsfasen har brugen af modellerne haft karakter af en afprøvning af Vico Software, og der har ikke her været lavet en registrering af gevinster. Det er væsentligt her at pointere, at drift og vedligeholdelsesfasen kun i meget begrænset omfang indgik i konceptet, og var alene begrænset til en digital gennemgang med driftsmedarbejdere, som kunne vurdere driftsforholdene før bygningen var realiseret. Det har dog ikke været muligt at få en økonomisk vurdering af konsekvenserne ved et mere driftsvenligt og brugtbart byggeri. Et forhold, som vil kunne have stor økonomisk værdi, da effekten vil være varig i bygningens levetid.

## Hvilke hovedaktiviteter er involveret



Hovedrådgiveren (Rambøll), YIT Building Systems og GK Norge har været forpligtet til arbejde modelbaseret af bygherren, hvilket også er gjort, dog med blandet succes. De andre parter, Veidekke Entreprenør, var enten ikke aktive vedr. modelarbejdet eller meget afprøvende og udnyttede det ikke optimalt. Modelleringens aktivitet er givet farven mørkerød som udtryk for en samlet aktivitet, hvor Rambøll, YIT Building Sy-

stems og GK Norge trækker op. Denne markering er i overkanten af det realiserede, da de andre processer kun i ringe grad er modelbaserede.

Koordineringen har fået markeringen lyserød, da hovedgevinsten i casen ligger her, men da aktiviteten ikke er udnyttet til fulde. Konsistenskontrol, som ren kollision mellem geometrier, har fået karakteren mørkerød, da der dog via Solibri MC er gennemført kollisionskontrol mellem fagmodeller, og derigennem fundet et stort antal fejl og mangler.

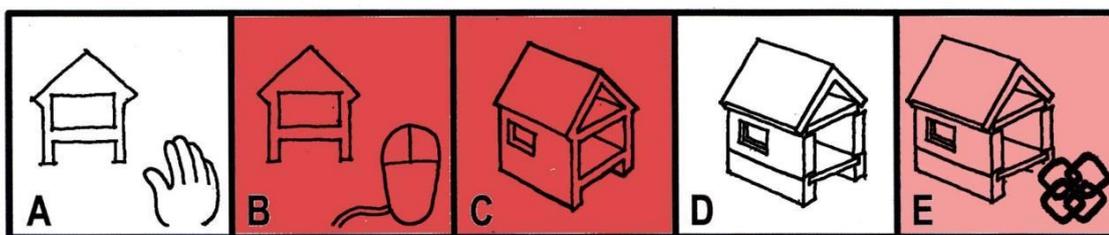
Visualisering og tegningsgenerering har fået karakteren mørkerød, da det antages at bygningsmodeller er anvendt til kommunikation og som grundlag for tegningsfremstillingen. Det var dog kun gældende for dele af projektet, da traditionelle detaljer blev suppleret af tegninger fra BIM. Det blev registreret at der var inkonsistens mellem tegninger produceret på traditionel vis og ved udtræk fra BIM. Det skyldes sandsynligvis at tegninger produceret på basis af BIM er konsistente på tværs af afbildningsform, som ikke er gældende for tegninger udarbejdet gennem brug af 2D CAD.

Simulering/beregning med genbrug af modeldata fremgår ikke af beskrivelsen af casen, så den betragtes som fraværende.

Dataudtræk til tilbudslistor og lignende fremgår ikke af beskrivelsen, da teknologien til dette var ikke tilstrækkeligt udviklet nok i 2007 til at kunne udnyttes effektivt.

Udveksling er ikke markeret, da den eneste udveksling, der er beskrevet, er samling af fagmodeller i Solibri MC for kollisionskontrol, og her indgår alene geometri. Der er altså konstateret meget lidt IFC udveksling, hvilket er påfaldende i en case byggende på et buildingSMART koncept. Der er helt klart plads til forbedringer i efterfølgende cases.

## Hvilke modelniveauer er involveret



Signaturforklaring:

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

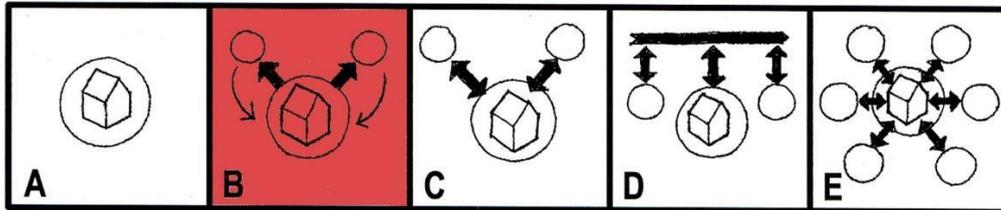
**E:** Integreret BIM.

Modelopbygningen i projekteringsfasen og i udførelsesfasen har anvendt værktøjer, der kan præstere karakteristikkene D. Det er imidlertid ikke i nævneværdig grad anvendt i projektfaserne, hvorfor det samlet får karakteristikkene C, som repræsenterer bygningsmodeller med fokus på form og geometri. Karakteristikken B er taget med, da hovedparten af kommunikationen mellem parterne foregår på 2D tegningsniveau.

At niveauet E er taget med som lyserød skyldes, at forudsætningerne for dette modelniveau er til stede, selv om det ikke i nævneværdig grad er udnyttet, dog til kollisionskontrol. Der tegner sig i valg af software

et hensyn til at anvende IFC som udvekslingsformat. Dette har bare ikke slået igennem i praksis, men kan have givet nogle erfaringer hos de enkelte parter. I virkeligheden er niveau E mere et udtryk for et potentiale.

### Hvilke samarbejdsniveauer er involveret



#### Signaturforklaring:

**A:** Enkeltfags anvendelse af model. **B:** Envejsdeling af modelinfo. **C:** Tovejsdeling af modeller.  
**D:** Distribuerede modeller på lokal server. **E:** Fuld integreret modelsamarbejde over netværk.

Casen er givet karakteristikkene B, envejsdeling af modeller, da der er konstateret genbrug af bygningsmodeller og modeldata mellem faggrupperne. Man har arbejdet modelbaseret i eget miljø med hver sine softwareprodukter og har opbygget modellerne separat. Der har været eksempler på konsistenskontrol via Solibri MC, men de bygger ikke på modelgenbrug men ren sammenstilling af selvstændige fagmodeller.



## Omkostninger

Omkostningerne forbundet med anvendelsen af buildingSMART-konceptet er blevet opgjort på basis af en række forudsætninger, som arbejdsgruppen har opstillet og som kort listes i det følgende:

- Casens buildingSMART-koncept bliver reelt anvendt i en række forskellige byggeprojekter, og derfor er det valgt at fordele de registrerede omkostninger, som Forsvarsbygg har haft, på tre byggeprojekter.
- Driftsomkostningerne til opgraderinger m.v. (f.eks. forbrug af strøm, plotning, standard software etc.) som er anvendt i forbindelse med buildingSMART-konceptet er ikke medtaget i denne opgørelse, da disse omkostninger afholdes af Forsvarsbygg generelt og ikke af SJKE-byggeprojektet.

Omkostningerne ved buildingSMART-konceptet er opgjort inden for 2 hovedkategorier: 1) engangsudgifter i forbindelse med udvikling og implementering samt 2) driftsomkostninger.

## Udviklings- og implementeringsomkostninger

Inden for denne hovedkategori er der beregnet følgende omkostninger forårsaget af buildingSMART-konceptet.

- Udviklingsindsats. Ingen målt omkostning.
- Ny hardware. Opgjort til 5.000 NOK (for én ny PC).
- Ny software. Opgjort til 152.605 NOK (for indkøb af ArchiCAD, DDS og Vico Software).
- Brugertræning. 1.000.000 NOK (inklusive rådgivningsomkostninger fra programvareleverandører<sup>1</sup>).
- Implementering. 1.004.000 NOK<sup>3</sup>
  - 200.000 NOK Organisationsændringer
  - 800.000 NOK Ekstraarbejde i projektet pga. ændret udførelse af detailprojektering.
  - 4.000 NOK Ny projekt –PC

Totalt er de samlede udviklings- og implementeringsomkostninger uden renteudgifter for Forsvarsbygg 2.161.605 NOK<sup>3</sup>.

## Driftsomkostninger

Driftsomkostningerne er ikke blevet opgjort, da omkostninger ikke afholdes i byggeprojektet og derved ikke indgår i byggeprojektets effektmåling.

---

<sup>1</sup> Ydelser leveret af Data Design Systems (kursus og rådgivning), Jotne EPM Technology (kursus og rådgivning), SINTEF Byggforsk (rådgivning), Norsk Teknologi (rådgivning) og Boligproducentene (Rådgivning)

<sup>2</sup> Denne omkostning er opgjort som følger: kursus og rådgivning ifm. leverandører: 750.000 NOK + kursus og rådgivning ifm. Forsvarsbygg internt: 250.000 NOK

<sup>3</sup> I denne opgørelse er der ikke medtaget lønudgifter til de medarbejdere, der deltog i kurserne.

---

<sup>3</sup> Heri indgår lejeomkostninger af EPM modelserver.

## Hovedproces 1: Detailprojektering

Følgende delprocesser er identificeret hos byg- og driftsherren:

- Formidling af bygherre/driftsherre krav
- Produktion af tegningsmateriale
- Udførelse af detailprojektering
- Projektkommunikation mellem parterne i detailprojekteringsfasen

I denne hovedproces er bygherren og de projekterende parter (arkitekt og ingeniører) de centrale parter i byggeprocessen.

## Rationaliseringsgevinster

De primære rationaliseringsgevinster i denne hovedproces beskrives ved 1) delproces, 2) gevinstværdi, 3) realisator af gevinsten og 4) kilden. Delprocesbeskrivelsen indeholder rationale i effekten. Gevinstværdien beskriver målte gevinster (finansielt i kr. eller på en skala fra A – D, hvor A er den højeste værdi). Gevinsttyper skelner mellem kvantitative og kvalitative gevinster (vægtes fra A – D). Realisator er de aktører, der får gavn af gevinsten. Kilden beskriver den aktør, der har leveret informationen.

Gevinstområderne er grupperet i forhold til den kontekst, de optræder i. Der sondres mellem direkte, indirekte og afledte gevinster afhængigt af projektpart og placering i processen. De potentielle effekter er ikke realiserede gevinster, de opstår enten i dialogen med caseaktørerne eller alene fra arbejdsgruppen. For uddybning af definitioner af gevinsttyperne henvises til Metodemanualen ØG-MM.

## Direkte effekter

Adskillige direkte gevinster er blevet identificeret og målsat af arkitekten i denne hovedproces. Værdien er sat i kr. eller er bedømt ud fra en skala fra A til D – hvor A er den højeste. Endvidere er anført hvem gevinsten tilfalder.

- **Bedre muligheder for at formulere og fastholde bygherreværdier og brugerkrav (B, tilfalder bygherren) SW/ES**

Bygherren erfarede at de krav og ønsker, der var til slutresultatet (den afleverede kontorbygning), bedre kunne præciseres og fastholdes som følge af buildingSMART pilotprojektets modelbaserings. Denne gevinst skyldes dels, at BIM bedre eksplicit kan visualisere og indkode bygherrens krav, men dels også at udvekslingen af data kunne foretages med mindre tab, selvom byggeprojektets parter anvender forskellige BIM-værktøjer.

- **Bedre mulighed for planlægning af bestykningen af rum (A, tilfalder bygherren og driftsherren) SW/ES**

Ved DB styring af inventar og ressourcer i rum. Opdaterede lister, overblik og kontrol. Specifikation ved identifikation, egenskabsdata og informationsniveauer. Kvalitativ gevinst, automation i kontrol, større sikkerhed mod fejl. BIM har styrket både bygherrens og driftsherrens proces med at træffe valg og formidle dem til leverandørerne angående bestykningen af rummene i byggeprojektet.

- **Færre fejl i tegningsmaterialet, bedre koordineret (A, tilfalder bygherre) SW/ES**

En modelbaseret arbejdsmetode, hvor koordineringen foregår modelbaseret vil give et velkoordineret tegningsmateriale med få fejl. Geometrien burde være uden fejl. Kvalitativ gevinst – få fejl,

reduceret tid til kvalitetssikring og senere afledt gevinst på byggepladsen.

- **Mere brugermåltrettet tegningsmateriale grundet modelgenereringen (B, tilfalder bygherre) SW/ES**

At tegningerne generes primært fra fag- og fællesmodeller gør det hurtigere at generere dem. Det betyder, at man kan supplere med tegninger, der er mere målrettede og som kommunikerer bedre, eksempelvis rumlige billeder. Kvalitativ gevinst – måling af tilfredshed (skala) hos brugerne (entreprenører og håndværkere).

- **Bedre kommunikation kvalitativt (A, tilfalder bygherre) SW/ES**

Bygningsmodeller giver udvidede muligheder for visuel kommunikation af projektet gennem renderede billeder, funktionsdiagrammer, lys/skygebilleder osv. Dette kan anvendes til eksempelvis finansieringsstøtte, udlejningsprospekt m.v.). Kvalitativ gevinst – vurdering af nytteværdi.

- **Hurtigere kommunikation mellem parterne gennem visualiseringer af fagmodeller (75.000 NOK, tilfalder bygherre) SW/ES**

Gælder for kommunikationen mellem projektets virksomheder. Kvantitativ gevinst – måling af tidsreduktion ved arbejdet med konsekvenser ved projektændringer mellem parterne modelbaseret i forhold til dokumentbaseret. Det blev estimeret at projekteringsgruppen sparede 3 arbejdsdage (25.000 NOK pr. sparet arbejdsdag) i forbindelse med den hurtigere kommunikation.

## Indirekte effekter

Der er ikke blevet identificeret nogen indirekte gevinster.

## Afledte effekter

- **Tidsreduktion ved produktion og opdatering af tegningsmaterialet (A, tilfalder rådgiverne) SW/ES**

Er fagmodellerne skabt korrekt vil man kunne automatisere tegningsproduktionen væsentligt. Kvalitativ gevinst – måling af tidsreduktion i forhold til en ikke modelbaseret arbejdsmetode. Forudsætningen for gevinsten er udviklede tegningstemplates og et objektbibliotek, der er tegningsorienteret.

- **Mere konsistent projektmateriale med reduktion af fejl (A, tilfalder den rådgiverne og entreprenørerne) SW/ES**

Afledt effekt ved modelbaseret konsistenskontrol under projekteringen. Kvantitativ gevinst – måling af fejl i materialet samt måling af antal og omfang af problemer (processtop, fejlbestilling, spild) på byggepladsen.

## Potentielle gevinster

- **Bedre bygbarhed ved inddragelse af produktions- og produktinformationer**

Bedre bygbarhed ved inddragelse af produktions- og produktinformationer for byggevarer, produktionsteknologi, bygbarhed mm. Kvantitativ gevinst afledt – måling af tidsreduktion ved udførelse. Målgruppe (afledt): Rådgiverne, entreprenørerne og byggevarereleverandørerne.

- **Bedre koordinering af projektinformationer og konsistenskontrol internt**

Bedre koordinering af projektinformationer og konsistenskontrol internt ved brug af 3D objektbaserede bygningsmodeller og arbejdsmetode. Effekt størst ved større, komplekse byggerier. Kvantitativ gevinst – måling på tidsreduktion (direkte gevinst), antal fejl/kollisioner og uoverensstemmel-

ser mellem parter (indirekte gevinst). Specifikation af informationsniveauer, klassifikation, egenskabsdata. Målgruppe: de enkelte rådgivere (direkte) og de udførende (afledt).

- **Bedre koordinering af projektinformationer og konsistenskontrol eksternt**

Bedre koordinering af projektinformationer og konsistenskontrol eksternt ved brug af 3D objektbaserede bygningsmodeller og arbejdsmetode. Effekt størst ved større, komplekse byggerier. Kvantitativ gevinst – måling på tidsreduktion for den koordinationsansvarlige (direkte gevinst), antal fejl/kollisioner og uoverensstemmelser mellem parter (indirekte gevinst). Specifikation af informationsniveauer, klassifikation, egenskabsdata. Målgruppe: rådgiveren med ansvar for koordineringen af hele projektet (direkte) og de udførende (afledt).

- **Tidsreduktion ved at udføre simuleringer modelbaseret**

Simuleringstemaer som eksempelvis udseende, energiforbrug, indeklima, bygningsstabilitet, brand, evakuering, tilgængelighed, FM, CO2 og bæredygtighed mm. Kvantitativ gevinst (direkte og indirekte) – måling af omfang af simuleringer samt tidsbesparelse ved at genere inddata fra en bygningsmodel i forhold til indtastning fra dokumenter. Specifikation: Egenskabsdata, klassifikation og informationsniveauer. Målgruppe: rådgiverne.

- **Forbedrede bygningsfysiske og funktionelle egenskaber**

Forbedrede bygningsfysiske og funktionelle egenskaber ved simulering af eksempelvis udseende, energiforbrug, indeklima, bygningsstabilitet, brand, evakuering, tilgængelighed, FM, CO2 og bæredygtighed mm. Kvalitativ gevinst (afledt) – bedømmelse af udseende/arkitektur, måling/beregning af energiforbrug osv. Specifikation: egenskabsdata, klassifikation og informationsniveauer. Målgruppe: bygherrer og samfundet.

- **Forbedret projektdokumentation ved anvendelse af modeldata til beregninger**

Modeldata er mere konsistente og koordinerede. Ved at anvende templates, Add-ins mv. stiger produktiviteten og kvaliteten af dokumentationen. Kvantitativ gevinst – måling af reduktion i tid for at udarbejde samme dokumentationskvalitet modelbaseret i forhold til dokumentbaseret. Specifikation: egenskabsdata, klassifikation, opmålingsregler og informationsniveauer. Målgruppe: Rådgiverne.

- **Tidsreduktion ved kalkulation af anlægsomkostninger og drift**

Kvantitativ gevinst (afledt) – måling på tidsreduktion ved dataudtræk og genbrug af FM-data biblioteker. Specifikation: egenskabsdata, klassifikation, opmålingsregler og informationsniveauer. Målgruppe: Rådgiverne og byg- og driftsherre.

- **Tidsreduktion ved generering af lister og mængdefortegnelser**

I projekteringsfasen er der ofte behov for at udtrække lister over rum, bygningsdele og deres egenskaber for beregning/vurdering af konsekvenser ved designbeslutninger. Kvantitativ gevinst – måling af omfang af dataudtræk samt tidsreduktion ved generering af lister. Specifikation: egenskabsdata, klassifikation, opmålingsregler og informationsniveauer. Målgruppe: Rådgiverne.

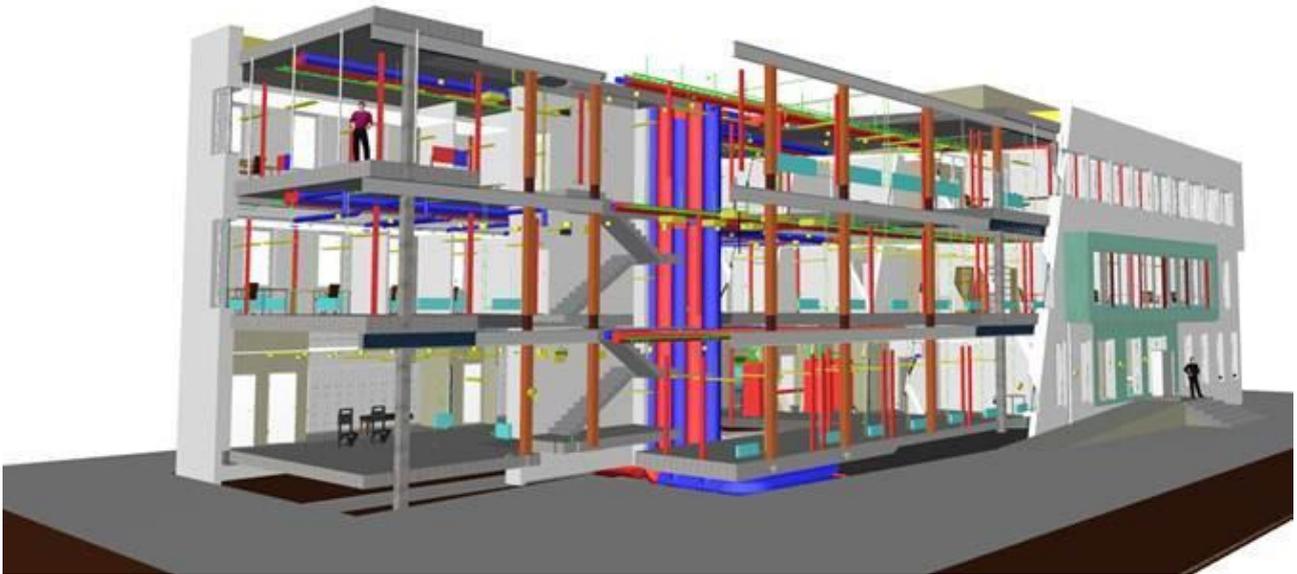
- **Tidsreduktion ved beregninger, modelbaseret**

Tilvejebringelse af inddata til beregninger kan bestå af lister genereret direkte fra fagmodeller. Kvantitativ gevinst – måling af tidsreduktion ved tilvejebringelse af nødvendige inddata. Målgruppe: rådgiverne.

- **Reducerede omkostninger ved etablering af driftsmodel**

Etablering af driftsherrens driftsmodel ved overførsel af data fra BIM til driftsherrens digitale driftsværktøj. Kvantitativ gevinst – måling af tidsreduktion ved etablering af driftsmodel.

Målgruppe: driftsherren.



## IKT-risikovurdering

Følgende IKT-risici er blevet registreret i projekteringsfasen:

- ***Databehovet ved projektering med BIM og buildingSMARTs standarder og specifikationer er større og forskelligt fra traditionel projektering (A, påføres bygherren og rådgiverne) ES***

I og med at både de digitale værktøjer i byggeprojektet anvendes mere avanceret, og at projekterings-dataflowet er signifikant anderledes end ved traditionel projektering, erfarer de projekterende parter at kravene til informationsindholdet igennem projekteringsfasen var både anderledes og mere krævende for de projekterende parter. Endvidere bliver også bygherren generelt set tvunget til at træffe valg mht. design og produktvalg tidligere i projekteringsprocessen end traditionelt. Konkret betød dette i byggeprojektet at noget projektering i byggeprojektet måtte genudføres, således af de digitale værktøjer kunne anvendes hensigtsmæssigt. Målgruppe: bygherren og rådgiverne.

- ***Manglende eller mangelfulde kompetencer hos bygherren og de projekterende (C, påføres bygherren og rådgiverne) ES***

Anvendelse af BIM og buildingSMARTs specifikationer forudsætter et andet sæt af kompetencer hos både bygherren og de projekterende parter end ved traditionel projektering. I byggeprojektet var det derfor nødvendigt at anvende ressourcer på dels opgradere med folk der allerede bestred disse kompetencer og dels ved at gennemføre en kompetenceopgradering sideløbende med byggeprojektets fremdrift. Målgruppe: bygherren og rådgiverne.

- ***De anvendte digitale værktøjer i byggeprojektet er forskellige i forhold til deres datakrav og deres anvendelse end traditionelle digitale værktøjer (B, påføres rådgiverne) ES***

De anvendte digitale værktøjer i byggeprojektet skal dels anvendes på en anden måde og resulterer dels i et andet output end for traditionelle digitale værktøjer. I byggeprojektet var der derfor nødt til at blive gjort nogle erfaringer med hvordan de digitale værktøjer skal/bør anvendes og hvilket værktøjsoutput, der skal stilles krav til i forbindelse brugen af de digitale værktøjer.

## Hovedproces 2: Udbud/tilbud

Følgende delproces er identificeret hos byg- og driftsherren, som en potentiel gevinstmulighed:

- Entreprenørens tilbudsgivning

I denne hovedproces vil det være bygherren, rådgiverne og de bydende entreprenører, der er de centrale parter i byggeprocessen.

## Rationaliseringsgevinster

For beskrivelse af de begreber der indgår henvises til det tilsvarende afsnit for Hovedproces 1.

## Direkte, indirekte og afledte effekter

Ingen direkte, indirekte eller afledte gevinster er blevet registreret og målt i byggeprojektet.

## Potentielle gevinster

En potentiel gevinst er af bygherren blevet identificeret.

- **Større sikkerhed under tilbudsgivningen**

Inddrages digitale bygningsmodeller i udbud/tilbudsprocessen kan der skabes en større klarhed over projektets omfang og kompleksitet. Modellerne skaber et overblik, da de repræsenterer en samling af informationer og giver dermed en større sikkerhed mod uforudsete problemer, der skyldes manglende overblik. Kvantitativ gevinst – måling på økonomisk overskud/tab ved tilbudsgivning. Målgruppe: De udførende.

## IKT-risikovurdering

I og med at der i byggeprojektet ikke er blevet taget specifikt udgangspunkt i anvendelse af BIM og buildingSMARTs standarder og specifikationer i forbindelse med udbud/tilbudsgivningen - skal de nedenstående IKT-risici tolkes som potentielle IKT-risici.

- **Mangler i modellerne til mængdeudtag (vedrører rådgiverne)**

Forudsætningen for at kunne generere korrekte styklister fra en bygningsmodel er, at den er velstruktureret, konsistent i sine elementer, at der er anvendt de korrekte betegnelser for bygningsdelstyper, 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.

- **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.

- **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 udbuds-/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: Produktionsforberedelse

Følgende delprocesser er identificeret hos byg- og driftsherren:

- Specifikation af byggevarekomponenter
- Faglig koordination af de udførende parter
- Kollisionskontrol ved samkøring af forskellige fagmodeller
- Rationalisering af byggeprocessen; opdatering af tegningsmateriale

I denne hovedproces er bygherren, rådgiverne og entreprenørerne de centrale parter i byggeprocessen.

## Rationaliseringsgevinster

For beskrivelse af de begreber der indgår henvises til det tilsvarende afsnit for Hovedproces 1.

### Direkte effekter

Adskillige direkte gevinster er blevet identificeret og målsat af bygherren i denne hovedproces. Værdien er sat i kr. eller er bedømt ud fra en skala fra A til D – hvor A er den højeste. Endvidere er anført hvem gevinsten tilfalder.

- **Tidsreduktion ved specifikation af delkomponenter (komponenter og systemer) gennem digitale modeldata til leverandører (B, tilfalder bygherren) SW/ES**  
Byggevareproducenter kan potentielt i et senere byggeprojekt efterspørge rene modeldata til deres produktion – dette er ikke udnyttet i SJKE-byggeprojektet. Man kan spare tid ved granskning samt overførsel af inddata til maskiner. Kvantitativ gevinst – måling af tid for granskning og produktion. Målgruppe: byggevareleverandører.
- **Tidsbesparelse ved bedre koordinering af arbejdet mellem fagentreprenører (75.000 NOK, tilfalder bygherren) SW/ES**  
Det større omfang af koordinering og præcision, når der arbejdes modelbaseret, gør det muligt for fagentreprenørerne at arbejde mere uafhængigt af hinanden – mindre sekventielt. Kvantitativ gevinst – måling på sparet tid i forhold til ikke-modelbaseret. Målgruppe: de udførende.

### Indirekte og afledte effekter

Der er ikke blevet registreret og målt nogen indirekte eller afledte gevinster i denne hovedproces.

### Potentielle gevinster

- **Besparelser ved større omfang af præfabrikerede komponenter samt standardløsninger (tilfalder bygherre)**  
Den modelbaserede arbejdsmetodes større omfang af koordinering og præcision/nøjagtighed giver større mulighed for at arbejde med præfabrikerede løsninger. Kvantitativ gevinst – måling af omfang af præfabrikation i forhold til 'in situ'. Målgruppe: de udførende og byggevareleverandørerne.
- **Besparelser af tid, økonomi og logistik, ved bedre planlægning gennem 4D og 5D (tilfalder bygherren) SW/ES**  
Specielt til støtte for hoved- og totalentreprisestyring, men også helt ned til fagentrepriser.



Specifikation af informationsniveauer, klassifikation, identifikation, egenskabsdata Kvantitativ gevinst – måling af besparelser i procestid. Målgruppe: de udførende.

- **Besparelser ved bedre bygbarhed gennem modelbaseret simulering af montage, byggepladsindretning m.v. (tilfalder bygherren) SW/ES**

Besparelsen ligger i at manglende bygbarhed opdages under produktionsforberedelsen og ikke på byggepladsen, hvor aktivitetsstop er kostbare. Specifikation af informationsniveauer, klassifikation, identifikation, egenskabsdata. Kvantitativ gevinst – måling af besparelser ved mindre antal aktivitetsstop. Målgruppe: de udførende.

## **IKT-risikovurdering**

Følgende IKT-risici er blevet registreret i produktionsforberedelsesfasen:

- **Manglende kompetencer til at realisere gevinster ved anvendelse af BIM og buildingspecifikationer i forbindelse med produktionsforberedelsen (B, vedrører entreprenører og byggematerialeleverandører)**

Anvendelse af BIM og buildingSMARTs standarder og specifikationer er for de fleste både entreprenører og i mindre grad for materialeleverandører nyt land. Entreprenører og materialeleverandører har som udgangspunkt en meget forskellig tilgang til hvordan, deres produktion gennemføres, hvilket skaber et behov for at afklare hvordan gevinster kan realiseres ved at anvende BIM og buildingSMARTs standarder og specifikationer.

## Hovedproces 4: Produktion

Følgende delprocesser er identificeret hos byg- og driftsherren:

- Koordinering af entreprenørenes arbejde på byggepladsen
- Anvendelse af BIM-projekteringsmaterialet

I denne hovedproces er entreprenørerne, rådgiverne og bygherren de centrale parter i byggeprocessen.

## Rationaliseringsgevinster

For beskrivelse af de begreber der indgår henvises til det tilsvarende afsnit for Hovedproces 1.

### Direkte effekter

Adskillige direkte gevinster er blevet identificeret og målsat af bygherren i denne hovedproces. Værdien er sat i NOK. eller er bedømt ud fra en skala fra A til D – hvor A er den højeste. Endvidere er anført hvem gevinsten tilfalder.

- **Hurtigere gennemførelse af delprocesser ved at arbejde modelbaseret (150.000 NOK, tilfalder bygherren) SW/ES**

Hvis fagentreprenøren planlægger sin produktion ved at udarbejde en fagmodel for delentreprisen, vil det give tidsbesparelser ved produktionen, da arbejdet er veltilrettelagt gennem modelarbejdet. Kvantitativ gevinst – der er blevet målt en tidsbesparelse på 7,5 arbejdsdage (a 20.000 NOK/arbejdsdag) i forhold til ikke modelbaseret planlægning. Den umiddelbare gevinst tilfalder entreprenøren, men i dette tilfælde er gevinsten kommet bygherren til gode. Målgruppe: de udførende, fagentreprenører, håndværkere.

- **Færre RFI forespørgsler grundet høj kvalitet projektmateriale og evt. adgang til modeldata (100.000 NOK, tilfalder bygherren) SW/ES**

At projektmateriale er af en høj kvalitet skyldes den modelbaserede projektering, som supplerer projekteringen med konsistens/kollisionskontrol. Kvantitativ gevinst - måling af tidsbesparelse i forespørgsler/kommunikation – byggeleder har registreret 41 RFI i denne byggesag – hvilket er 60 mindre end i et tilsvarende traditionelt gennemført byggeprojekt. I gennemsnit er der sparet 2 arbejdstimer pr. RFI a 835 NOK/time. Målgruppe: rådgiverne og de udførende.

- **Færre processtop på byggepladsen grundet færre fejl i projektmateriale (500.000 NOK, tilfalder bygherren) SW/ES**

De rumlige bygningsmodeller kan sikre en større konsistens i projektet og dermed færre fejl. Dette suppleres med konsistenskontrollværktøjer, som Solibri MC. Kvantitativ gevinst – måling af antallet af montagestop på byggepladsen er blevet registreret til 5, hvor hvert montagestop i gennemsnit har kostet 100.000 NOK. Målgruppe: de udførende og rådgiverne.

### Indirekte og afledte effekter

Der er ikke blevet registreret og målt nogen indirekte eller afledte gevinster i denne hovedproces.

### Potentielle gevinster

En række potentielle gevinster er blevet identificeret i det efterfølgende:

- **Tidsbesparelse ved hurtigere adgang til opdateret projektdokumentation, modelbaseret (fælles portal, projektweb m.v.) (tilfalder bygherren)**

Anvendelse af en projektweb vil give en hurtigere udveksling af dokumenter, informationer og data. Udveksling på modelniveau vil yderligere kunne give tidsbesparelser. Kvantitativ gevinst – måling af accesstid til søgt information (målt samlet eller ved eksempler).

- **Bedre økonomifølgning ved kun betaling af leverancer, der er udført (tilfalder bygherren)**

Entreprenørerne vil typisk 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, kan bygherren derved opnå en rentebesparelse

- **Bedre kontrol og overblik ved projektændringer (tilfalder bygherre/driftsherre)**

Bygherren og byggeprojektledelsen bliver med støtte i den opstillede BIM-model bedre rustet til at indgå i dialog med de udførende parter. BIM-modellen kan bl.a. anvendes 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.

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

Blev ikke implementeret i casen. I casen har driftsherrerrådgiveren 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.

- **Bedre bygbarhed gennem modelbaseret processimulering (tilfalder entreprenører)**

Ved at anvende den udarbejdede bygningsmodel sammen med værktøjer, der 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.

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

BuildingSMART-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

Overordnet er der identificeret 2 IKT-risici, som er beskrevet i det følgende:

- **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, e-mails osv. En ren viewer funktion vil ikke stille store krav til computerens CPU. Harddisken kan suppleres. Adgang til hard- og software på byggepladsen er ikke en forudsætning for casens buildingSMART- koncept,

men vil være det i en mere integreret proces end casens.

- **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 5: Aflevering

Følgende delproces er identificeret hos byg- og driftsherren, som en potentiel gevinstmulighed:

- Aflevering af Drifts- og vedligeholdsmateriale

I denne hovedproces er driftsherren den centrale part i byggeprocessen.

### Rationaliseringsgevinster

Der er ikke registreret og målt nogen realiserede gevinster i denne hovedproces.

#### Potentielle gevinster

- **Reduceret ressourceforbrug ved aflevering af drifts- og vedligeholdelsesdata (tilfalder rådgiverne, byg- og driftsherren)**

Ved at udbygge det anvendte buildingSMART-koncept, således at det er rådgiverne, der overfører drift- og vedligeholdelsesinformationer direkte til driftsherrens driftssystem, kan driftsherren spare en arbejdsgang og derved opnå et reduceret ressourceforbrug, samtidig med at rådgiverne ligeledes sparer tid på gennemføre en traditionel aflevering af drifts- og vedligeholdsdata.

### IKT-risikovurdering

Følgende IKT-risici er blevet identificeret

- **Manglende standard(er) for hvordan aflevering af digitale drifts- og vedligeholdsdata til driftsherrens driftssystem skal gennemføres (vedrører leverandører, rådgivere, entreprenører, byg- og driftsherren)**

Der er en IKT-risici ved, at den digitale aflevering af drifts- og vedligeholdsdata fra rådgiver-/entreprenørvirksomhederne datateknisk ikke fungerer sammen med driftsherrens driftssystem pga. der ikke findes en national/international standard for dette. Det kan derfor med fordel afklares i starten af projekteringsforløbet, hvordan afleveringen af drifts- og vedligeholdsdata teknisk skal gennemføres.

- **Manglende/mangelfuld afklaring fra bygherren/driftsherren vedrørende hvilke drifts- og vedligeholdsdata, der skal afleveres. (vedrører primært byg- og driftsherren, med også delvist rådgivere, entreprenører og leverandører)**

Der er en risiko for, at bygherren/driftsherren ikke præcist nok har angivet dels hvilke data, der skal afleveres og hvordan disse data skal struktureres (evt. ved specifikation af filformat), samt bestemt hvilken metode, der skal benyttes ved aflevering af drifts- og vedligeholdsdata.

## Hovedproces 6: Drift

Følgende delprocesser er identificeret hos byg- og driftsherren:

- Brug af drifts- og vedligeholdsinformation fra BIM-modeller

Arbejdsgruppen har opstillet en række potentielle gevinster, som er registreret og målt i andre sammenlignelige byggeprojekter gennemført i dansk regi, da der ikke er foretaget konkrete målinger i denne hovedproces.

I denne hovedproces er driftsherren den centrale part i byggeprocessen.

### Rationaliseringsgevinster

Der er ikke identificeret og målt nogen realiserede gevinster i denne hovedproces.

#### Potentielle gevinster

- **Lavere omkostninger til drift (tilfalder driftsherren)**

I arbejdet med opbygning af en driftsfagmodel vil den løbende under projekteringen og udførelsen af byggeprojektet kunne beriges med drift og vedligeholdelse-data. Driftsfagmodellen vil ved afleveringsforretningen blive overdraget til driftsherren, og den kan eksempelvis indeholde 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 vil dette give en signifikant gevinst at 'Drifts- og vedligehold's-materialet/-modellen dels er målrettet præcist til driftsherrens driftssystem og behov, dels at det er operationelt allerede fra dag ét.

- **Lavere omkostninger til vedligehold (tilfalder driftsherren)**

Ved opbygning af en driftsfagmodel får driftsherren let adgang til de informationer, der skal anvendes i forbindelsen med vedligeholdelse af bygningen. I driftsfagmodellen er informationer knyttet til de enkelte byggeobjekter, rum og bygningsdele.

- **Bedre lokaleallokering grundet bedre overblik over lokalebeholdning (tilfalder driftsherren)**

Driftsherren kan ved at opbygge en driftsfagmodel opnå et langt bedre overblik over lokalebeholdningen. Dette kan driftsherren bl.a. anvende til at opnå en gevinst ved bedre at kunne optimere lokaleallokeringen.

- **Bedre inventarstyring (tilfalder driftsherren)**

Med en driftsfagmodel kan driftsherren anvende den til at styre anvendelse af kontorbygningens inventarbeholdning. Gevinsten realiseres primært ved at driftsherren opnår et bedre overblik over omfang og placering af inventaret i kontorbygningen, som kan allokeres til sektioner og rum i driftsmodellen.

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

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

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

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

- **Besparelse ved tilbud fra rådgivere og udførende (tilfalder driftsherren, rådgiverne)**  
Ved et eventuelt fremtidigt om- og/eller tilbygningsprojekt er der med driftsmodellen allerede et veldokumenteret grundlag af den eksisterende bebyggelse. Materialet er altid opdateret, da det er anvendt og opdateret i den løbende drift og vedligeholdelse af bygningen. Der er potentielt gevinster i form af sparet tid til registrering af eksisterende forhold og optegning.
- **Tidsreduktion ved til- og ombygning gennem et opdateret modelgrundlag (tilfalder rådgiverne, byg- og driftsherre)**  
Ved allerede at have den eksisterende bygning repræsenteret som digital bygningsmodel vil det gøre en videre projektering modelbaseret simpel. Kvantitativ gevinst- måling af tidsreduktion til registrering af eksisterende bygning/er ved til- og ombygning.
- **Bedre kommunikation med myndigheder og brugere vedr. bygningsanvendelse (tilfalder myndigheder, brugere)**  
En afledt gevinst hvor man anvender den informationsrige model til at generere datalister, tegninger, renderede billeder osv. i en dialog med myndigheder og det omliggende samfund (brugerne og politikerne). Kvalitativ gevinst – vurdering af nytteværdi på en skala fra A-D.
- **Bedre kommunikation med brugerne vedr. rum- og arealanvendelse (tilfalder brugerne og politikerne)**  
En afledt gevinst hvor man anvender den informationsrige driftsfagmodel til at generere datalister, tegninger, renderede billeder osv. i en dialog med det omliggende samfund, brugerne og politikerne. Kvalitativ gevinst – vurdering af nytteværdi på en skala fra A-D.

## IKT-risikovurdering

Der er identificeret 2 IKT-risici vedrørende driftsfasen, som beskrevet i det følgende:

- **Vanskeligt at finde FM-medarbejdere, der kan arbejde modelbaseret (vedrører byg- og driftsherren)**  
Modelbaserede FM-værktøjer er typisk ikke repræsenteret i de uddannelser, der fører til ansættelser som drift- og vedligeholdelsesmedarbejdere.
- **Manglende standarder og guidelines for BIM og buildingSMART i forbindelse med drift- og vedligehold (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. Driftsherren er derfor nødsaget til at udvikle egne virksomhedsstandarder på en række områder, som ikke er fuldt kompatible med værktøjerne og med samarbejdspartneres standarder.

## Opsummering af effektivurderingen

I det følgende opsummeres resultaterne af casens effektivurdering. Op-

summeringen er foretaget med udgangspunkt i følgende præmisser:

- Der er kun medtaget de effekter, der ligger hos Forsvarsbygg og i de delprocesser, der er udvalgt i et samarbejde mellem arbejdsgruppen og Forsvarsbygg, der repræsenterer casen. Der kan således ikke udregnes samlede gevinster for casen, men kun repræsentative forekomster af gevinster.
- Der er kun medtaget de gevinster og omkostninger, der er erkendt af casens aktører. Det være sig gevinster målt i kroner og gevinster målt i forhold til gevinstniveau. Der er sandsynligvis andre effekter i casen, der ikke er erkendt og realiseret af de deltagende aktører.

- Opsummeringen er overordnet opdelt i de forskellige hovedprocesser, hvor buildingSMARTs standarder og specifikationerne er blevet afprøvet. 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 for byg- og driftsherren

### Forsvarsbygg

#### Brutttopgørelse

Aktivitet fordelt på projektpart	Gevinst, Omkostning og resultat finansielt (NOK)	Gevinst værdiasat ikke finansielt
<b>Forsvarsbygg</b>		
<b>Gevinster</b>		
Bedre muligheder for at formulere og fastholde bygherreværdier og brugerkrav		B
Bedre mulighed for planlægning af bestykningen af rum		A
Mere konsistent projektmateriale med reduktion af fejl		A
Tidsreduktion ved produktion og opdatering af tegningsmaterialet		A
Færre fejl i tegningsmaterialet, bedre koordineret		A
Mere brugermårettet tegningsmateriale grundet modelgenereringen		B
Bedre kommunikation kvalitativt		A
Hurtigere kommunikation mellem parterne gennem visualiseringer af fagmodeller	75.000	
Tidsreduktion ved specifikation af delkomponenter (komponenter og systemer) gennem digitale modeldata til leverandører		B
Tidsbesparelse ved bedre koordinering af arbejdet mellem fagentreprenører	45.000	
Tidsbesparelse ved reduktion af fejl i projektmaterialet ved konsistenskontrol på modelniveau		B
Hurtigere gennemførelse af delprocesser ved at arbejde modelbaseret	150.000	
Færre RFI forespørgsler grundet høj kvalitet projektmateriale og evt. adgang til modeldata	100.000	
Færre processtop på byggepladsen grundet færre fejl i projektmaterialet	500.000	
<b>Gevinster total</b>	<b>870.000</b>	<b>Højt</b>
<b>Omkostninger</b>		
Ny hardware: Computere, printere, kommunikationsudstyr	5.000	
Ny software: Softwareindkøb	152.605	
Brugertræning: Uddannelse/træning	1.000.000	
Implementering: Organisationsændringer	200.000	
Implementering: Øgning af kapacitet i projektorganisationen	800.000	
Implementering: Installation	4.000	
<b>Omkostninger total</b>	<b>2.161.605</b>	
<b>Netto resultat</b>	<b>-1.291.605</b>	<b>Højt</b>

Tabel 1: buildingSMART-konceptets gevinster, omkostninger og resultat opgjort for bygherren/driftsherren.



## Renset opgørelse

Aktivitet fordelt på projektpart	Gevinst, Omkostning og resultat finansielt (NOK)	Gevinst værdisat ikke finansielt
<b>Forsvarsbygg</b>		
<b>Gevinster</b>		
Bedre muligheder for at formulere og fastholde bygherreværdier og brugerkrav		B
Bedre mulighed for planlægning af bestykningen af rum		A
Mere konsistent projektmateriale med reduktion af fejl		A
Tidsreduktion ved produktion og opdatering af tegningsmaterialet		A
Færre fejl i tegningsmaterialet, bedre koordineret		A
Mere brugermåltet tegningsmateriale grundet modelgenereringen		B
Bedre kommunikation kvalitativt		A
Hurtigere kommunikation mellem parterne gennem visualiseringer af fagmodeller	75.000	
Tidsreduktion ved specifikation af delkomponenter (komponenter og systemer) gennem digitale modeldata til leverandører		B
Tidsbesparelse ved bedre koordinering af arbejdet mellem fagentreprenører	45.000	
Tidsbesparelse ved reduktion af fejl i projektmaterialet ved konsistenskontrol på modelniveau		B
Hurtigere gennemførelse af delprocesser ved at arbejde modelbaseret	150.000	
Færre RFI forespørgsler grundet høj kvalitet projektmateriale og evt. adgang til modeldata	100.000	
Færre processtop på byggepladsen grundet færre fejl i projektmaterialet	500.000	
<b>Gevinster total</b>	<b>870.000</b>	<b>Højt</b>
<b>Omkostninger</b>		
Ny hardware: Computere, printere, kommunikationsudstyr	5.000	
Ny software: Softwareindkøb	152.605	
Ny software: Softwareindkøb, reduceret <sup>4</sup>	-76.303	
Brugertræning: Uddannelse/træning	1.000.000	
Brugertræning: Uddannelse/træning <sup>5</sup>	-600.000	
Brugertræning: Uddannelse/træning <sup>6</sup>	-200.000	
Implementering: Organisationsændringer	200.000	
Implementering: Øgning af kapacitet i projektorganisationen	800.000	
Implementering: Øgning af kapacitet i projektorganisationen, misinformation om staderegistrering	-400.000	
Implementering: Installation	4.000	
Modelserver: Afprøvning, ej succesfuld	-200.000	
<b>Omkostninger total</b>	<b>685.302</b>	
<b>Netto resultat</b>	<b>184.698</b>	<b>Højt</b>

**Tabel 2: buildingSMART-konceptets gevinster, omkostninger og resultat opgjort for bygherren/driftsherren rensat for projekt irrelevante omkostninger.**

## Beskrivelse af gevinster, omkostninger og resultat

Den totale økonomiske omkostning for buildingSMART-konceptet er målt til en initial investering for Forsvarsbygg på 2.161.605 NOK. Driftsomkostningerne til buildingSMART-konceptet er ikke blevet målt, da disse ikke afholdes af projektorganisationen, dvs. SJKE-byggesagen. De samlede omkostninger modsvares af

<sup>4</sup> Software er afskrevet over 3 projekter, men kan afskrives over fx 6 projekter, hvis konceptet implementeres bredt i organisationen.

<sup>5</sup> Omkostninger betalt af projektet, der i fremtidige projekter ikke vil blive betalt af Forsvarsbygg.

<sup>6</sup> Omkostninger betalt af projektet, som ikke alene gavned projektet men større dele af medarbejder staben hos Forsvarsbygg.

de gevinster, buildingSMART-konceptet har præsteret på 870.000 NOK, hvilket resulterer i et negativt overskud på -1.291.605 NOK.

Hertil kommer en lang række ikke-finansielle gevinster, som primært er forårsaget af buildingSMART-konceptets modelbaserede arbejdsmetode. De digitale bygningsmodeller har betydet større konsistens i projekt materialet og forbedret adgang til projektdata, som igen har betydet en mere transparent byggeproces og har generelt givet øget tryghed mellem parterne.

På **projektniveau** har den primære ingeniørrådgivervirksomhed i samarbejde med arkitekten (ansat af den primære rådgivende ingeniør), rationaliseret processerne vedrørende granskning, registrering og modelopbygning i sine processer. Der blev undervejs i detailprojekterings-forløbet konstateret at det traditionelt udarbejdede projekteringsmateriale ikke indeholdt den detaljerings-/informationsgrad, som det forudsættes ved realisering af buildingSMART-konceptet, derfor blev en del af projekteringsarbejdet i princippet gengjort, således at fagmodellernes detaljerings-/informationsgrad blev opdateret til et niveau, som buildingSMART-konceptet forudsætter. Dette har naturligvis medført at detailprojekteringsomkostninger i SJKE-byggeprojektet har været væsentlig højere end det normale niveau for den type af byggeprojekter.

Byg-/driftsherren har for en meromkostning på knap 2,2 mio. NOK i forbindelse med buildingSMART-konceptet fået en gevinst på ca. 870.000 NOK.

Hvis man alene betragter den rensede opgørelse, som udelukkende ser på projektrelevante omkostninger relateret til IKT-konceptet, ender man med et positivt resultat på ca. 180.000 NOK.

## Barrierer og forudsætninger for implementering

### Diskussion af teknologien

Den teknologiske platform i SJKE-projektet var baseret på udveksling af data gennem brug af IFC kompatibelt model baseret software. IFC-protokollen har været under udvikling siden midten af 1990'erne og implementeret i en række kommercielle produkter. BuildingSMART har certificeret en række softwareprodukter, som kunne demonstrere udveksling af BIM data gennem brug af IFC. Det er dog først efter gennemførelse af SJKE-projektet, at en revideret og mere krævende certificering er blevet implementeret. Da SJKE-projektet blev gennemført, var der en større variation i kvaliteten af softwareproduktens konverteringsrutiner til IFC. Endvidere manglede der på nogle punkter aftaler om hvordan konverteringen til IFC skulle foregå. Certificeringen bestod dengang, som i dag, af evnen til at implementere bestemte dele af IFC-protokollen, og derfor var der ingen garanti for at alle data kan overføres mellem forskellige programmer. Det har kun været muligt at overføre objekttype, som søjle, væg, dør, rør mv. mellem forskellige produkter med en entydig identifikation, deres indbyrdes relationer, en geometrisk beskrivelse samt nogle udvalgte egenskaber. SJKE-projektet har derfor udnyttet den tilgængelige teknologi, som generelt var til stede, da projektet blev gennemført. Det har været naturligt i SJKE-projektet at have fokus på koordinering af modeller gennem brug af en IFC-baseret udvikling, hvorimod at brugen af IFC i forbindelse med drift- og vedligehold har været nedprioriteret.

### Diskussion af kompetencer

BuildingSMART-konceptet stiller relativt store krav til kompetencer på områderne: 3D arbejdsmetode, modellering i BIM-værktøj, tegningsopsætning og -generering, styklistegenerering, erfaring med udveksling af model-data, kendskab og konfiguration af simuleringsværktøj (energiberegning) m.m.

Kompetencerne er for rådgiverne erhvervet gennem uddannelsen, ved kursusdeltagelse og egen udforskning af metode- og værktøjsmuligheder på baggrund af stor interesse for digitalisering.

Det er arbejdsgruppens vurdering, at andre medlemmer af målgruppen vil kunne erhverve tilsvarende kompetencer på relativ kort tid. Det kræver dog en virksomhedsstrategi for digitalisering og en mindre investering i software. Kompetencerne vil blive løftet ved flere gennemløb af buildingSMART-konceptet.

### Diskussion af samarbejdsrelationer og projektintegration

Casen repræsenterer en traditionel samarbejdsform med delt totalentreprise, hvor Rambøll Norge har været primær rådgivende ingeniør med YIT Building Systems og GK Norge som medprojekterende entreprenører, og Veidekke Entreprenør har været generel entreprenør på byggeprojekt. Bygheren/driftsherren har været aktiv medspiller igennem hele byggeprocessen, og har bl.a. varetaget projekteringsledelsen og byggeledelsen i byggeprojektet.

Implementeringen og afprøvningen af buildingSMARTs standarder og specifikationer i byggesagen er gennemført, som et pilotprojekt. Igangsættelsen af pilotprojektet skete da 70 % af detailprojekteringen var færdig, og medførte bl.a., at det var nødvendigt at gengøre noget af projekteringsarbejdet i byggeprojektet for at kunne opfylde de krav, som anvendelse af buildingSMARTs standarder og specifikationer forudsætter. Dette ekstra ressourceforbrug valgte Forsvarsbygg at afholde for netop at kunne sikre sig værdifuld erfaring og viden om implementering og anvendelse af buildingSMARTs standarder og specifikationer i et byggeprojekt.

Til orientering lå der også i dette arbejde, at de tekniske systemer knyttet til VVS blev ændret fra forprojektet. YIT/GK's reviderede løsning var mere egnet for byggeriet, moderne og energisparende i forhold til oprindelig løsning. Besparelserne som følge af dette i forhold driften er ikke vurderet i nærværende analyse.

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

BuildingSMART-konceptets modelbaserede metode indebærer, at der bliver anvendt større ressourcer i starten af projektførelsen i forhold til en dokumentbaseret metode, nemlig ved den initiale opbygning af bygningsmodellen, som er omdrejningspunktet for alle efterfølgende hovedaktiviteter. Dette afstedkommer en konflikt med standardhonorarerne for de forskellige faser i en traditionel fasemodel, som er beskrevet i ydelsesbeskrivelserne.

## Konklusion

Implementering og anvendelse af buildingSMARTs standarder og specifikationer i byggeprojektet SJKE hos Norsk Forsvarsbyg er interessant, da den beskriver en større byg- og driftsherres første forsøg på at gennemføre en byggesag med en arbejdsmetode, der adskiller sig fra den traditionelle dokumentbaserede ved at have fokus på modelrepræsentationen af projektet gennem det efterhånden velkendte Bygnings Informations Modellerings koncept (BIM). Yderligere er casen interessant, da bygherren bekender sig de internationale bestræbelser vedrørende 'open BIM', hvor man prøver at frigøre sig fra i branchen dominerende software og lukkede, proprietære formater. Disse bestræbelser understøttes internationalt gennem buildingSMART organisationen, hvor den norske byggeorganisation er en stærk medspiller. Dette udmønter sig i, at casens bygherre, som er en statslig bygherre, stiller yderligere krav vedr. buildingSMARTs standarder og specifikationer i beskrivelsen af det buildingSMART-koncept, der ligger bag casen, som er et pilotprojekt for dette koncept.

Tilskyndelsen til at afprøve buildingSMART-konceptet ligger i forventninger om positive effekter ved BIM, der groft set deler sig i to grupper: 1) effekter i form af økonomiske gevinster, og 2) bedre kvalitet i projektet og i samarbejdet. De samme forventninger kan observeres i en lang række andre lande, hvor effekter også kan måles, dog i et meget varierende omfang. Omfanget af effekter er ofte styret af kompetenceniveauet indenfor IKT/BIM hos de enkelte virksomheder og specielt informationsdybden, som udtryk for forskellen mellem kompetenceniveauerne mellem byggeprojektets parter. Man kan altså ikke alene som part i en byggesag styre gevinstniveauet, man er afhængig af overførsel af information fra andre. I Danmark eksempelvis har man prøvet at overvinde denne barriere ved gennem lovgivning at påbyde offentlige bygherrer at stille krav om IKT-baserede metoder og værktøjer. Her støtter man også delvist 'open BIM' gennem krav til udvekslingsformatet IFC fra buildingSMART.

Det er i princippet disse overvejelser, der ligger bag det aktuelle buildingSMART-koncept, som Norsk Forsvarsbygg har udviklet. Man erkender, at man må stille krav til rådgiverne og de udførende for at få sat BIM ind i byggeriets værdikæde, og dermed få adgang til positive effekter på længere sigt.

*At stille krav udover de gældende ydelseskrav vil alt andet lige betyde meromkostninger for bygherren. Dette er også tilfældet i denne case. Udover at have udgifter til det interne kompetenceløft hos bygherren repræsenterer casen også meromkostninger til kompetenceløft for de andre parter, delvist finansieret af bygherren men også de involverede virksomheder. At bygherren har afholdt disse væsentlige omkostninger skyldes primært, at buildingSMART-konceptet blev introduceret sent i byggeprocessen, og altså klart stod som en merydelse. Meromkostninger er vurderet til ca. 2,2 mio. NOK ud af et budget på 80 mio. NOK, altså en merudgift på ca. 2,75 %. I et fremtidigt byggeprojekt med samme buildingSMART-koncept vil denne meromkostning kunne elimineres, ved at IKT-niveauet forudsættes ved projektstart ved kontraktskrivning med de andre parter og at kompetenceløftet i egen virksomhed er afholdt og kan udnyttes i kommende projekter.*

Når man ser på andre cases med et tilsvarende buildingSMART-koncept fremtræder de væsentlige gevinster gennem et bedre planlagt og bedre koordineret projektmateriale af en høj kvalitet. Disse gevinster tilfalder i de fleste tilfælde direkte de projekterende og afledt hos de udførende entreprenører gennem færre fejl og mangler og dermed færre RFI og byggestop på byggepladsen. Dette er også tilfældet i denne case, men dog af et mindre omfang grundet uens eller helt manglende kompetencer hos parterne. Gevinsterne har været af et beskedent omfang, der ikke har været mulige at kvantificere. Casen viser dog,

at bygherren også kan fremvise gevinster indenfor hans område gennem et bedre koordineret projektmateriale med færre fejl. De direkte gevinster for bygherren gennem de to faser, projektering og udførelse, er målt til 870.000 NOK. Dog vurderes det at en del denne gevinst tilfalder de andre parter. Set samlet belaster buildingSMART-konceptet byggeprojektet med ca. 1,7 %. Denne meromkostning skal ses som en investering i fremtidige byggeprojekter.

SJKE-byggeprojektet har benyttet buildingSMART standarder og specifikationer til udveksling af data gennem brug af IFC. Set i lyset af omfanget og kvaliteten af softwareimplementeringerne af IFC i projektperioden, kan det konkluderes, at SJKE-projektet generelt har benyttet de tilgængelige teknologiske muligheder. Selve IFC-protokollen rummer mulighed for håndtering af mange forskellige typer data, herunder drift orienterede informationer, men de har ikke generelt været understøttet af kommercielle programmer på det pågældende tidspunkt.

Et gevinstområde, som bygherren i første omgang ikke har haft opmærksomhed på, er drift og vedligeholdelsesfasen. I den danske kontekst er denne manglende opmærksomhed på et stort gevinstpotentiale også konstateret, selv om lovgivningen her placerer ansvaret for IKT-kravene hos bygherren. En af årsagerne til de manglende gevinster kan skyldes manglende modelbaserede værktøjer til forvaltning og drift. Dog vil der også i en overskuelig fremtid kunne høste økonomiske gevinster ved at udtrække troværdige og konsistente driftsdata gennem styklister m.m. til driften. Forsvarsbygg råder endnu ikke over denne type programvare på tidspunktet for analysen, og det har derfor har det ikke været muligt at realisere gevinsten endnu.

Hvis man betragter casen som et eksempel på hvordan, BIM-teknologi kan bruges, og renser opgørelsen af de økonomiske konsekvenser til alene at indeholde omkostninger relateret til IKT-konceptet, tegner der sig et andet billede. De registrerede gevinster hidrører alene IKT-konceptet, og da omkostningerne kan reduceres betydeligt, kan casen opgøres med et positivt resultat. Det har kun i meget begrænset omfang været muligt at prisfastsætte de økonomiske konsekvenser i driften og brugen af bygværket. Der tegner sig derfor et billede af, at Forsvarsbygg opnår økonomiske gevinster ved brug af BIM. I Forsvarsbyggs tilfælde drejer det sig om åbenBIM/åbenBIM baseret på brug af buildingSMART standarder. Denne del af analyser er baseret på en fremadrettet brug af BIM, og at Forsvarsbygg fokuserer snævert på egen vinding og behov og ikke afholder udgifter til kompetenceløft hos deres leverandører.

Det vil være nødvendigt for Forsvarsbygg at lave yderligere monitoringer af effekten fra brug af åbenBIM i fremtiden både under projektering, produktion og drift, for endegyldigt at kunne dokumentere og bevise positive økonomiske konsekvenser.

Hvis man alene betragter den rensede opgørelse, som udelukkende ser på projektrelevante omkostninger relateret til IKT-konceptet, ender man med et positivt resultat på ca. 180.000 NOK.