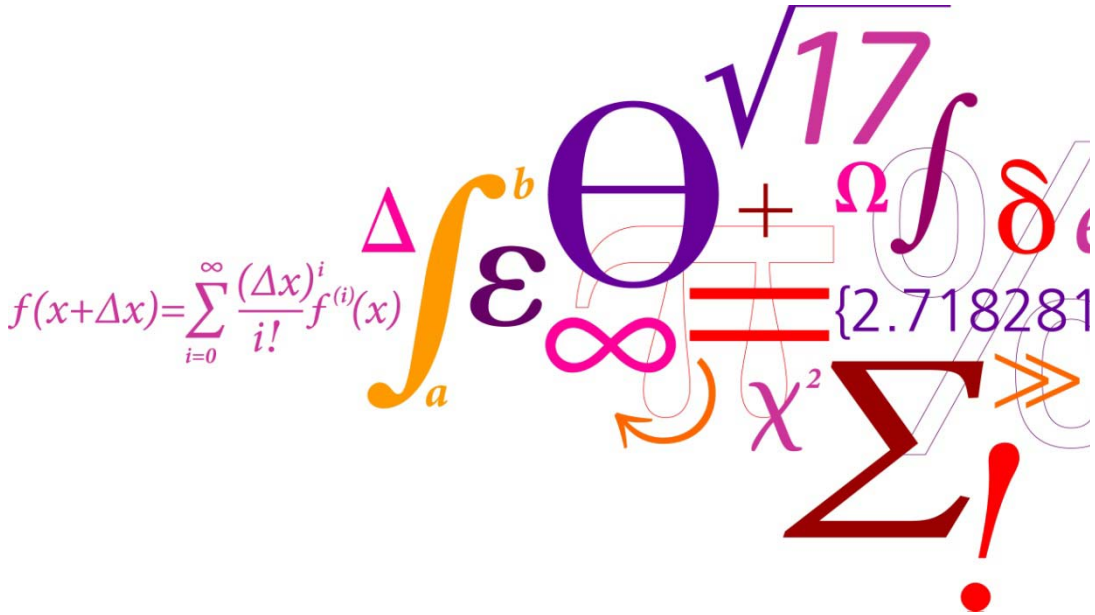
3D arbejdsmetode og Det Digitale Byggeri

Seminar Norra Latin, Stockholm, 24.11.2008

Flemming Vestergaard, Danmarks Tekniske Universitet



DTU Byg
Institut for Byggeri og Anlæg

Strategien for Det Digitale Byggeri

Bygger på DDB Strateginotat af 25.11.2003 med følgende fokus:

- **Livscyklusaspektet**
- **Integration af processerne i byggeriet via IKT**
- **Objektorienteringen på bygningsmodeller og bygningsdele**
- **Digitale værktøjer og infrastruktur, herunder teknisk udveksling**
- **Standardisering generelt**

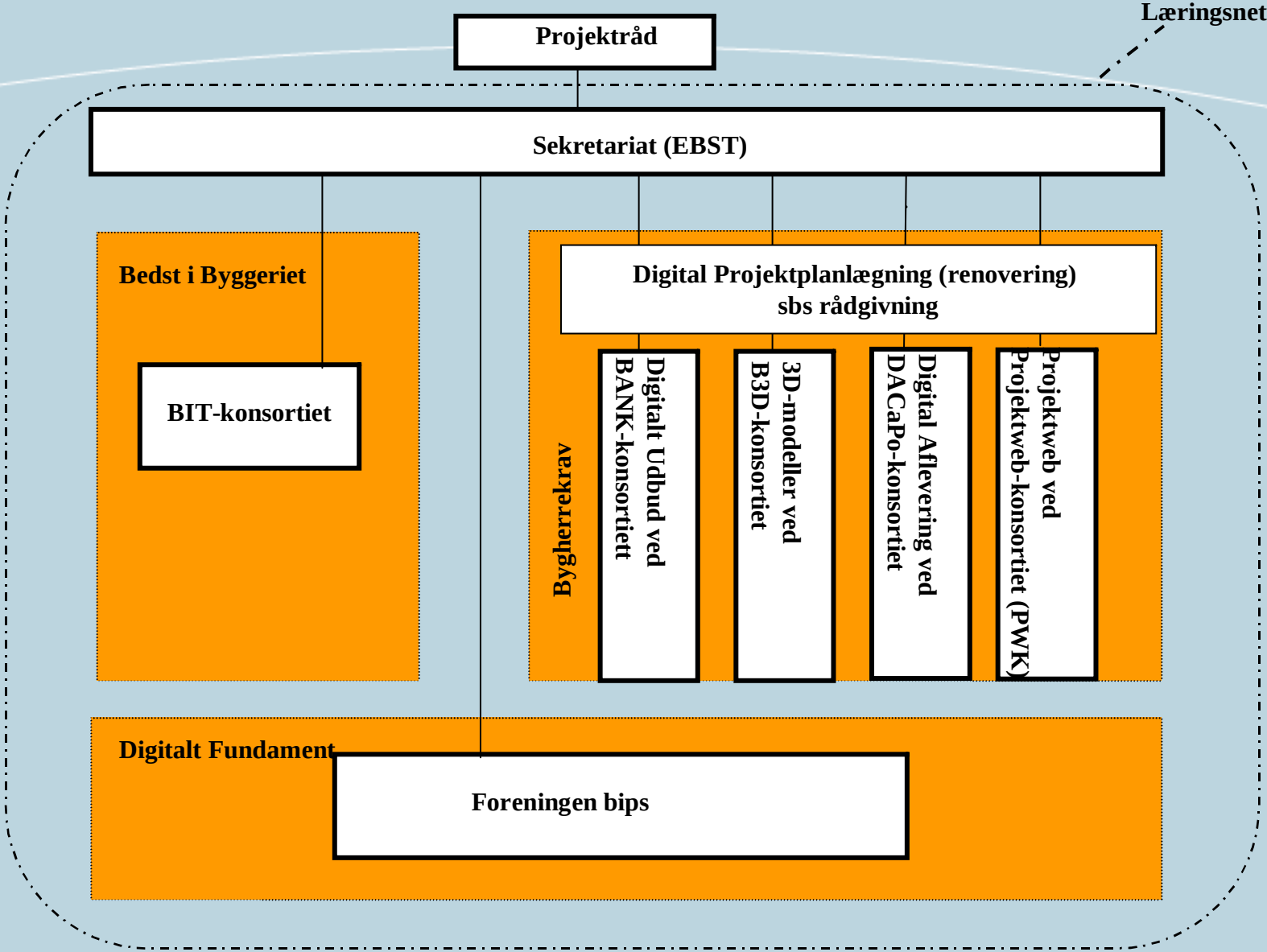
Organisation af Det Digitale Byggeri

Udvikling

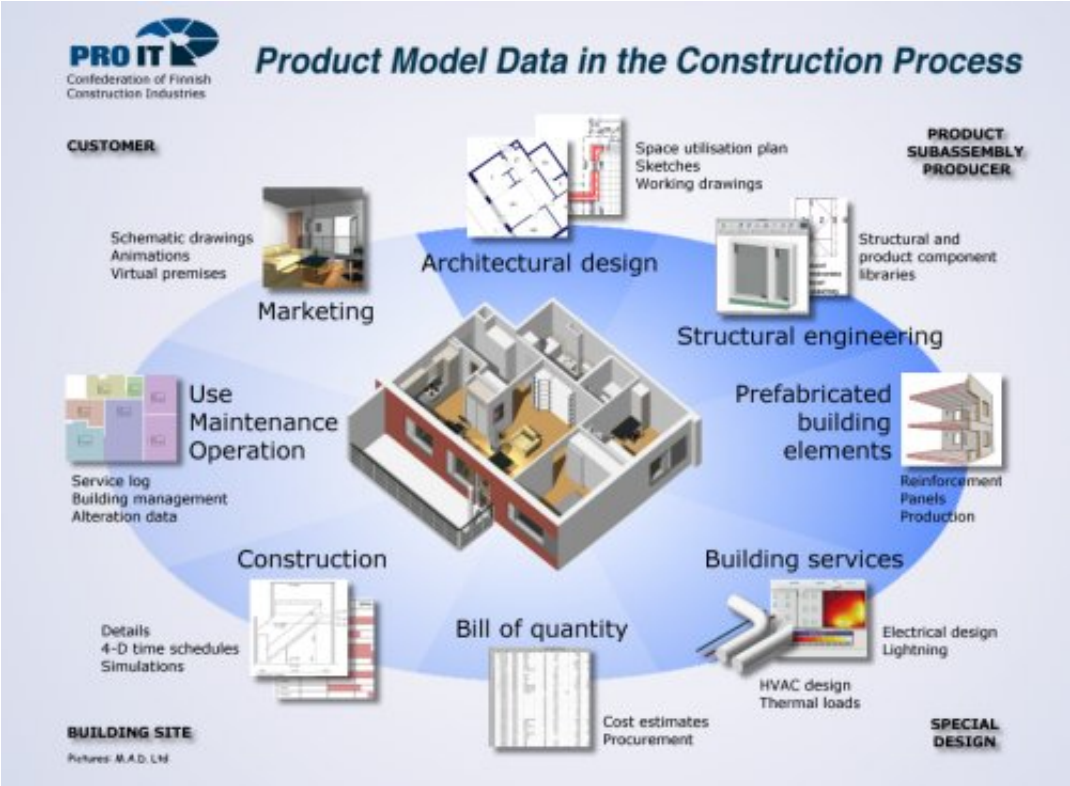
Område

Aktivitet

ERHVERVS- OG BYGGESTYRELSEN

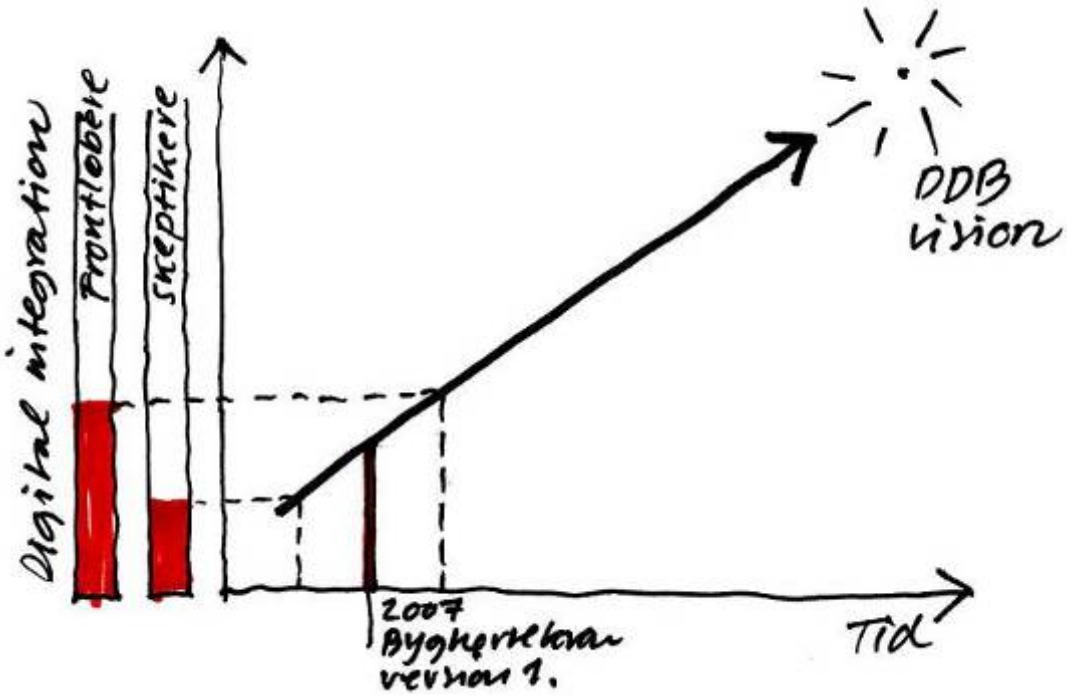


Livscyklusaspektet og integrationen



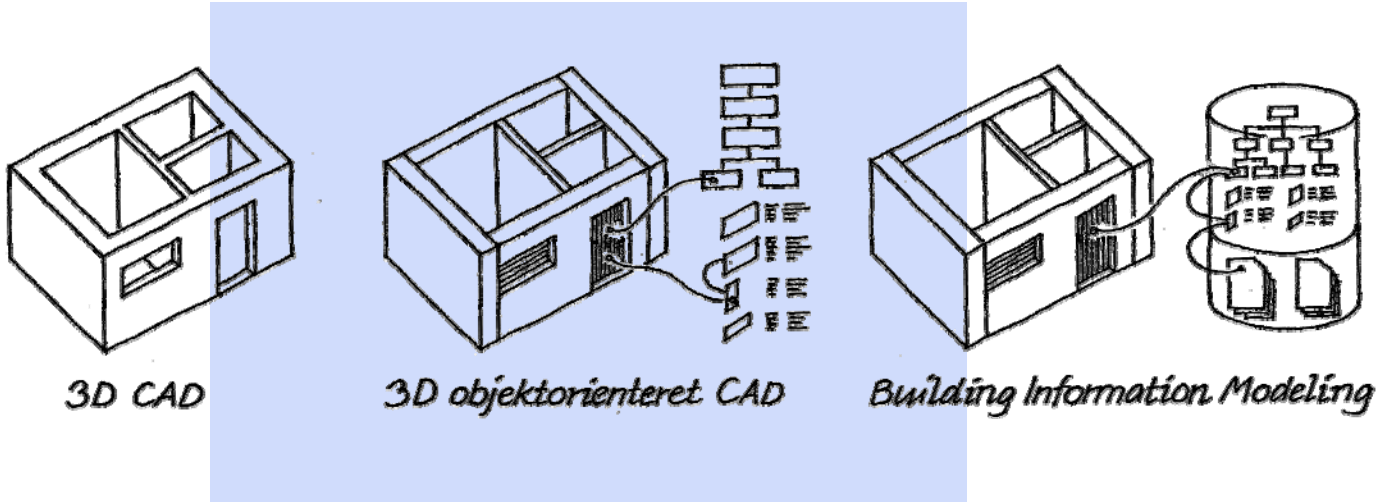
- **Byggeriet som en samlet byggeproces**
- **Bygningsmodellens centrale rolle i byggeprocessen**
- **De helhedsorienterede aspekter**
- **Integration og udveksling / genbrug af data**
- **Standardisering af metoder og retningslinier**

Ambitionsniveauet for Det Digitale Byggeri



- **Bygherrekravene er udtryk for en vurdering af et realistisk teknologisk og kompetencemæssigt løft**
- **IKT-koncepters modenhed vurderes på kompetencekrav, krav til organisatoriske rammer og teknologi**
- **Mange agenter og organisationer med divergerende opfattelser og traditioner**

Modelniveauer for DDB



Dækningsområdet for 3D arbejdsmetode og bygherrekrav visende ambitionsniveauet og bredden

Dilemmaet: Metode og krav må ikke udelukke teknologiske muligheder, men skal samtidigt kunne anvendes her og nu uden store investeringer og kompetenceløft i virksomhederne

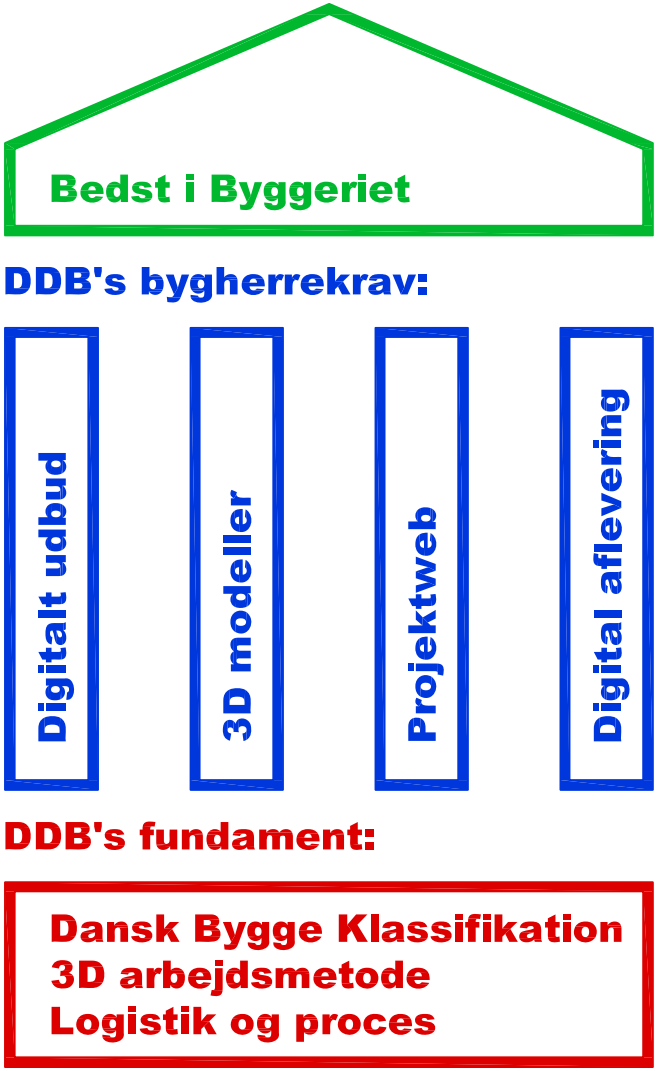
ERHVERVS- OG BYGGESTYRELSEN

Det Digitale Byggeri

=

Fra 1. januar 2007 vil staten stille krav til byggevirksomheders anvendelse af informations- og kommunikationsteknologi ifm statsligt byggeri.

Det Digitale Byggeris udviklingsområder



Guleroden

Der udarbejdes casestories af best-practice

17 cases – 5 vedr. 3D

Pisken

Staten stiller krav via sine bygherrer

Grundfoderet

Der udarbejdes fælles retningslinier for metoder og standarder

Det Digitale Byggeris Bygherrekrav

Bygherrekravene ligger indenfor 4 hovedområder:

- **Projektweb**
- **3D modeller**
- **Udbud og tilbud**
- **Digital aflevering**

De digitale bygherrekrav består af en vifte af forskellige krav. Kravene gælder nybyggerier med en byggesum på 3 mio. kr. eller derover – kravene om digital aflevering dog kun ved byggerier over 15 mio. kr. Endelig gælder der skærpede 3D krav ved byggerier over 20 mio. kr.

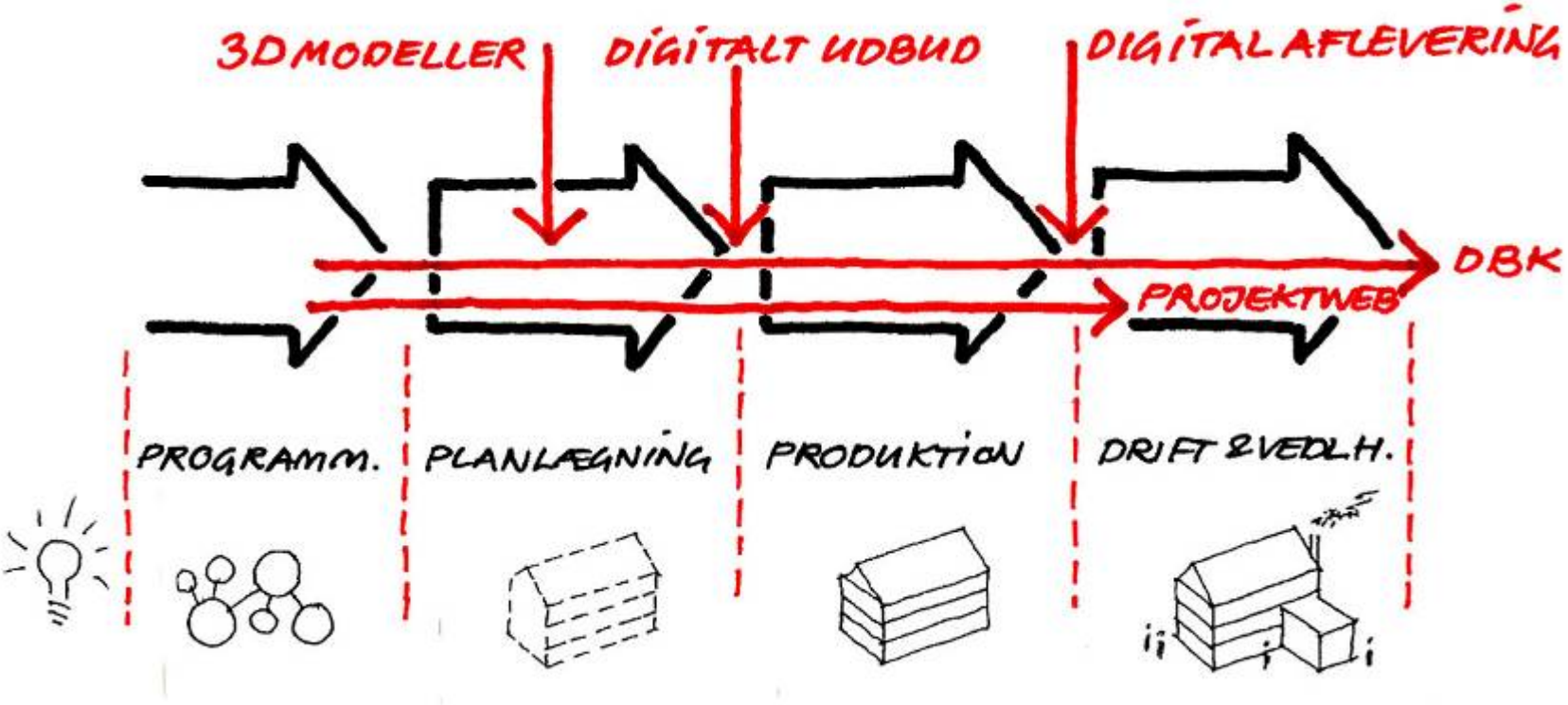
Bygherrekravene gælder fra 1. jan. 2007. Fra 2009 gælder kravene også renovering, til- og ombygning. Afventer bl.a. et Opmålingsprojekt

De 10 bygherrekravs IKT niveau

Manuel, analog proces
Digitaliseret proces
Objektorienteret proces
Integreret proces

	Program mering	Projektering	Udbud	Udførelse	Aflevering	Drift og vedligehold
Rådgivere		Udarbejde tegninger i A3 Krav 3	Aflevere beskrivelser Krav 6a + 6b		Aflevere D&V materiale Krav 8 + 9	
		Bygningsmodel i konkurrencer Krav 4a	Aflevere BMF Krav 6a + 6b			
		Bygningsmodel i konkurrencer Krav 4b	Aflevere 3D model Krav 5b			
		Bygningsmodel generelt Krav 5a	Mængdeudtræk fra bygningsmodel Krav 6b			
		Bygningsmodel generelt Kr. 5b				
Udførende		Udarbejde tegninger i A3 Krav 3	Afgive tilbud Krav 7		Aflevere D&V materiale Krav 8 + 9	
					Afleverings-metode Direkte Krav 10	
					Aflev.: XML	
					Aflev.: IFC	
					Udarbejde mangellister Krrav 8	
Byggevare leverandør					Aflevere D&V materiale Krrav 8 + 9	
Bygherre	Etablere projektweb Krav 2		Etablere udbud/tilbuds-portal Krav 7			
Myndigheder						
Fælles koord. Infrastruktur	Projektweb Krav 1	Projektweb Krav 1	Projektweb Kr.1 Udbudsportal Kr. 7	Projektweb Krav 1	Projektweb Kr.1	

Det Digitale Byggeri i byggeprocesserne

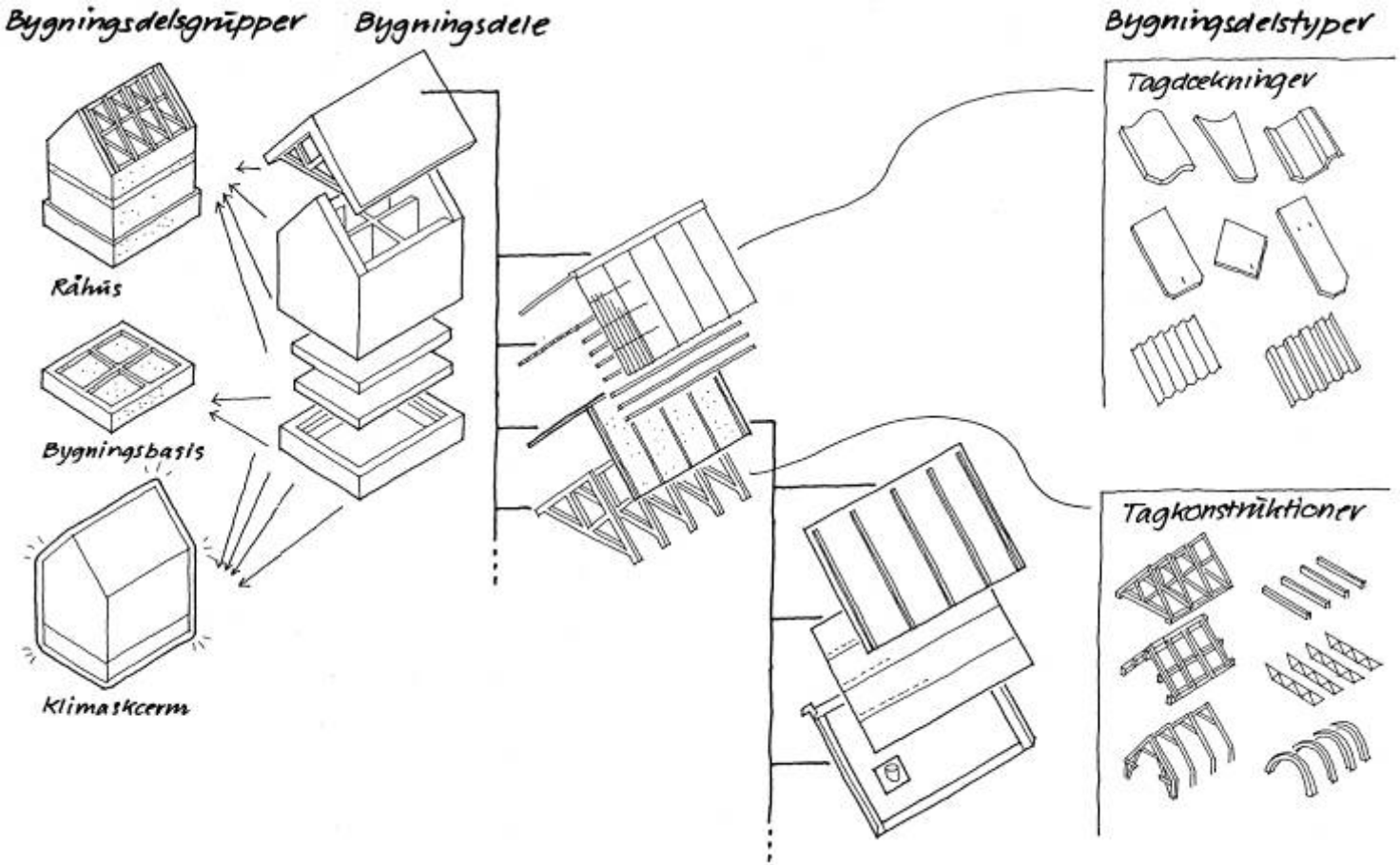


- **Projektweb og DBK anvendelse er krav, der følger hele processen**
- **Krav til opbygning af 3D modeller ligger i planlægningsfasen**
- **Krav til anvendelse af 3D modeller er fraværende i udførelses- og drift & vedligeholdelsesfaserne**
- **Resterende bygherrekrav ligger i grænseflader mellem faser / parter**

Nyt byggeklassifikationssystem DBK

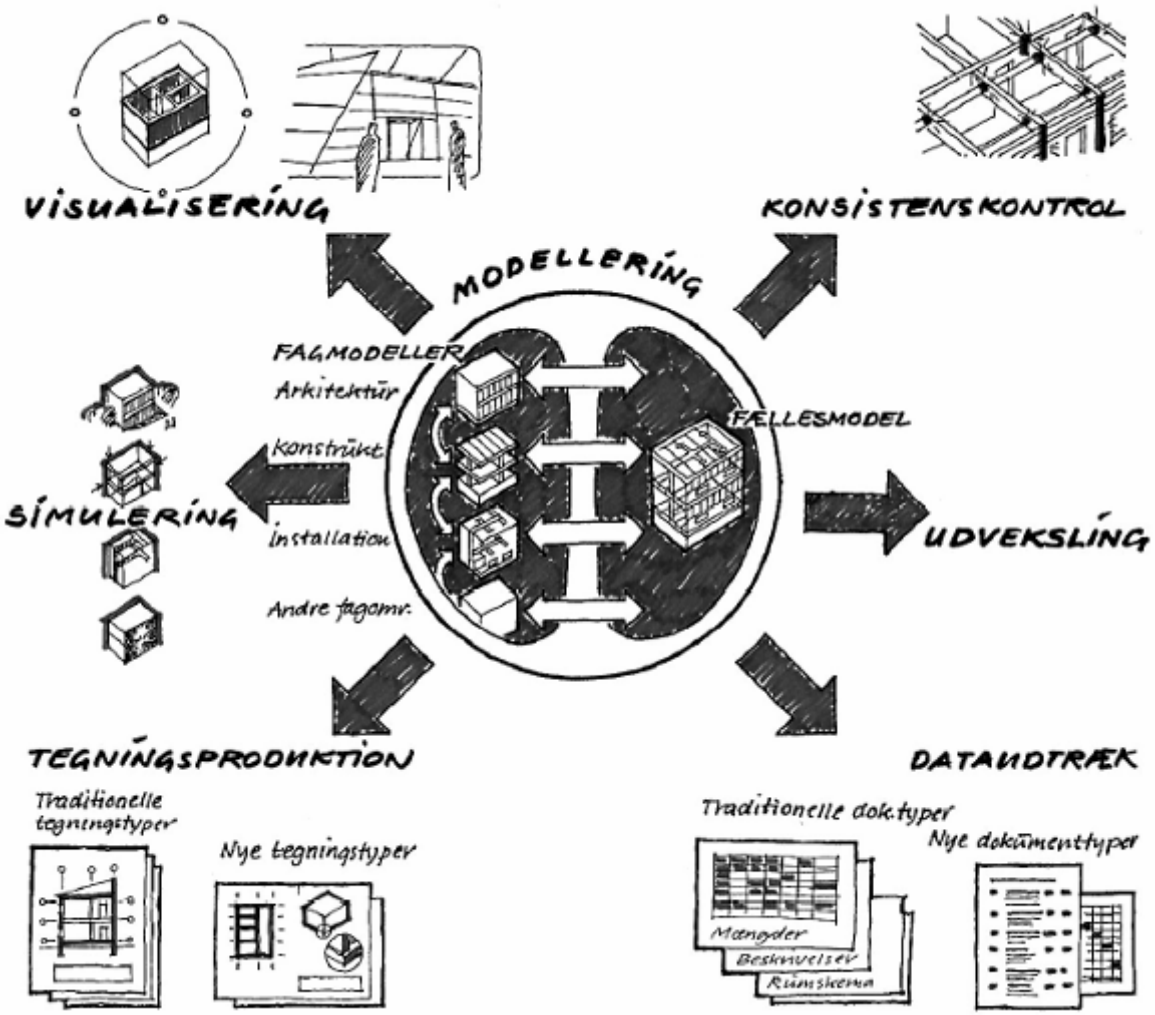
Referencesystem

Klassifikationssystem



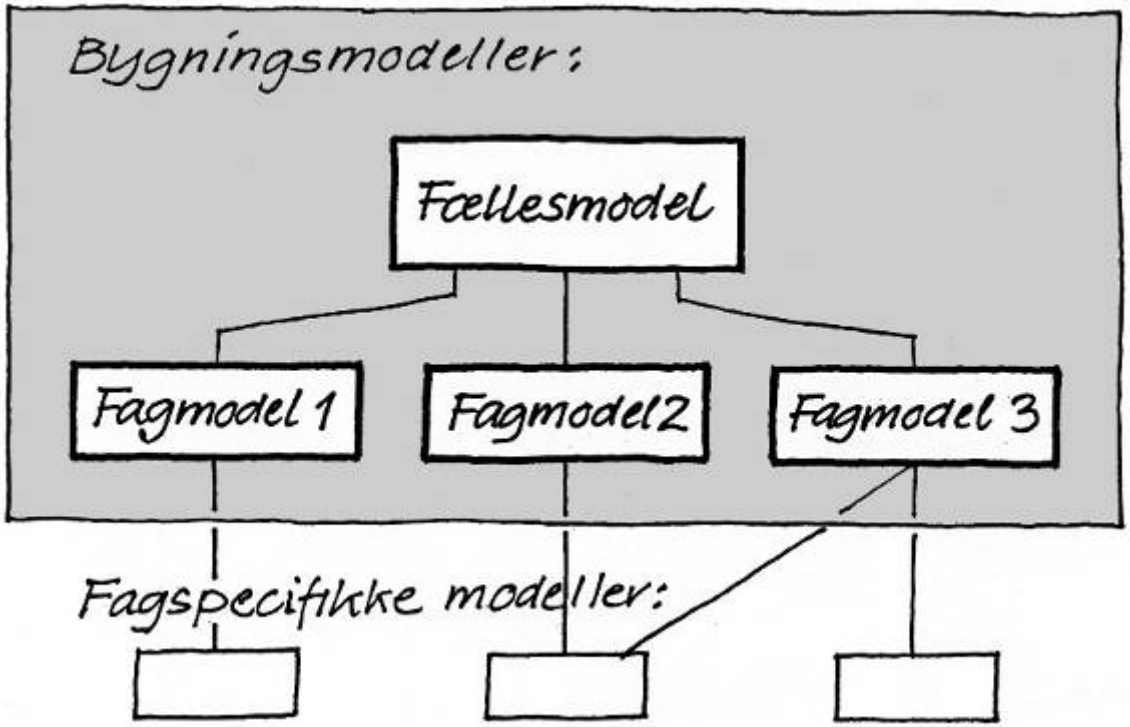
Oversigt over Dansk Bygge Klassifikation's overordnede struktur

3D Arbejdsmetode konceptet



Den generelle model for 3D arbejdsmetoden vist gennem et tværsnit i byggeprocessen

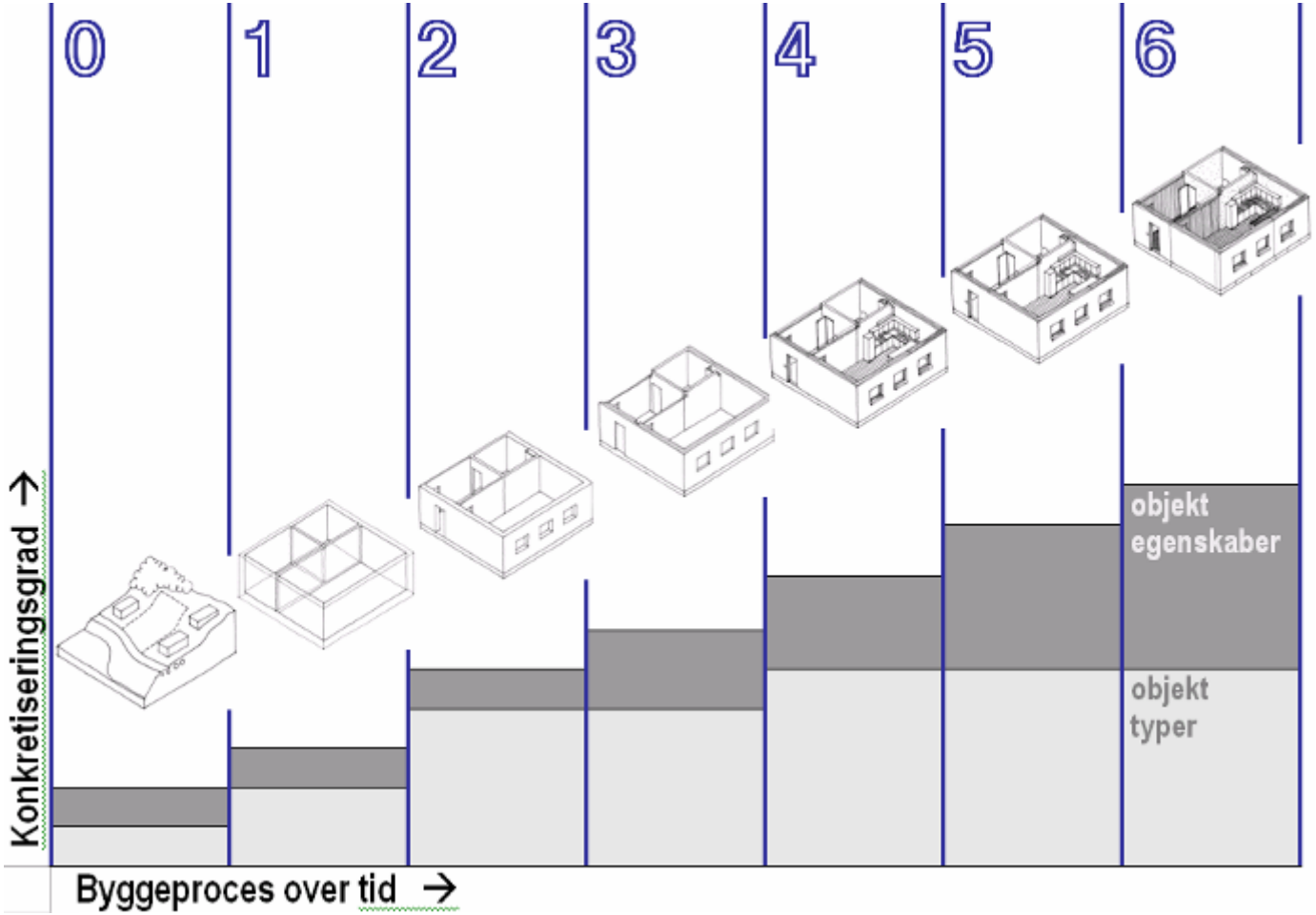
Modeltyper i 3D Arbejdsmetode



Der skelnes mellem to hovedtyper af modeller:

- **Projektmodeller: fagmodeller og fællesmodeller** (datacontainere)
- **Andre modeltyper**: til simulering, visualisering m.v. (tematiske modeller, filtrerede modeller)

Informationsniveauer fra 3DA



Modelkonkretisering successivt i 7 trin. Kan matche en traditionel fasemodel, men ikke nødvendigvis. Værktøj til en 3D CAD-projektaftale

Informationsniveauer som aftalegrundlag

Byggefaser - angiver milepæle for hvornår de enkelte faggrupper skal have færdiggjort et givet informationsniveau. Disse er projektspecifikke og aftales ved projektstart gennem 3D CAD-Projektaftalen.

Eksempel 1: Projekt udbudt på hovedprojekt:

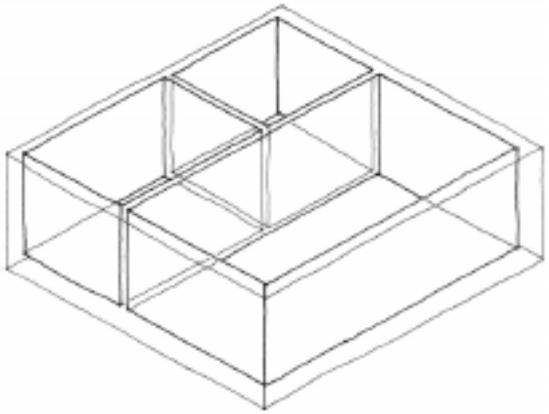
Byggefaser	Arkitekt	Konstr.ing	Instal.ing	Entrepr.	Byggev.	Bygherre
Program						**0**
Disposition	**1**					
Projektforsl.	**2**	2	2			
Forprojekt	**3**	3	3			
Hovedprojekt	**4**	**4**	**4**			
Udførelse	5	5	5	**5**	5	
Som udført	6	6	6	**6**	6	
Drift&Vedlige						**6**

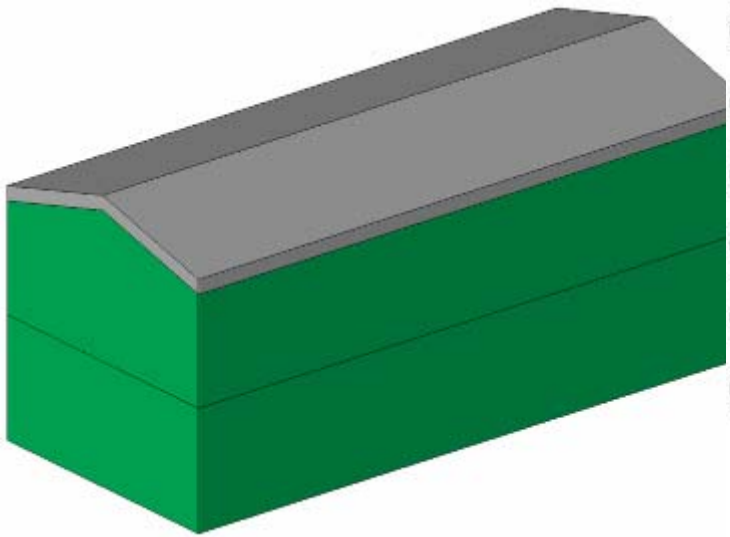
Eksempel 2: Projekt udbudt på projektforslag:

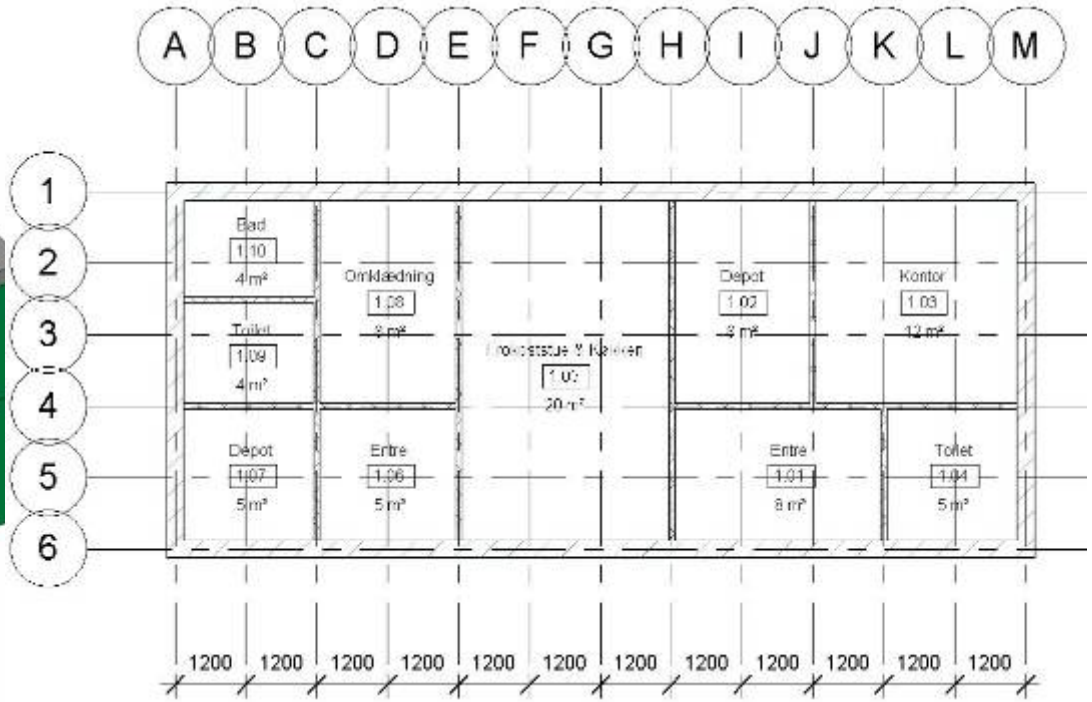
Byggefaser	Arkitekt	Konstr.ing	Instal.ing	Entrepr.	Byggev.	Bygherre
Program						**0**
Disposition	**1**					
Projektforsl.	**2**	2	2	3	4	
Forprojekt						
Hovedprojekt	5	5	5	**5**	5	
Udførelse						
Som udført	6	6	6	**6**	6	
Drift&vedlige						**6**

Informationsniveau 1

Bygningsdel	Beskrivelse	Materiale & mål
Ydervæg	Massiv	Ikke defineret
Indervæg	Massiv	Ikke defineret
Tag	Massiv	Ikke defineret
Dæk	Massiv	Ikke defineret
Rum	-	Funktion og modulmål def.

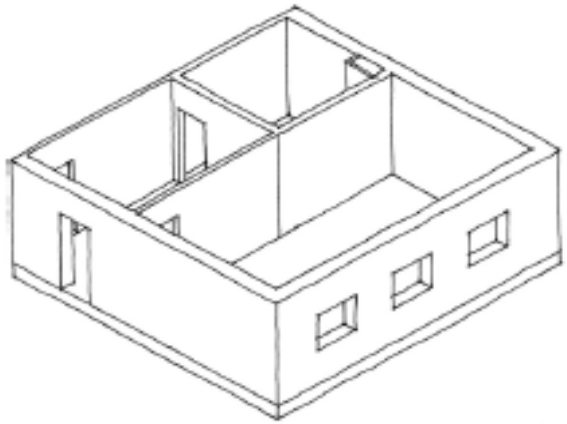


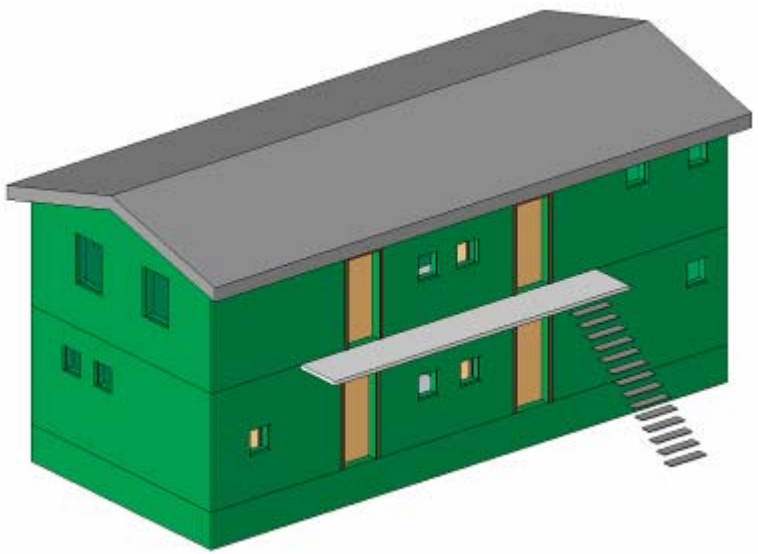


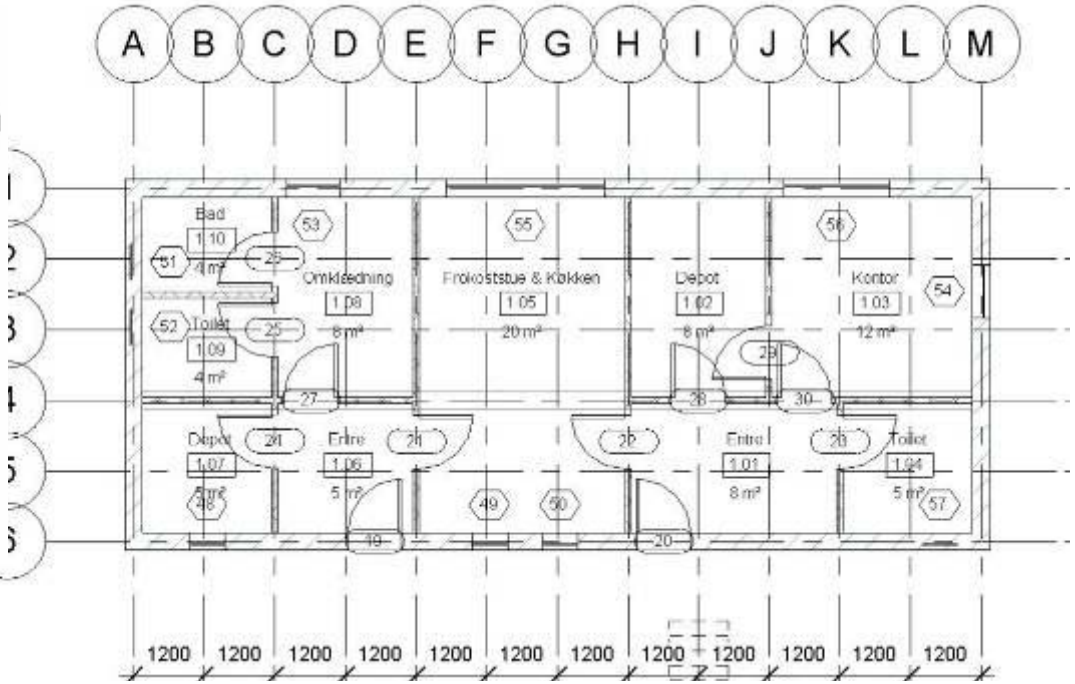


Informationsniveau 2

Bygningsdel	Beskrivelse	Materiale & mål
Ydervæg	Massiv	Ikke defineret
Indervæg	Massiv	Ikke defineret
Tag	Massiv	Ikke defineret
Fundament	Massiv	Ikke defineret
Dæk	Massiv	Ikke defineret
Vindue (små)	Kombination	600 x 600 mm
Vindue	Kombination	900 x 1200 mm
Dobbelt vindue	Kombination	1800 x 1200 mm
Trippel vindue	Kombination	2700 x 1200 mm
Udvendige døre	Kombination	900 x 2100 mm
Vinduesparti ved hoveddøre	Kombination	900 x 2100 mm
Indvendige døre	Massiv	900 x 2100 mm

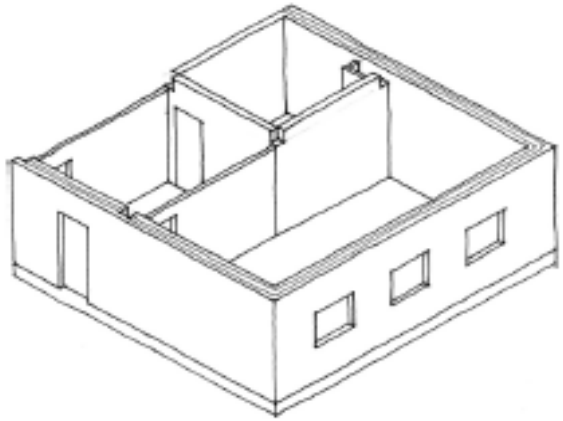


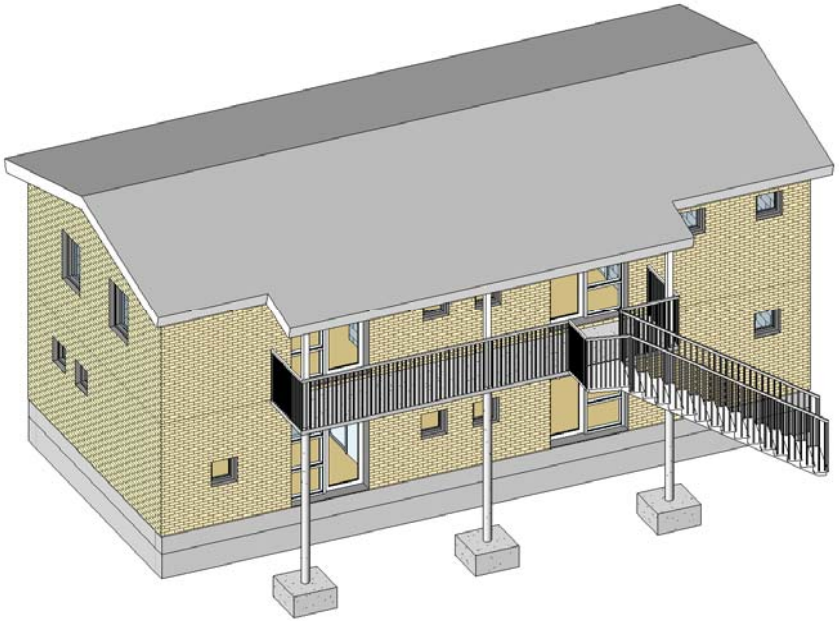


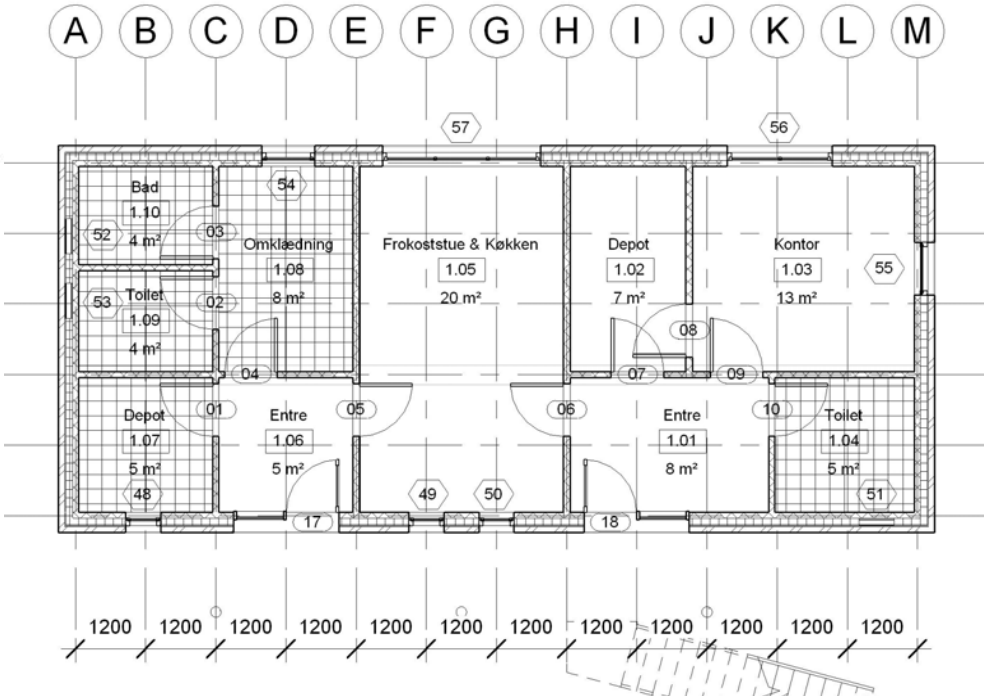


Informationsniveau 3

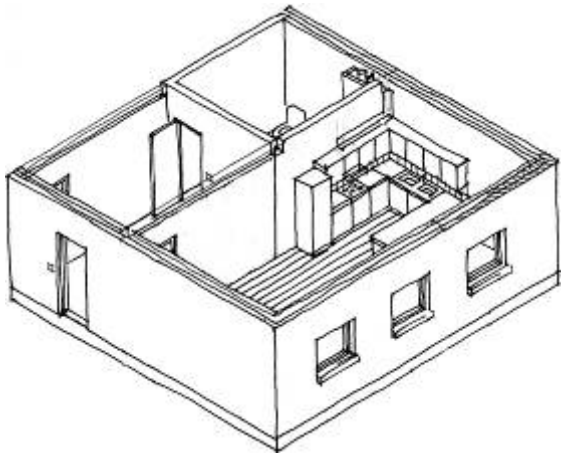
Bygningsdel	Beskrivelse	Materiale & mål
Ydervæg	Kombination	**350 mm isoleret hulmur**
Indervæg (100 mm)	Massiv	**100 mm porrebeton**
Indervæg (120 mm)	Massiv	**120 mm klinkerbeton**
Tag	Kombination	**Gitterspær med isoleret hulrum** Tagpapdækning På krydsfiner Ventileret hulrum 150 mm isolering
Bjælke ved tag	Massiv	**Limtræsbjælke** 185 x 533 mm
Fundament (ikke isoleret)	Massiv	**330 mm beton**
Fundament (isoleret)	Kombination	**150 mm beton**

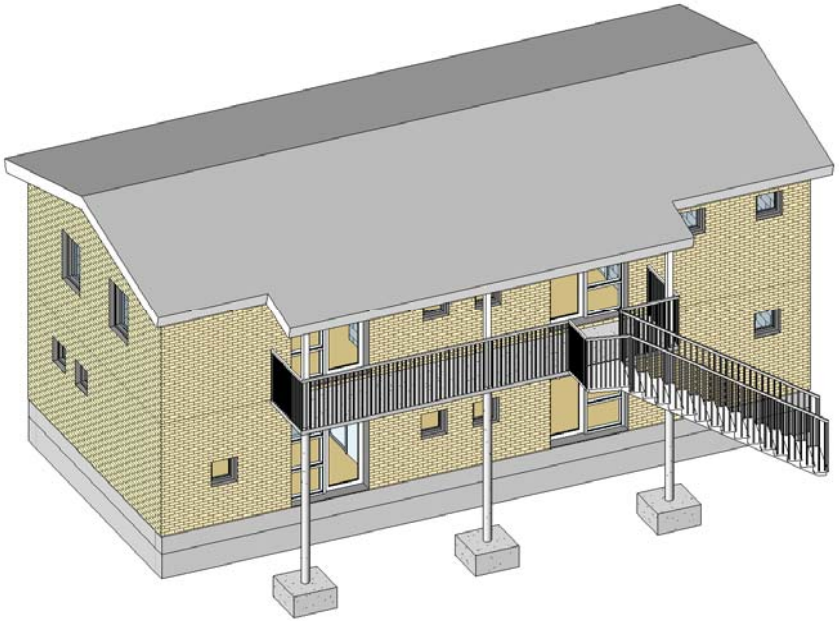




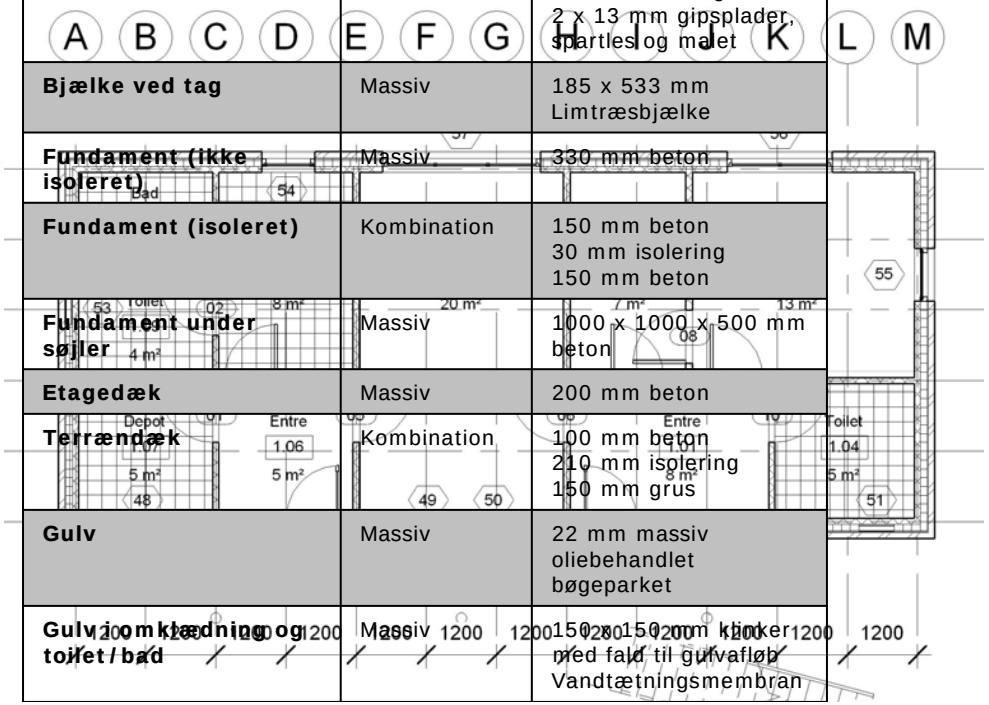


Informationsniveau 4

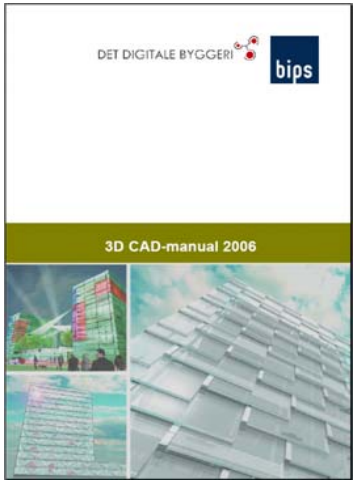


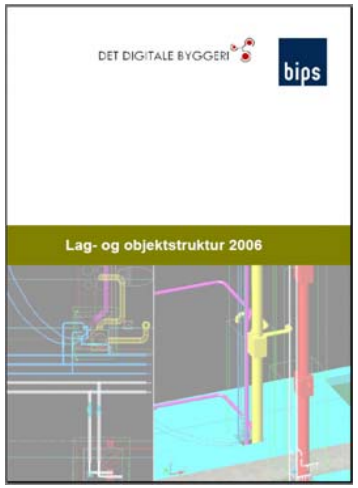


Bygningsdel	Beskrivelse	Materiale & mål
Ydervæg	Kombination	**350 mm isoleret hulmur** 108 mm teglsten 17 mm hulrum 125 mm isolering Bagmur: 100 mm Klinkerbeton, spartlet og malet
Indervæg (100 mm)	Massiv	100 mm indv. Gasbeton af multiplader
Indervæg (120 mm)	Massiv	120 mm Klinkerbeton, spartlet og malet
Tag	Kombination	2 lag tagpapdækning 18 mm krydsfiner Ventileret hulrum 150 mm isolering 50 X 50 mm opspantning 50 mm isolering 2 x 13 mm gipsplader, spartles og malet
Bjælke ved tag	Massiv	185 x 533 mm Limtræsbjælke
Fundament (ikke isoleret)	Massiv	330 mm beton
Fundament (isoleret)	Kombination	150 mm beton 30 mm isolering 150 mm beton
Fundament under søjler	Massiv	1000 x 1000 x 500 mm beton
Etagedæk	Massiv	200 mm beton
Terrændæk	Kombination	100 mm beton 210 mm isolering 150 mm grus
Gulv	Massiv	22 mm massiv oliebehandlet bøgeparket
Gulv i omklædning og toilet / bad	Massiv	150 x 150 mm klinker med fald til gulvafløb Vandtætningsmembran



3D Arbejdsmetode publikationer



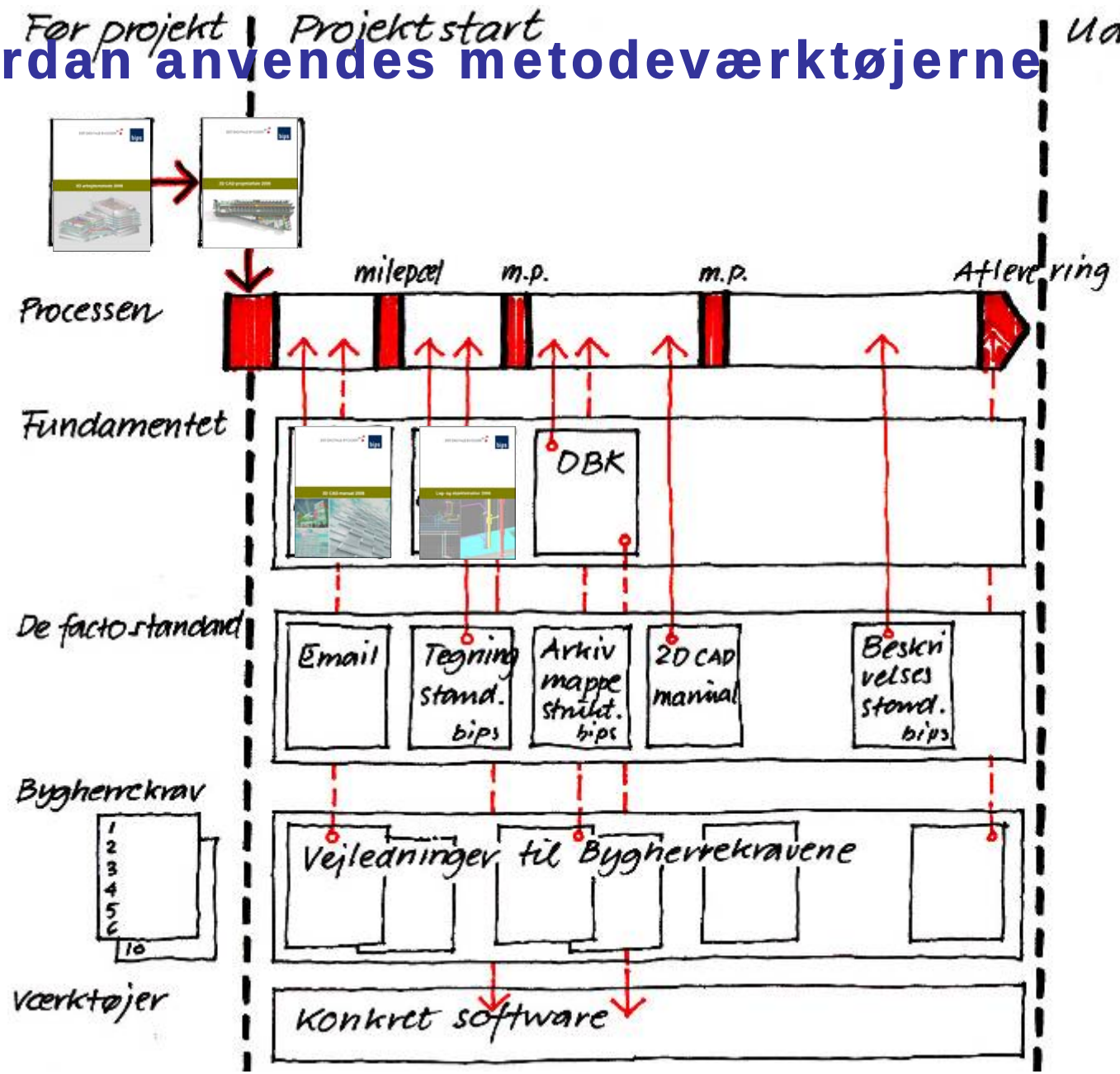


http://bips.dk/Bips/Main/Mainpage.htm

- **3D arbejdsmetode 2007: De grundlæggende principper**
- **3D CAD-manual 2007: Den metodetekniske manual**
- **Lag- og objektstruktur 2007: Struktur og indhold for lag og objekter**
- **3D CAD-projektaftale 2006: Et paradigme for en CAD projektaftale mellem parterne (Byggeriets IKT Specifikationer F101, 2008)**

- **Suppleres med andre standarder, de facto standarder, vejledninger**

Hvordan anvendes metodeværktøjerne



Implementeringsnetværket

http://detdigitalebyggeri.dk/

Case: CCC, Reykjavik

Reykjavik Koncert og Kongrescenter

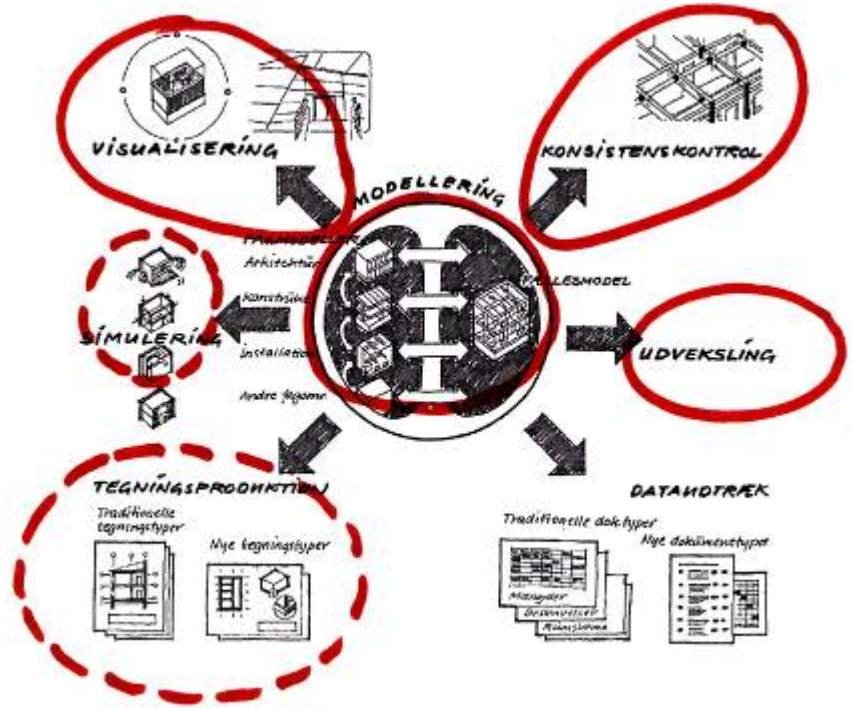
OPGAVEFORM: 1. præmie i international OPP-konkurrence
BYGHERRE: Asturhofn – East Harbour Project
BRUTTOAREAL KONCERTHUS: 23.000 m2
BRUTTOAREAL MASTERPLAN: 85.000 M2
Samarbejdspartnere i Portus Goup konsortiet:
INVESTOR: Landsafl, IS
ENTREPRENØR: IAV, IS
DRIFTSHERRE: Nysir, IS
INGENIØRER: Hönnun og Hnit, IS
LOKAL ARKITEKT: Batteriid Arkitektar
KUNSTNER: Olafur Elisasson

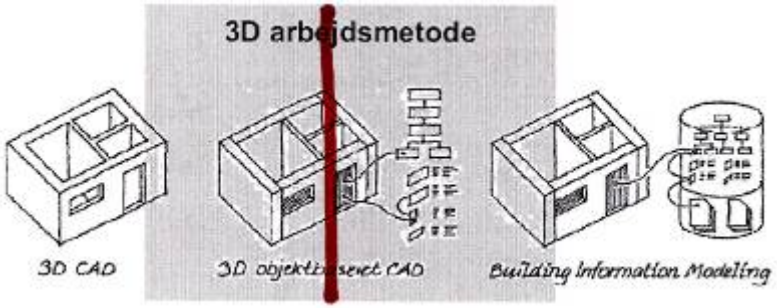
Beskrivelse

Ingen DDB Bygherrekrav, da projektet havde en islandsk bygherre. Men initieret af dansk ingeniørrådgiver, Rambøll, af følgende grunde:

- **Personsammenfald mellem firmaledelsen, IKT, og udviklingsarbejdet i DDB**
- **Firmastrategi i Rambøll, branding og nye forretningsområder**
- **Ønske om at høste erfaringer med anvendelse af 3D arbejdsmetode**
- **Projektet er funktionelt, teknisk og geometrisk komplekst**

Case: CCC, Reykjavik





3D arbejdsmetoden blev kun anvendt internt i projekteringsfasen mellem arkitekt og ingeniørrådgiverne

Overvejende geometrimodeller med objektstatus på visse områder

Arbejdsmetoden blev gennemført på egen risiko og indenfor fast tidsramme

Arkitekt fagmodellen var i starten et add-on til traditionel 2D arbejdsmetode

Case: CCC Modelleringen

De 3 hovedrådgivere arbejdede med 3D objektorienterede CAD-systemer:

- **Arkitekten: Microstation Architecture**
- **Konstruktionsingeniøren (Rambøll): Tecla**
- **Installationsingeniøren: MagiCAD**

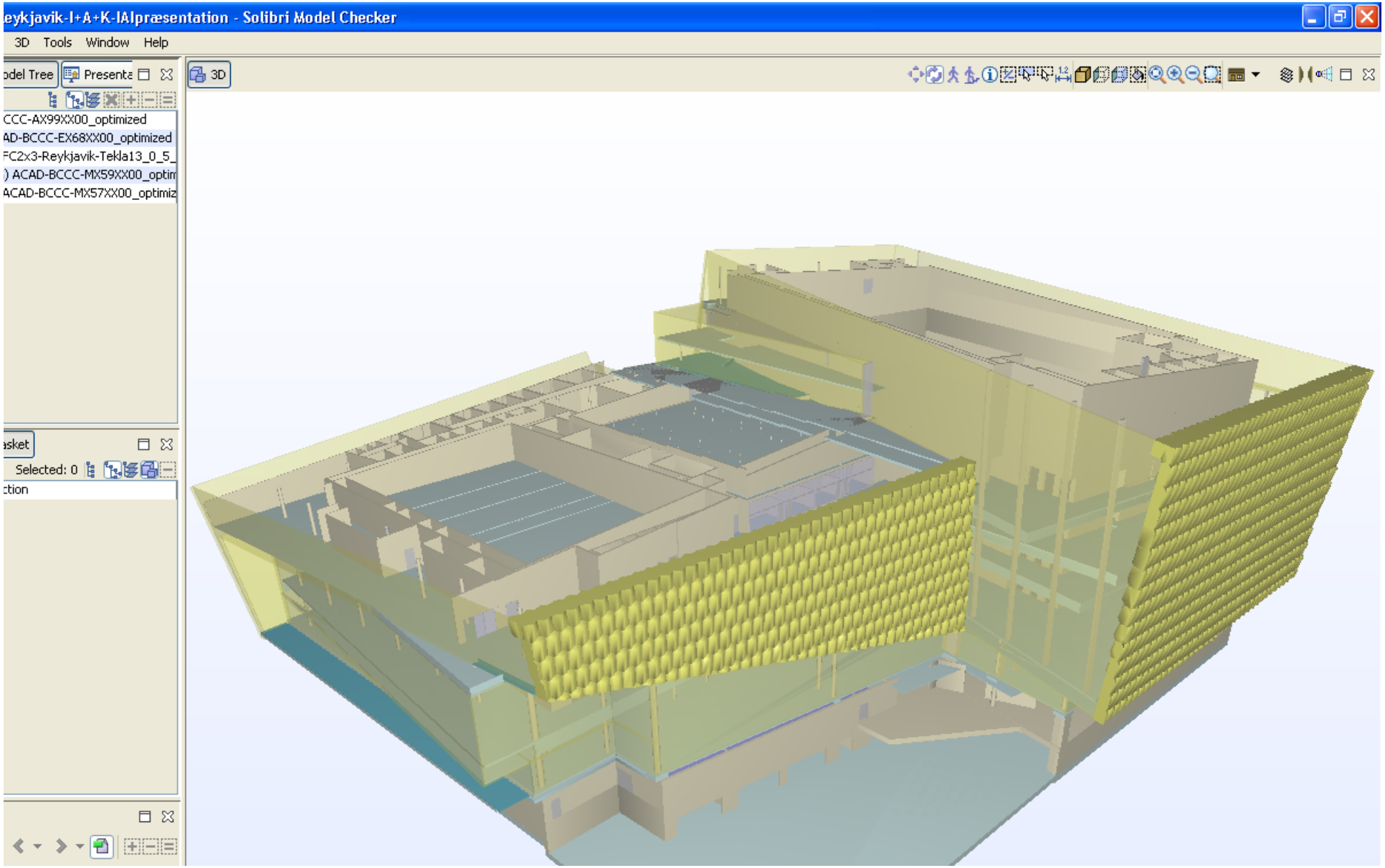
3 forskellige formater i spil. Til udvekslingsformat blev valgt DWG, da alle 3 programmer kan eksportere dette format. IFC blev kun afprøvet

Alle rådgivere anvendte 3D Arbejdsmetode på baggrund af 3D CAD-projektaftale. Informationsniveau specifikation ikke anvendt.

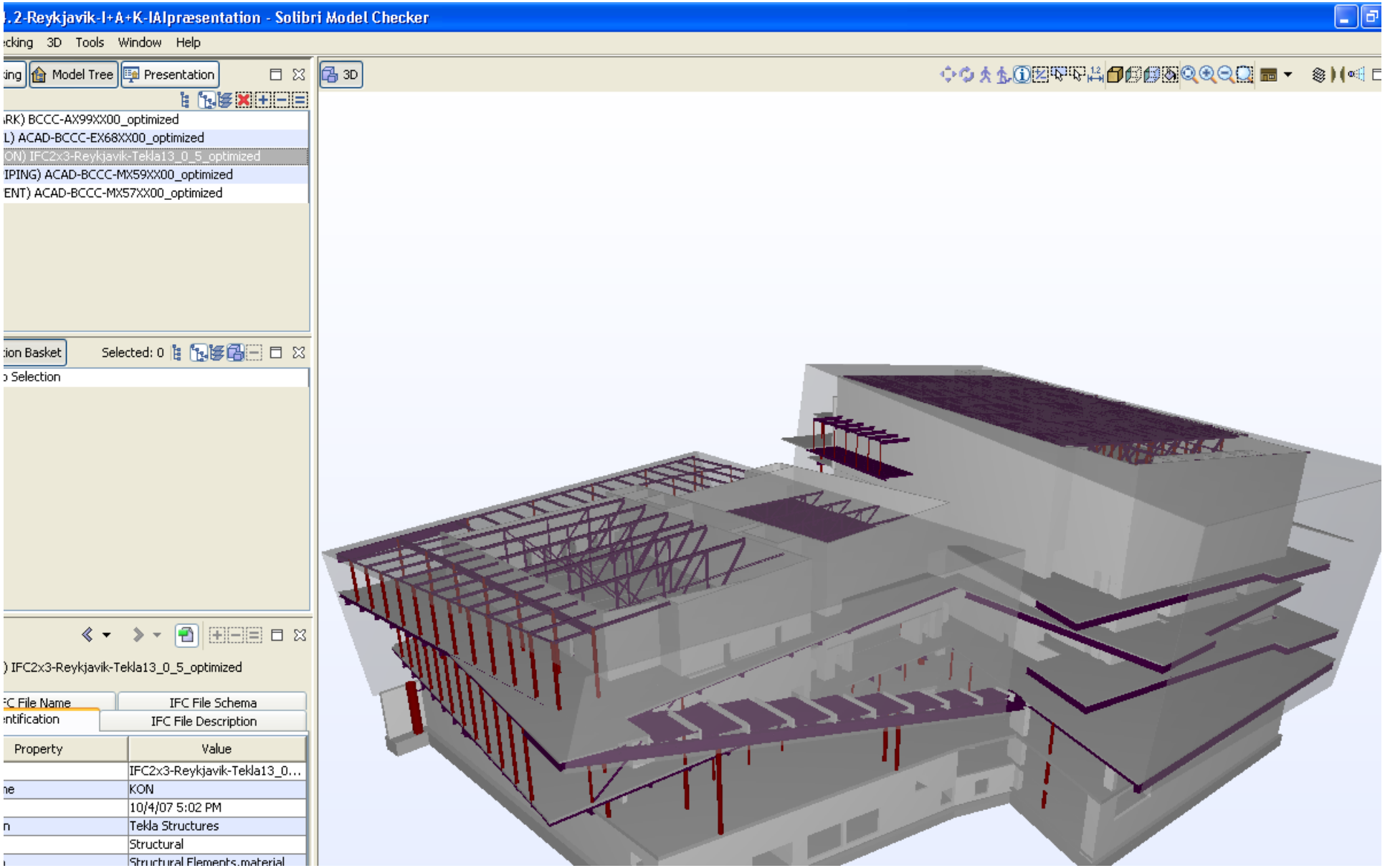
Der blev arbejdet med fagmodeller for hver af de 3 rådgivere og fagmodeller blev samlet i fællesmodeller med korte intervaller. Fællesmodeller blev anvendt til kollisionskontrol for koordinering af geometrien

DBK er ikke implementeret i softwaren, hvorfor klassifikation ikke optræder på objekterne.

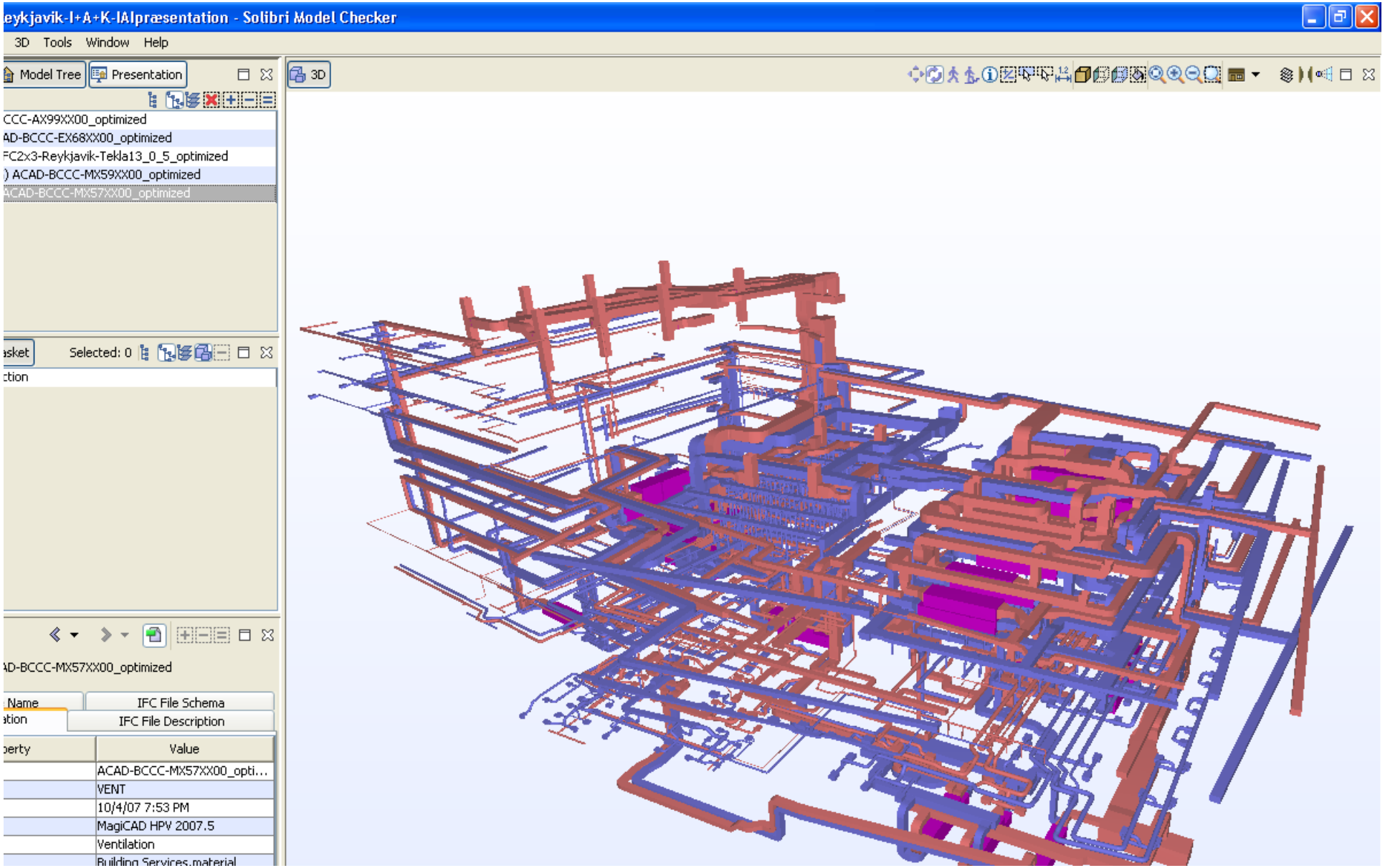
Eksempel på anvendelse af Bentley Arch.



Eksempel på anvendelse af Tekla



Eksempel på anvendelse af MagiCAD



Case: CCC Konsistenskontrol

Fagmodellerne blev anvendt til koordinering under hele forløbet

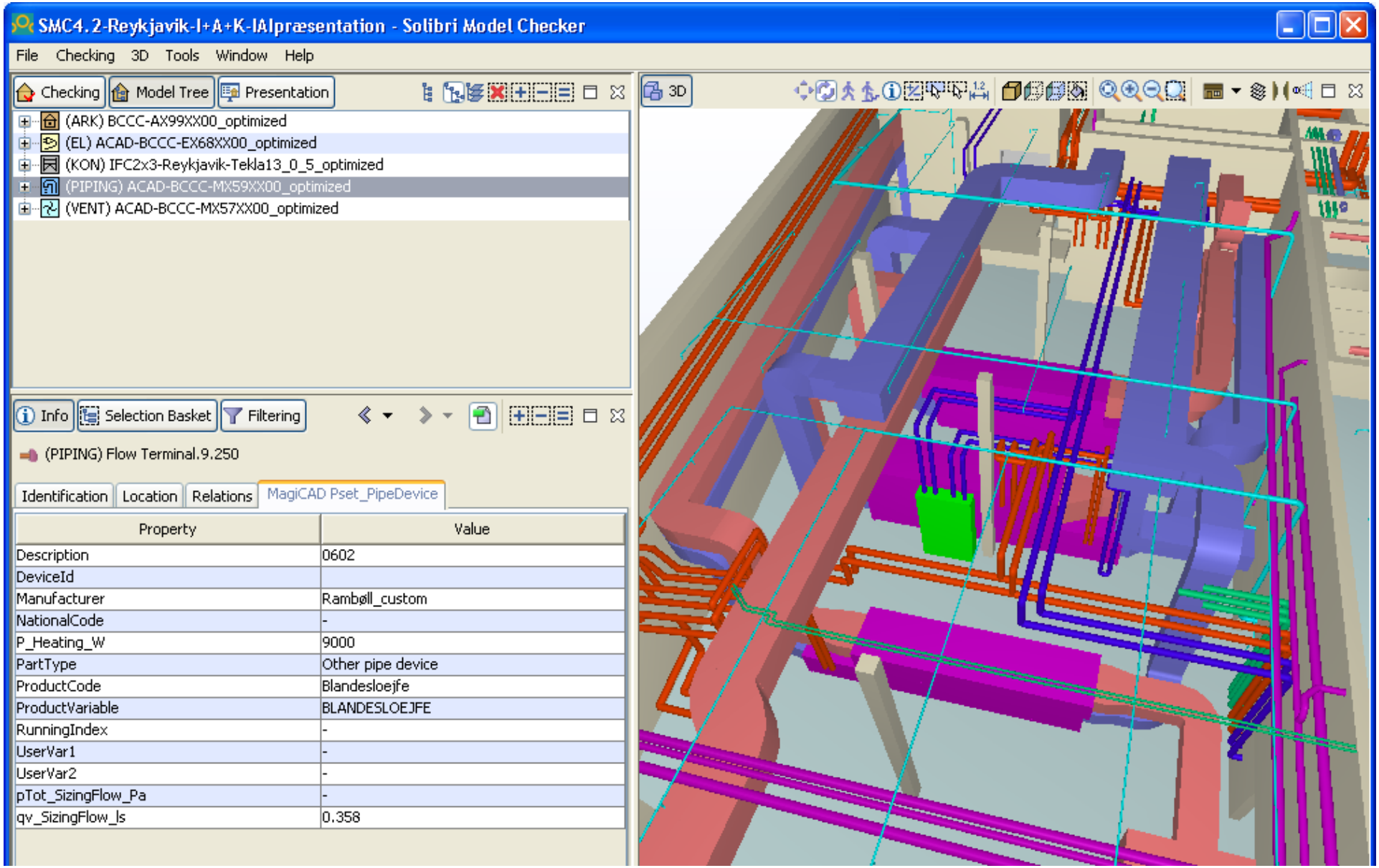
Der blev løbende udført kollisionskontrol på geometrien af ingeniørrådgiveren, primært mellem konstruktions-fagmodellen og installations-fagmodeller og mindre med arkitekt-fagmodellen.

Konsistenskontrollen blev gennemført med korte intervaller og med succes

Potentialet blev ikke udnyttet fuldt ud grundet den mangelfulde objektorientering

En ny rolle som modelkoordinator blev etableret hos konstruktionsrådgiveren

Eksempel på anvendelse af Solibri



Property	Value
Description	0602
DeviceId	
Manufacturer	Rambøll_custom
NationalCode	-
P_Heating_W	9000
PartType	Other pipe device
ProductCode	Blandesloejfe
ProductVariable	BLANDESLOEJFE
RunningIndex	-
UserVar1	-
UserVar2	-
pTot_SizingFlow_Pa	-
qv_SizingFlow_ls	0.358

Case: CCC Tegnings- og styklistegenerering

Udvekslingsformaterne ved udbud m.v. var besluttet dokumentbaseret, 2D tegninger, tekstfiler og regneark

Modelrepræsentationer blev anvendt som tegningsgrundlag og derefter færdigbehandlet i 2D CAD. En del af den grafiske kommunikation foregik via 3D modeller

Konstruktionsingeniøren arbejdede udelukkende i 3D. Arkitekten anvendte 3D modellen som grundlag for 2D tegningsproduktionen

Kinesiske underleverandører anvendte 3D modeller til præfabrikation

Der blev ikke udført systematiske dataudtræk fra fællesmodellen, men i en vis udstrækning fra fagmodeller (stålkonstruktionen)

Byggeobjekterne blev ikke systematisk tilført en klassifikationskode, men DBK blev anvendt til klassificering af komponenter på installationssiden

Case: CCC Visualisering og simulering

Der blev anvendt forskellige viewere som værktøjer i projekteringsprocessen og render applikationer til at producere fotorealistiske billeder fra arkitekten

Performance problemer: filstørrelser og software / hardware

Visualisering blev anvendt ofte til intern afklaring af kompleks konstruktion og eksternt til formidling til andre parter

Vanskeligt at gennemføre projektet uden 3D modeller

Simulering baseret på udtræk fra fagmodeller blev ikke gennemført

Resultater fra implementeringen

Afprøvningerne af 3D Arbejdsmetode har overordnet været en succes. På baggrund af realistiske forventninger og et fælles defineret ambitionsniveau for byggeprojektet

Det Digitale Byggeri's metoder og krav ligger på et passende ambitionsniveau i forhold til medarbejderkompetencer, software til rådighed og ressourcer alment

Vigtigt med grundig forberedelse gennem en 3D CAD-Projektaftale, der specificerer modelstruktur, informationsniveauer og leverancer. Kick-off møder nyttige til introduktion af de nye arbejdsmetoder

Klarheden i ansvarsfordelingen via 3D Arbejdsmetodens fagmodel-struktur letter implementeringen

Vigtigt at 3D arbejdsmetoden forankres hos alle medarbejdergrupper – fra ledelsen til den enkelte projektmedarbejder. IKT strategi i virksomheden

Godt rustet til næste projekter med 3D arbejdsmetode

Barrierer

Bygherren centrale rolle som forandringsagent i implementeringen. Bygherrekravene er krav til primært de projekterende, som også var mest engageret i udviklingsarbejdet i DDB

Juridiske aspekter tilskynder til udveksling og aflevering af dokumenter, der i varierende udstrækning har relation til en 3D bygningsmodel

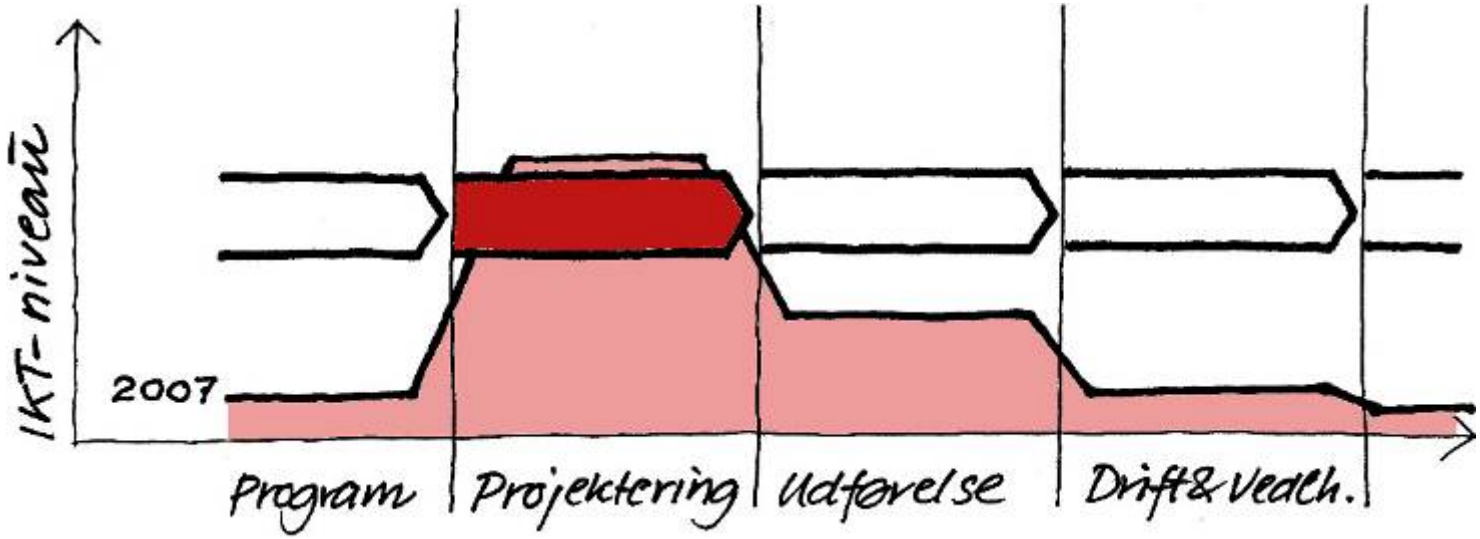
Potentialet i 3DA ikke fuldt udnyttet grundet risiko, mangel på benefits og egen finansiering af projektnyttig information

Stor variation i omfang og kvalitet af software hos parterne er en stor udfordring ved udveksling – IFC kompatibilitet

'Generationsproblemer'. Stor variation i kompetencer og koncept forståelse hos gamle og unge medarbejdere. Lang tidshorisont

Manglende forankring og kontinuitet af DDB udviklingsarbejdet

Potentialer og tiltag



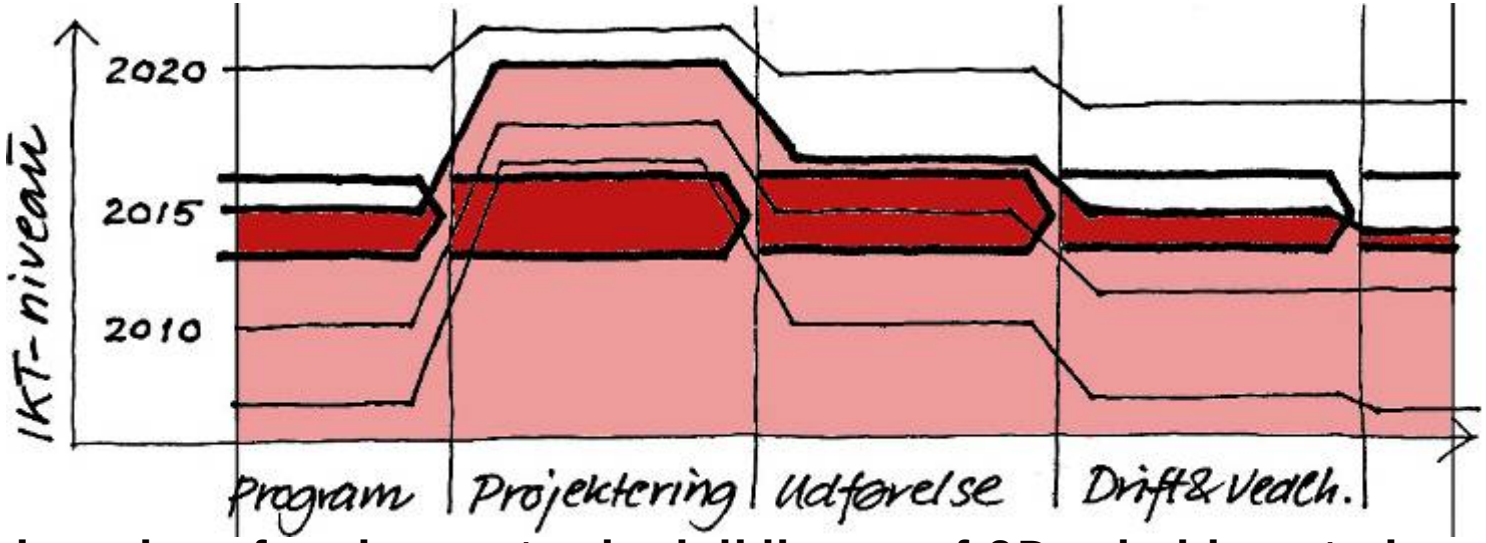
Inddragelse af andre parter i udviklingen af 3DA og standarder. Specielt drifts- og bygherrer, entreprenører og byggevareleverandører

Implementering af anvendelse af bygningsmodeller, specielt i drift og forvaltning og i udførelsesfasen samt bæredygtigtighed, miljø, energi, 4D og 5D.

Udvikling af fælles struktur for egenskabsdata til simulering og kalkulation

Nye samarbejdsformer som eksempelvis partnering og nye organisationsformer, ydelsesbeskrivelser, ressourceomfordeling

Potentialer og tiltag



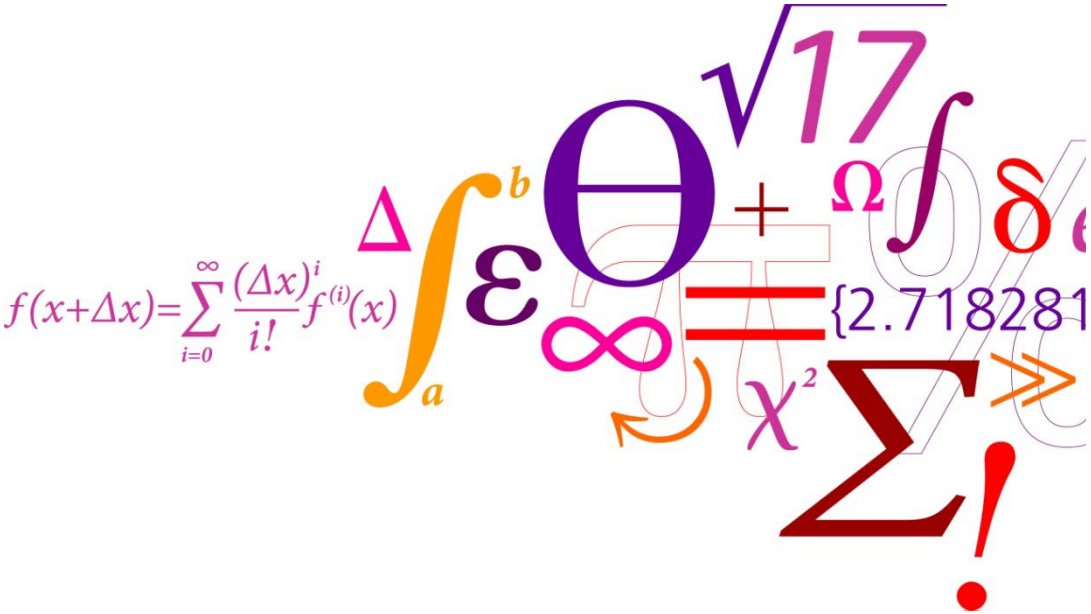
Inddragelse af andre parter i udviklingen af 3D arbejdsmetoder og standarder. Specielt drifts- og bygherrer, entreprenører og byggevareleverandører

Implementering af anvendelse af bygningsmodeller, specielt i drift og forvaltning og i udførelsesfasen samt bæredygtigtighed, miljø, energi

Nye samarbejdsformer som eksempelvis partnering og nye organisationsformer, ydelsesbeskrivelser, ressourceomfordeling

Procesoptimering gennem lean, logistik, datadeling – og udveksling, 4D og 5D. Større grad af genbrug

Det videre forløb

- Den danske byggesektor er orienteret mod en 3D arbejdsmetode
- Sektoren anvender i stigende grad objektorienterede værktøjer
- Udveksling via IFC er under implementering
- Der er taget mange uddannelsesmæssige initiativer koordineret
- Fokus på standardisering og orientering internationalt.
- Orientering mod de andre nordiske lande for udviklingssamarbejde, BuildingSMART, InterregIV m.v.
- Nye udviklingsstrategier inddragende bygherre og udførende
- Organisatorisk forankring af udviklingsarbejdet i fælles rammer
- Statslig domænekoordinering af digitaliseringen af Bygninger, Bolig og forsyning

Spørgsmål?