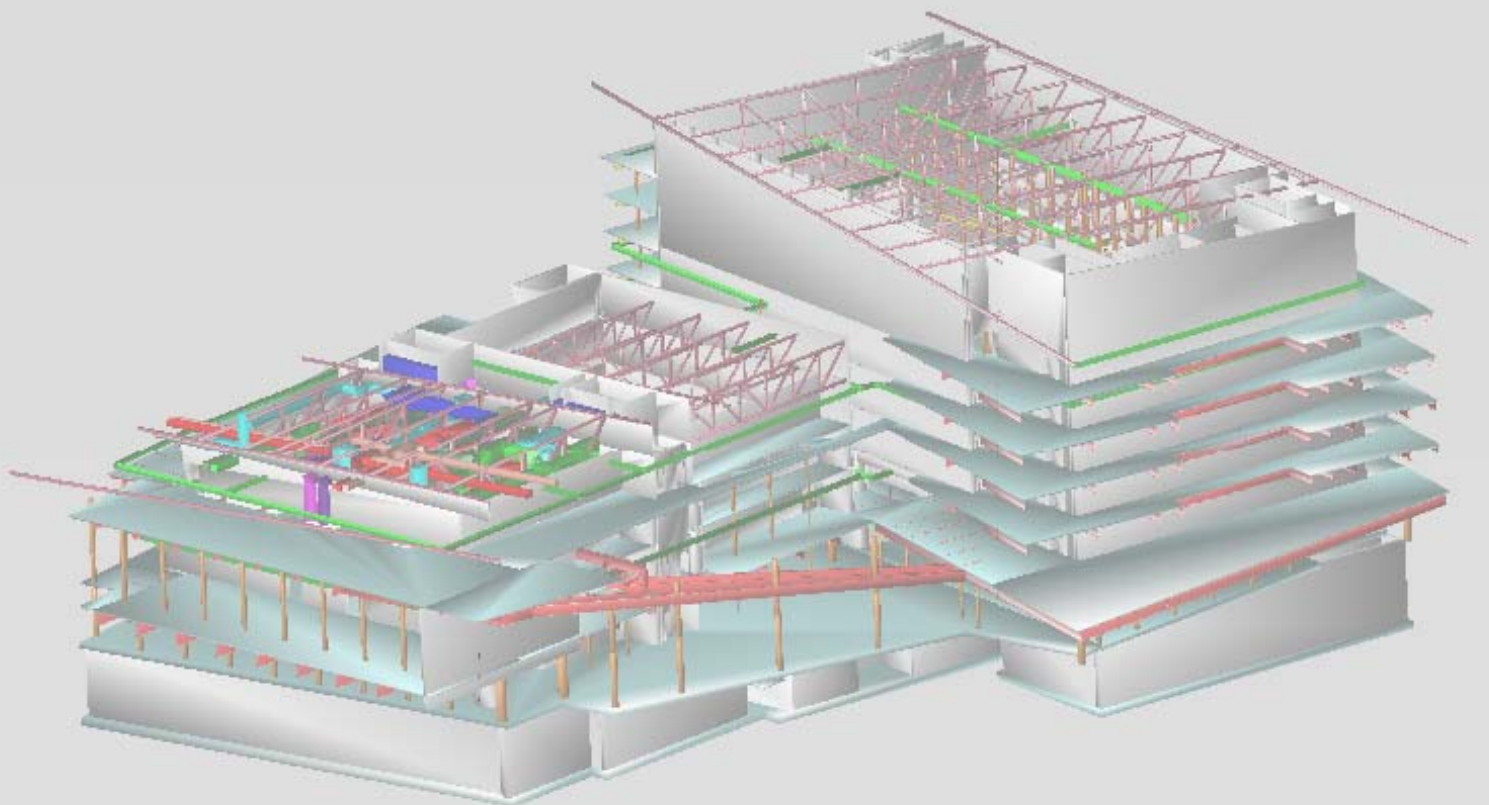


3D arbejdsmetode 2006



3D arbejdsmetode 2006 – 2006-06-30

3D arbejdsmetode 2006 er udarbejdet i Det Digitale Byggeris regi af en projektorganisation under bips. Erhvervs- og Byggestyrelsen har enhver ret – herunder ophavsretten – til publikationen.

3D arbejdsmetode 2006 forudsættes anvendt af personer, der er teknisk sagkyndige på de enkelte faglige områder, og anvendelsen fritager ikke brugerne af publikationen for deres sædvanlige ansvar. Anvendelsen sker således helt på brugerens eget ansvar på samme måde som individuelt udarbejdede løsninger.

Hverken bips eller de projektdeltagere, der har deltaget i udarbejdelse af publikationen, kan gøres ansvarlige for, hvordan publikationen anvendes i praksis.

3D arbejdsmetode indgår i en serie af publikationer, som tilsammen udgør resultatet af projektet 3D arbejdsmetode under Det Digitale Byggeri:

- 3D arbejdsmetode 2006
- 3D CAD-manual 2006
- Lag- og objektstruktur 2006
- 3D CAD-projektaftale 2006

Høring:

Hele serien af publikationer i 3D arbejdsmetode har som led i sin tilblivelse været til høring hos relevante fagfolk og er ved 2 workshops i Det Digitale Byggeris læringsnetværk forelagt for og diskuteret med de øvrige konsortier i Det Digitale Byggeri.

Projektdeltagere:

Projektdeltagerne er listet i 3D arbejdsmetode, forordet.

Forside:

Fællesmodel samlet af konstruktion og installationer, udført af Rambøll på projekt til Concert and Conference Center, Reykjavik

bips, Lautrupvang 1 B, 2750 Ballerup, Tlf. 70 23 22 37.

ISBN 87-91340-55-1



Forord

3D arbejdsmetode med tilhørende 3D CAD-manual er den første danske anvisning, der specificerer en fælles sammenhængende arbejdsmetode for alle byggeriets parter, således at 3D modeller kan skabes, udveksles og genanvendes gennem hele byggesagen.

Det Digitale Fundament

3D arbejdsmetode med tilhørende 3D CAD-manual er resultatet af projektet 3D arbejdsmetode, der indgår som et delprojekt under indsatsområdet Det Digitale Fundament i Erhvervs- og Byggestyrelsens initiativ Det Digitale Byggeri. Initiativet har til formål at fremme byggeriets digitalisering og herunder øge det digitale samarbejde mellem parterne i hele byggesektoren.

Det har været en forudsætning for udvikling af Det Digitale Fundament, at resultaterne skal pege i retning af det objektbaserede byggeri, og skal være anvendelige og implementerbare blandt byggeriets parter med den til rådighed værende software, når Det Digitale Byggeri afsluttes i juni 2006. Resultatet af 3D arbejdsmetode projektet er en anvisning samlet i 4 dokumenter:

- 3D arbejdsmetode 2006
- 3D CAD-manual 2006
- Lag- og objektstruktur 2006
- 3D CAD-projektaftale 2006

Byggeriet fremtidige udvikling

3D arbejdsmetode skal understøtte den overordnede målsætning for byggeriets fremtidige digitale udvikling:

- Understøtte de produkter og arbejdsprocesser, der i dag indgår i byggeriet, uden samtidig at vanskeliggøre eventuelle fremtidige omorganiseringer af arbejdsprocesser i branchen
- Opbygge et fælles begrebsgrundlag for byggeriets produkter og arbejdsprocesser, således at udvekslingen af digitale bygningsmodeller mellem de forskellige parter effektiviseres
- Udnytte effekten af den digitale infrastruktur under hensyntagen til, at de udvekslede informationer bliver mere struktureret datamæssigt og mere målrettet mod modtagerne

Mange af byggesektorens parter har vist sig parate til at gå i gang med 3D, og softwaren har nået et stade, hvor et objektbaseret samarbejde om en fælles Bygnings Informations Model (BIM) er rykket tættere på at kunne implementeres. Rygraden er en fælles modelbaseret arbejdsmetode, som skal sikre, at informationer genbruges og udveksles mellem parterne gennem fælles regler og standarder. Konceptet forudsætter, at softwaren er objektbaseret og at projektinformationer er bundet til objekter. Det stiller krav til byggeriets parter om at arbejde på en anden måde end tidligere, populært sagt ved at bygge modeller i stedet for at lave tegninger. Trin på softwareudviklingen frem til hvor man arbejder med en komplet BIM-model kan være:

- At man arbejder med en geometrisk 3D bygningsmodel (uden påhæftede egenskabsdata)
- At man arbejder med en objektbaseret 3D bygningsmodel (med påhæftede egenskabsdata)
- At man arbejder med BIM (at geometri, egenskabsdata og beskrivelse m.m. er integreret i en total bygningsmodel)



3D arbejdsmetode med tilhørende 3D CAD-manual foreskriver metoder, retningslinjer, og fastlægger standarder for 3D modelaktiviteter og er dermed møntet på at understøtte modelbaserede arbejdsprocesser baseret på de IT-værktøjer, der i dag er til rådighed for og anvendes i byggeriet. Forskrifterne er udformet således, at de kan anvendes uafhængigt af, hvilke ansvars- og ydelsesforhold byggesagens parter har aftalt, for derved også at kunne understøtte nye og innovative samarbejdsformer og fremtidige CAD-teknologiske muligheder. 3D arbejdsmetoden angiver, hvordan man ved brug af 3D modeller kan rationalisere og kvalificere dele af byggeprocessen.

Fremgangsmåde

Det har været vigtigt for 3D arbejdsmetode projektet, at 3D arbejdsmetode med tilhørende 3D CAD-manual får bred opbakning i den danske byggebranche, og at manualen matcher de forhold, branchens parter arbejder under i dag.

Derfor har der deltaget ca. 35 firmaer fra branchens forskellige parter, arkitekter, konstruktions- og installationsingeniører, entreprenører, byggevareleverandører, offentlige myndigheder og bygherrer. Endvidere har en række CAD-tekniske eksperter samt en række CAD-softwareforhandlere været involveret. Mere end 50 af branchens mest kompetente folk har bidraget til projektets resultater.

Den udviklede 3D arbejdsmetode bygger på følgende 3 undersøgelser:

- En større empirisk analyse af parternes behov for udveksling af 3D modeldata i henhold til den velkendte fasemodel, der er beskrevet i Ydelsesbeskrivelser Byggeri og Planlægning ARK/PAR og FRI, 2002.
- En praktisk undersøgelse af CAD-systemernes evne til at udveksle 3D modeldata, herunder både geometri og objektgenskaber.
- Interview af CAD-softwareforhandlere om deres syn på de fremtidige 3D arbejdsmetoder i relation til deres egne CAD-softwareprodukter.

Endelig har 3D arbejdsmetode projektet også tilstræbt at koordinere denne 3D CAD-manuals indhold med de øvrige projekter, Dansk Bygge Klassifikation, Logistik og Proces der indgår i Det Digitale Fundament og i Det Digitale Byggeri i øvrigt, især projektet bygherrekravet 3D modeller.

At gå fra 2D dokumentbaseret projektering til 3D objektbaseret modellering, er en proces, der vil strække sig over en årrække. 3D arbejdsmetoden vil styrke denne implementering.

Jeg vil opfordre alle, virksomheder som medarbejdere, for hvem det er relevant, til at tilegne sig den beskrevne teknologi. 3D arbejdsmetode er en mulighed for at tilføre byggeprocessen ny værdi, en anledning til bedre kommunikation mellem parterne og et middel til bedre og mere fejlfrit byggeri.

På vegne af projektet vil jeg takke alle, der har bidraget til resultatet – se listen næste side - og ikke mindst projektets styregruppe samt bips sekretariatet for deres store indsats.

Projektleder for 3D arbejdsmetode
Kim Jacobsen, Rambøll
Juni 2006

**Projektdeltagere i 3D arbejdsmetode:**

Kim Jacobsen, Rambøll, formand for bips IT/CAD udvalg, projektleder
Anja Rolvung, KHR Arkitekter, formand for metodegruppen
Flemming Vestergaard, BYG.DTU og Gert Rønnow, bips, faglige projektsekretærer

Metodegruppe, arkitekt

Jens Kirk, KHR Arkitekter, formand for arkitektgruppen
Claus Johannesen, PLH arkitekter Jesper K. Larsen; Dissing & Weitling
Nina Budde Hansen, Holm & Grut Ark. Peter Hyttel Sørensen, C. F. Møller
Per Jyllnor, j-y-r-o arkitekter

Metodegruppe, konstruktion

Margit Å Christensen, Birch & Krogboe, formand for konstruktionsgruppen
Robert Schlemmer, Bascon Ronnie Dam, Rambøll
Bent Hansen, NNE Thanh Quoc Nguyen, COWI

Metodegruppe, installation

Geert Stryg, Rambøll, formand for installationsgruppen
Leif Malmquist, NNE Per Monby, Birch & Krogboe
Peter Foldbjerg, Rambøll Anders Friis-Wandall Nielsen, Carl Bro

Metodegruppe, entreprenør

Villads Engstrøm, O. V. Engstrøm, formand for entreprenørgruppen
Jette Holm, MT Højgaard Steen Majdal Jeppesen, Skanska
Søren Spile, Bygteqit

Metodegruppe, bygherre

Jørgen S. Nielsen, BaneDanmark, formand for bygherregruppen
Martin Knudsen, Danfoss Hanne Kjær, Aalborg Sygehus
Bjarne Nielsen, Århus Amt Jørn Madsen, Kuben

Metodegruppe, myndighed

Niels P. Jensen, Københavns Kommune, formand for myndighedsgruppen
Anette Persson, KVL Hans Chr. Weidemann, Køben. kommune
Claus Schmidt, Københavns kommune Christina Daél, Københavns kommune

Metodegruppe, byggevareproducent

Kristian Knudsen, Tinglev Elementfabrik, formand for byggevaregruppen
Vagn Andersen, Taasinge Træ Villy Petersen, E. J. Badekabiner

Teknikgruppen

Jørgen Emborg, COWI, formand for teknikgruppen
Stig Brinck, NIRAS Jan Karlshøj, Rambøll
Kjeld Svidt, Aalborg Universitet Anne Morell, KHR Arkitekter
Michael Blom Søfeldt, Birch & Krogboe Jan Grenow, NNE
Anders Tolstrup, Carl Bro / Rambøll Thomas Lundsgaard, Rambøll
Ole Jensen, KHR arkitekter
Erik Falck Jørgensen, Ardeco, har været tværgående konsulent.





Forord	1
1 Indledning	7
1.1. Hvorfor skal vi arbejde med bygningsmodeller?	7
1.2. Formål	8
1.3. Struktur og indhold	8
1.3.1. 3D arbejdsmetode 2006.....	8
1.3.2. 3D CAD-manual 2006.....	9
1.3.3. Lag- og objektstruktur 2006	9
1.3.4. 3D CAD-projektaftale 2006	9
1.4. Begreber.....	10
2 Modelkonceptet	11
2.1. Baggrund og forudsætninger	11
2.1.1. 3D CAD	11
2.1.2. 3D objektbaseret CAD	12
2.1.4. Building Information Modeling.....	12
2.2. Modelkoncept og modellering	14
2.2.1. Funktionskrav til modelkonceptet.....	15
2.2.2. Modelkonceptet.....	16
2.2.3. Modellering.....	17
2.2.4. Typer af bygningsmodeller.....	17
2.2.5. Fagmodeller	18
2.3. Brug af fagmodellen	20
2.3.1. Fællesmodel.....	20
2.3.2. Tegningsproduktion	21
2.3.3. Simulering	22
2.3.4. Konsistenskontrol.....	23
2.3.5. Visualisering.....	23
2.3.6. Dataudtræk	24
2.4. Udveksling.....	25
3 Informationsniveauer	27
3.1. Fagmodellernes informationsniveauer	27
3.2. Informationsniveaernes anvendelse ved projektplanlægning	28
3.3. Beskrivelse af informationsniveauerne	29
3.3.1. Informationsniveau 0.....	30
3.1.2 Informationsniveau 1	31
3.3.3. Informationsniveau 2.....	33
3.3.4. Informationsniveau 3.....	35
3.3.5. Informationsniveau 4.....	36
3.3.6. Informationsniveau 5.....	37
3.3.7. Informationsniveau 6.....	39
4 Eksempel på projektforsløb med 3D arbejdsmetode	41
4.1. Forklaring til procesbeskrivelserne.....	41
4.2. Arkitektprojekteringen med 3D arbejdsmetode.....	43
4.3. Konstruktionsprojektering med 3D arbejdsmetode	46
4.4. Installationsprojektering med 3D arbejdsmetode.....	49
4.5. Udførelse med 3D arbejdsmetode	52



4.6. Byggevareleverance med 3D arbejdsmetode.....	54
4.7. Projektkoordinering via fællesmodellen	56
4.8. Myndighedsbehandling med 3D arbejdsmetode.....	58
4.9. Bygherrens aktiviteter med 3D arbejdsmetode.....	61
5 Ordliste.....	64



1 Indledning

1.1. Hvorfor skal vi arbejde med bygningsmodeller?

I metodegrupperne i 3D arbejdsmetode har det været diskuteret, om der er fordele - og i så fald hvilke - ved at arbejde med modeller i 3D. Det har været diskuteret, om alle eller kun nogle af parterne vil opnå fordele. Konklusionen blev, at alle ville opnå forskellige grader af fordele, men de kommer ikke af sig selv. De skal opsøges aktivt, og både standarder, struktureret arbejdsmetode, disciplin, kompetente brugere og IT-værktøjer med høj funktionalitet er nødvendige forudsætninger.

Herunder er der listet 3 generelle fordele alle samt 3 for hver part. Flere blev anført, men de listede er de, som metodegrupperne subjektivt udpegede som de vigtigste, de som gør parterne mere konkurrencedygtige.

Generelle fordele for alle

- 3D modeller og visualisering bidrager til lettere kommunikation mellem alle parter
- 3D muliggør bedre koordinering på tværs af alle discipliner
- Med brug af fagmodeller er projektrettelser mindre tidskrævende og nemmere at kvalitets-sikre tværfagligt
- tegningsproduktionen kan reduceres, da modellerne overtager en del af kommunikationen primært under forslag og projekteringsfasen
- 3D giver mulighed for mere komplekse løsninger – visuelt formidlet og med forsat optimal udnyttelse af standard komponenter

Arkitekt

- Med modeller kan arkitekten dyrke flere løsningsmuligheder hurtigere,
- Med modeller kan arkitekten drage fordele af andres fagmodeller (ingen redundans)
- Med 3D visualisering præsenterer projekterne sig bedre overfor bygherren

Konstruktion

- Bedre koordinering af føringsveje og gennemføringer, herunder huller i bærende konstruktioner
- Visualisering af komplekse områder eller detaljer bidrager til lettere kommunikation mellem parterne
- Mulighed for statisk, dynamisk samt brandteknisk simulering og dimensionering

Installation

- Bedre mulighed for at sikre konsistens i alle installationssystemer
- Bedre mulighed for at anskueliggøre rør og føringsveje for sig selv og for øvrige parter
- Mulighed for simulering og dimensionering af lys, lyd, indeklimate mv.

Projektledelse

- Bedre overblik over sammenhængen mellem de forskellige fag
- Mulighed for at opdage kollisioner, mens det er billigst at afhjælpe dem
- Mere effektiv kvalitetssikring på alle niveauer

Bygherre

- Bedre mulighed for at vurdere, om forslaget lever op til de stillede krav til funktion og rummenes indbyrdes placering
- Bedre mulighed for at vurdere hvordan det færdige byggeri vil se ud, herunder indpasning i omgivelserne
- Bedre styr på rum, arealer og komponenter til brug for drift og vedligehold

**Udførende**

- Mulighed for at kunne granske modellen giver bedre overblik for produktionsplanlægningen, håndværkere og byggeledelse over komplekse samlingsdetaljer
- Mulighed for at simulere opførelsen og bruge det i logistikplanlægningen
- Bedre styr på mængderne og deres fordeling på entrepriser

Producent / leverandør

- Modellen er en mulighed for leverandøren at byde ind i tidlige faser med konfigurerbare delsystemer (vinduer, trapper mv.)
- Modeller af delsystemer til indbygning bliver en del af markedsføringen
- Direkte overtagelse af fagmodeller fra rådgiverne til brug til som produktionsgrundlag giver mindre risiko for fejl

Bygningsmyndighed

- Dokumentation og vurdering af volumen- højde-, skygge- og indblikforhold forbedres
- 3D-brandsimulering giver mulighed for tidlig kvalitetssikring af brandstrategi
- 3D-bygningsmodel kan anvendes ved ajourføring af kommunens bymodel, som derved opnår høj aktualitet

Samfundet

- Færre fejl i byggeriet, fordi fejl opdages hurtigere og mere fintmasket
- Billigere byggeri, fordi de bydende kan beregne priser med høj sikkerhed
- Rationalisering i en ny rollefordeling mellem byggeriets forskellige parter

1.2. Formål

Formålet med 3D arbejdsmetode projektet:

- At specificere en fælles og sammenhængende arbejdsmetode for alle byggeriets parter, således at 3D modeller kan skabes, kvalitetssikres, udveksles og genanvendes gennem alle byggesagens faser
- At den angivne fælles arbejdsmetode kan understøttes af både kendte og kommende CAD-systemers tekniske formåen.
- At anviser, hvordan byggeriets parter skal håndtere og udveksle bygningsmodeller på en måde, som giver rationalitet i projektførsløbet i en byggesag.

Den fælles arbejdsmetode er udarbejdet under hensyntagen til det teknologiske stadie, som de anvendte CAD-systemer samt brugerne i sektoren befinder sig på.

1.3. Struktur og indhold

Resultatet af 3D arbejdsmetode projektet er følgende 4 dokumenter:

- 3D arbejdsmetode 2006
- 3D CAD-manual 2006
- Lag- og objektstruktur 2006
- 3D CAD-projektaftale 2006

1.3.1. 3D arbejdsmetode 2006

Dokumentet beskriver de grundlæggende principper for en fælles sammenhængende arbejdsmetode for alle parter i byggeriet. Det beskriver 3D modelkonceptet indeholdende modeltyper og informationsniveauer, som beskriver modellernes detaljering, udveksling af 3D modeller, kvalitetssikring af 3D modeldata samt eksempel på et projektførsløb med 3D modellering. 3D arbejdsmetode er en grundig lærebog om og vejledning i 3D modelkonceptet og 3D begrebsapparatet.



3D arbejdsmetoden er neutral overfor softwareprodukter og skal kunne anvendes af gængse objektbaserede CAD-systemer, som er bredt tilgængelige i byggesektorens virksomheder. Hovedsigtet er at få udviklet gode projekter - ikke at få indført avanceret teknologi. Det er op til den enkelte virksomhed at vælge den mest egnede teknologi til understøttelse af 3D arbejdsmetoden.

Målgruppe:

- Alle parter i et byggeprojekt
- Ledere med ansvar for strategisk udvikling, projektledere og projektmedarbejdere

1.3.2. 3D CAD-manual 2006

Dette dokument er den metodetekniske manual, der beskriver, hvorledes man strukturerer og opbygger sine 3D modeller, og hvorledes disse udveksles mellem parterne. Der gives retningslinier for fil- og mappestruktur, tegningsproduktion, dataudtræk, simulering, konsistenskontrol og kvalitetssikring. 3D CAD-manual 2006 er opbygget svarende til bips CAD-manual 2005. Den indeholder dels en basisdel, med konkrete anvisninger der altid er gældende, dels en vejledningsdel. Manualens anvisninger og vejledninger er - modsat CAD-manual 2005 - beskrevet uden systemhenvisninger. Den giver den enkelte virksomhed mulighed for at definere sine til-/fravalg til punkter i 3D CAD-manualen 2006 og dermed præcisere, hvorledes der arbejdes internt i virksomheden og i det givne CAD-system. Virksomhedens tillæg overskriver basisdelen, men bliver selv overskrevet af 3D CAD-projektaftalen på et givent projekt.

Målgruppe:

- Alle parter, der skaber eller anvender 3D bygningsmodeller, fx projektledere
- Alle medarbejdere, der anvender 3D CAD-systemer

1.3.3. Lag- og objektstruktur 2006

Dette dokument er en del af den tekniske manual, der specificerer navnekonventioner og indhold i lag og objekter. Lagstrukturen kan også anvendes ved traditionel 2D projektering.

Lagstrukturen skal anvendes i de CAD-systemer, der bruger lag og beskriver, hvorledes informationerne skal struktureres på lag, for at man kan producere læsbare tegninger fra modellerne. Lagstrukturen anvendes primært til tegningsproduktion, visualiseringer, og den styrer gruppering af informationer og deres grafiske udtryk ved plotning.

Objektstrukturen beskriver regler for, hvilke byggeobjekter bygningsmodellerne indeholder, hvordan de er struktureret, og hvilke egenskaber de har på et givent tidspunkt i projektforløbet. Det er de enkelte byggeobjekter og deres egenskaber, der giver modellen sit rette indhold og dermed gør det muligt at producere tegninger, at udtrække data i form af styklister og andre mængder samt at udveksle data mellem parterne.

Målgruppe:

- Alle parter, der skaber eller anvender 3D bygningsmodeller
- Alle medarbejdere, der anvender 3D CAD-systemer.

1.3.4. 3D CAD-projektaftale 2006

Det fjerde og sidste dokument indeholder et paradigme til en 3D CAD-projektaftale.

3D CAD-projektaftalen 2006 skal sikre, at parterne anvender en fælles afstemt 3D arbejdsmetode på et givent projekt. 3D CAD-projektaftalen indeholder definitioner på projektspecifikke forudsæt-



ninger såsom referencepunkter, fastlæggelse af digitale udvekslings- og afleveringsformater og beskrivelse af omfang af ydelser, der skal udføres centralt, men bruges på tværs mellem parterne.

Målgruppe:

- Alle parter, der skaber eller anvender 3D bygningsmodeller
- Den skrives af projektets CAD-koordinator i samarbejde med de enkelte parter. Den godkendes af projektledelsen. Den skal kendes og overholdes af alle, der bidrager til eller bruger bygningsmodeller på et projekt.

3D CAD-projektaftalen 2006 er et supplement til bips publikation C210, IT-projektaftale.

1.4. Begreber

Der anvendes en række nye begreber og justerede definitioner på eksisterende begreber. Det anbefales løbende at konsultere ordlisten i kapitel 5 for at understøtte forståelsen under læsningen.

2 Modelkonceptet

2.1. Baggrund og forudsætninger

Byggesektoren – både den danske og den internationale - står overfor den store udfordring at skulle implementere ny informations- og kommunikationsteknologi (IKT) i byggeprocessen. Det er ikke kun nye IT-systemer, der skal indføres. Det handler lige så meget om nye arbejdsmetoder og rollefordelinger og om at skabe bedre integration mellem parterne og om nye måder at organisere sig på, nye samarbejdsformer og dermed nye forretningsgrundlag for virksomhederne.

Indførelsen af IKT i byggesektoren har indtil nu været styret af praktiske beslutninger om IKT implementering på delområder i byggeprocessen. Digitaliseringen er dog ikke kun en suboptimering af byggeriets enkelte delprocesser. Hovedsigtet er en integration af processerne i hele byggeriets livscyklus, så man kan udnytte de enkelte parter bidrag på tværs i den samlede proces, styrke samarbejdet og informationsdelingen, genbruge data i et større omfang og dermed sikre en bedre konsistens og kvalitet af de modeller, der anvendes. Alt dette for at forbedre produktiviteten i den totale proces med højere kvalitet og lavere omkostninger på det færdige byggeri til følge.

De centrale værktøjer i denne proces er baseret på det 3D objektbaseret modelkoncept, hvor bygningsdele og rum behandles som byggeobjekter med tilknyttede egenskaber, og hvor der trækkes informationer ud fra digitale bygningsmodeller. Byggesektoren står over for et paradigmeskift forstået på den måde, at informationsudvekslingen mellem parterne hidtil primært har været dokumentbaseret. Det nye i det objektbaserede modelkoncept består i, at man arbejder med en digital bygningsmodel af projektet, som indeholder struktur og objektinformationer, og at det er via denne bygningsmodel, de væsentlige projektinformationer skabes, udveksles og anvendes.

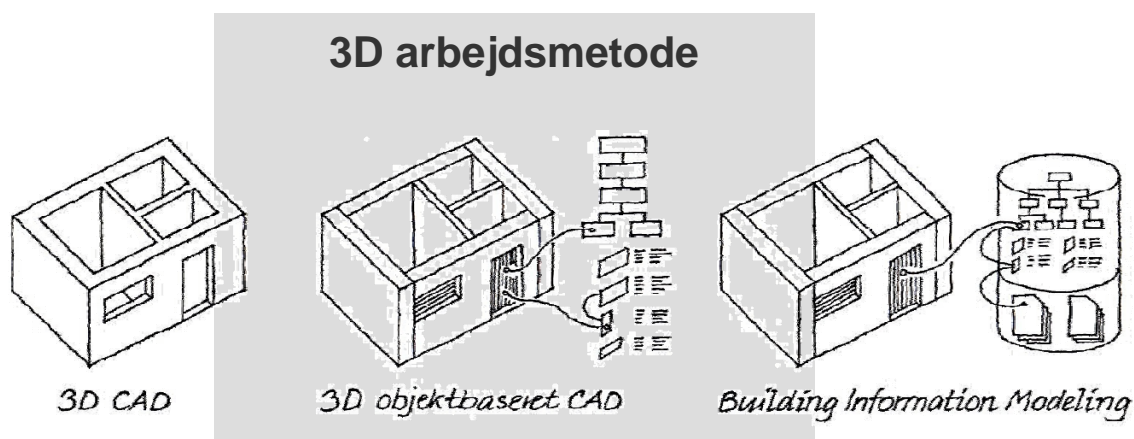


Fig. 1: Diagrammet viser væsentlige CAD-koncepter. 3D arbejdsmetode repræsenterer et modelkoncept, som primært er placeret i 3D objektbaseret CAD, men som kan anvendes ved rene geometrimodeller og som i sin struktur har udviklingsmuligheder mod et mere integreret BIM koncept.

2.1.1. 3D CAD

3D CAD anvender primært eksakte geometrielementer såsom solider, flader eller andre 3D-entiteter. Med et 3D CAD producerer man geometriske bygningsmodeller. Lag, som de kendes fra 2D CAD-produktionen, bruges som det vigtigste strukturerende element. Der er ingen attributter på de enkelte entities.

De geometriske modeller kan anvendes til at få løst geometriske problemer. Det kan være i forbin-



delse med:

- Afklaring af geometriske forhold
- Visualisering
- Leverer geometrisk grundlag for simuleringer
- Kollisionskontrol (kan kun ske med solider)
- Om en byggeteknisk løsning kan udføres i praksis
- Udtræk af information om areal/vægt/volumen, dog uden identifikation (kan kun ske med flader og solider)

Geometriske modeller er lette at udveksle på grund af det lave informationsniveau. Til gengæld giver geometriske modeller en række begrænsninger, da de typisk ikke er i stand til at:

- Håndtere forskellige repræsentationsformer, der kan være nyttige hvis de skal anvendes i forbindelse med flere målestoksforhold og afbildningsformer
- Automatisere operationer, som fx indsættelse af vinduer i vægge, hvor der automatisk skæres hul til vinduerne
- Sortere og manipulere elementerne ud fra deres parametriske egenskaber
- Opbevare egenskabsdata og kommunikere disse på tværs af programmerne

2.1.2. 3D objektbaseret CAD

3D objektbaseret CAD anvender CAD-objekter med tilknyttet geometri og egenskabsdata. Hvert CAD-objekt repræsenterer en eller flere byggeobjekter. Objekttyper og klassifikationskoder bruges som de vigtigste strukturerende elementer. Det er dog kendetegnende for de nuværende 3D objektbaserede CAD-systemer, at de geometriske egenskaber har en vigtig rolle for at understøtte tegningsproduktionen.

Objekterne i 3D objektbaseret CAD kan:

- Løse samme geometriske problemer som geometrimodellerne
- Understøtte brug af flere grafiske repræsentationsformer, som kan justeres efter målestoksforhold og afbildningsform
- Automatisere operationer, fx omkring indsættelse og flytning af vinduer i vægge
- Sortere objekterne ud fra deres egenskaber
- Danne grundlag for automatiske udtræk, herunder mængdeudtræk
- Danne grundlag for en udveksling med andre programmer, hvor det semantiske indhold bevarer

3D arbejdsmetodens modelkoncept holder sig indenfor rammerne af en 3D objektbaseret bygningsmodel med udviklingsmuligheder hen imod en BIM løsning

2.1.4. Building Information Modeling

Bygningsinformationsmodellering, også kaldet BIM, er en metode, der bygger på en bygningsmodel, der indeholder alle informationerne om bygningen. Det er ud over hvad de 3D objektbaserede modeller indeholder, informationer om fx beskrivelser, bygningsdelsbeskrivelser, økonomi og tidsplaner. De gængse CAD-systemer, der er på det danske marked i dag, er ikke BIM-systemer.

Building Information Modeling, BIM, er et modelkoncept, hvor alle parter skaber og anvender konsistente digitale informationer for en hel byggesag i hele dens livscyklus. Det drejer sig ikke kun om CAD- og objektdata, men alle informationer hørende til et projekt, dvs. tillige detaljløsninger, beskrivelser og projektdokumenter som mødereferater o.l. Softwareleverandørerne er begyndt at give deres 3D modellerings CAD-systemer etiketten "BIM", men der er i bedste fald tale om, at man tilnærmer sig den fuldt integrerede bygningsmodel. Udviklingen indenfor området foregår i et hurtigt tempo, så et funktionsdygtigt BIM koncept vil måske være indenfor rækkevidde i de kommende år.



En fuld implementering af BIM konceptet vil ændre en lang række forhold for parter og medarbejdere i byggeprocessen. Det vil ændre procesforløbet, rollefordelingen og ansvarsområder. Det vil give mulighed for et mere integreret samarbejde og ændre den konceptuelle opfattelse af, hvad et modelværktøj er. Konceptet vil stille nye krav til kompetencer hos de parter, som skal håndtere de digitaliserede processer.

Byggesektoren får brug for tid til at forberede sig på disse nye vilkår. Et fuldt implementeret koncept kan ikke implementeres fra dag til dag. Flere parter skal kommunikere, og megen udveksling skal foregå mellem forskellige programmer og formater, samtidig med at IKT modenheten er meget varierende hos virksomheder og brugere.

3D arbejdsmetode projektet under Det Digitale Byggeri er et forsøg på at specificere en fælles arbejdsmetode, der bygger på det objektbaseret modelkoncept, og som samtidig tager afsæt i den eksisterende faglige praksis, kompetenceforholdene og de teknologiske muligheder. 3D arbejdsmetoden forudsætter en stor implementeringsindsats og er samtidig opbygget så fleksibelt, at den også kan rumme en fremtid udvikling.

Der er 3 væsentlige forudsætninger for at gennemføre digitalisering af byggeriet:

- Den første er standardisering. Integration mellem parter og systemer kræver et fælles værdigrundlag, et fælles begrebsapparat og fælles definitioner for byggeriet.
- Den anden er IKT modenhet og kompetencer i virksomhederne. Den enkelte virksomhed skal gennem en IKT strategi gennemføre en opgradering af kompetencer i forhold til dens forretningsområder.
- Den tredje er teknologien. Der er allerede en lang række systemer, som er under stadig udvikling, og nye kommer stadig til. De teknologiske problemer ligger primært i grænsefladerne mellem systemerne, der totalt set forårsager mindre produktivitet end forventet grundet manglende genbrug af data.

Ad: Standardisering

Vedrørende standardisering er der i de senere år foretaget en række initiativer. Et integreret samarbejde mellem parterne i byggesektoren kræver en fælles definition af begreber og en fælles klassifikation for byggesektoren. Nationalt har bips stået for standardisering indenfor områder som tegningsstandard, beskrivelsesstandard m.m. Gennem Det Digitale Byggeri er der udviklet et fælles begrebskatalog og et nyt klassifikationssystem, Dansk Bygge Klassifikation, som vil indgå i de nye systemer, som bliver udviklet.

Internationalt har den vigtigste innovation været skabelsen af IFC specifikationen, som er udviklet af IAI med det formål at opbygge et fælles, standardiseret format, der kan bære og udveksle informationer, ikke kun geometriske, men også alfanumeriske data knyttet primært til byggeobjekter. Dette er forudsætningen for, at parter, der arbejder på forskellige platforme med forskellige programmer, kan udveksle projekinformationer direkte fra system til system.

Ad: IKT modenhet og kompetencer

IKT modenhet er ujævnt repræsenteret i byggesektoren. I et samarbejde, som baserer sig på udveksling af digitale modeller, er det vigtigt, at alle parterne i værdikæden er teknologisk modne. Når bygherrekraevne træder i kraft 1. januar 2007 vil det give incitament til at hæve IKT modenheten i mange virksomheder.



Medarbejdernes kompetencer er en vigtig del af det. Der må lægges plan for den enkelte medarbejders kompetenceopbygning. Implementeringsnetværket for Det Digitale Byggeri vil have en væsentlig rolle med tilbud om efteruddannelse og andre læringsaktiviteter. Det er samtidigt vigtigt, at grunduddannelserne ruster de studerende til en fremtid i en integreret, digitaliseret byggesektor.

Ad: Teknologien

Det teknologiske område er i en rivende udvikling. Første generation af CAD-systemer, som var rene 2D geometri- og tegnesystemer, er afløst af 3D CAD-systemer, der foruden at håndtere 3D geometri knytter projektdata til byggeobjekter. Både 2D og 3D systemer er repræsenteret i den danske byggesektor. For at kunne arbejde med 3D arbejdsmetoden, eksempelvis for at opfylde DDB's bygherrekrav, må man arbejde med objektbaserede CAD-systemer, dvs. som kan repræsentere byggeobjekter i 3D. Værktøjerne kan enten basere sig på en filstruktur med eksterne referencer eller på en fælles databasestruktur.

Foruden CAD-systemerne er der en lang række specialiserede programmer, som kan medvirke til at udføre en række delprocesser i den samlede byggeproces. Det er programtyper fra simpel tekstbehandling til avancerede beregninger. Et voksende antal af disse kan håndtere byggeobjekter og 3D modelinformation, og således tilfredsstille de første forudsætninger for udveksling og genbrug af data mellem platformene. Den afgørende forudsætning er, at modelinformationerne findes i et format, så de kan udveksles. Man kan udveksle bilateralt fra program til program, eller man kan på et projekt vælge at arbejde med et fællesformat til udveksling multilateralt. Det internationalt udviklede IFC format er det bedste bud på et format, som kan udveksle objektinformationer. Det har en anerkendt specifikation og er udbredt til mange af de gængs anvendte systemer.

Forudsætninger for modelkonceptet

Det modelkoncept, der er udviklet som grundlag for 3D arbejdsmetode 2006, har taget sit afsæt i 3D projektets overordnede mål om at skabe en arbejdsmetode, som udstikker fælles, standardiserede regler for at arbejde 3D objektbaseret. Modelkonceptet er betinget af de barrierer og begrænsninger, der ligger i teknologiens modenhedsniveau i dag og IKT modenhed og kompetencer i den faglige praksis. Modelkonceptet skal samtidig tilgodese en klar ansvarsfordeling og klare aftaleforhold mellem parterne i et byggeprojekt.

3D arbejdsmetode skal kunne implementeres med den software, der er til rådighed.

Det er vigtigt, at modelkonceptet både afspejler en faglig og teknologisk realisme, og samtidig peger frem mod de fremtidige mål, der er bred enighed om i byggesektoren. 3D arbejdsmetoden vil således ændres over tid mod en højere grad af integration i takt med, at IKT-værktøjerne og en større del af byggesektorens praksis modnes hen imod en 3D objektbaseret arbejdsmetode.

Branchen skal imidlertid se i øjnene, at en fælles arbejdsmetode kun løser nogle af problemerne i samarbejdet i en byggesag. For at opnå fuld effekt skal 3D arbejdsmetoden suppleres med tilpasninger på det organisatoriske og ledelsesmæssige niveau.

2.2. Modelkoncept og modellering

(se strukturkrav i 3D CAD-manual 2006 kap. 3)

2.2.1. Funktionskrav til modelkonceptet

Modelkonceptet skal understøtte objektbaseret arbejde. Man skal kunne arbejde med bygningsmodeller med tilhørende data. Man skal kunne binde egenskabsdata til byggeobjekter i bygningsmodellerne, så bygningsmodellerne kan anvendes i byggesagens delprocesser til produktion af tegninger, styklister, rumskemaer osv. Samtidig skal 3D arbejdsmetode kunne skabe større sikkerhed omkring modelkonsistens for at minimere omkostninger og konflikter før, under og efter udførelsen.

Der skal dog gøres opmærksom på, at ikke alle byggesagens data i nærmeste fremtid vil kunne rummes i en fagsmodel. Der vil være en række tegninger, beskrivelser, mødereferater mv., som af tekniske og praktiske grunde ikke vil kunne rummes i fagsmodellen.

En bygningsmodel skal kunne bruges til at administrere en række aktiviteter i byggeprocessen, den skal understøtte kontrol af konsistens og redundans i bygningsmodellen, den skal fremme genbrug og deling af modeldata, til at sikre pålidelig udveksling af modeldata, til at sikre troværdig visualisering af projektet mv. Et projektføreløb vil dog stadig indeholde processer, der er løsrevet fra bygningsmodellen, eller som kun delvis støttes af denne. Det gælder fx ved generering af en del af projektspecifikationerne i form af beskrivelser.

Den samlede modelleringsproces fra programmering til drift og vedligehold skal kunne omfatte følgende hovedaktiviteter: Modellering, tegningsproduktion, simulering, konsistenskontrol, dataudtræk, udveksling, visualisering, og skal koordinere og styres gennem projektledelse.

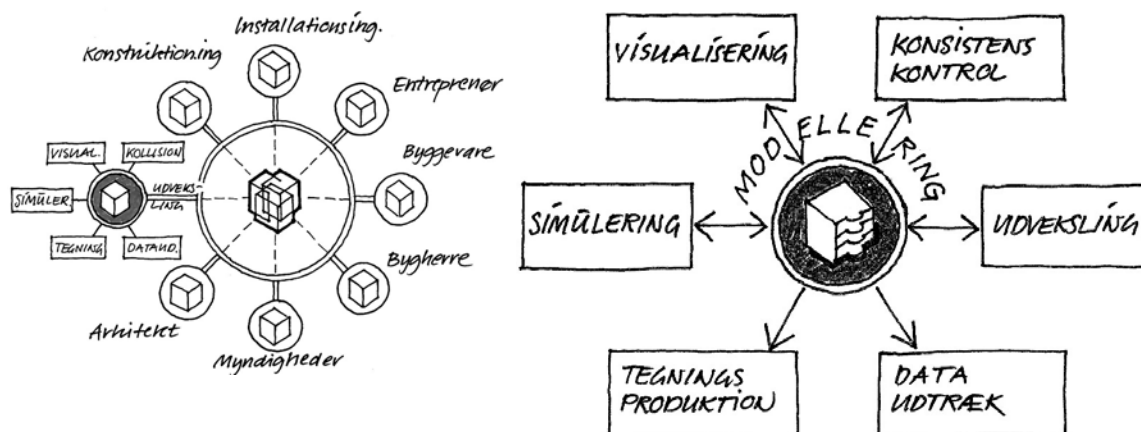


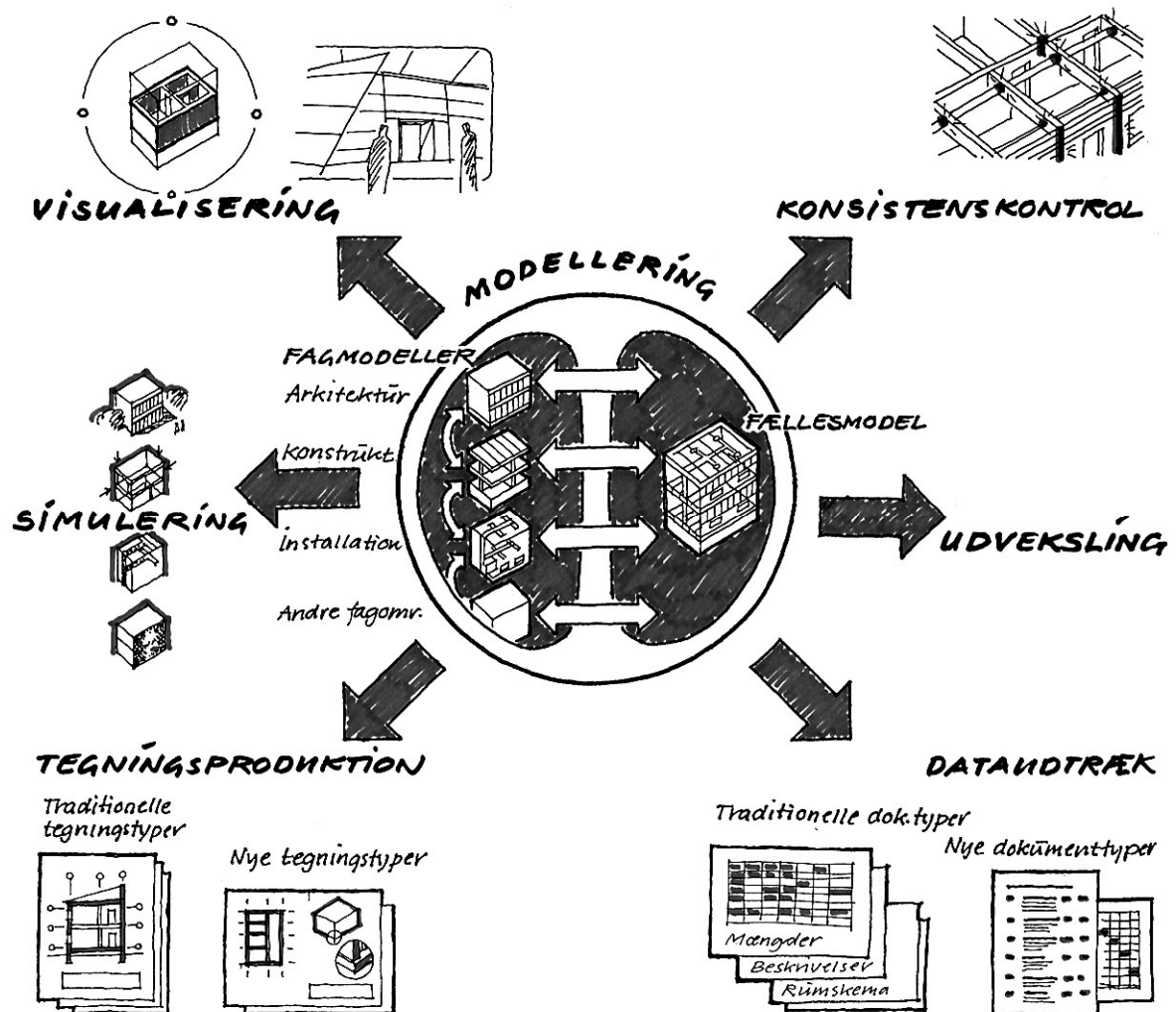
Fig. 2: Diagrammet viser byggeprocessens hovedaktiviteter i forbindelse med et bygningsmodel koncept. 3D arbejdsmetodens funktion er at koordinere modelarbejdet og de tilknyttede hovedaktiviteter for et projekt.

2. Modelkonceptet

2.2.2. Modelkonceptet

Den følgende beskrivelse af modelkonceptet anskueliggør parternes processer og deres relationer i et typisk snit i et projektførløb. Betragter man overordnet hele byggeriets livscyklus, vil man se en i omfang og indhold varierende aktivitet hos de enkelte parter, ligesom man vil se forskellige måder at interagere med fagmodellerne på. Nogle parter, som eksempelvis arkitekten, danner fagmodeller fra grunden, andre supplerer i forhold til andres fagmodeller, og andre igen henter modeldata gennem eksempelvis dataudtræk. Det, der binder processerne sammen, er interaktionen og den fælles struktur for fagmodellen.

I det følgende vil hovedaktiviteterne i relation til modelleringen blive gennemgået mere detaljeret.



Figur 3: Modelkonceptet for en 3D objektbaseret model.

Diagrammet viser det generelle modelkoncept i et typisk snit i projekteringsforløbet. Hovedaktiviteterne vil have et forskelligt omfang i forhold til på hvilket tidspunkt, man lægger snittet og i forhold til hvilken faggruppe, der er i spil.

De enkelte parter opbygger fagmodeller indenfor deres faglige kompetencer. Disse koordineres indbyrdes og op mod en fællesmodel. Modelkonsistenskontrol og simuleringer kan foregå via de enkelte parters fagmodeller, men kan også foregå via fællesmodellen. Der kan genereres nye, mere modelorienterede tegnings- og dokumenttyper og udtrækkes styklister fra fagmodeller.



2.2.3. Modellering

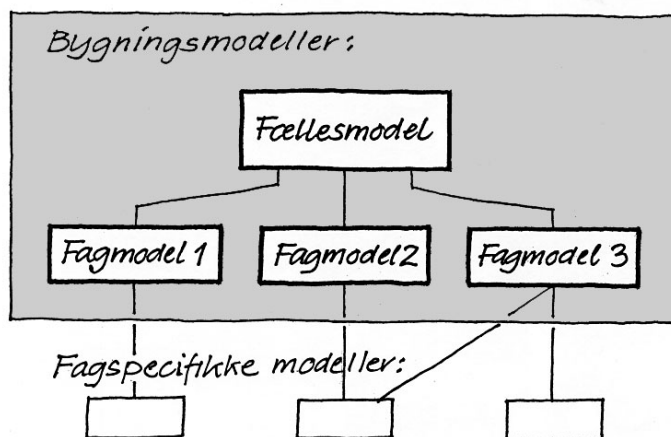
De enkelte parter modellerer deres del af byggeprojektet op med de CAD-systemer og specialiserede applikationer, de bruger og/eller valgt efter aftale med samarbejdspartnerne gennem 3D CAD-projektaftalen. Kravet til CAD-systemerne er, at de er objektbaserede, og at objekter kan repræsenteres i 3D.

Parternes fagmodeller gennemløber en successiv konkretisering gennem projektførløbet i takt med, at projektinformationerne lægges fast. Omfanget af objekttyper og objekttegenskaber er afhængigt af det niveau, fagmodellen beskriver på et givent tidspunkt i projektførløbet og udtrykker dermed et informationsniveau, der er voksende gennem projektførløbet. Antallet af informationsniveauer kan variere fra projekt til projekt afhængigt af licitationsform, projektorganisation o.l. Antallet af milepæle i projektet, deres indhold og dermed fagmodellens informationsniveauer aftales af parterne ved indgåelse af 3D CAD-projektaftalen.

Den enkelte part arbejder med en standardiseret modelstruktur, objektstruktur og lagstruktur for at sikre, at der kan udveksles modelinformationer og foretages de dataudtræk, som forventes i forhold til generelle ydelsesbeskrivelser, eller som aftales i 3D CAD-projektaftalen.

2.2.4. Typer af bygningsmodeller

En bygningsmodel er det overordnede begreb for de modeller, der indeholder de af projektets byggeobjekter, der kan repræsenteres i modelform. Bygningsmodellernes detaljeringniveau opbygges successivt gennem en konkretisering af data gennem hele byggeprocessen. Bygningsmodellerne er karakteriseret ved at have en fælles standardiseret struktur, beskrevet i 3D CAD-manual 2006.



Figur 4: Bygningsmodellen er fællesbetegnelsen for alle modeller, der repræsenterer et bygningsmæssigt indhold. Fagmodellen er forankret hos den enkelte part, fællesmodellen er en forening af fagmodeller. Hertil kommer andre, mere fagspecifikke modeller til simulering, beregning, visualisering mv.

3D arbejdsmetode konceptet opererer med to primære bygningsmodeltyper:

Fagmodellen – mere udførligt beskrevet i afsnit 2.2.5 er en bygningsmodel, som udarbejdes af og indeholder projektinformationer knyttet til et specifikt, fagligt domæne som arkitektur, konstruktion eller installation. Eftersom fagmodellerne skal kunne udveksles og deles mellem projektets parter, skal de overholde en række strukturkrav, som beskrevet i 3D CAD-manual 2006.

Fællesmodellen – mere udførligt beskrevet i afsnit 2.3.1 er den bygningsmodel, der samler projektinformationer fra flere eller alle fagmodeller. Fællesmodellen er et vigtigt koordinationsværktøj på projektet.



Fagspecifikke modeltyper. Denne gruppe betegner en række forskellige modeltyper, der er målrettede mod bestemte delfunktioner hos bestemte parter. De har ofte kun det indhold, som er tilstrækkeligt til at kunne udføre en bestemt funktion og anvender ofte et programspecifikt format. De fagspecifikke modeller kan i nogle tilfælde genereres helt eller delvist fra fagmodeller via et internt eller et fælles format, i andre tilfælde må de opbygges fra grunden.

Ansvar for disse modeltyper ligger alene hos den part, der anvender dem indenfor sit arbejdsfelt, og de er ikke underkastet de fælles retningslinier i 3D CAD-manual 2006, eftersom de ikke udveksles. Af fagspecifikke modeltyper kan nævnes:

- Visualiseringsmodeller, som kan repræsentere detaljerede egenskaber i et byggeri såsom form, materiale, lys, og som evt. kan simulere interaktion og bevægelse
- Simuleringsmodeller, der anvendes til at simulere og verificere egenskaber ved et planlagt bygværk inden for områder som bygningsfysik, energi, processer osv. Under simuleringsmodeller er modeller, der anvendes til beregning af statik, varme, akustik og luftstrømme.
- Driftsmodeller, der ligger i en Facilities Management applikation, som anvendes af byg/driftsherren eller en rådgiver i driftsfasen

2.2.5. Fagmodeller

I betegnelsen fagmodeller ligger, at der opbygges modeller indenfor de enkelte fags område, men med en fælles projektstruktur og fælles regler for modelopbygning og objekthåndtering. Det sikrer dels, at de enkelte parter har et veldefineret fagligt ansvarsområde med veldefinerede grænseflader, dels at parterne kan udvikle og udveksle projektdata gennem byggeprocessen og dermed opnå det størst mulige genbrug af data samt sikkerhed ved udveksling.

Modelkonceptet vil således ikke kun afspejle den traditionelle rollefordeling og de traditionelle faglige opdelinger, som er indarbejdet i byggesektoren i dag, men vil også kunne tilpasse sig nye faglige opdelinger, som vil opstå.

Fagmodellen følger den enkelte part hen gennem projektførelsen til det tidspunkt, hvor den afleveres, eller hvor ansvaret overgår til en anden part ved overdragelse af fagmodellen eller dele af den.

Parterne vælger hver især, hvilken software, der anvendes til en given opgave ud fra de krav, der stilles i 3D CAD-projektaftalen og ud fra de kompetencer, brugerne er i besiddelse af.

Mastermodel er en særlig måde at bruge fagmodellen på i opgavens indledende faser. I stedet for, at flere fag bygger hver deres tidlige fagmodel, får ét af fagene til opgave at indbygge de øvrige fags geometriske krav i sin fagmodel. Det vil typisk, men ikke nødvendigvis være arkitekten, som får ansvar for mastermodellen ved at indarbejde dimension på konstruktioner og kanaler i fornødent omfang baseret på udsagn fra sagkyndige. Mastermodellen har til formål at skabe konsistens mellem fagene uden et omfattende flow af modeller mellem parterne i projektets indledende faser. På et tidspunkt i forløbet afløses mastermodellen af de enkelte fags fagmodeller.

Informationsniveauer. 3D arbejdsmetoden er opbygget efter et princip om en voksende konkretisering. Hver part vil lægge informationer ind i fagmodellen på et højere og højere niveau successivt gennem forløbet og således arbejde med stigende informationsniveauer indenfor sit fagområde. Man starter med konceptuelle fagmodeller (informationsniveau med lavest detaljering), senere en struktureret fagmodel med de byggeobjekttyper, der er aktuelle på specifikke tidspunkter i projektførelsen (de efterfølgende informationsniveauer). De modellerede byggeobjekter raffineres geometrisk og funktionelt og får tilført en række objektgenskaber, der specificeres yderligere hen gennem processen. Ved udførelsen af bygværket bliver de funktionsbestemte egenskaber erstattet af



konkrete byggevarer, der således forbinder byggeobjekterne med konkrete egenskabsdata, der senere kan anvendes ved drift og vedligehold.

Ved overgang fra en aftalt fase til den næste bliver fagmodellen låst med en status svarende til det aktuelle informationsniveau. Dette informationsniveau er udgangspunkt for modelleringen i næste fase. I 3D arbejdsmetode opereres der med 7 informationsniveauer. Metoden kan umiddelbart tilpasses en traditionel faseopdeling af byggeriet, men afskærer ikke fra muligheden af, at man på et konkret projekt arbejder med en anden tids- og indholdsmæssig opdeling af processer og ansvar. Man kan arbejde med flere eller færre informationsniveauer og med forskellige konstellationer af informationsniveauer mellem fagmodellerne. Informationsniveauerne er mere udførligt beskrevet i kapitel 3.

Byggeobjekttyper og –egenskaber. Fagmodellen opbygges af byggeobjekter (rum og bygningsdele), som via entydig navngivning indlægges i modellen som objektforekomster. Objektforekomsterne arver karakteristika fra objekttypen. Derudover vil der gennem hele byggeprocessen blive tildelt byggeobjekterne nye samt mere præcise egenskaber svarende til det informationsniveau, fagmodellen befinder sig på. Dette er beskrevet i Lag- og objektstruktur 2006. Hver fagmodel indeholder de objekttyper, som det pågældende fagområde har ansvar for. Tildeling af objekttegenskaber foregår enten i CAD-systemets interne datastruktur i et systemspecifikt format eller via en ekstern database, koblet til CAD-systemet.

For en uddybende beskrivelse af omfanget og indholdet af objekter og objekttegenskaber i relation til informationsniveauer henvises til kapitel 3 samt til Lag- og objektstruktur 2006.

Strukturering af fagmodellerne. Fagmodellen kan være indeholdt i en database, i en enkelt fil eller være opdelt i flere filer, der er koordineret i en referencefilstruktur. En opdeling på flere filer kan foretages ved sektionering på byggeafsnit, som aftales mellem parterne, og/eller på etager, som er indarbejdet i de fleste CAD-systemer. En sektionering skal være aftalt efter det indledende skitseforslag. Fx vil nogle bygværker være mest etageorienterede, og det vil være naturligt at opdele ydervæggen etagevis. I andre tilfælde vil ydervæggen fungere som en enhed, en skal og dermed tale for lodret sektionering. Ved beslutning om sektionering skal det overvejes, hvor velegnet opdelingen er i forhold til anden anvendelse, fx simulering.

Modelsamarbejdet mellem parterne kan foregå ved anvendelse af referencefilteknik, som det allerede er kendt ved arbejdet med 2D modelfiler. Det er en sikker metode, hvor ansvaret for fagmodellerne er tilknyttet de konkrete fagmodeller. En nærmere anvisning af regler og fælles struktur for fagmodellen findes i 3D CAD-manual 2006.

Ansvar for fagmodel. De enkelte parter er ansvarlige for de fagmodeller, de hver især bygger op. Fagmodellerne skal være struktureret og specificeret på et informationsniveau, der sikrer, at man kan producere det tegningsmateriale og foretage de dataudtræk mv., der er forventelige svarende til den givne milepæl i projektførelsen, i forhold til ydelsesbeskrivelserne eller som aftales specielt gennem 3D CAD-projektaftalen. Der kan for visse byggeobjekttyper være et delt ansvar, eksempelvis ved objekttypen ydervæg, hvor den bærende indermur ansvarsomt er placeret hos konstruktionsingeniøren og ydermuren hos arkitekten. Hvis et sådan problem ikke kan løses teknisk i CAD-systemet, må det løses gennem aftaler mellem parterne om en entydig ansvarsplacering, evt. indenfor bestemte perioder. Ansvaret for fagmodellerne defineres således:

- Den part, der udarbejder en fagmodel, har ansvaret for såvel informationsindhold som struktur.
- Den part, der har ansvaret for fagmodellen, har også ansvar for udtræk af informationer (tegninger, mængder mv.) fra fagmodellen.



- Den part, der bruger en anden parts fagmodel som reference, har ikke ansvar for indholdet, men ansvaret for korrekt sammensætning.
- Den part, der får overdraget en anden parts fagmodel, får samtidigt overdraget ansvaret for denne fagmodels indhold og struktur.

2.3. Brug af fagmodellen

(se strukturkrav hertil i 3D CAD-manual 2006 kap. 4)

2.3.1. Fællesmodel

For at sikre modelkoordination og datadeling, etableres en fælles model for hele projektet i det omfang, det er teknisk muligt og ønskeligt indenfor de økonomiske, kompetencemæssige og teknologiske rammer. Omfanget af og ansvaret for en fællesmodel aftales indledningsvis mellem parterne i 3D CAD-projektaftalen.

Dette gøres ved, sideløbende med opbygningen af de enkelte parters fagmodeller, at samle en fællesmodel og anvende den til de oplagte funktioner, fx kollisionskontrol mellem flere fagmodeller, fælles dataudtræk, visualisering af hele bygningen osv. Fællesmodellen er det første skridt mod en integreret bygningsmodel i en samlet modelserverløsning.

Det er de konkrete parters egen beslutning i samråd med bygherren, om de på et projekt vil opbygge en fællesmodel, hvilket indhold og omfang den skal have, og i hvilket format modellen skal opbygges. Modellen skal opfylde de retningslinier, der er beskrevet i 3D CAD-manual 2006.

Fællesmodellens anvendelse. Fællesmodellen har to hovedfunktioner:

- For det første skal den minimere konflikter og sikre konsistens mellem de enkelte parters fagmodeller. Fællesmodellen er et værktøj til at sikre kvaliteten af projektmateriale samlet og gennem koordination hos den enkelte part.
- For det andet er fællesmodellen et kommunikationsværktøj til at formidle det samlede byggeprojekts opbygning og stade til projektets parter og andre, der ikke direkte er inddraget i modelaktiviteterne: bygherren, de kommende brugere, myndigheder o. lign.

Fællesmodellen vil i takt med den stigende standardisering, implementering af et fællesformat og den almindelige applikationsudvikling, vokse i omfang, således at fællesmodellen vil blive mere komplet. Eksempelvis kan der allerede nu foretages en total modelkonsistenskontrol på geometrien i specialiseret software via IFC. På længere sigt vil det også kunne foretages på objekter, når IFC er mere solidt implementeret i de anvendte CAD-systemer.

Fællesmodellens tilgængelighed. Da de væsentlige funktioner ved fællesmodellen er kommunikation og koordinering, skal den placeres let tilgængeligt på projektet. Den kan ligge på en server hos en af parterne, den kan ligge på en fælles projektweb, eller man kan opbygge en modelserverløsning til projektet. Til fællesmodellen skal der kunne tilknyttes et viewerprogram, så man kan analysere fællesmodellens form og struktur og foretage visuel kontrol af konflikter imellem fællesmodellens bestanddele.

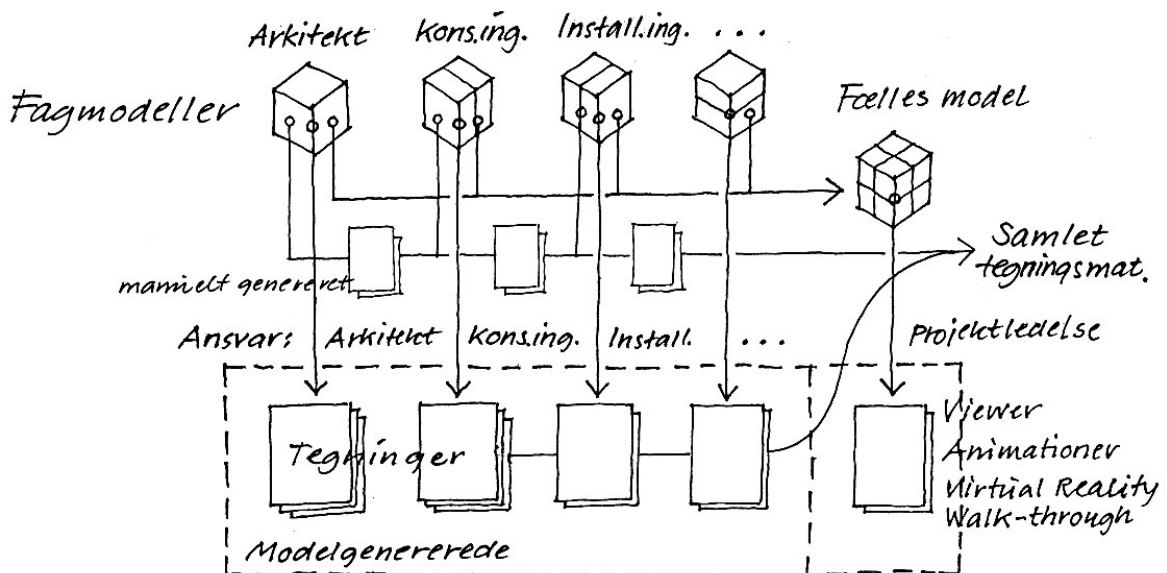
Fællesmodellens indhold. Fællesmodellen kan eksistere gennem samtlige faser af byggeriet og er en foreningsmængde af fagmodeller, der genereres i projektforløbet, og som refereres ind i en samlet model. Fællesmodellen kan have et ujævnt repræsenteret konkretiseringsniveau, da den er samlet af de bidragende fagmodeller fra de specialiserede parter på et givet tidspunkt i processen. Disse vil ikke være på samme informationsniveau. Eksempelvis vil konstruktionsingeniørens fagmodel for råhuset ofte være på et højere informationsniveau end installationsingeniørens fagmodel.

Fællesmodellen skal som minimum indeholde geometri og lokalisering af byggeobjekter.

Fællesmodellens format. Man kan vælge at lægge fællesmodellen i et for projektet dominerende proprietært format eller i et neutralt fællesformat som IFC, med de eventuelle begrænsninger, der ligger i indgående systemers kompatibilitet med IFC formatet.

Ansvar for fællesmodellen. Ansvar for opbygningen af fællesmodellen ligger hos projektledelsen, hvis ikke andet aftales. Det kan evt. uddelegeres til en af parterne ifølge 3D CAD-projektaftalen. I det omfang fællesmodellen anvendes til analyser og dataudtræk, der indgår i projektets samlede dokumentation, placeres ansvaret entydigt hos den part, som udfører dem. Ansvar for indholdet og vedligeholdelsen af de enkelte fagmodeller, der indgår i fællesmodellen, ligger hos den part, der ejer fagmodellen.

2.3.2. Tegningsproduktion



Figur 5: Tegningerne genereres fra parternes fagmodeller. Pilene mellem fagmodellerne markerer referencer mellem modellerne. Et projektmateriales tegninger i en given fase er således summen af tegninger genereret fra de enkelte parter. For at etablere et komplet tegningsmateriale er det i dag nødvendigt at supplere med 2D modelfiler til produktion af detailtegninger, diagrammer mv. Genbrug af andre parternes informationer kan enten ske igennem fagmodellerne eller gennem 2D modelfiler alt efter, hvad der er muligt med det konkrete software.

Formålet med tegningsproduktion er at fremstille et tegningsmateriale, der har det nødvendige omfang og indhold til, at andre parter kan få de projektinformationer, der er nødvendige for deres aktiviteter. Tegninger er både et kommunikationsværktøj og en dokumentation af beslutninger og projektløsninger. I 3D arbejdsmetode sammenhæng betragtes tegninger ikke som en selvstændig planlægningsaktivitet, men snarere som en afbildning af en udvalgt del af fagmodellen.

Til at generere tegninger anvendes de faciliteter, der er til rådighed i det enkelte CAD-system. Der produceres 2D modelfiler fra fagmodellen. Disse filer refereres sammen, suppleres med symboler, tekster, målsætninger mv. til tegningsfiler efter forskrifterne i bips CAD-manual 2005. Lag- og objektstrukturen 2006 kan anvendes til at sortere i de objekttyper, der skal anvendes på de aktuelle tegninger samt styre strejtkkelse, farve osv. Har CAD-systemet faciliteter til grafisk at repræsentere objekterne i forskellige målestoksforhold, anvendes disse.

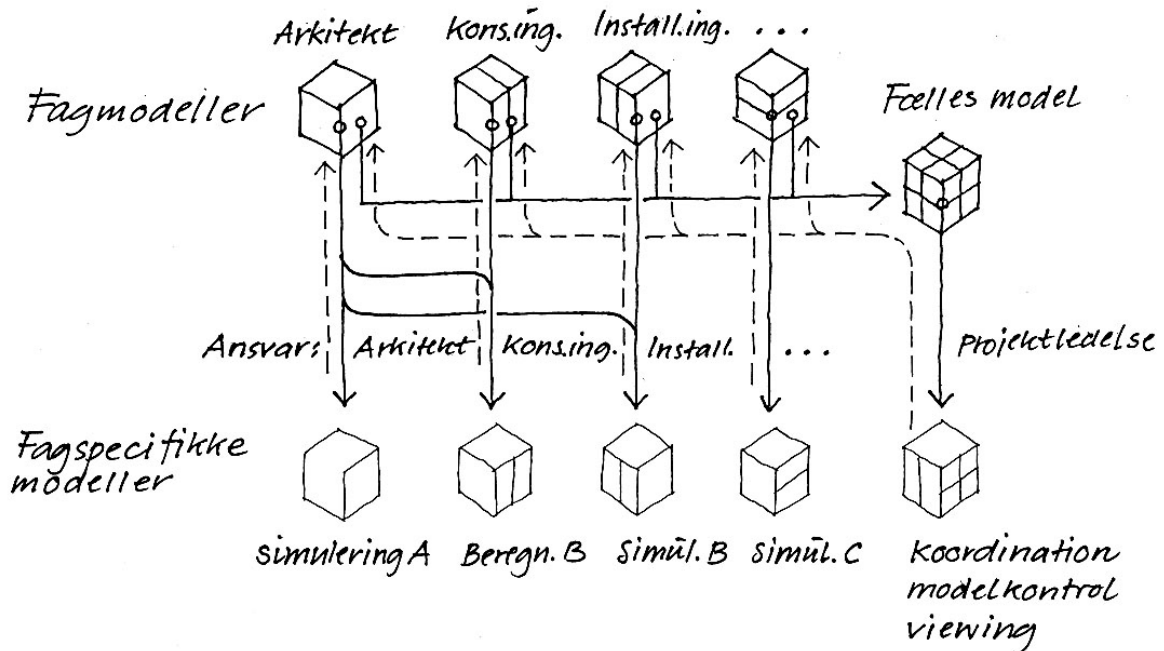
Det er ikke alle tegninger, der kan genereres ud fra indholdet i fagmodellerne. De tegninger, der umiddelbart kan genereres fra fagmodellen med dagens CAD-systemer, ligger på et detaljeringniveau, som svarer til 1:100 og 1:50. De mere detaljerede tegninger kan opbygges med et underlag genereret fra fagmodellerne og suppleres med lag og/eller 2D modelfiler. Detailtegninger og diagrammer opbygges som rene 2D modelfiler. Der må påregnes en vis efterbehandling af modelgenererede tegninger for at kunne præstere de traditionelle tegninger.

I det omfang det er muligt, skal man sikre sig, at så mange af en tegnings informationer som muligt automatisk er genereret fra fagmodellen. Derved opnår man en automatisk opdatering af tegninger, der reflekterer de ændringer, der foretages i fagmodellen. Man skal være meget opmærksom på, at de tegningsinformationer, der ikke er knyttet til fagmodellen, kræver en manuel opdatering. Man må udvikle en kvalitetssikringsprocedure for denne funktion.

Endelig kan der opfordres til at udvikle nye tegningstyper, rumlige tegninger, tematiske tegninger, montageanvisninger osv., som er rene afbildninger af fagmodellen. Disse tegninger vil bidrage til et mere konsistent projektmateriale med mindre redundans og vil give mulighed for en klarere formidling af projektinformationer til veldefinerede målgrupper og til bestemte formål.

Ansvar. Den enkelte part har ansvaret for, at den fagmodel, der fremstilles, kan generere det tegningsset, man er forpligtet til.

2.3.3. Simulering



Figur 6: Den enkelte part udfører de simuleringer, der ligger indenfor partens kompetence- og ansvarsområde. Hvis simuleringen/beregningen ikke direkte er indeholdt i CAD-systemet, føres korrektioner manuelt tilbage til fagmodellen (punterede pile på figuren).

Formålet med simuleringen er at afprøve og verificere udviklede løsninger. Simuleringer kan typisk belyse forhold omkring indeklima, energi, styrke, brand osv. Et byggeprojekt gennemløber typisk en række simuleringer udført af specialiserede parter med specialiserede værktøjer. Modeller, der anvendes til simulering, er oftest specifikke til dette konkrete formål.



Simuleringsprogrammer er en betegnelse for analyse- og beregningsprogrammer med en grafisk/visuel grænseflade. I byggeprocessen kan man med udgangspunkt i en digital 3D model gennem simuleringer forudberegne virkemåden og egenskaber ved et planlagt byggeri eller proces. Det er specielt nyttigt at foretage simuleringer i de tidlige faser af byggeprocessen, hvor de grundlæggende beslutninger i projektet tages.

I analyse- og simuleringsapplikationer anvendes fagspecifikke modeller med et nødvendigt indhold til, at beregningerne kan gennemføres. De fagspecifikke modeller har et specifikt formål og vil derfor kun indeholde en delmængde af en eller flere fagmodeller. I nogle tilfælde kan modelinformationer overføres fra fagmodellerne, i andre må man opbygge simuleringsmodeller fra grunden.

Beslutningen om hvilke simuleringer, der skal foregå, og på hvilket niveau, de skal foregå i et projekt, er meget afhængigt af det konkrete projekts karakter, bl.a. bygværkets funktion.

Overførsel af modeldata fra CAD-systemet til simuleringsapplikationer kan foregå ved simpel eksport/import via CAD-systemets proprietære format eller via et fællesformat, som gør det muligt at få overført objektinformationer til simuleringsprogrammet.

Ansvar. De forskellige simuleringer placeres hos de parter, som har kompetence til at udføre dem. Det er pågældende parts ansvar, at anvende en eksisterende fagmodel, dele af den eller opbygge en ny model til simuleringsformålet. Når en part leverer modeller til en anden parts simuleringer, aftales ansvaret for modelkonsistens og objektindhold.

2.3.4. Konsistenskontrol

Formålet er at kontrollere indholdet af fagmodellerne i form af overlap, kollision, objektforekomster mv. Konsistenskontrol udføres med særlige dertil egnede systemer. Kontrol af modelkonsistens kan både være hos den enkelte part samt på tværs af de forskellige parter fagmodeller. Formålet er at begrænse antallet af fejl og redundant information. Modelkonsistenskontrol er af stor betydning for kvaliteten af byggeprocessen og for kvalitetssikring af produktet. Opbygningen af en mastermodel tidligt i forløbet kan være med til at fastlægge disponeringen for bygningen på tværs af parterne, og derved sikre konsistens senere i forløbet. Kontrollen skal sikre at:

- Der ikke findes kollisioner mellem bygningsdele, (fx føringsvej og ventilationskanal)
- Det ikke findes redundante bygningsdele (fx 2 søjler placeret oveni hinanden)
- Bygningsdelene støder op til hinanden inden for tilladte tolerancer (fx vægge)
- Der er fri rum til installationer og plads til at installere og betjene dem (fx lamper i loft)

2.3.5. Visualisering

En 3D arbejdsmetode giver rige muligheder for visualisering af et bygværk under hele processen. Visualisering kan anvendes som et værktøj i planlægningsprocessen, hvor parterne kan afprøve og verificere løsningsforslag vedrørende bygværkets struktur, form, rumlige forhold, overflader, materialer og geometriske detaljløsninger. Der ud over anvendes visualisering til kommunikation med andre parter og med bygherren til vurdering af løsninger og som baggrund for at træffe beslutninger om projektet.

Fagmodellen kan visualiseres direkte på skærmen, og der kan genereres en række rumlige tegningstyper, der forbedrer kommunikationen mellem parterne og specielt til ikke bygningskyndige personer som kommende brugere, politikere mv.

Ved at anvende mulighederne for afbildning af fagmodellen kan man udarbejde mere målrettede tegninger, der er tematiserede og fokuserede på præcist definerede aktioner, eksempelvis montageinstrukser på byggepladsen i form af brugsanvisninger, billedserier eller animationer. Dette vil på tegningssiden betyde, at man kan udarbejde overskuelige tegninger med simple budskaber.



Fagmodeller giver endvidere mulighed for at anvende andre medietyper end de papirbårne. Man kan anvende en model-viewer til visuel analyse af modellen, man kan udarbejde animationer, walk-through, hvor man via navigationsværktøjer selv styrer bevægelsesmønsteret ved granskning af modellen og endelig virtual reality præsentationer, hvor man kan interagere med modellerne. Disse medier kan kommunikere andre egenskaber ved modellerne og på nye måder. Man kan således inddrage tidsaspektet og simulere bevægelse og byggeproces, en såkaldt 4D simulering.

De fleste CAD-systemer har visualiseringsfunktioner, som bruges til simpel visuel kontrol af geometri, ligesom de i et vist omfang kan simulere struktur, form, materiale og overflade. Fotorealistiske visualiseringer kræver mere avanceret visualiseringsværktøj. Det anbefales allerede nu at udnytte de muligheder for visualisering, der byder sig ved at arbejde i 3D. Det er et af de områder, hvor der er udviklet det mest avancerede software, og nytteværdien kan være høj.

Ansvar. Inddragelse af visualisering til modelgranskning og kommunikation besluttet af den enkelte part. Bygherren kan også stille krav om visualiseringen fx i forbindelse med bedømmelse af eksempelvis af et projektforslag.

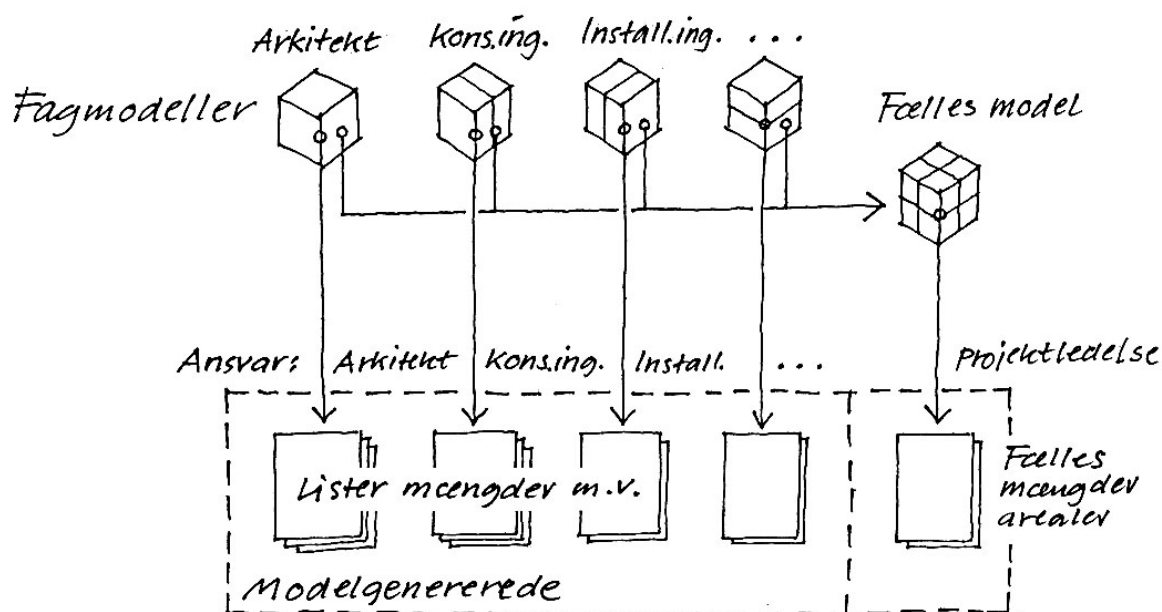
2.3.6. Dataudtræk

Formålet med dataudtræk er at hente projektinformationer ud af fagmodellerne til kalkulation og til viderebearbejdning i andre processer. Det kan fx være geometriske data som arealer og volumener samt lister over objekttyper og objektgenskaber, forekomsten af mængder af byggeobjekter. Det sidste forudsætter, at fagmodellerne er opbygget objektbaseret. Dataudtræk er her defineret som alfanumeriske data, som automatisk kan udtrækkes på listeform.

Dataudtræk foretages fra fagmodellen via den enkelte parts CAD-system. Data bliver udskrevet på listeform i et standardiseret format i filer, som så kan importeres i et kalkulationssystem eller i et regneark, hvorefter de kan behandles efter behov.

Det er vigtigt konsekvent at anvende de byggeobjekttyper, som CAD-systemet stiller til rådighed. Herved sikres en rationel modelopbygning og en vellykket udveksling. Ligeledes er det vigtigt for en senere databehandling af udtrækslisterne, at byggeobjekterne/bygningsdelene klassificeres efter DBK, og at fagmodellerne er kvalitetssikrede.

På længere sigt vil dataudtræk i et større omfang kunne foregå via fællesmodellen



Figur 7: Den enkelte part genererer lister over projekthinformationer indenfor eget ansvarsområde. Projektmaterialiets samlede lister er lig summen af de enkelte parters lister.

Ansvar. Ansvar for udtræk af kvantitative data og objekttegenskaber ligger hos den enkelte faglige part. Den totale stykliste for et projekt vil således være en sum af lister genereret fra de forskellige parter inden for hver deres ansvarsområder. Ved overdragelse af fagmodeller til dataudtræk af andre parter må der træffes aftale om ansvar og kvalitetskontrol.

2.4. Udveksling

(se strukturkrav hertil i 3D CAD-manual 2006 kap. 5)

I 3D CAD-projektaftalen mellem parterne skal det være angivet, hvilke fagmodeller, der gøres tilgængelige for øvrige parter og godkendelsesprocedurer og kvalitetssikringsstatus samt på hvilke tidspunkter i processen. Dette skal som minimum være ved faseafslutninger/milepæle i projektet, men herudover kan aftales en kortere udvekslingsfrekvens eller anden praktisk aftale.

Den enkelte parts fagmodel vil ligge i et programspecifikt format. I det omfang andre parter skal anvende en fagmodel til overdragelse eller som reference, foretages der en udveksling fra program til program på den mest sikre måde. Hvis to parter modellerer i det samme CAD-system, udveksles via fælles laveste versionsnummer. Hvis sikreste metode er gennem et neutralt fællesformat, anvendes IFC. I jo større omfang parterne ønsker, at ikke kun ren 3D geometri, men også objektinformationer skal udveksles, desto vigtigere bliver valg af CAD-systemer, der understøtter intelligent udveksling.

Der skelnes ansvarsmæssigt mellem tre udvekslingsformål:

Model til reference. En fagmodel udveksles til anden part for at fungere som reference for anden parts modellering. Det er en udveksling som vil forekomme hyppigt i et projekforløb og som kan automatiseres ved at arbejde med en fælles projektplatform fx projektweb. Ansvar for referencens modelkonsistens ligger hos afsenderen, og ansvaret for at arbejde med den korrekte, opdaterede version ligger hos modtageren.



Model til overtagelse. En fagmodel overtages af en anden part for at blive brugt som en fagspecifik model til fx simulering. Ansvar for indholdet ligger ved overtagelsen hos afsender og er herefter overtaget af modtager. Ansvar for brugen er modtagers.

Model til overdragelse. En fagmodel overdrages til anden part for at blive viderebearbejdet hos denne til en ny fagmodel fx fra en rådgiver til entreprenøren. Ansvar for indholdet ligger ved overdragelsen hos afsender og er herefter overdraget til modtager.

Udvekslingsform. Hvor andet ikke er aftalt foregår udvekslingen af fagmodeller filbaseret. Det er en allerede indarbejdet udvekslingsmetode, som kan gennemføres med gængse CAD-systemer. Udvekslingen aftales i 3D CAD-projektaftalen.

Fagmodelfilerne udveksles primært som referencer for andre parter, således at der undgås redundant information i projektets fagmodeller.

Vedrørende udvekslingsformater vil der ved bilateral udveksling kunne benyttes følgende metoder:

- Fagmodellen overføres via et proprietært format, hvis afsender og modtager anvender samme program, eller hvis programmerne har en oversætter til det samme format.
- Fagmodellen overføres via et neutralt fællesformat, hvor den simple udveksling ikke er mulig eller ønskelig. Her anbefales at anvende seneste fælles version af IFC.

Fællesmodellen vil indeholde bidrag fra mange parter. Det vil derfor være hensigtsmæssigt at opbygge den i et neutralt fællesformat som IFC. De gængse CAD-systemer understøtter dette format i større eller mindre grad, hvilket kan begrænse anvendelsen af en fællesmodel.

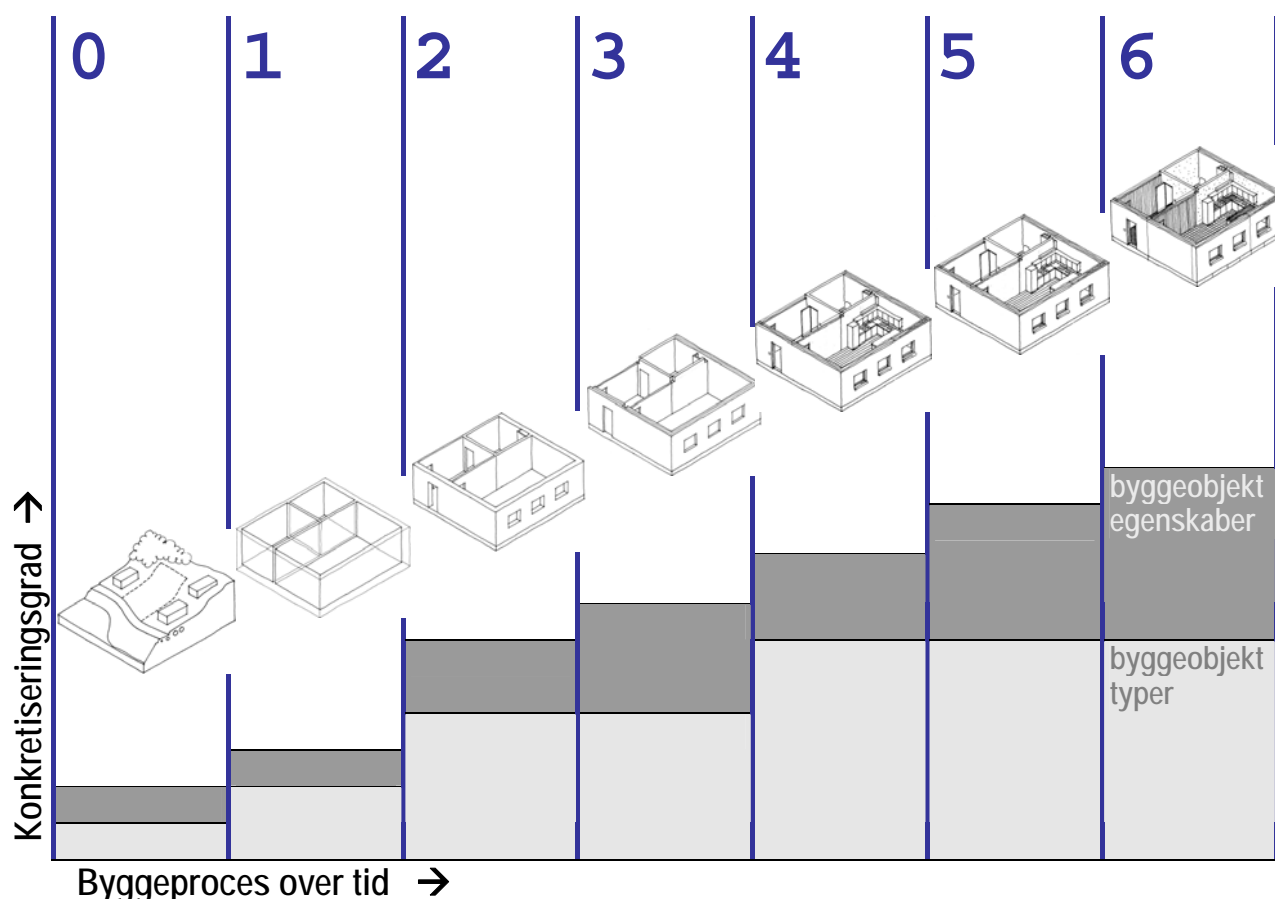
Ansvar Den enkelte parts fagmodel udveksles bilateralt med andre parter efter 3D CAD-projektaftalen. Her skal aftales, hvilken detaljering og på hvilket kvalitetssikringsniveau, der udveksles og hvornår. Håndtering af modelændringer samt ansvar for udvekslingen skal ligeledes aftales.

3 Informationsniveauer

3.1. Fagmodellernes informationsniveauer

Fagmodellerne gennemløber en successiv konkretisering gennem hele byggesagen på samme måde som tegningerne traditionelt gør det. Der vil blive påført fagmodellerne værdi i form af mere og mere præcis information. Denne information kan enten være information, der kun anvendes af den enkelte part eller som anvendes på tværs mellem parterne.

For at beskrive og definere fagmodellernes indhold på et givet tidspunkt i projektet, anvendes begrebet informationsniveauer. Et informationsniveau er et udtryk for, hvor konkret specificeret og præcist angivet de indgående byggeobjekter i fagmodellen er. Informationsniveauet udtrykker således et indhold i en fagmodel på et vist stade, dvs. at fagmodellen indeholder bestemte bygningsdele i form af byggeobjekter med et bestemt detaljeringsniveau og en række bestemte egenskaber. I dette modelkoncept arbejdes der med 7 informationsniveauer, som beskriver en stigende konkretiseringsgrad.



Figur 8: Informationsniveauerne fra 0 til 6.

Informationsniveau 0 ligger normalt forud for modellering i 3D, da det er placeret i byggeprogramstadiet og indeholder bygherrens krav, som ikke nødvendigvis kan repræsenteres i en fagmodel. De næste 6 informationsniveauer beskriver konkretiseringen af fagmodellerne, ved at de påføres flere og flere objekttyper, og ved at byggeobjekterne får påført flere og mere præcise egenskaber hen gennem byggesagen.



En mere detaljeret oversigt over hvilke objekttyper og hvilke egenskaber, der karakteriserer de forskellige informationsniveauer kan findes i Lag- og objektstruktur 2006. De overordnede karakteristika for de 7 informationsniveauer er beskrevet i næste afsnit.

De 7 niveauer svarer nogenlunde til den traditionelle faseopdeling af byggeriet, men niveauerne kan tilpasses til andre faseforløb og fremgangsmåder, og rollefordelingen kan variere efter opgavens vilkår. I projekter, der går i tidligt udbud baseret på funktionskrav, vil fx en række aktiviteter flyttes fra en rådgiver i hovedprojektet til en byggevareleverandør. Informationerne skal stadig detaljeres successivt, blot af andre parter.

Projekter i partnering eller totalentreprise er, set med 3D arbejdsmetode briller, ikke principielt anderledes med hensyn til fagmodellernes informationsniveauer end andre samarbejdsformer. En samarbejdsform som partnering vil muliggøre en større grad af koordinering mellem parterne og en større samtidighed i modelsamarbejdet. De organisatoriske rammer for både partnering og totalentreprise vil være forskellige fra en traditionel organisering af et projekt, men det vil underliggende indeholde det samme værdikæde og informationshierarki, og derfor kan 3D arbejdsmetode med fordel også anvendes her.

I det beskrevne modelkoncept forudsættes det ikke, at de udviklede fagmodeller indeholder al projektinformation. De vil stadig skulle suppleres med information i form af specifikationer, beskrivelser, detaljeløsninger, tegninger, mødereferater og anden tilsvarende information. Informationsniveauerne beskriver således alene fagmodellens byggeobjekttyper, forekomster, deres karakteristika og egenskaber.

3.2. Informationsniveausernes anvendelse ved projektplanlægning

Et konkret faseforløb aftales mellem parterne før projektet starter. Flexibiliteten i informationsniveauerne tillader, at der kan aftales forskellige konstellationer af informationsniveauer på et aktuelt projekt, således at man kan tilfredsstille forskellige typer af projekter, forskellige samarbejdsformer og forskellige faseforløb.

Nedenfor er dette illustreret i et skema, hvor faseforløbet vises i rækker og parterne i projektet i kolonner. Eksemplet viser en projektstruktur, hvor der er ændret i det traditionelle faseforløb, hvor parterne kommer ind på forskellige tidspunkter, og hvor fagmodeller ikke har samme informationsniveau på samme tidspunkt.

Men skemaet er blot et eksempel. Informationsniveauerne, som er beskrevet i det efterfølgende må ikke sættes lig en fasemodel, som skal følges lineært. Fasen for, hvornår data skal behandles på hvilket niveau, skal vælges af parterne projektspecifikt.

Byggefaser	Arkitekt	Konstrukt. ingeniør	Install.- ingeniør	Entreprenør	Byggevare lev.	Bygherre drift
Program	0	0	0	0		0
Dispositionsforslag	1	1				
Projektforslag	2	2	2		4	
Forprojekt						
Hovedprojekt	4	4	4		5	
Udførelse				5	5	
Som udført	6	6	6	6	6	
Drift og vedligehold						6



Fig. 9: Anvendelse af informationsniveauer ved projekt udbudt på hovedprojekt. Eksempel på et projekts karakteristika med hensyn til faseforløb, indgående parter og informationsniveauer for fagmodeller i de forskellige stadier af projektet. Informationsniveaunumre markeret med fed placerer koordineringsansvaret for fagmodellerne i projektet.

Aftaler mellem parterne vedrørende et projekts faseforløb, samarbejdsrelationer og ansvar samt specifikationen af informationsniveauer på de forskellige stadier i byggeprocessen besluttet og indskrives i 3D CAD-projektaftalen.

3.3. Beskrivelse af informationsniveauerne

Fagmodellernes forskellige informationsniveauer adskiller sig ved hvor konkret de anvendte byggeobjekter er specificeret – både med hensyn til geometri og placering og med hensyn til specifikation af objekttyper og -egenskaber. Når en milepæl er nået, gemmes fagmodellen med de informationer som arbejdet i den pågældende fase har udviklet. En ny fase startes op med en kopi af fagmodellen, som så informations- og værdiforøges gennem næste fases aktiviteter til næste milepæl i processen er nået osv.

Denne struktur sikrer genbrug af projektdata gennem hele processen. CAD-systemernes editingsmuligheder sikrer, at de samme byggeobjekter løbende kan detaljeres igennem procesforløbet. Samtidig sikrer man historikken i projektet ved at gemme fagmodeller ved de forskellige milepæle, således at man kan vende tilbage og granske beslutningsprocesser og ansvar.

I det følgende beskrives informationsniveauerne. For hvert informationsniveau er der i oversigtlig form angivet de specielle karakteristika for det pågældende niveau. Beskrivelserne er illustreret med en modelrepræsentation af en del af en bygning, der skal belyse det pågældende informationsniveaus konkretisering. For forenklingens skyld er der kun vist én fagmodel: arkitekt fagmodellen, der er ajourført i produktions- og driftsfasen. Man må selv forestille sig en tilsvarende fagmodel for konstruktion, installation osv.

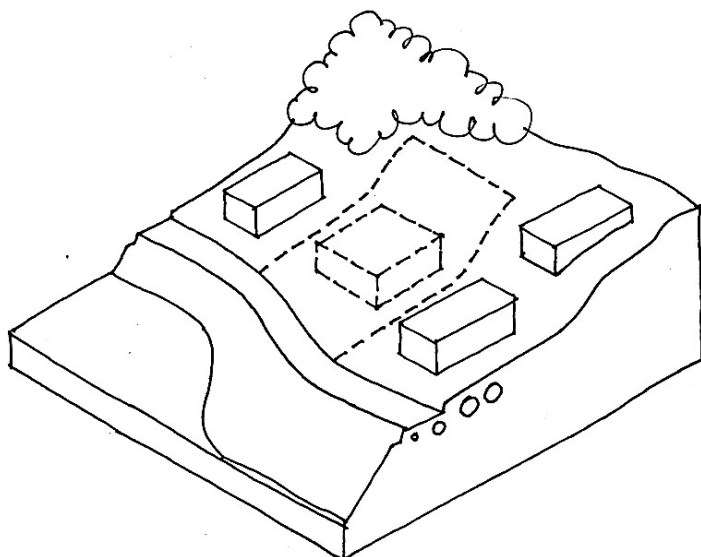
Ved siden af den grafiske fagmodel er der i to tabeller angivet karakteristika for byggeobjekter på det pågældende informationsniveau. Den ene tabel beskriver, hvilke objekttyper der er repræsenteret på informationsniveauet. Den anden beskriver indenfor hvilke hovedområder, de aktuelle byggeobjekters egenskaber skal specificeres. For konkrete egenskabstyper som U-værdi, brandklasse osv., kan der for de basale egenskaber findes yderligere information i skemaerne i Lag- og objektstruktur 2006 og i DDB's bygherrekrav. Tabellerne illustrerer kun principper. Hvis eksempelvis en bygherre fra projektstart ønsker at have et præcist overblik over fagmodellernes konsekvenser for drift og vedligehold, vil de projekterende skulle specificere disse egenskaber allerede ved informationsniveau 1 efter indgået aftale.

En sort celle markerer et aktivt område. En grå celle markerer et i overvejende grad fastlagt område. Der vil altid være overlap og iteration i processerne, hvorfor tabellernes indhold skal aflæses som generaliseringer.



3.3.1. Informationsniveau 0

Grafisk repræsentation



Alfanumerisk repræsentation

Byggeobjekttyper	
Bebyggelse/grund	
Ejendom	
Bygning	
Rum	
Bygningsdele	
Komplettering	

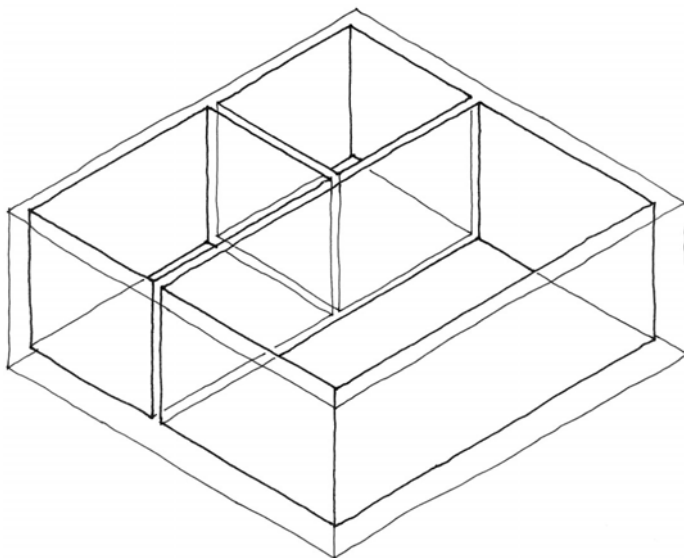
Byggeobjektgenskaber	
Funktion	
Geometri/placering	
Bygningsfysiske data	
Produktion/proces	
Produktdata	
Drift & Vedligehold	

Formål	At klargøre og formalisere de forskellige krav og bindinger, der er til projektet på programstadiet.
Parter/ansvar	Bygherren eller en af denne udpeget rådgiver og myndighederne.
Indhold	Bygherrekrav: Rumprogram med angivelse af funktion, ydeevne, størrelser og relationer. Økonomiske/ressourcemæssige krav. Samfundsmæssige krav: myndighedskrav, infrastrukturelle krav, ressource- og forsyningskrav, miljømæssige krav. By- og landskabsmæssige bindinger omkring byggegrund, terræn, geologi og forsyningsnet. Byggeprogrammet kan være formaliseret i en grov 3D model, som beskriver funktionerne som volumener i et 3D rum.
Anvendelse	Fagmodel niveau 0, såfremt den foreligger, indgår i programmet og i betingelserne for projektet, som udbydes til rådgivere.
Konkretiseringsgrad	Bygningsmodellen indeholder projektrelevant information, overvejende på dokumentform (love, analyser, byggeprogrammer m.m.). Bygningsmodellen kan indeholde terræn, omkringliggende bebyggelse, GIS-information, infrastruktur, forsyningsnet m.m.
Klassifikation	Bygningsmodellen klassificeres efter DBK på bebyggelsestyper og bygningstyper efter funktion.



3.3.2 Informationsniveau 1

Grafisk modelrepræsentation



Volumen markeret med grå kontur.
Rum markeret med sort kontur.

Alfanumerisk repræsentation

Byggeobjekttyper	
Bebyggelse/grund	
Ejendom	
Bygning	
Rum	
Bygningsdele	
Komplettering	

Byggeobjektegenskaber	
Funktion	
Geometri/placering	
Bygningsfysiske data	
Produktion/proces	
Produktdata	
Drift & Vedligehold	

Formål	At anskueliggøre mulige projektløsningers overordnede formmæssige udtryk og funktionelle egenskaber tidligt i projektføreløbet.
Parter/ansvar	For udarbejdelse af informationsniveau 1: Projektledelsen og dens rådgivere For anvendelse af informationsniveau 1: De projekterende, bygherren, projektledelse, myndighederne.
Indhold	<p>Fagmodel indeholder bygningens totalform, struktur og relationer til omgivelserne samt rum og deres relationer.</p> <p>Fagmodel på informationsniveau 1 rummer to overordnede bestanddele:</p> <p>Volumener, der repræsenterer bygningens ydre geometri på den mest forenklede måde.</p> <p>Rum, der repræsenterer bygningens brugsrum. Modellen indeholder kun information om rum, ikke de tilstødende bygningsdele.</p> <p>Der arbejdes ofte med modulkomponenter, da byggesystem og byggeteknik endnu ikke er fastlagt, og da der derfor ikke er viden om dimensioner (primært tykkelser på vægge, dæk og tag).</p>

**Anvendelse**

Informationsniveau 1 anvendes til indledende at fastlægge bygningens funktionelle og fysiske egenskaber. En rådgiver, ofte arkitekten, udarbejder en fagmodel, der indeholder bygningens form, struktur og relationer til omgivelserne. Tillige kontrolleres, at det betragtede volumen kan indeholde rummene som beskrevet i rumprogrammet. Arbejdsmetoden i denne fase er en vekselvirkning mellem modellering i volumen og i rum.

Informationsniveau 1 skal kunne anvendes til overslag over økonomiske/ressourcemæssige konsekvenser, dvs. at der skal kunne udtrækkes arealer/volumener på et overordnet niveau. Der skal kunne gives et overslag over brutto- og nettoarealer differentieret på funktion (brugsarealer i forhold til gangarealer).

Informationsniveau 1 kan evt. bære informationer, der kan anvendes til indledende myndighedsforespørgelse på planområdet.

Informationsniveau 1 kan anvendes til simulering af lys- og skyggeforskel på modellen og i forhold til omgivelserne.

Informationsniveau 1 kan anvendes som grundlag for et konkurrenceprojekt for rådgivere.

Konkretiseringsgrad

Informationsniveau 1 har en konkretiseringsgrad svarende til behovet i den indledende skitseringsfase. I en tegningskontekst svarende til en skala > 1:200. Objekttyper og objekttegenskaber skal følge specifikationerne i Lag- og objektstruktur 2006.

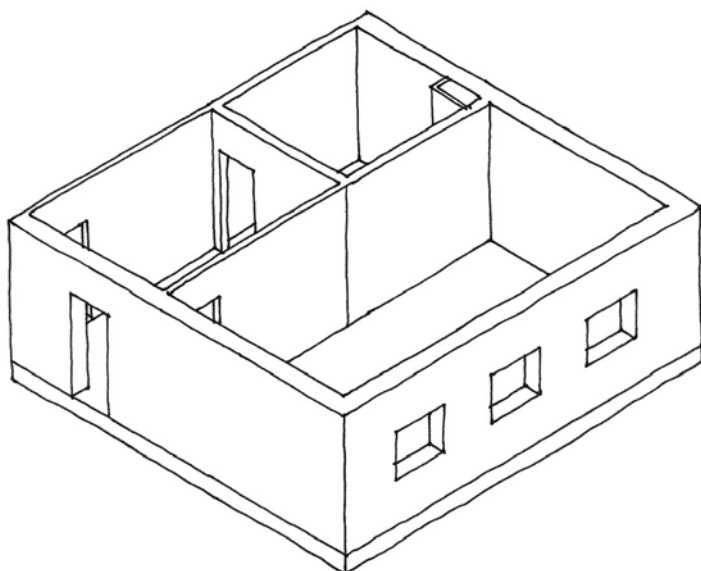
Klassifikation

De enkelte rum klassificeres efter DBK på typer af funktioner.



3.3.3. Informationsniveau 2

Grafisk repræsentation



Alfanumerisk repræsentation

Byggeobjekttyper	
Bebyggelse/grund	
Ejendom	
Bygning	
Rum	
Bygningsdele	
Komplettering	

Byggeobjektgenskaber	
Funktion	
Geometri/placering	
Bygningsfysiske data	
Produktion/proces	
Produktdata	
Drift & Vedligehold	

Formål	At skabe beslutningsgrundlag for valg af konceptuel løsning. Informationsniveau 2 skal afspejle forslagetts funktionelle og bygningsfysiske struktur på et overordnet niveau. Evt grundlag til tidligt udbud på funktionsniveau.
Parter/ansvar	For udarbejdelse af informationsniveau 2: De projekterende For anvendelse af informationsniveau 2: Projekterende, bygherren, projektledelse, myndighederne, de udførende.
Indhold	Informationsniveau 2 er den første opbygning af rum og bygningsdele på generelt niveau (fundament, vægge, dæk, tag). Bygningsdelene har en geometrisk form og placering, og overordnede funktionskrav er identificeret på type-niveau. Rum og bygningsdele påføres egenskabsdata svarende til Lag- og objektstruktur 2006 informationsniveau 2.
Anvendelse	Informationsniveau 2 anvendes til at opbygge den grundlæggende struktur til vurdering af bygningens overordnede fysiske og funktionelle egenskaber for de parter, der aktivt medvirker i denne fase. Informationsniveauet anvendes til rumlig koordinering mellem parternes projektbidrag, til forhåndsdialog med myndighederne og til kommunikation med bygherre og andre parter.



3. Informationsniveau

Informationer til brug for forhåndsdialog med myndigheder omkring fx evakuering og brand eller til brug for simuleringer af fx indeklima, evakuering, belysning, møblering og termiske- og/eller akustiske forhold.

Informationsniveau 2 kan anvendes ved tidligt udbud. Når dette sker overdrages fagmodellen til byggevarereleverandøren, som så skaber de efterfølgende informationsniveauer.

Konkretiseringsgrad

Informationsniveau 2 indeholder byggeobjekter på generelt niveau med en simpel grafisk repræsentation i 3D. En væg kan fx repræsenteres ved en kasse uden detaljering i form af en indre opdeling i formur, bagmur osv. Byggeobjekterne kan fremtræde skitsemæssigt uden specificerede egenskabsdata. Alle åbninger i vægge, dæk og tag skal være defineret på et generelt niveau.

Der arbejdes ofte med modulkomponenter (modulmål), da byggeteknikken endnu ikke er fastlagt, og da der derfor mangler viden om komponentopdeling, fugebredder og tolerancer.

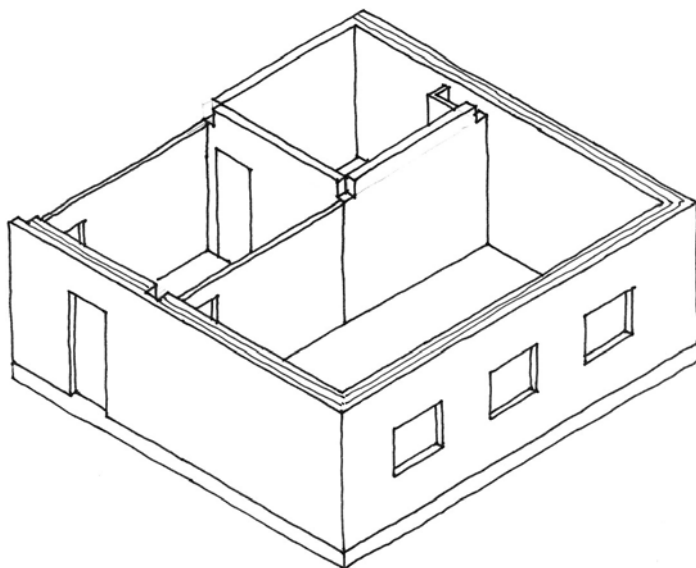
Informationsniveau 2 har en konkretiseringsgrad svarende til en skala 1:200 og 1:100 i tegningskontekst.

Klassifikation

Udover rum klassificeres elementer ifølge DBK som de grundlæggende byggeobjekter: Vægge, dæk, trapper, vinduer, døre, tage samt installationer mv. Objektgenskaber specificeres ifølge informationsniveau 2 i Lag- og objektstruktur 2006: ElementID, type, funktion, geometri, placering osv.



3.3.4. Informationsniveau 3



Byggeobjekttyper	
Bebyggelse/grund	
Ejendom	
Bygning	
Rum	
Bygningsdele	
Komplettering	

Byggeobjektgenskaber	
Funktion	
Geometri/placering	
Bygningsfysiske data	
Produktion/proces	
Produktdata	
Drift & Vedligehold	

Formål	Grundlag for myndighedsbehandling. Koordineringsværktøj for projektets parter.
Parter/ansvar	For udarbejdelse af informationsniveau 3: De projekterende For anvendelse af informationsniveau 3: Myndighederne.
Indhold	Informationsniveau 3 skal rumme informationer til myndighedsbehandling og detaljeret i et hertil nødvendigt omfang. Byggeobjekter påføres egenskabsdata svarende til Lag- og objektstrukturen 2006 informationsniveau 3.
Anvendelse	Informationsniveau 3 anvendes som grundlag for myndighedsbehandling, men kan tillige understøtte koordinering af modelarbejdet mellem parterne, herunder konstatere strukturelle konflikter mellem fagmodeller.
Konkretiseringsgrad	Informationsniveauet 3 består af byggeobjekter, der er specificeret som byggeobjekttyper, og hvis konstruktive opbygning er fastlagt på et principniveau. Det vil sige at et byggeobjekt skal være specificeret og have en grafisk repræsentation, der for en væg viser eksempelvis lagdelingen i bagmur, hulmur med isolering og formur. Informationsniveau 3 har en konkretiseringsgrad svarende til en skala 1:100 i en tegningskontekst.



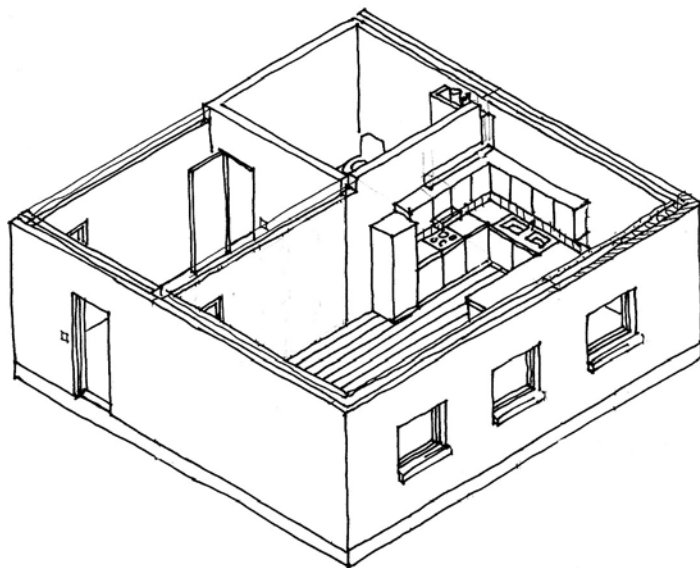
3. Informationsniveau

Klassifikation

Byggeobjekter klassificeres i henhold til DBK's regler. Objekttegenskaber specificeres ifølge informationsniveau 3 i Lag- og objektstruktur 2006.

3.3.5. Informationsniveau 4

Grafisk modelrepræsentation



Alfanumerisk repræsentation

Byggeobjekttyper	
Bebyggelse/grund	
Ejendom	
Bygning	
Rum	
Bygningsdele	
Komplettering	

Byggeobjektegenskaber	
Funktion	
Geometri/placering	
Bygningsfysiske data	
Produktion/proces	
Produktdata	
Drift & Vedligehold	

Formål

Grundlag for udbud, kalkulation af pris, tilbudsgivning samt planlægning til produktion.

Parter/ansvar

For udarbejdelse af informationsniveau 4: De projekterende herunder evt. byggevareleverandører, der foretager detailprojekteringen.

For anvendelse af informationsniveau 4: Bygherren, projektledelsen, de udførende, byggevareleverandørerne.

Indhold

Informationsniveau 4 indeholder alle bygningsdele nedbrudt i fornødent omfang til at opfylde formålet. Alle nødvendige informationer til tilbudsgivning skal være specificeret, således at der kan udtrækkes de nødvendige mængder og tegninger.

Anvendelse

Informationsniveau 4 benyttes som del af udbudsgrundlaget og til at forhandle udførelse og pris. Der skal kunne udtrækkes styklister og udføres beskrivende mængdefortegnelser til kalkulationer i forbindelse med udbud. Der skal kunne produceres tegningsmateriale svarende til traditionelle hovedtegninger, oversigtstegninger og bygningsdelstegninger.



3. Informationsniveau

Informationsniveau 4 anvendes som grundlag for produktionsplanlægningen hos entreprenøren. Alle informationer omkring geometri samt specifikationer som er nødvendige for produktionsplanlægningen skal være tilstede i fagmodellerne.

Inden udgivelse af informationsniveau 4 skal den endelige koordinering mellem parternes bidrag, herunder fagmodelkonsistenskontrol og kollisionstjek være udført.

Konkretiseringsgrad

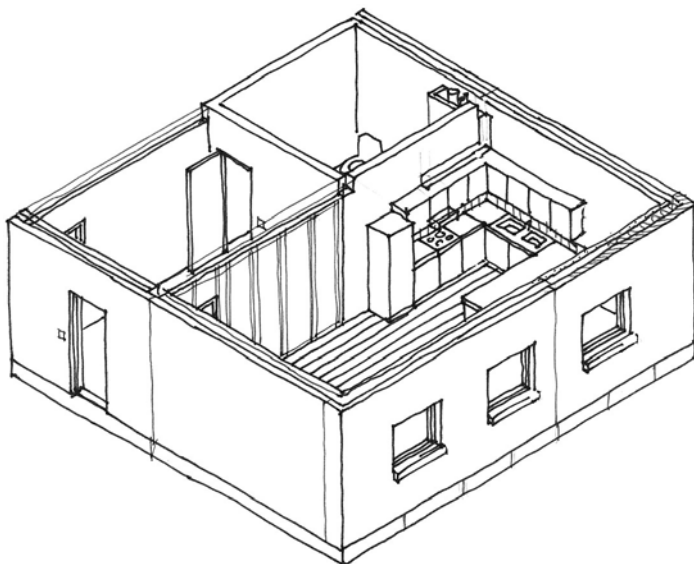
Informationsniveau 4 har en konkretiseringsgrad svarende til en skala 1:100, 1:50/20 og 1:10, varierende i de enkelte parters fagmodeller. Detailtegninger kan produceres helt eller delvist udenfor 3D modellen som 2D tegningsfiler.

Klassifikation

Yderligere kompletterende byggeobjekter klassificeres i henhold til DBK's regler. Objektgenskaber specificeres ifølge informationsniveau 4 i Lag- og objektstruktur 2006.

3.3.6. Informationsniveau 5

Grafisk modelrepræsentation



Alfanumerisk repræsentation

Byggeobjekttyper	
Bebyggelse	
Ejendom	
Bygning	
Rum	
Bygningsdele	
Komplettering	

Byggeobjektgenskaber	
Funktion	
Geometri/placering	
Bygningsfysiske data	
Produktion/proces	
Produktdata	
Drift & Vedligehold	

Formål

Grundlag for produktion

Parter/ansvar

For udarbejdelse af informationsniveau 5: De udførende og byggevarereleverandører, evt. i samarbejde med de projekterende
 For anvendelse af informationsniveau 5: De udførende.



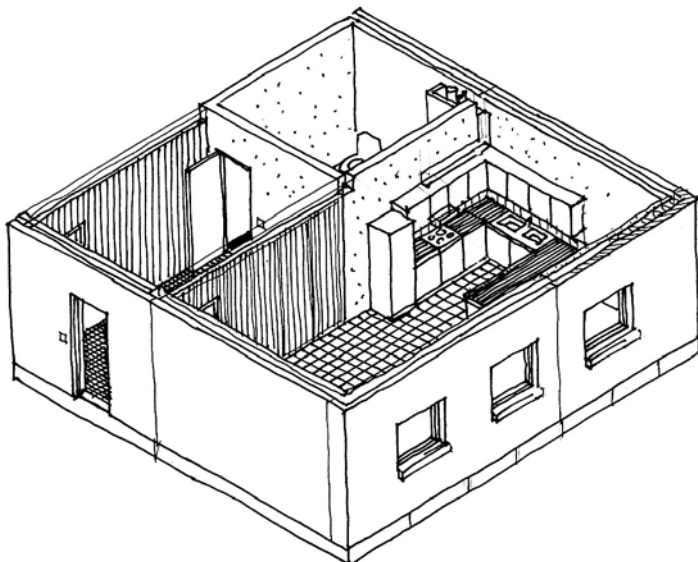
3. Informationsniveau

Indhold	<p>Informationsniveauet 5 specificerer bygningen med de byggevarer og deres egenskaber, som planlægges at indgå i produktionen. Den kan suppleres med nødvendige materialer til en konkret produktion.</p> <p>Fagmodellen skal være tilstrækkelig specifik til at kunne understøtte produktionsplanlægning, logistik mv. ved tilføjelse af tidsparametre på de enkelte bygningsdele og leverancer.</p>
Anvendelse	<p>Informationsniveau 5 danner produktionsgrundlag, og skal derfor indeholde tilstrækkelig information til at man kan producere bygningen, herunder planlægge leverancer af bygningsdele, komponenter og materialer. Modellen kan anvendes til simulering af opførelsesprocessen og planlægning af flow af materialer og materiel.</p>
Konkretiseringsgrad	<p>Informationsniveau 5 indeholder samtlige bygningsdele fra projekteringsfasen erstattet af de konkrete byggevarer og produktionsdele, som bliver implementeret i byggeriet.</p> <p>Niveau 5 har en konkretiseringsgrad svarende til en skala fra 1:100 til 1:10 eller som de udførende parter har behov for.</p>
Klassifikation	<p>Samtlige bygningsdele får påført konkrete egenskabsdata, dvs. tidligere udfaldskrav bliver erstattet med konkrete værdier, ligesom nye konkrete objektgenskaber som priser, leverandør, garantier osv. bliver fastlagt. Samtlige byggeobjekter klassificeres i henhold til DBK's regler. Objektgenskaber specificeres ifølge niveau 5 i Lag- og objektstruktur.</p>



3.3.7. Informationsniveau 6

Grafisk modelrepræsentation



Alfanumerisk repræsentation

Byggeobjekttyper	
Bebyggelse/grund	
Ejendom	
Bygning	
Rum	
Bygningsdele	
Komplettering	

Byggeobjektegenskaber	
Funktion	
Geometri/placering	
Bygningsfysiske data	
Produktdata	
Produktion	
Drift & Vedligehold	

Formål	Etablering af 'som udført' dokumentation.
Parter/ansvar	For udarbejdelse af informationsniveau 6: De udførende i samarbejde med de projekterende, samt byggevarer- og systemleverandører. For anvendelse af informationsniveau 6: Bygherren
Indhold	Informationsniveau 6 vil variere stærkt fra projekt til projekt og primært i forhold til, hvilke data og med hvilken detaljering, bygherren har behov for som udført dokumentation. På den ene side foreligger bygværket opført med deraf følgende mulighed for en total opdateret bygningsmodel svarende til 1:1. På den anden side har bygherrens driftsorganisation normalt kun brug for en delmængde af den totale bygningsmodel og kan kun nyttiggøre en del af den totale datamængde i sit driftsystem, hvor en for stor detaljerigdom vil blive opfattet som "støj". Hvor detaljeret bygningsmodellen på niveau 6 skal opdateres med konkret forekommende objekter og egenskaber bestemmes derfor af bygherrens krav til data til drift og vedligehold og skal aftales projektspecifikt.
Anvendelse	Informationsniveau 6 dokumenterer den fysiske realiserede bygning med de bygningsdele, komponenter og egenskaber, som er resultatet af produktionen. Fra fagmodellerne kan der hentes data til



3. Informationsniveau

brug for drift og vedligehold. Fagmodellerne kan endvidere anvendes ved reovering og til- og ombygning.

Fagmodellerne vil også kunne anvendes til erfaringsoverføring hos de deltagende parter. Fagmodellerne overdrages i henhold til aftalen med bygherren og administreres af denne eller af en driftsherre eller udliciteres til anden side.

Konkretiseringsniveau

Informationsniveau 6 har en konkretiseringsgrad svarende til behovene i forhold til drift- og vedligehold. Fagmodellerne grafiske repræsentation varierer i forhold til bygherrens behov for driftsdata og detaljering.

Klassifikation

Samtlige byggeobjekter, som er udvalgt til digital aflevering som driftsgrundlag, klassificeres i henhold til DBK's regler. Objekttegninger specificeres iflg. informationsniveau 6 i Lag- og objektstruktur 2006.

4 Eksempel på projektforsløb med 3D arbejdsmetode

Dette kapitel beskriver et eksempel på et modelflow med fuld anvendelse af 3D arbejdsmetode hos alle parter. En fuld anvendelse af bygningsmodeller hos alle parter vil mindske behovet for at udarbejde tegningsmateriale og andet materiale, der i dag bruges til at formidle information mellem parterne. Denne effekt er ikke indarbejdet i eksemplet. Eksemplet er udarbejdet af metodegrupperne som oplæg til udviklingen af selve dokumenterne under 3D arbejdsmetode.

Eksemplet kan bruges til inspiration til implementering af 3D arbejdsmetoden i den enkelte virksomhed og på det enkelte projekt. Alle parter kan se, hvordan man kan bruge fagmodeller og informationsniveauer hos de enkelte parter. Eksemplet viser, hvorledes fagmodellerne indgår i og effektiviserer projektforsløbet.

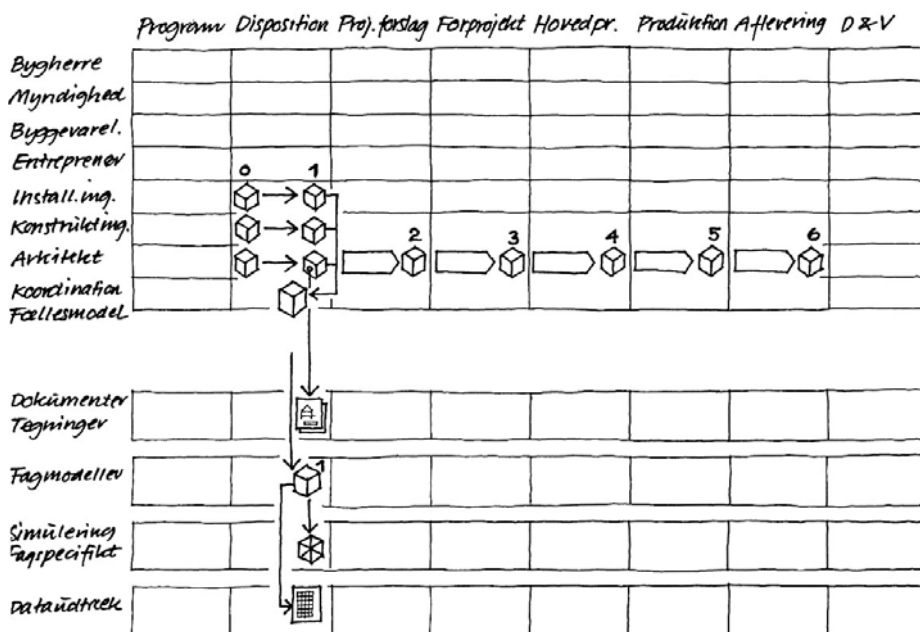
For overskuelighedens skyld er der valgt at fokusere på de hovedaktiviteter og hoveddokumenter, som normalt indgår i et typisk projekt. Der er kun medtaget de aktiviteter og ydelser der direkte berøres af 3D arbejdsmetode. Eksemplet er således ikke et totalt overblik over hverken forløb, aktiviteter, ydelser, grænseflader eller dokumenter.

Projektforsløbet er gennemgået ud fra hver parts domæne. Der er her taget udgangspunkt i den traditionelle fasemodel, som er beskrevet i rådgiverorganisationernes ydelsesbeskrivelser og med parternes nuværende roller og ansvarsområder.

I eksemplet er det den samme part, der udfører alle aktiviteterne i alle faser. I praksis kan der ske skift undervejs, fx udfører bygherrerådgivere aktiviteterne under byggeprogram, og andre rådgivere udfører de øvrige aktiviteter. Et tidligt udbud betyder at hovedprojekteringen udføres bl.a. af en byggevarerleverandør.

4.1. Forklaring til procesbeskrivelserne

Hver hovedaktivitet er beskrevet dels med et oversigtskema, der grafisk viser forløbet gennem faserne, dels med en kort beskrivelse af, hvad de enkelte aktiviteter består af.





Figur 10. Skemaet viser lodret en parts fagmodeller i dispositionsplanfasen samt deres output fra fasen. Vandret vises partens modelarbejde hen gennem faserne.

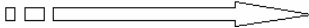
Forklaring til oversigtsskemaerne


Vandret i skemaerne er faserne afbildet. I det øverste skema er parternes fagmodelarbejde afbildet. I det nederste skema listes det projektmateriale, som er et resultat af den enkeltes parts fagmodelarbejde i de enkelte faser. Hovedmodtagerne af projektmateriale er markeret med gråt i hver fase.

Signaturforklaring

Fagmodeller til hver part er vist som en lille grå kasse.

- fagmodel med informationsniveau 2 
- fællesmodel med informationsniveau 2 

De vandrette pile symboliserer arbejdet med fagmodellen hos den enkelte part og hvordan dette arbejde genbruges fra fase til fase. 

De lodrette pile viser, hvilke modeller der udveksles mellem parterne i fasen. 

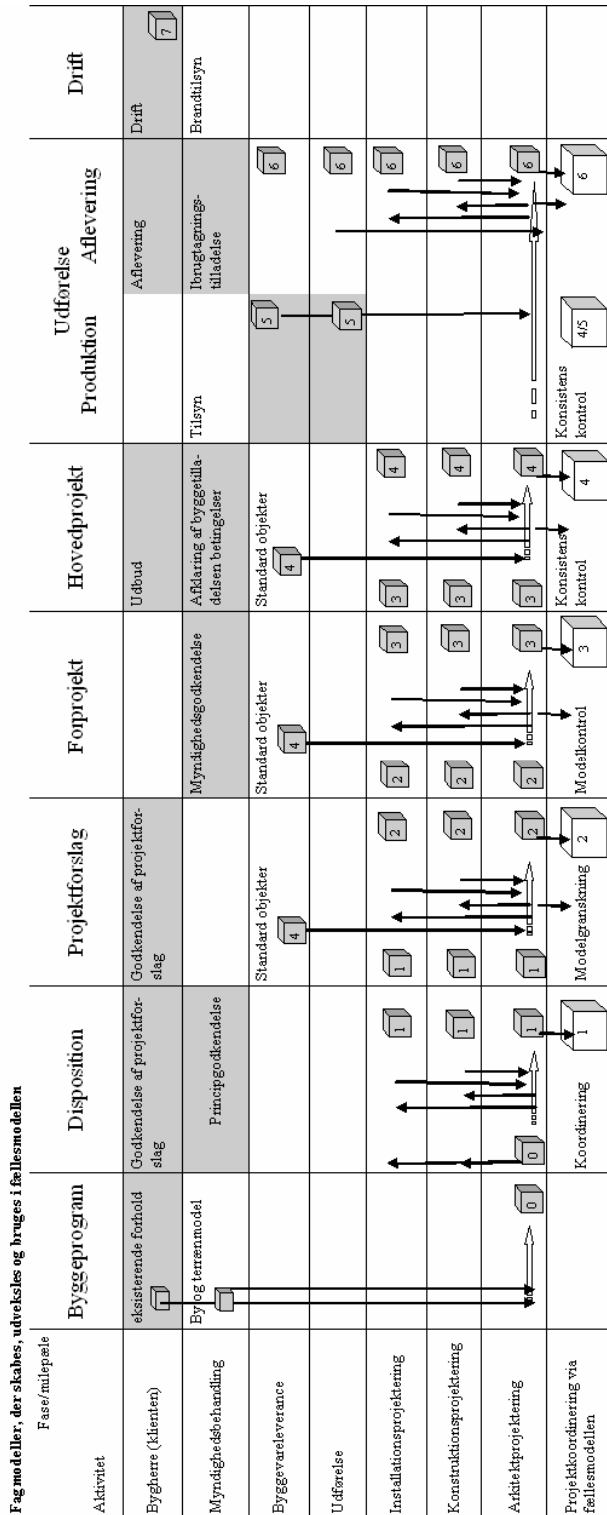
Forklaring til beskrivelsesdelen

Indholdet af hovedaktivitet er stikordsmæssigt beskrevet i generelle vendinger. Aktiviteterne er delt op i en intern del, der beskriver, hvad der foregår internt hos den enkelte part, dels en ekstern del, der beskriver hvad der foregår i samarbejde med andre parter.

4. Eksempel på projektforsløb med 3D arbejdsmetode

4.2. Arkitektprojekteringen med 3D arbejdsmetode

Arkitektprojektering med 3D-arbejdsmetode, udveksling af fagmodeller og bidrag til fællesmodel



Projektmateriale, der udarbejdes af arkitekten med data fra fagmodellen i de enkelte faser.

Primære modtagere af projektmateriale er angivet med grå skrævering i ovenstående figur

Dokumenter og tegninger (kan medtages dokumenter, der relaterer sig til fagmodellerne)	Konkurrenceprojekt	Situationsplaner 1:200	Situationsplaner 1:200	Hovedgrupper	Ajourført hovedprojekt	Ajourført som udført
	Beliggenhedsplan 1:500 Planer 1:200 Opstalter 1:200 Skisser	Planer 1:100 Snit og opstalter 1:100 Møblingsplaner 1:100	Planer 1:100 Snit og opstalter 1:100 Møblingsplaner 1:100	Bygningsdeltegninger Detailtegninger Møblingsplaner	hovedprojekt	Drift og vedligeholdelse
Fagmodeller	Arkitektmodel	Arkitektmodel	Arkitektmodel	Arkitektmodel	Arkitektmodel	Arkitektmodel
Simulerings, beregning og visualisering	Visualisering Bymodel	Energi, brand, akustik Lys, sol og skygge	Rådgøbers-indskærmning BRUJ - afgangsforsnoid Brand og evakuering			
Dataudtræk	Arealer, højde og afstande Bebyggelsesprocent Udtræk til budget Rumskemaer	Overordnet mængder til budget Arealer Eggesprocent	Arealer, højde og afstande Rumnavn, anvendelseska- tegori	EMF Arealer Udtræk til beskrivelser Udtræk til tilbudsister Udtræk til budget Udtræk til skemaer		

**Byggeprogram:**

Internt arbejde

- Overordnet geometri modelleres svarende til en skumklodsmodel.
- Bygværket placeres i by/terrænmodel fra myndighederne. Lokale forhold vurderes.
- Simple modeller med rum opbygges på basis af bygherrekrav og brugerønsker. Disse indeholder funktionskrav, relationer og arealer.

Eksternt samarbejde

- Fra myndighederne modtages der bymodeller med terræn, som bruges i modelleringen.
- Fra bygherre eller landmåler modtages evt. 3D opmålte modeller med eksisterende forhold.
- Der kommunikeres med bygherre bl.a. med 3D modeller, han kan se direkte på skærmen. Disse erstatter traditionelle fysiske modeller.

Dispositionsforslag:

Internt arbejde

- Fagmodellen udbygges til dispositionsniveau, og der tilføres information såsom overordnet materialevalg.
- Der indarbejdes informationer fra de øvrige rådgivere omkring behov for plads til installationer og bærende konstruktioner.
- Der udarbejdes visualiseringsmodeller til beslutningsgrundlaget.

Eksternt samarbejde

- Der sendes fagmodel til de øvrige rådgivere omkring udformningen og rumopbygningen, der øger kommunikationen (den geometriske forståelse).
- Der afleveres fagmodeller til bygherren og myndigheder som del af beslutningsgrundlaget.

Projektforslag:

Internt arbejde:

- Der tilføjes bygningsdele til fagmodellen.
- Der lægges informationer i fagmodellen om materialevalg og principper for møblering.
- Efterhånden som de øvrige rådgivere får dannet deres egne fagmodeller, fjernes disse midlertidige informationer fra modellen.

Eksternt samarbejde

- Der udveksles fagmodel med konstruktions- og installationsingeniøren med input til placering, dimensioner osv.
- Der afleveres fagmodeller som beslutningsgrundlag med møblering og rumdisponering til bygherren.

Forprojekt:

Internt arbejde:

- Der tilføjes nye bygningsdele, yderligere information og fastlægge/låse geometri. Al relevant data til myndighedsbehandling lægges i fagmodellen.
- Hovedgeometri låses fast.

Eksternt samarbejde

- Der kommunikeres løbende med fagmodeller med de øvrige rådgivere. Grænseflader vurderes og input indarbejdes.
- Der afleveres fagmodeller til myndigheder, hvorpå myndighedsbehandling kan foregå.
- Der afleveres fagmodeller til bygherren til orientering.

Hovedprojekt:

Internt arbejde:

- Der indarbejdes information fra øvrige rådgivere, samt input fra eventuelle leverandø-



rer/entreprenører. Fagmodel gøres klar til udbud med alle relevante informationer. Der udtrækkes mængdelister til beskrivende mængdefortegnelse, BMF.

Eksternt samarbejde

- Der udveksles løbende fagmodeller med de øvrige rådgivere og der udføres konsistenscheck på fagmodellerne.
- Udbudsmodel + BMF sendes i licitation sammen med alt det øvrige udbudsmateriale.
- Der fremsendes fagmodel med yderligere afklaringer til byggetilladelsens betingelser til myndighederne.

Udførelse:

Internt arbejde:

- Fagmodel tilføjes projektopfølgning med input fra leverandører og entreprenører

Aflevering:

Internt arbejde:

- Fagmodel tilføjes projektopfølgning med input fra leverandører og entreprenører

Eksternt samarbejde:

- Der afleveres fagmodel til bygherren - hvis det er aftalt - med som udført og D&V dokumentation.

4. Eksempel på projektforsløb med 3D arbejdsmetode

4.3. Konstruktionsprojektering med 3D arbejdsmetode

Konstruktionsprojektering med 3D-arbejdsmetode, udveksling af fagmodeller og bidrag til fællesmodel

Fagmodeller, der skabes, udveksles og bruges i fællesmodellen

Phase/milepøle	Byggeprogram	Disposition	Projektforslag	Fonprojekt	Hovedprojekt	Produktion	Udførelse	Drift
Aktivitet								
Bygherre (klienten)	eksisterende forhold	Godkendelse af projektforslag	Godkendelse af projektforslag	Myndighedsgodkendelse	Udbud	Tilsyn	Aflevering	Drift
Myndighedsbehandling	By og terrenmodel	Infrastruktur Principgodkendelse	Standard objekter	Standard objekter	Afklaring af byggeskildens betingelser	Ibrugsagings-tilladelse		
Byggevarerleverance			Standard objekter	Standard objekter	Standard objekter			
Udførelse					Tilbudsgrvning			
Installationsprojektering			1, 2	2, 3	3, 4			
Konstruktionsprojektering			1, 2	2, 3	3, 4			
Arbidsprojektering			1, 2	2, 3	3, 4			
Projektkoordnering via fællesmodellen		Koordinering	Modelgranskning	Modelkontrol	Konsistens kontrol	Konsistens kontrol		

Typisk projektmateriale, der udarbejdes af konstruktionsingeniøren med data fra fagmodellen i de enkelte faser.

Primære modtagere af projektmateriale er angivet med grå skravering i ovenstående figur

Dokumenter og tegninger (kan medtages dokumenter, der relaterer sig til fagmodellerne)	Konstruktive principper	Konstruktionsplaner 1:100	Konstruktionsplaner 1:100 snit og opstalter 1:100	Hovedtegninger Bygningsdeltetegninger Detailtegninger	Ajourført hovedprojekt	Ajourført som udført
Fagmodeller	Konstruktionsmodel	Konstruktionsmodel	Konstruktionsmodel	Konstruktionsmodel	Konstruktionsmodel	Konstruktionsmodel
Simuleringsmodeller og visualisering		Brandteknik Statik Dynamik	BR95 Brandteknik Statiske beregninger Dynamik	Brandteknik Statiske beregninger Dynamik		
Dataudtræk		Overordnet mængder til budget	Bestrørende mængde Udtræk til bestyrelser Udtræk til tilbudsister Udtræk til budget			

**Byggeprogram:**

Internt arbejde:

- Konstruktionsprincipper bestemmes; maksimale spænd osv. på baggrund af modtaget fagmodel.

Eksternt samarbejde:

- Der modtages fagmodel fra arkitekt. Tilbage melding sker via egnet medie, dog kun undtagelsesvis i fagmodel.

Dispositionsforslag:

Internt arbejde:

- Der fastlægges statisk model herunder identificerer geotekniske forhold, stabiliserende og bærende konstruktioner.
- Der opbygges fagmodel med konstruktionsprincipper. Der anvendes dummyobjekter på et overordnet niveau. Dimensioner på konstruktionerne er skønsmæssigt angivet.

Eksternt samarbejde:

- Der modtages fagmodel, der viser projektets udformning og disponering, hvorpå arbejdet udføres. Fagmodel med eksisterende forhold modtages fra bygherren
- Der udsendes fagmodel med konstruktionsprincipper til øvrige rådgivere.
- Der afleveres fagmodel med konstruktionsprincipper til bygherren og evt. til myndighederne for principvurdering.

Projektforslag:

Internt arbejde:

- Fastlæggelse af beregningsforudsætninger.
- Overordnede statiske beregninger på basis af fagmodeller fra arkitekten, der fastlægger geometrikrav. Fastlæggelse af dimensioner på konstruktionerne. Funderingsprincipper fastlægges.
- Fagmodel opbygges ved, at dummyobjekter tildeles dimensioner og typer.

Eksternt samarbejde:

- Fagmodeller modtages fra øvrige rådgivere til koordinering.
- Fagmodel udsendes til øvrige rådgivere.

Forprojekt:

Internt arbejde:

- Hovedgeometri fastlægges sammen med arkitekten inkl. koter. Hoveddimensioner fastlægges på fundamenter, vægge, søjler, dæk og bjælker.
- Fagmodeller koordineres mht. skakte, føringsveje, huller, døre, vinduer og øvrige åbninger.
- Der indføres de informationer i fagmodellen, der er nødvendige for myndighedsbehandlingen.

Eksternt samarbejde

- Der kommunikerer løbende fagmodeller med de øvrige rådgivere via fagmodeller. Grænseflader vurderes og koordineres, input indarbejdes.
- Der hentes standardleverandørkomponenter, som bruges til modelopbygningen.
- Der afleveres fagmodel til myndighederne, hvorpå myndighedsbehandlingen kan foregå.
- Der afleveres fagmodel til bygherren til godkendelse.

Hovedprojekt:

Internt arbejde:

- Detailberegninger og dimensionsoptimeringer. Geometri fastlægges i detaljer. Konstruktionsdetaljer løses. Montageprincipper vurderes og udfærdiges. Der foretages produktvalg.



4. Eksempel på projektføreløb med 3D arbejdsmetode

Alle informationer indarbejdes i fagmodel, der derved ligger til grund for udbudsprojekt. Der udtrækkes mængdelister til BMF.

- Udbudsprojekt udarbejdes.

Eksternt samarbejde:

- Der udveksles løbende fagmodeller med de øvrige rådgivere, og der udføres konsistenskontrol på fagmodellerne.
- Fagmodel + BMF sendes i licitation sammen med alt det øvrige materiale.
- Der fremsendes fagmodel med yderligere afklaringer til byggetilladelsens betingelser til myndighederne.

Udførelse:

Internt arbejde:

- Fagmodeller fra leverandørerne gennemses, og der udarbejdes på dette grundlag fagmodel som udført
- Fagmodel tilføjes projektopfølgning med input fra tilsyn, leverandører og entreprenører

Aflevering:

Eksternt samarbejde:

- Der afleveres fagmodel til bygherren, hvis det er aftalt, med som udført og D&V dokumentation.

4. Eksempel på projektforslag med 3D arbejdsmetode

4.4. Installationsprojektering med 3D arbejdsmetode

Installationsprojektering med 3D-arbejdsmetode, udveksling af fagmodeller og bidrag til fællesmodel

Fagmodeller, der skabes, udveksles og bruges i fællesmodellen								
Fase/milepølse	Byggeprogram	Disposition	Projektforslag	Fonprojekt	Hovedprojekt	Produktion	Udførelse	Drift
Aktivitet								
Bygherre (klienten)	eksisterende forhold	Godkendelse af projektforslag	Godkendelse af projektforslag		Udbud		Aflevering	Drift
Myndighedsbehandling	By og terrenmodel	Infrastruktur Principgodkendelse		Myndighedsgodkendelse	Afdeling af byggetilladelsen betingelser	Tilsyn	Byggetilladelse	
Byggevejledning			Standard objekter	Standard objekter	Standard objekter			
Udførelse								
Installationsprojektering								
Konstruktionsprojektering								
Arkitektprojektering								
Projektkoordinering via fællesmodellen								

Typisk projektmateriale der udarbejdes af installationsingeniøren med data fra fagmodellen i de enkelte faser.

Primære møttere af projektmateriale er angivet med grå skrævering i ovenstående figur

	Installationsprincipper	Installationsplaner 1:100	Installationsplaner 1:100	Installationsplaner 1:100	Hovedtegninger Bygningsdetaljer Diagrammer	Ajourført hovedprojekt	Ajourført som udført Drift og vedligeholdelse
Dokumenter og tegninger (kan medtages dokumenter, der relaterer sig til fagmodellerne)	Installationsprincipper	Installationsplaner 1:100	Installationsplaner 1:100	Installationsplaner 1:100	Hovedtegninger Bygningsdetaljer Diagrammer	Ajourført hovedprojekt	Ajourført som udført Drift og vedligeholdelse
Fagmodeller	Installationsmodel	Installationsmodel	Installationsmodel	Installationsmodel	Installationsmodel	Installationsmodel	Installationsmodel
Simuleringsmodeller og visualisering		Energi	ERO's Energieregning		Beregninger		
Dataudtræk		Overordnet mængder til budget			Beskrivende mængde Udtræk til beskrivelser Udtræk til tilbudslistor Udtræk til budget		

**Byggeprogram:**

Internt arbejde

- Overordnede krav til teknikrum, føringsveje og skakte vurderes på basis af arkitektens fagmodel.

Eksternt samarbejde

- Der modtages fagmodel fra arkitektprojekteringen. Tilbage melding sker via egnet medie, dog kun undtagelsesvis i fagmodel.

Dispositionsforslag:

Internt arbejde

- Forsyningsforhold vurderes. Installationsprincipper fastlægges ud fra myndigheds- og bygherrekrav. Placering og størrelser på teknikrum og skakte vurderes. Føringsveje skitseres. Der udarbejdes fagmodel med brug af dummyobjekter, der viser behov og krav.
- Kritiske områder modelleres i detaljer for at sikre, at det er muligt at udføre.

Eksternt samarbejde

- Der udsendes modeller med installationsprincipper til øvrige rådgivere.
- Der afleveres modeller med installationsprincipper til bygherre og myndigheder for principvurderinger.

Projektforslag:

Internt arbejde:

- Hovedprincipper for installationer detaljeres. Der udføres byggefysiske simulationer. Teknikrum, føringsveje og skakte angives mere præcist. Dummyobjekter konverteres til bygningsdele, således at fagmodels informationsniveau er som projektforslag.

Eksternt samarbejde:

- Der udveksles løbende fagmodeller med arkitekt og konstruktionsingeniør med input til placering, dimensioner osv.
- Der modtages evt. fagmodeller med eksisterende forhold fra bygherre eller 3D opmålinger fra landmåler. Der modtages fagmodeller med infrastruktur med eksterne forsyninger fra myndighederne.
- Der afleveres fagmodeller som beslutningsgrundlag til bygherren.

Forprojekt:

Internt arbejde:

- Fagmodel opdateres ved at tilføje nye bygningsdele, yderligere information og fastlægge/låse geometri. Alle krav til gennemføringer fastlægges med konstruktioner. Alle relevante data til myndighedsbehandling lægges i modellen.
- Hovedgeometri låses fast.

Eksternt samarbejde:

- Der kommunikeres løbende fagmodeller med de øvrige rådgivere. Grænseflader vurderes, koordineres og input indarbejdes.
- Der afleveres fagmodel til myndighederne, hvorpå myndighedsbehandlingen kan foregå.
- Der afleveres fagmodel til bygherren samt forsyningsselskaber til godkendelse.

Hovedprojekt:

Internt arbejde:

- Alle relevante rum udføres i fagmodellen. Der indarbejdes information fra øvrige rådgivere samt input fra eventuelle leverandører/entreprenører. Føringsveje, skakte og hovedprincipper færdiggøres.
- Fagmodel gøres klar med funktions- og produktinformationer til udbud med alle relevante informationer. Der udtrækkes mængder til BMF.



4. Eksempel på projektføreløb med 3D arbejdsmetode

Eksternt samarbejde:

- Der udveksles løbende fagmodeller med de øvrige rådgivere, og der udføres konsistenskontrol på fagmodellerne.
- Der hentes standardobjekter fra leverandørerne, der anvendes i fagmodellerne.
- Udbudsmodel + BMF sendes i licitation sammen med det øvrige udbudsmateriale.
- Der fremsendes fagmodel med yderligere afklaringer til byggetilladelsens betingelser til myndighederne.

Udførelse:

Internt arbejde:

- Projektopfølgning med input fra tilsyn, leverandører og entreprenører.

Eksternt samarbejde:

- Fagmodeller fra leverandør modtages og indarbejdes.

Aflevering:

Eksternt samarbejde:

- Leverandørmodeller modtages og indarbejdes.
- Der afleveres model til bygherren, hvis det er aftalt, med som udført og D&V dokumentation.

4.5. Udførelse med 3D arbejdsmetode

Udførelse med 3D-arbejdsmetode, udveksling af fagnodeller og bidrag til fællesmodel

Fagnodeller, der skabes, udveksles og bruges i fællesmodellen

Aktivitet	Byggeprogram	Disposition	Projektforslag	Fonprojekt	Hovedprojekt	Produktion	Udførelse	Drift
Byggherre (klienten)					Udbud		Aflevering	Drift
Myndighedsbehandling						Tilsyn	Ibrugtagningstilladelse	
Byggevarerleverance						Tilbudsgivning		
Udførelse						Planlægning		
Installationsprojektering					4			
Konstruktionsprojektering					4			
Arkitektprojektering					4			
Projektkoordinering via fællesmodellen					4	Konsistens kontrol		

Typisk projektmateriale, der udarbejdes under udførelsen med data fra de modtagne fagnodellerne.

Primære modtagere af projektmateriale er angivet med grå skrævering i ovenstående figur

Dokumenter og tegninger (kan medtages dokumentet, der relaterer sig til 3D bygningsmodellerne)						Byggepladsplaner	Som udført information Byggevarer info Drift og vedligeholdelse	
Fagnodeller						Produktionsmodel	Produktionsmodel	
Simuleringsmodeller og visualisering						Logistik Tid / proces		
Dataudtræk						Mængder Logistikplaner Processkrivelser Processplaner		

**Byggeprogram, Dispositionsforslag, Projektforslag, Forprojekt, Hovedprojekt:**

Hoved- og fagentreprenøren er ikke aktiv i disse faser. Der kan være en dialog omkring udførelsesmetoder, materialevalg og detaljeløsninger i disse faser, men dette er ikke medtaget. For at øge kommunikationen og forståelsen til entreprenøren kan det med fordel gøres via fagmodeller.

Totalentreprenøren er aktiv på projektledelsesaktiviteterne i ovennævnte faser, eller hvad der modsvarer disse i en anden samarbejdsmodel. Projektledelsesaktiviteterne er ikke medtaget i denne opstilling.

Udførelse:

Internt arbejde:

- Tilbud beregnes på basis af fagmodellerne med tilhørende BMF. Fagmodellerne læses via en "viewer", og bruges for at opnå en hurtig forståelse af bygningen og det mindsker usikkerheden ved tilbudsgivningen. Udførelsesmetoder og procesplanlægning kan visuelt foretages på fagmodellerne.
- Fagmodellerne bruges til planlægningen af selve udførelsen. Ud fra denne foretages metodevalg, byggepladsindretning, sikkerhedsvurderinger osv. Der udføres detailkalkulation af mængder ud fra de udtrukne hovedmængder til brug for indkøb og logistikken på byggepladsen. Evt. tilføjelser sker i egen fagmodel.
- Under udførelsen bruges fagmodellerne til visualisering og forståelse af bygværket. Med objektID som nøgler, registreres kvalitetssikring, projektændringer, som udført information og D&V materiale.

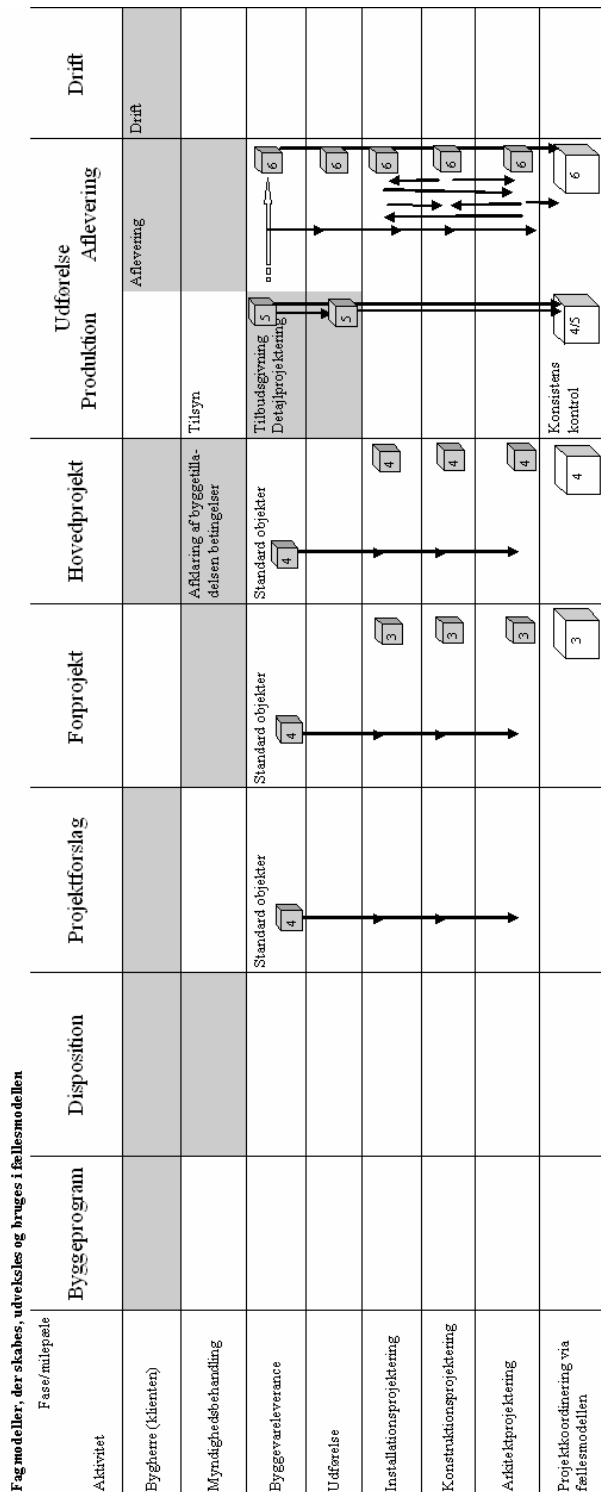
Eksternt samarbejde:

- Fagmodellerne bruges til kommunikation med øvrige parter. Dette sker både ved projektafklaringer og projektændringer.
- Der modtages fagmodeller ved udbud, hvorpå mængder kalkuleres, og hvorpå produktionen planlægges.
- Der afleveres ikke som udført information direkte i en fagmodel, men i en databasestruktur, der refererer til samme struktur, som der anvendes i fagmodellerne.

4. Eksempel på projekforløb med 3D arbejdsmetode

4.6. Byggevareleverance med 3D arbejdsmetode

Byggevareleverance med 3D-arbejdsmetode, udveksling af fagmodeller og bidrag til fællesmodel



Typisk projektmateriale, der udarbejdes af byggevareleverandoren med data fra fagmodellen i de enkelte faser

Primære modtagere af projektmateriale er angivet med grå skrævning i ovenstående figur

Dokumenter og tegninger (kun medtaget dokumenter, der relaterer sig til fagmodellerne)					Tegninger Montagetegninger	Ajourført som udført Byggevare info Drift og vedligeholdelse
Fagmodeller	Standard objekter	Standard objekter	Standard objekter	Standard objekter	Leverandørmodel	Leverandørmodel
Simulering, beregning og visualisering					Dokumentation	
Dataudtræk						

**Byggeprogram, Dispositionsforslag, Projektforslag, Forprojekt, Hovedprojekt:**

Nedenstående gennemgang antager, at der skrives kontrakt med byggevareleverandøren efter hovedprojektet. Der er her taget udgangspunkt i en byggevareleverandør med en væsentlig grad af egenprojektering.

Byggevareleverandøren er normalt ikke direkte aktiv i projekteringsfaserne. Der er dialog omkring produktoplysninger, metodeoplysninger og anden teknisk vejledning i anvendelsen mellem projekteringsfunktionerne og den enkelte byggevareleverandør. Denne dialog kan understøttes af fagmodeller for at effektivisere kommunikationen.

Byggevareleverandøren kan levere standard byggeobjekter til rådgiverne, der kan indgå i fagmodellerne i udbud.

Udførelse:

Internt arbejde:

- Fagmodellerne læses ved hjælp af viewer og bruges for at opnå en hurtig forståelse af bygningen og mindske usikkerheden ved tilbudsgivningen. Tilbud beregnes på basis af fagmodellerne med tilhørende BMF. Ikke fastlagte dimensioner skønnes. Udførelsesmetoder og procesplanlægning kan visuelt foretages på fagmodellen.
- Detailprojekteringen foretages på det fremsendte grundlag inkl. fagmodel. Data overføres til leverandørens fagmodel, og der påføres yderlige informationer på byggeobjekterne. Der produceres produktionstegninger, skærelister, styklister og 3D produktionsmodeller (bruges til kommunikation for at sikre forståelsen/effektivisere processen) til selve produktionen samt tegninger/modeller, der bruges til selve montagen på pladsen. Skære- og styklister er udtræk fra leverandørernes fagmodel.
- Produktionen planlægges ud fra den leverancesektionering, der er angivet i fagmodellen. Produktionen foregår dels ud fra traditionelle produktionstegninger dels ud fra 3D brugs-/samleanvisninger.
- Montagen kan enten foretages af anden part eller af leverandøren selv. Dette kan ske på baggrund af samme type 3D produktionsmodeller, som nævnt under produktionen.
- Slutopgørelse af mængder udtages af fagmodellen.

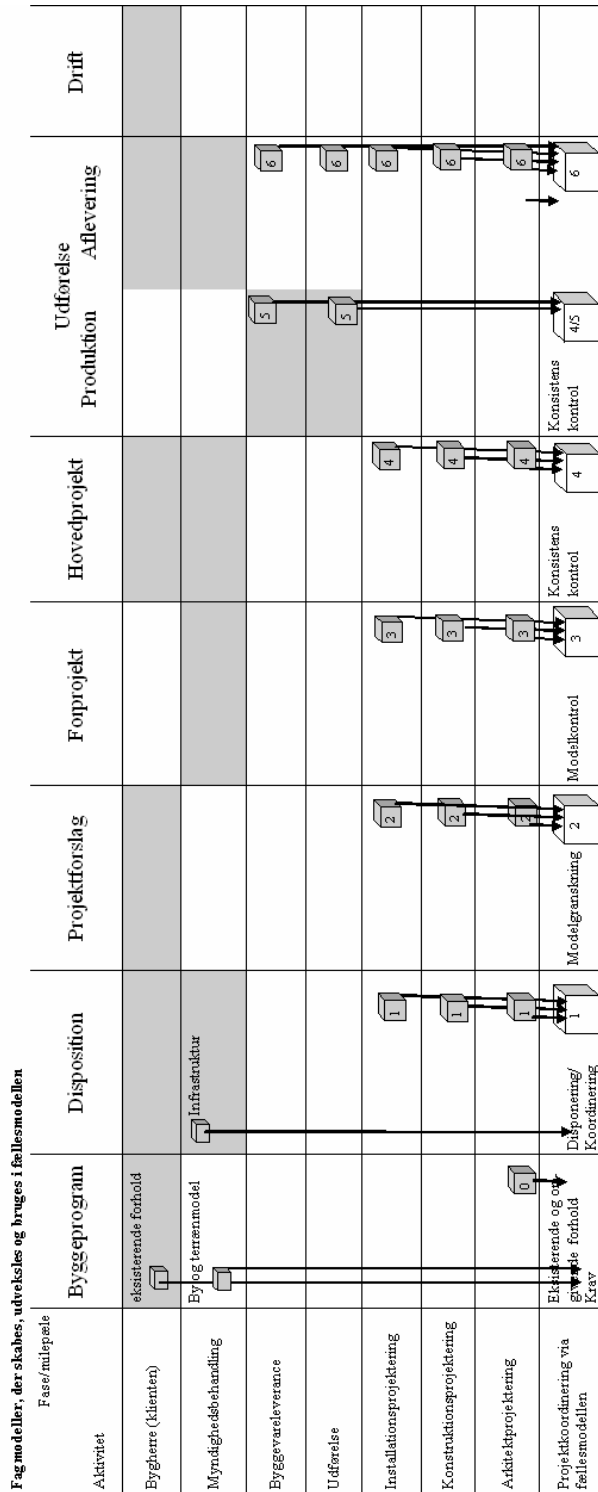
Eksternt samarbejde:

- Fagmodeller modtages som grundlag for produktionen. Derved skal der ikke genindtastes men kun genbruges data, hvilket skal sikre en effektiv arbejdsgang og begrænse risiko for fejl.
- Fagmodel sendes tilbage til rådgiveren, der bygger disse sammen med sine egne fagmodeller. Det er princippet, at et byggeobjekt i rådgiverens fagmodel kan erstattes af et nyt byggeobjekt fra leverandøren, der er mere præcis og mere detaljeret.

4. Eksempel på projektforsøg med 3D arbejdsmetode

4.7. Projektkoordinering via fællesmodellen

Projektkoordinering under 3D arbejdsmetode af fagmodeller via fællesmodellen



Typisk projektmateriale, der genereres ud fra fællesmodellen i de enkelte faser.

Primære modtagere af projektmateriale er angivet med grå skrævering i ovenstående figur

0 Dokumenter og tegninger (kun modtaget dokumenter, der relaterer sig til fagmodellerne)									
Fagmodeller									
Simuleringsmodeller og visualisering									
Dataudtræk									



Projektkoordinering er en aktivitet, der kører på tværs af alle parter, og som bl.a. har følgende opgaver, der relaterer til sig 3D arbejdsmetode:

- Sørge for adgangen til fællesmodellen
- Vedligeholdelse af fællesmodellen
- Indlæggelse af nye udgaver af de enkelte fagmodeller
- Etablering af software til at kunne se fællesmodellen for alle parter
- Sørge for at der foregår projekt disponering, granskning, koordinering samt konsistenskontrol på tværs af alle parter

Omfanget af disse aktiviteter og hvem, der udfører dem, aftales på det enkelte projekt. De enkelte parter udfører stadigvæk egen koordinering, konsistens- og kvalitetskontrol af egne data, og medvirker selv til løsning af egne uoverensstemmelser.

Projektkoordinering:**Byggeprogram:**

- Normalt ingen aktivitet

Dispositionsforslag:

- Adgang til fællesmodel etableres
- Fagmodeller modtages og lægges ind i fællesmodellen
- Fællesmodel opbygges med de eksisterende forhold samt omgivelser

Projektforslag:

- Adgang til fællesmodel åbnes for nye parter
- Reviderede fagmodeller modtages løbende og lægges ind i fællesmodellen
- Overordnet koordinering på tværs af aktiviteterne sker ud fra fællesmodellen

Forprojekt:

- Adgang til fællesmodel åbnes for nye parter
- Reviderede fagmodeller modtages løbende og lægges ind i fællesmodellen
- Overordnet koordinering på tværs af aktiviteterne sker ud fra fællesmodellen
- Samlet projektgranskning udføres
- Konsistenskontrol udføres enten løbende eller ved fastlagte milepæle

Hovedprojekt:

- Adgang til fællesmodel åbnes for nye parter
- Reviderede fagmodeller modtages løbende og lægges ind i fællesmodellen
- Samlet projektgranskning udføres.
- Konsistenskontrol udføres enten løbende eller ved fastlagte milepæle.

Udførelse:

- Adgang til fællesmodel åbnes for nye parter
- Reviderede fagmodeller modtages løbende og lægges ind i fællesmodellen
- Der skal udføres konsistenskontrol mellem fagmodellerne fra hovedprojekteringen og fagmodellerne fra byggevarereleverandøren, enten løbende eller ved fastlagte milepæle.

4. Eksempel på projektløb med 3D arbejdsmetode

4.8. Myndighedsbehandling med 3D arbejdsmetode

Myndighedsbehandling med 3D-arbejdsmetode, udveksling af fagmodeller og bidrag til fællesmodel

Fagmodeller, der skabes, udveksles og bruges i fællesmodellen		Fase/indløp						
Aktivitet	Byggeprogram	Disposition	Projektforslag	Fopprojekt	Hovedprojekt	Produktion	Udførelse	Drift
Bygherre (klienten)								
Myndighedsbehandling	By og terrenmodel	Infrastruktur Principgodkendelse		Myndighedsgodkendelse	Afdeling af byggestilladelsen betingelser	Tilsyn	Brugsgangsbekendelse	Brandsikring
Byggevareleverance							5	6
Udførelse							6	6
Installationsprojektering		1		3	4		6	6
Konstruktionsprojektering		1		3	4		6	6
Arkitektprojektering		1		3	4		6	6
Projektkoordinering via fællesmodellen		1		3	4		4/5	6

Typisk projektmateriale, der modtages fra parterne og som er genereret ud fra fagmodellerne i de enkelte faser.

Primære modtagere af projektmateriale er angivet i med grå skrævet i ovenstående figur

Dokumenter og tegninger (kun medtaget dokumenter, der relaterer sig til fagmodellerne)	Byggeprogram	Disposition	Projektforslag	Fopprojekt	Hovedprojekt	Produktion	Udførelse	Drift
	Belegghedsplan 1:500 Planer 1:200 Opstalter 1:200 Skitter Konstruktive principper Installationsprincipper			Situationsplaner 1:200 Planer 1:100 Opstalter 1:100 Konstruktionsplaner 1:100 Installationsplaner 1:100	Opdateret Hovedprojekt Detaltegninger	Byggevareleverandørenes produktionsplaner	Ajourført Hovedprojekt som udført	Drift-, kontrol- og vedligeholdelsesplaner
Fagmodeller	Arkitektmodel Konstruktionsmodel Installationsmodel			Arkitektmodel Konstruktionsmodel Installationsmodel	Arkitektmodel Konstruktionsmodel Installationsmodel	Leverandøremodel	Arkitektmodel Konstruktionsmodel Produktionsmodel	
Simulering, beregning og visualisering	Visualisering Bymodel			Planforhold Rådgivningsindskrænkning BRG's-Afgangsforhold Brand og Evakuering Statistiske beregninger Energiberegning Etendebusk dokumentation				
Datadæk	Arealer, højde og afstande			Arealer, højde og afstande Rumsvøm og anvendelseskategorier				

**Byggeprogram:**

Internt arbejde hos bygningsmyndigheden

- Forberede evt. fagmodeller til udsendelse

Eksternt samarbejde med øvrige parter

- Der kan stilles by-, infrastruktur- og terrænmodeller til rådighed for parterne på projektet, hvis sådanne bymodeller foreligger. Eventuelle udleverede bymodeller kan benyttes som grundlag for parternes egne fagmodeller og til generel illustration af projektet.

Dispositionsforslag:

Internt samarbejde hos bygningsmyndigheden

- På basis af materiale fra dispositionsforlaget herunder fagmodeller vurderes projektet ud fra gældende planforhold, rådighedsindskrænkninger og BR95, herunder brandforhold.
- Dette resulterer enten i en accept til at fortsætte eller det modsatte.
- Vurderingen dokumenteres ikke skriftligt og det fremsendte materiale arkiveres ikke.

Eksternt samarbejde med projektets parter

- Der afholdes indledende møde med projektets parter som forhåndsdialog. Der gives her en mundtlig tilkendegivelse om resultatet af forvaltningens vurdering, som parterne kan indarbejde i deres videre tilrettelægning. Parternes fagmodeller kan benyttes som grundlag for forhåndsdialogen.

Projektforslag:

Hvis projektet umiddelbart kan indarbejde de bemærkninger, der fremkom ved forhåndsdialogen, er der ingen yderligere aktiviteter hos myndighederne i denne fase.

Forprojekt:

Internt arbejde hos bygningsmyndigheden

- Der modtages fagmodeller som grundlag for myndighedsbehandling. Fagmodellerne skal:
 - have en detaljeringsgrad, der gør det muligt at vurdere projektets geometri og placering i forhold til omgivelser, dets sol-/skyggeforhold, samt evt. indbliksgener til naboer.
 - gøre rede for projektets anvendelses-kategori og brutto-/netto-arealer sat i relation til grundstørrelse og plangrundlag.
 - gøre rede for den valgte brandstrategi, anviser flugtveje og indsatsmuligheder.
- Hvis det foreliggende projekt kræver det, forelægges projektet materialet, herunder fagmodellerne, for andre relevante myndigheder.
- Det endeligt approberede materiale – herunder fagmodellerne – arkiveres hos Bygningsmyndigheden.

Eksternt samarbejde med projektets parter

- Fagmodellerne behandles med henblik på at udstede hovedbyggetilladelse. Myndighedsbehandlingen sker på baggrund af det samlede indsendte materiale, dvs. indsendte fagmodeller samt supplerende dokumenter.
- Hvis det foreliggende projektmateriale ikke viser sig dækkende, kan myndighederne forlange revideret eller supplerende materiale og fagmodeller tilsendt.
- Det endeligt approberede materiale – herunder fagmodellerne – attesteres og fremsendes til ansøger som dokumentation og bilag til den vedlagte Hovedbyggetilladelse. Denne kan indeholde en række betingelser, som ansøger efterfølgende skal redegøre for.

Hovedprojekt:

Internt arbejde hos bygningsmyndigheden

- De indsendte redegørelser for hovedbyggetilladelsens betingelser behandles med henblik på, at projektets detailudformning kan godkendes ved supplerende del-byggetilladelser (fx til konstruktioner, vand, ventilation og afløb). Myndighedsbehandlingen sker også her med



4. Eksempel på projektforsløb med 3D arbejdsmetode

anvendelsen af indsendte modeller samt supplerende dokumenter.

- Det endeligt approberede materiale – herunder fagmodellerne – arkiveres hos Bygningsmyndigheden.

Eksternt samarbejde med projektets parter

- Det endeligt approberede materiale – herunder fagmodellerne – attesteres og fremsendes til ansøger som dokumentation og bilag til den vedlagte Konstruktions- eller Installationsbyggetilladelse.

Udførelse:

Internt arbejde hos bygningsmyndigheden

- Der gennemføres tilsyn med byggeriet under udførelsen for at sikre, at de stillede betingelser respekteres i praksis. Dette sker gennem tilsyn og dialog med byggeriets parter, samt modtagelse af redegørelser og revideret projektmateriale og fagmodeller.
- Det endeligt approberede materiale – herunder fagmodellerne – arkiveres hos Bygningsmyndigheden.

Eksternt samarbejde med projektets parter

- Der udstedes endelig ibrugtagningstilladelse, når alle redegørelser og revideret som udført materiale er modtaget og accepteret.

Driftfasen:

Internt arbejde hos Bygningsmyndigheden

- Der gennemføres årlige brandtilsyn med byggerier indenfor udvalgte anvendelseskategorier - primært undervisningsbygninger, institutioner og forsamlingslokaler.

Eksternt samarbejde med projektets parter

- Driftmodeller kan danne grundlag for de krævede Drift-, Kontrol- og Vedligeholdelsesplaner for Tekniske Anlæg, som Bygningsmyndigheden efter råd fra Brandmyndigheden kan forlange udarbejdet.

Yderligere oplysninger





















For en uddybning af processerne omkring Myndighedsbehandling med fagmodeller henvises til et mere fyldigt notat udarbejdet af Myndighedsgruppen – se bilag MYN på bips hjemmeside.

4. Eksempel på projektforslag med 3D arbejdsmetode

4.9. Bygherrens aktiviteter med 3D arbejdsmetode

Bygherrens aktiviteter med 3D arbejdsmetode

Fagmodeller, der skabes, udveksles og bruges i fællesmodellen

Phase/milepølse	Byggeprogram	Disposition	Projektforslag	Fonprojekt	Hovedprojekt	Produktion	Udførelse	Drift
Bygherre (klienten)	eksisterende forhold 	Godkendelse af projektforslag	Godkendelse af projektforslag		Udbud		Aflevering 	Drift 
Myndighedsbehandling	By og lærermodel 						Ibrugtagningstilladelse 	Brandtilsyn 
Byggevarerleverance								
Udførelse								
Installationsprojektering								
Konstruktionsprojektering								
Arbidsprojektering								
Projektkoordinering via fællesmodellen								

Typisk projektmateriale, der genereres ud fra fagmodellerne i de enkelte faser:

Primære modtagere af projektmateriale er angivet med grå skrævering i ovenstående figur

Dokumenter og tegninger (som medtaget dokumenter, der relaterer sig til fagmodellerne)	Byggeprogram Diagrammer							Drift tegninger
Fagmodeller	Kravmodel							Driftmodel
Simuleringsmodeller og visualisering	Visualisering							Facilitet management
Defaudttræk	Rumskemaer Funktionsprincipper							Driftplaner Produktinfo Driftmængder

**Byggeprogram:**

Internt arbejde

- Der stilles ønsker og krav til byggeriet.
- Ud fra det modtagne materiale inkl. modeller vurderes det, om programmet opfylder de stillede krav, og yderligere specifikationer bygges ind i byggeprogrammet. Byggeprogram godkendes.
- Der udarbejdes rådgiveraftaler, der specificerer, at der bruges 3D arbejdsmetode på projektet.

Eksternt samarbejde

- Fagmodel over eksisterende forhold fremsendes til rådgiveren. Disse kommer enten fra eget arkiv, fra en 3D opmåling eller fra myndighederne.
- Der modtages fagmodeller, ud fra hvilke projektet vurderes.

Dispositionsforslag:

Internt arbejde

- Der gives løbende input til de fremsendte fagmodeller. Der kommunikeres med kommende brugere af huset via fagmodeller, og funktionskrav, ruminddelinger osv. fastlægges
- Budgetter for øvrige udgifter udarbejdes. Her kan fagmodellerne understøttes med data og visuelle betragtninger.
- Til sidst godkendes beslutningsmodeller, herunder visualiseringer, som grundlag for næste fase.

Projektforslag:

Internt arbejde:

- Brugere vurderer de fremsendte fagmodeller med møblering, og om funktionskrav er opfyldt. Dette kan være pladsforhold, rumrelationer osv.
- Bygherren godkender fagmodellerne fra fasen som grundlag for de næste faser. Herved er grundlaget for for- og hovedprojektet fastlagt.

Forprojekt:

Internt arbejde:

- Bygherren godkender grundlag og forudsætninger for myndighedsansøgningen.

Hovedprojekt:

- Bygherren udsender udbudsmaterialet eller foranlediger dette udsendt til entreprenøren.

Udførelse:

Internt arbejde:

- Der gennemføres afleveringsforretning med entreprenørerne. Mangler mm. kan registreres direkte i modellerne, hvilket kan effektivisere kommunikationen

Eksternt samarbejde:

- Bygherren modtager - hvis det er aftalt - fagmodeller som udført samt D&V information.





5 Ordliste

3D	Synonym med "rumlig". Repræsenterer rummets 3 dimensioner, svarende til koordinataksene: X, Y og Z.
3D bygningsmodel	Se Bygningsmodel
Alfanumeriske data	Data, der kan beskrives ved hjælp af tal og bogstaver. Alternere ofte med grafiske/geometriske data.
BIM	Building Information Model. Dansk: Bygningsinformationsmodel. BIM er en bygningsmodel, der indeholder alle informationerne om bygningen, herunder også informationer om fx beskrivelser, bygningsdelsbeskrivelser, økonomi og tidsplaner.
bips	Foreningen bips. Den 26. marts 2003 blev foreningen bips, byggeri – informationsteknologi – produktivitet – samarbejde, stiftet. Det skete ved en fusion af de hidtidige foreninger BPS, ibb og IT-ByggeNet. Ideen bag bips er at samle byggesektorens kræfter i en synlig og slagkraftig forening, der under én hat kan prioritere udviklingsbehov og -indsats for fælles metode og værktøjer på tværs af sektoren.
Byggeklassifikation	Klassifikation inden for byggeriets domæne.
Byggeobjekt	<p>Objekt af betydning for byggesektoren.</p> <p>Byggeobjekter kan opfattes som de byggeklodser, der bruges til bygningsmodellering. 3D arbejdsmetode anvender 2 hovedtyper af byggeobjekter – fysiske og rumlige - samt en kombination af disse 2 typer:</p> <p>Fysiske byggeobjekter, er bygningsdelene, dør, væg, trappe, afløb mv. De udgør tilsammen den fysiske bygning eller "konstruktionsrummet". Rumlige byggeobjekter, er de indendørs og udendørs rum (volumener), som - med afsæt i bygherrens rumprogram - modelleres op til et samlet rumforløb. Summen af de rumlige byggeobjekter er "brugsrummet". Desuden opereres der med Kombinerede byggeobjekter, grund, ejendom, bygning, etage, lejemål administrationsafsnit mv., som typisk vil indeholde både fysiske og rumlige objekter.</p>
Byggesektoren	Den del af danske virksomheder, der arbejder med nybygning og renovering af bygninger og anlæg.
Bymodel	Digital model af systemet by.
Bygningsdel	<p>En afgrænset bestanddel af en bygning, som i sig selv eller i kombination med andre bygningsdele har en karakteristisk funktion i bygningen (ISO12006-2).</p> <p>Iflg. DBK findes der også bygningsdele i terræn. Jordprofil (-100), befæstet areal (-105) og beplantning (-110) er også bygningsdele.</p>



Bygningsmodel	<p>Digital model af systemet "bygning". (DBK).</p> <p>I henhold til DBK defineres "bygning" her som det engelske "construction" snarere end "building", dvs. "det, som er bygget, eller planlægges bygget" dvs. inkl. belægning og installationer i terræn. Landskabsarkitekten fx leverer dermed også input til bygningsmodellen.</p>
CAD-ansvarlig	Særligt CAD- og IT-kyndig person, som får ansvaret for en række tværgående opgaver vedr. virksomhedens CAD-udstyr. Kaldes ofte "superuser" eller "super-bruger".
CAD-bruger	Medarbejder, der arbejder med CAD. Dette kan være enten arbejde med modellering eller tegningsproduktion.
CAD-koordinator	En CAD-kyndig bruger internt virksomheden eller i projektet, som i en bestemt sag får til opgave at koordinere og kvalitetskontrollere CAD-produktionen.
CAD-projektaftale	Projektspecifik aftale om fælles standarder, struktur, dokumentation og udveksling. Aftalen skal gælde projektets parter imellem. Aftalen omhandler blandt andet forhold omkring deling af modeldata.
Database	<p>En samling data, etableret med et eller flere bestemte formål og ordnet i en begrebsmæssig struktur, der er opbygget på grundlag af disse datas karakteristika og indbyrdes relationer. (*ISO/IEC 2382-1:1993).</p> <p>Databaser kan være placeret på elektroniske medier. Hvor dette er tilfældet, vil databasen oftest være struktureret ved hjælp af ét eller flere databaseprogrammer, fx ACCESS eller Oracle.</p>
Dataudtræk	Informationer, der trækkes ud af en bygningsmodel med et bestemt formål, eksempelvis mængdeudtræk, arealudtræk osv.
DBK	Dansk byggeklassifikation. Et udviklingsprojekt under Det Digitale Byggeri, som skal tilvejebringe et dansk klassifikationssystem til afløsning af Sfb klassifikationssystemet.
DDB	Det Digitale Byggeri. En række indsatsområder initieret af Erhvervs- og Byggestyrelsen rettet mod digitalisering af dansk byggeri. initiativet løber fra 2004 til 2006.
Fagmodel	En delmængde af en bygningsmodel, udarbejdet af én af byggesagens parter. Fagmodeller har en fælles struktur, som skal sikre mulighed for udveksling og deling af modeldata mellem parterne.
Fagspecifik model	<p>Model, som anvendes fagspecifikt hos en af parterne til analyse, beregning, simulering, visualisering mv.</p> <p>Fagspecifikke modeller udveksles normalt ikke og er derfor ikke underkastet særlige strukturkrav.</p>



Fase	En periode defineret ved karakteren af processen i bygningens livscyklus. (*ISO 12006-2:2001). Betegnelse for en opdeling af hele byggeprocessen i mindre, afgrænsede delprocesser.
Fællesmodel	Foreningsmængden af udtræk fra 2 eller flere fagmodeller og sammensat ad hoc efter behov. Fællesmodellen er ikke et resultat af, men et dynamisk led i processen. Fællesmodellen kan være opbygget på mange måder, alt efter hvad der er i hensigtsmæssigt i den givne sammenhæng.
Fællesmodelkoordinator	Betegnelse for rollen at koordinere flere fagmodeller i en fællesmodel.
Grafisk information	Information, der knytter sig til tegningens grafiske udtryk. Kan være tekster, målkæder, linietyper, skravering, henvisninger osv.
Grafisk repræsentation	Her i betydningen: En repræsentation af en bygningsmodel og/eller et byggeobjekt i form af grafik eller symboler.
IFC	Industry Foundation Classes. En international specifikation for samarbejde mellem IT-applikationer indenfor planlægning, produktion og drift af bygninger. IFC definerer et neutralt fællesformat (applikationsuafhængigt) til dataudveksling mellem IT-systemer.
Informationsniveau	Et stade for informationsindhold og/eller mængde. I de enkelte fagmodeller, kan der for definerede bygningsdele og/eller geometrisk afgrænsede bygningsafsnit være projektspecifik forskellighed i informationsniveauer.
IKT	Informations- og Kommunikationsteknologi. Er et udvidet begreb i forhold til IT (Informationsteknologi).
IT-projektaftale	Betegnelse for tekniske aftaler om fælles standarder for digital kommunikation, datadisciplin, dokumentation, udveksling og anvendte metoder på en byggesag.
Klassifikation	Processen at ordne enheder i en struktur, der er fastlagt efter enhedernes iboende egenskaber eller de aktiviteter, der knytter sig til disse.
Konsistenskontrol	Kontrol af fagmodellerne i form af overlap, kollision, objektforekomster mv. Formålet er at begrænse antallet af fejl og redundant information.
Mastermodel	En fagmodellen der anvendes i projektets indledende faser til at skabe konsistens og definere grænseflader mellem fagene uden et omfattende flow af modeller mellem parterne. På et tidspunkt i forløbet erstattes mastermodellen af de enkelte fags fagmodeller.
Metadata	Data om data. Håndtering af metadata er vigtig for at lagre, søge og genfinde data.



Model	Repræsentation af et system. (DBK). En repræsentation af relevante karakteristika af et system til et bestemt formål.
Modelfil	En CAD-fil, der indeholder 2D information om en eller flere modeller, fx et bygningsanlæg under projektering.
Modellering	Anvendelse af modeller som værktøj til problemløsning.
Modeltyper	Modeller sorteret efter karakteristika. 3D arbejdsmetode handler om bygningsmodeller, der som undergrupper har fagmodeller, fællesmodeller og fagspecifikke modeller.
Modelserver	En applikation, der sørger for at en fælles model kan gemmes og manipuleres med et interface, der gør modeldata tilgængelige for mange parter samtidigt.
Objekt	Enhver del af verden, man kan opfatte eller forestille sig. (ISO 12006). Bruges i 3D arbejdsmetode kun i betydningen, byggeobjekt, s.d.
Objektbaseret	At "noget", som fx en proces eller en forekomst baserer sig på objekter. Anvendes i byggesektoren om systemer og metoder, hvor projektfinformationer repræsenteres gennem objekter.
Objektdata	Data om objektets egenskaber, fx type, klasse, funktion, materiale osv.
Objektforekomst	Forekomst af en bestemt type byggeobjekter i en model, fx 37 forekomster af objektet dør.
Objekttype	Gruppe af objekter, som har karakteristiske fælles egenskaber.
Parametri	Geometri, der opbygges og genereres via parametre. Når parameter-værdierne ændres, ændres geometrien.
Part	En deltager i et byggesag med et juridisk og fagligt ansvar.
Projektleder	Den medarbejder, som får det overordnede ansvar for projektet (ansvar for ledelse, kvalitet, tid, økonomi, produktivitet og samarbejde).
Projektweb	En adresse på Internettet, hvor samarbejdende parter deler information.
Proprietært format	Format, som ejes af et bestemt IT-system. Blandt de bedst kendte er DWG, som er AutoCADs proprietære format.
Redundant	Forekommende flere gange, fx når samme væg eller dele af samme væg forekommer i både arkitektens og konstruktionsingeniørens fagmodel. Redundans skaber usikkerhed fx ved mængdeudtræk. Redundans mellem fagmodeller kan ikke undgås, men skal begrænses og kontrolleres.
Referencefil	En fil, der refereres til i en anden fil ved hjælp af referenceteknik.



Referenceteknik	En teknik, efter hvilken CAD-filer eller bygningsmodeller opbygges ved hjælp af referencer til andre CAD-filer eller modeller.
Referencepunkt	Et veldefineret punkt, som er fælles for eksterne referencer, der skal placeres i forhold til hinanden.
Revision	En revision er en udsendelse af en fagmodel til en aftalt milepæl på projektet. Disse er kvalitetssikret henhold til 3D CAD-projektaftalen.
Rum	Et sammenhængende og afgrænset volumen i en bygning eller bebyggelse (DBK).
Simulering	Beregning af en bygningsmodels funktionalitet og tekniske egenskaber. Foretages ofte via en selvstændig applikation.
STB / CTB	AutoCAD specifikke begreber, som angiver sammenhæng mellem lag-farve og stregtykkelse. bips anbefaler STB (stregtykkelse og farve kan styres uafhængigt af hinanden).
Symbology	Betegnelse for egenskaber, som er tilknyttet et lag i en CAD fil, fx farve, linietykkelse og linietype. Symbologien har til formål at skabe grafisk overblik over skærbilledet eller plottet.
Tegning	En grafisk repræsentation af et system, en 2D model. Eksempelvis en projektion af en bygning på en billedplan.
Tegningstype	Beskriver en klasse af tegninger med fælles karakteristika vedrørende modegenskab, modtager/formål og kode. Eksempler er principdiagram, arbejdstegning, brugsanvisning, patenttegning.
Version	En version er en ad hoc udsendelse af en fagmodel mellem to revisioner.
Visuel animation	Sekvens af 3D visualiserede billeder, klippet sammen til en "film", som kan give indtryk af bevægelse i et rum eller gennem et endnu ikke opført byggeri.
VR	Virtual Reality. En teknologi, hvor man interaktivt kan agere med en model eller dele af den. Anvendes ofte til visualisering og præsentation og til procesbeskrivelse.