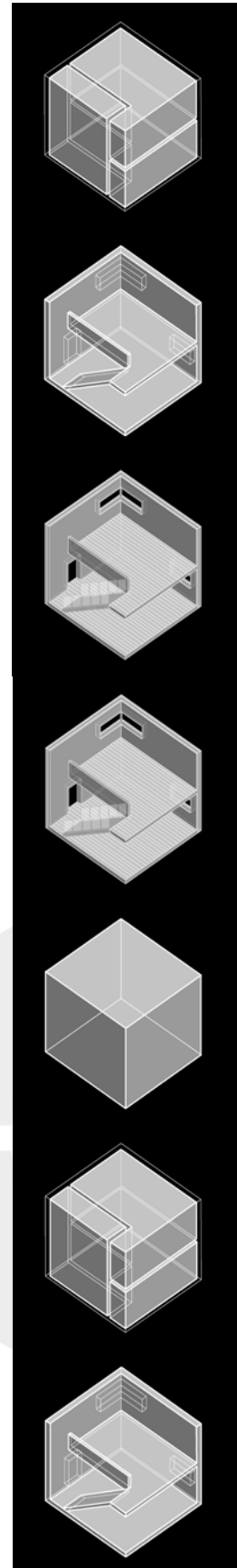


Bygherrekrav 3D-modeller

Kravspecifikation

Version 2, 6. september 2005



B3D

Indholdsfortegnelse

1	Indledning	5
2	Formål.....	6
2.1	Overordnet formål	6
2.2	Formålet med Kravspecifikationerne.....	6
3	Aftalemæssige forhold	8
3.1	Anvendelsesområde	8
3.2	Ikrafttrædelse	8
3.3	Bygherren.....	8
3.4	Rådgiveren.....	9
3.5	Øvrige parter	9
4	Modeldefinition og krav til modellering.....	11
4.1	Data.....	11
4.2	Kernedata.....	11
4.3	Fagspecifikke data	11
4.4	Udvikling af 3D Bygningsmodellen.....	11
5	Oversigt 3D modelniveauer	13
5.1	Kravmodel.....	13
5.2	Bygningsmodel.....	13
5.3	Som udført model.....	15
6	Detailbeskrivelse af modelniveauer	16
6.1	Kravmodel.....	16
6.2	Volumenmodel	17
6.3	Rummodel.....	18
6.4	Elementmodel	19
6.5	Bygningsdelmodel.....	20
6.6	Konstruktionsmodel.....	22
6.7	Som udført model.....	24
7	Krav til modellering	26
8	Rådgiverens ydelser	29
8.1	Bygherrens krav til rådgiverne	29
8.2	Princip	29
8.3	Kontekst afhængige krav	29
9	Ydelsesaftale	31
10	Ordlister	32
11	Reference.....	33
12	Bilag 1: Ydelsesaftale	35
13	SKEMATIK 3D Projektering.....	37
13.1	Projektkonkurrence A.....	38



13.2	Projektkonkurrence B.....	39
13.3	Udbud på projektforslag.....	40
13.4	Udbud på hovedprojekt.....	41
14	SKEMATIK Virtual Reality.....	42
14.1	Virtual Reality Eksteriør.....	42
14.2	Virtual Reality Interiør.....	43
15	SKEMATIK Visualisering.....	44
15.1	Visualisering Skyggediagram.....	44
15.2	Visualisering Volumen Bymodel.....	44
15.3	Visualisering Still Niveau 1.....	45
15.4	Visualisering Still Niveau 2.....	45
15.5	Visualisering Sekvens Niveau 1.....	46
15.6	Visualisering Sekvens Niveau 2.....	46
16	SKEMATIK Simulering.....	47
16.1	Akustisk simulering.....	47
16.2	Simulering af indeklima.....	48
16.3	Brandsimulering.....	48
16.4	Simulering af lys.....	49
16.5	Simulering af statik.....	49
16.6	Simulering af anlægsomkostning Driftsøkonomi.....	49



Indledning og formål



1 Indledning

Erhvervs- og Boligstyrelsen iværksatte i 2003 implementeringsprogrammet "Det Digitale Byggeri" med henblik på øget anvendelse af informations- og kommunikationsteknologi i byggesektoren (1).

Implementeringsprogrammet udpeger de statslige bygherrer som forandringsagenter for byggesektoren ved at stille krav til byggebranchens virksomheder.

"Det Digitale Byggeri" identificerer fire områder, hvor bygherrekrav skal gøres gældende:

- Digitalt udbud
- 3D-modeller
- ProjektWeb
- Digital aflevering

Herudover udvikles, som støtte for bygherrekravene, et såkaldt Digitalt Fundament, der sætter fokus på byggeriets processer, fremme af digitale bygningsmodeller samt en effektiv digital infrastruktur.

Nærværende kravspecifikation til bygherrekrav vedrørende 3D-modeller er udarbejdet af B3D-konsortiet bestående af Rambøll, Aalborg Universitet, Arkitema og NCC.

Kravspecifikationen omhandler bygherrekrav vedrørende anvendelse af 3D-modeller i forbindelse med rådgivningsydelser. Erhvervs- og Boligstyrelsen har som udgangspunkt ønsket nedenstående emner behandlet og beskrevet: (2)

- 3D-modellers opbygning og detaljeringsniveau med henblik på både visualisering og simulering i dag og i fremtiden
- Økonomisk fordelagtige og teknisk mulige anvendelsesområder for modellerne (herunder også dataudtræk), f.eks. set i forhold til byggeriets kompleksitet og/eller størrelse
- Optimal genbrug af modellernes data i efterfølgende faser
- Tilpasning til den internationale udvikling

Andre væsentlige emner er sammenhængen mellem kravene og en sædvanlig byggesags faseopdeling, samt at kravene må være uafhængige af markedets forskellige CAD-produkter og ikke hindre en fortsat udvikling.

Bygherrekravene er tiltænkt statslige byggeherrerers nybyggerier, men de forventes også at få en afsmittende effekt på ombygninger, større renoveringsopgaver samt udvidelser af eksisterende bygninger.

I anden version af kravspecifikationen er en del af den oprindelige tekst flyttet til den tilhørende vejledning. Anden version er forsynet med en række billede eksempler.



2 Formål

2.1 Overordnet formål

Formålet med bygherrekravene vedrørende 3D er tosidigt: Dels at give bygherren umiddelbare gevinster ved brug af 3D, dels at sikre en bredere implementering af 3D-modeller hos byggeriets mange parter.

Konceptet med brug af 3D-modeller tilbyder såvel bygherren som de mange, der knytter sig til projektet (rådgivere, udførende, producenter og driftsherre), en række fordele, idet mange forhold kan vurderes og løses eksempelvis geometrisk og logistisk i en computer-model af bygningen.

2.2 Formålet med Kravspecifikationerne

I denne kravspecifikation fokuseres både på 3D bygningsmodellens 3D-egenskaber, og de informationer, der relaterer sig hertil.

B3D-konsortiets løsningsmodel vedrørende bygherrekrav til 3D-modeller tager udgangspunkt i et eksisterende koncept: 3D bygningsmodellen. Et koncept der også er pejlemærke for det *Det digitale Byggeri*.

En 3D bygningsmodel, en *Building Information Model*, er en computer-model af bygværket, der ideelt set indeholder alle informationer om bygværket.

Byggeriets parter er derfor ikke tvunget til alene at operere med 3D bygningsmodeller, men kan kombinere denne repræsentation med andre.

Den afgørende forskel på 3D bygningsmodellen og rene geometriske modeller er, at den indeholder en indre logisk sammenhæng, hvor modellens bestanddele kender deres egen eksistens og position i et samlet hele.

3D bygningsmodellen sikrer datagenbrug mellem byggeriets parter, og gevinsterne høstes allerede, når bygherrekravene sættes i værk.



Aftalemæssige forhold



3 Aftalemæssige forhold

3.1 Anvendelsesområde

B3D-konsortiet anbefaler, at bygherrekravene vedrørende anvendelse og aflevering af 3D-modeller som udgangspunkt bør anvendes i forbindelse med nybyggeri af huse, hvor rådgivningsydelsen udgør mere end 500.000 kr. Kravene bør også være gældende hvis rådgivningen er en del af en totalentreprise opgave.

Det er op til bygherren, at vurdere i den konkrete byggesag om der er forhold, som taler for at bygherrekravene, vedrørende 3D-modeller, skal gøres gældende ved mindre rådgivningsopgaver, fx i tilfælde hvor den eksisterende bygningsmasse foreligger som en 3D-model.

Erhvervs- og Boligstyrelsen har oplyst, at bygherrekravene for 3D-modeller er gældende for nybyggerier.

Kravene til opbygning af 3D-modellen er baseret på, at rådgiverne benytter sig af objektorienterede CAD-programmer, som f.eks. Architectural Desktop og Revit fra Autodesk, ArchiCAD fra Graphisoft, Triforma fra Bentley, MagiCAD fra Progman, Tekla Structures fra Tekla med flere som er i stand til at generere 3D-modeller med et byggeteknisk indhold, og som kan eksportere modellerne i IFC-format (11). Bygherren må derfor acceptere at rådgiverne er underlagt de kommercielle software begrænsninger, men kan kræve, at den til enhver tid bedste IFC-kompatible software benyttes.

3.2 Ikrafttrædelse

Det er den statslige bygherre i den aktuelle byggesag, der stiller krav om at rådgiverne skal anvende og aflevere 3D-modeller.

Rådgiverne skal herefter efterleve kravene vedrørende 3D-modeller i henhold til det i ydelsesaftalen aftalte omfang.

3.3 Bygherren

Såfremt bygherrekravene vedrørende 3D-modeller skal være gældende, skal det fremgå af bygherrens kontrakt med rådgiveren/rådgiverne.

Bygherren kan i kontrakten henvise til den prædefinerede rådgivningsydelse fra nærværende publikation eller udforme projektspecifikke krav baseret på publikationens skematik.

Bygherren har pligt til at levere de digitale data, som rådgiveren skal anvende for at kunne udføre sin leverance af 3D modellen. Data fra bygherren skal som udgangspunkt leveres i et format, i en struktur og med en nøjagtighed, som de data bygherren kræver leveret af rådgiveren.

Bygherren får brugsretten til de af rådgiveren producerede digitale modeller i henhold til ABR89 med mindre andet aftales specifikt med rådgiveren. Rådgiveren bevarer ophavsretten til de digitale modeller.



3.4 Rådgiveren

Rådgiveren er pligtig til efterleve bygherrens krav vedrørende 3D-modeller.

Såfremt bygherren i ydelsesbeskrivelsen har anført, at bestemte former for simuleringer ønskes udført på basis af 3D-modellerne, fritager det ikke rådgiveren for at efterleve gældende lovgivning samt, at foretage fagligt kvalificerede vurderinger.

Rådgiveren skal i projektføreløbet foretage en kontinuerlig udveksling af 3D modellen til øvrige parter. Omfanget heraf skal anføres i projektspecifik CAD aftale. Rådgiveren skal endvidere videregive 3D-modellen til bygherren, andre rådgivere, entreprenører, producenter og driftsherrer i henhold til de aftaler og terminer som er anført i den projektspecifikke ydelsesaftale.

Indtil der er etableret en praksis på området, anbefales det, at rådgiveren udvælger hvilken dokumentationsform, der skal være gældende i tilfælde af uoverensstemmelse mellem 3D-modellen, tegningerne og beskrivelserne.

Såfremt bygherren konstaterer fejl i den af rådgiveren udarbejdede 3D-model, inden bygherrens accept af modellen, har rådgiveren pligt til at rette fejl i 3D-modellen.

Rådgiveren vil ikke kunne drages til ansvar for omkostninger, som kan henledes til bygherren eller tredjeparts brug af 3D-modellen.

3.5 Øvrige parter

Såfremt bygherren ønsker at den 3D-model, rådgiveren har udarbejdet, skal tilgå øvrige parter, må den kun anvendes til projektrelaterede formål



Modeldefinition og krav til modellering



4 Modeldefinition og krav til modellering

4.1 Data

For at identificere data, som har interesse og betydning for flere parter, og data som er specifikke for et enkelt fagområde, skelnes mellem keredata og fagspecifikke data.

4.2 Keredata

Keredata er den fællesmængde af data, som alle parter i byggesagen trækker på og bidrager til, og udgør således det basale grundlag for alle digitale arbejder i projektet.

3D-keredata kan umiddelbart overføres og videreudvikles i de enkelte faser i et kontinuerligt og dynamisk projektføreløb; fra de første ideer, via projektering og opførelse til drift- og vedligehold i hele byggeriets levetid

4.3 Fagspecifikke data

Fagspecifikke data er den del af den samlede datamængde, der kan udvikles og bruges inden for den enkelte fagdisciplin.

Den enkelte rådgiver vælger netop det software, der er optimalt for at løse en specifik opgave. De fagspecifikke data vil altid være en afspejling af tidens teknologiske stade.

4.4 Udvikling af 3D Bygningsmodellen

Fra de indledende skitser og frem til aflevering af den færdige bygning sker der en udvikling af bygningsmodellen gennem forskellige niveauer til højere og højere detaljeringsgrader. Højere niveauer indeholder som udgangspunkt alle underliggende niveauer.

Bygherren bør opstille en kravmodel i forbindelse med udarbejdelsen byggeprogrammet. De rådgivende vil tidligt kunne opstille en volumenmodel af bygningen. Rummodellen vil også være til stede tidligt i projekteringsforløbet, og mindst i forbindelse med afslutningen af dispositionsforslaget. Rummodellen vil leve videre gennem projektet og bør udbygges og blive opdateret løbende. Elementmodellen opstår i forbindelse med projektforslaget, eller hvis der tidligt i forløbet skal laves Virtual Reality demonstrationer af interiør. Under forprojektet opbygges en bygningsdelsmodel, som kan forfines under hovedprojekteringen, og som kan munde ud i en konstruktionsmodel, alt afhængigt af hvor langt rådgiverne må gå i deres valg af produkter i projekteringen.

Det kan være hensigtsmæssigt at tillade, at dele af bygningen befinder sig på et andet detaljeringsniveau end resten. Eksempelvis at råhuset på, et givet tidspunkt, befinder sig på et mere afklaret niveau end kompletteringen.



Oversigt 3D modelniveauer og Detailbeskrivelse af modelniveauer

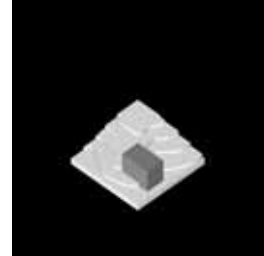


5 Oversigt 3D modelniveauer

5.1 Kravmodel

Bygherrens byggeprogram. Bygherrekrav og mål for projektet

- Mål og krav til bygningen
- Mål og krav til processen
- Mål og krav til bygningsværket
- Mål og krav til rum
- Mål og krav til bygningsdele
- Mål og krav til termiske forhold



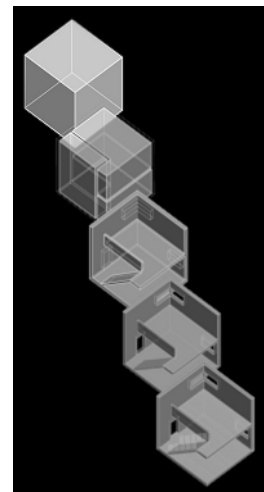
Kravmodel

5.2 Bygningsmodel

5.2.1 Volumenmodel

En grov repræsentation af bygningen. Den anvendes i forbindelse med proportionering af bygningen samt indplacering i forhold til omgivelserne.

- Dokumentation af krav til volumen
- Eksteriør
- Interiør
- Grundlag for overordnede vurderinger af termiske forhold

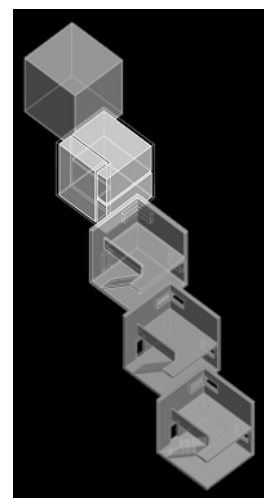


Volumenmodel

5.2.2 Rummodel

Viser bygningens rum, det vil sige bygningens nyttevolumen.

- Dokumentation af krav til rum
- Arealer
- Rumindhold
- Funktion
- Termiske forhold



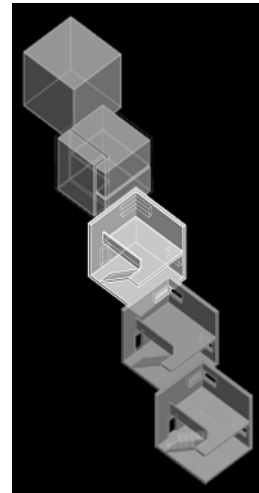
Rummodel



5.2.3 Elementmodel

Er en overordnet funktionel nedbrydning af bygningens bestanddele.

- Afklaring af konstruktionsprincip
- Hovedkonstruktioner
- Geometrisk afklaring
- Fastlæggelse af relationer til modulsystem
- Placering og geometri af bygningsdele

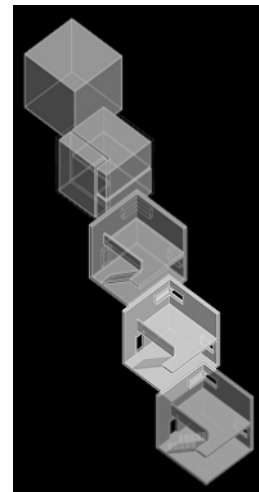


Elementmodel

5.2.4 Bygningdelsmodel

Indeholder en detaljering, svarende til afklaringsniveauet ved udgangen af et projektforslag.

- Udbygning af konstruktionsprincip
- Hovedkonstruktioner
- Geometrisk afklaring
- Fastlæggelse af relationer til modulsystem
- Detailinformation af bygningsdele

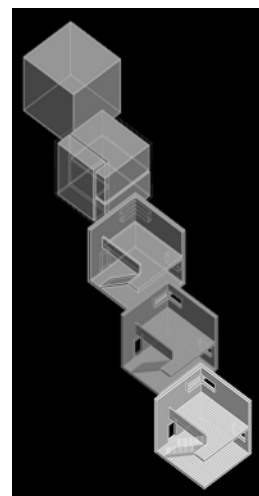


Bygningdelsmodel

5.2.5 Konstruktionsmodel

Svarer til niveauet, som er nødvendig for at kunne opføre bygningen.

- Model til udbud og udførelse
- Konstruktionselementer
- Konstruktionsprocesser
- Tidsplanlægning
- Ressourceplanlægning



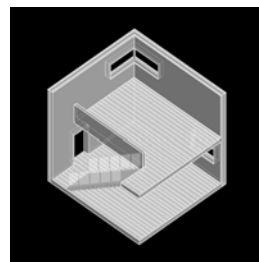
Konstruktionsmodel



5.3 Som udført model

Implementering af design og konstruktion

- Konstruktioner
- Proces data



Som udført model



6 Detailbeskrivelse af modelniveauer

6.1 Kravmodel

6.1.1 Beskrivelse

Formålet med kravmodellen er at definere og klargøre forskellige krav omkring byggesagen herunder myndighedskrav, forhold omkring grunden og det omkringliggende miljø, samt bygherrens ønsker og krav til byggeriet. Et vigtigt element i Kravmodellen er bygherrens rumprogram, der angiver geometriske krav og ydeevne til rum.

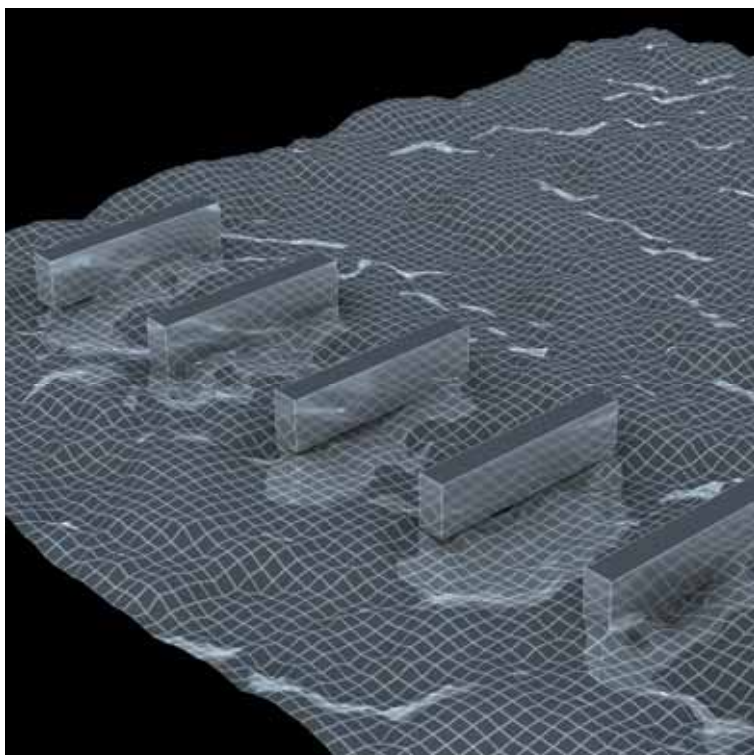
6.1.2 Indhold af model

Samlet set indeholder kravmodellen de samlede krav til byggeriet, men i 3D sammenhæng begrænser modellen sig til at indeholde en 3D terrænmodel, og omkringliggende bygninger i det tilfælde bygherren finder det hensigtsmæssigt. Byggeprogrammets krav kan med fordel indlægges i en database. Derved bliver det muligt for at koble kravdata op mod med 3D Bygningsmodellen.

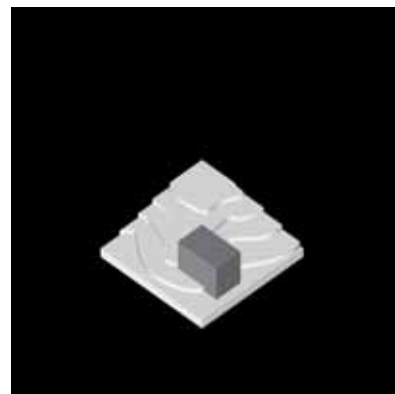
6.1.3 Bestanddele

Terræn og eventuelt omkringliggende bygninger.

6.1.4 Eksempel



Terrænmodel opbygget med polygoner og bygninger som volumen



Kravmodel | Princip



6.2 Volumenmodel

6.2.1 Beskrivelse

3D-volumenmodeller opbygges af geometriske grundformer, der er massive. I en volumenmodel er ude og inde kendt. Volumenmodellen kan benyttes i forbindelse med vurderinger af eksteriør, skyggeforhold mm., fx i en bymodel, og kan anvendes til vurderinger af specifikke vindforhold.

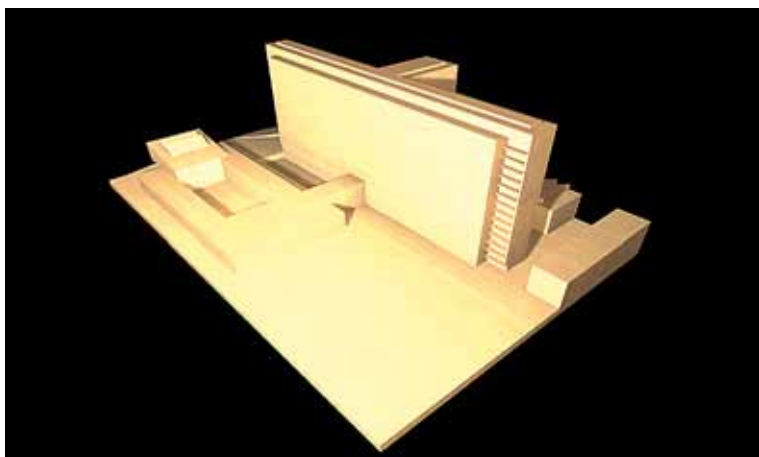
6.2.2 Kravindhold af model

Volumenmodellen opbygges af elementer som massive geometriske entiteter. Volumenmodellen er således alene en 3D geometrisk repræsentation, som afspejler en geometrisk form, men som ikke indeholder informationer om materialer, overfladestrukturer eller farver. Der kan stilles krav om at markante bygningselementer samt åbninger indgår i volumenmodellen, hvis den ønskes anvendt i forbindelse med overordnede vurderinger af termiske forhold.

6.2.3 Klassifikation

Volumenernes kan klassificeres efter en af bygherren anført systematik.

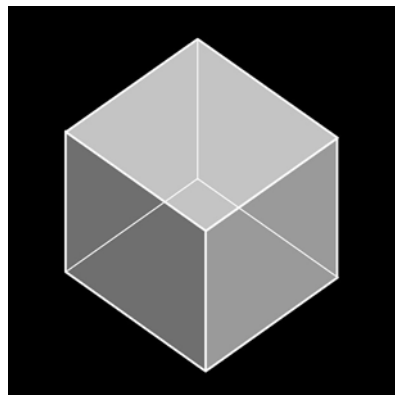
6.2.4 Eksempel



Tom Cederqvist, CEJ Architects | Finland



ARKITEMA | Volumenmodel med åbninger og markante bygningselementer



Volumenmodel | Princip



6.3 Rummodel

6.3.1 Beskrivelse

3D-rummodellen indeholder alene informationer om rummet, og ikke om de konstruktionselementer der omgiver rummet. Disse defineres som konstruktionsrummet, analogt til netto- og bruttoarealet. Rummodellens informationer relaterer sig til bygherrens krav som kan omhandle nedenstående forhold

- Arealer
- Volumen
- Termiske forhold
- Akustiske forhold
- Brandtekniske forhold herunder evakuering
- Lys
- Møbler

6.3.2 Kravindhold af model

Rummodellen opbygges af 3D geometriske entiteter, der definerer rummenes fysiske afgrænsning og rumlige placering.

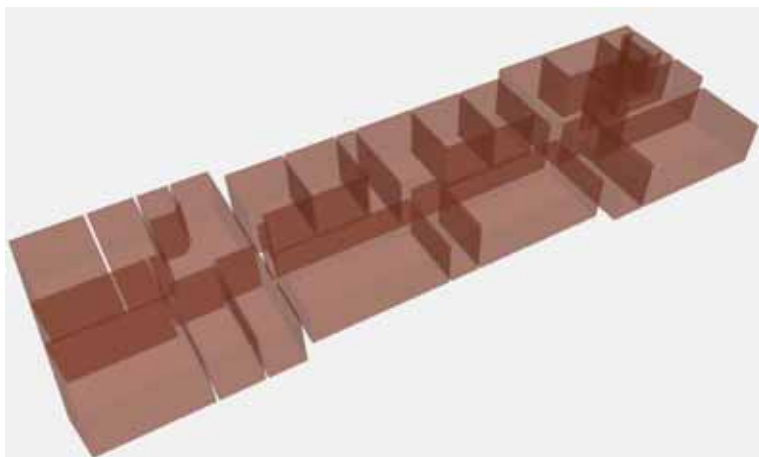
6.3.3 Klassifikation

De enkelte rum kan klassificeres efter deres funktion, efter en af bygherren anført systematik.

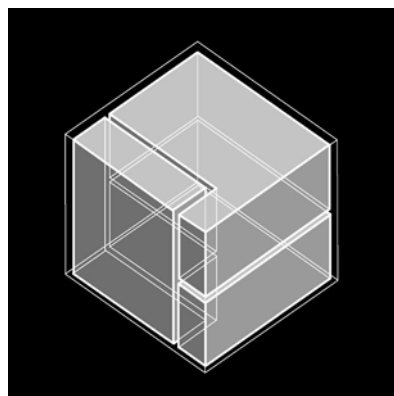
6.3.4 Navngivning

Hvert rum skal navngives med et navn/rumnummer svarende til rummets navn/rumnummer i den kommende bygning i henhold til bygherrens angivelser i Kravmodellen.

6.3.5 Eksempel



Rummodel



Rummodel | Princip



6.4 Elementmodel

6.4.1 Beskrivelse

Elementmodellen er forløberen for bygningsdelmodellen, hvor elementerne er resultatet af den første nedbrydning af bygningen til afgrænsede bestanddele. Det vil sige, elementerne har en geometrisk form og placering, og har fået identificeret overordnede funktionskrav.

Elementmodellen opbygges af grafiske elementer, der er defineret som 3D-objekter bestemt ved en grafisk repræsentation og en identifikation. Elementmodellen er skitseagtig i sit grafiske udtryk, men skal være udført med en korrekt og nøjagtig geometrisk opbygning, således at bygningsdelenes indpasning og relationer til hovedkonstruktionerne har en præcis afklaring. Alle åbninger skal være definerede.

6.4.2 Kravindhold af model

Modellen skal opbygges af elementer, svarende til en funktionel bygningsdel, dvs. uden den detaljerede opbygning er kendt, hvor fx vægge modelleres uden en indre lagdeling.

6.4.3 Klassifikation

Elementerne klassificeres efter SfB-systemet, hvor følgende grupper forventes anvendt:

(2) Konstruktion

(21) Ydervægge

(22) Indervægge

(23) Dæk

(24) Trapper

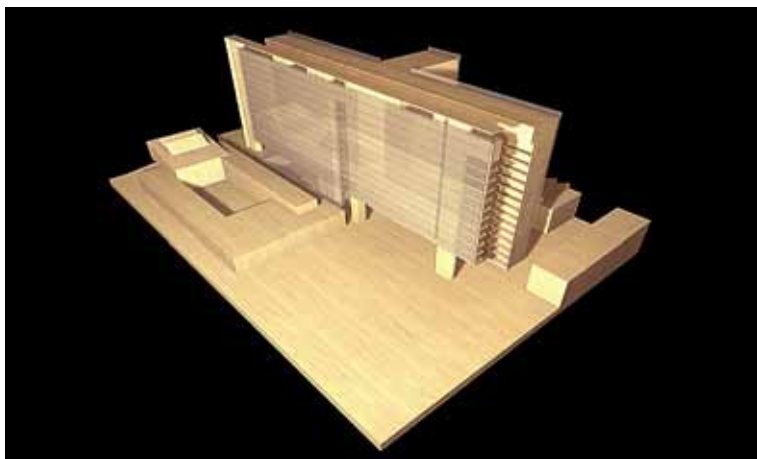
(27) Tage

(3) Komplettering

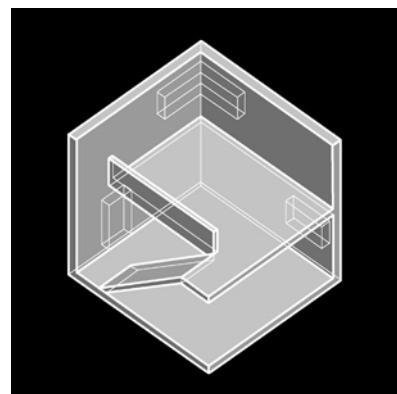
(31) Ydervægges komplettering

(32) Indervægges komplettering

6.4.4 Eksempel



Tom Cederqvist, CEJ Architects | Finland



Elementmodel | Princip



6.5 Bygningsdelmodel

6.5.1 Beskrivelse

Bygningsdelmodellen indeholder bygningsdele, som er detaljeret til et niveau hvor kravene til deres ydeevne og opbygning er nøje specificeret, men før der træffes et valg af et produkt fra en bestemt leverandør.

Bygningsdelmodellen er en videre udbygning af Elementmodellen og er som denne opbygget af grafiske elementer, der er definerede som 3D objekter bestemt ved en grafisk repræsentation og en identifikation. I Bygningdelsmodellen er der tilknyttet udfaldskrav til objektet og 3D objekter udføres med en detaljeringsgrad svarende til niveauet, idet forslag til den konstruktive opbygning af de enkelte 3D objekter specificeres og vises i det grafiske udtryk. Informationer kan gemmes i selve objektet eller i en database med adgang til objektet med mulighed for søgning og selektering.

6.5.2 Kravindhold af model

Bygningsdelene skal være beskrevet geometrisk svarende til den detaljeringsgrad bygningsdelen er specificeret til, dvs. den geometriske model skal indeholde en lagdeling af en væg, da væggenes opbygning typisk vil være kendt på dette stade.

6.5.3 Klassifikation

Bygningsdelen klassificeres efter SfB-systemet, hvor følgende grupper forventes anvendt, idet der kan aftales projektspecifikke forhold.

(2) Konstruktion

(12) Fundamenter

(13) Terrændæk

(21) Ydervægge

(22) Indervægge

(23) Dæk

(24) Trapper

(26) Altaner

(27) Tage

(3) Komplettering

(31) Ydervægges komplettering

(32) Indervægges komplettering

(33) Dæk komplettering

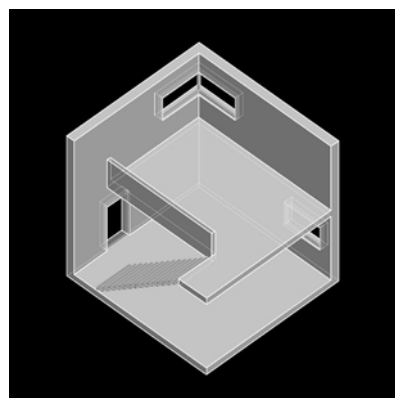
(34) Trapper og rammer komplettering

(35) Lofter komplettering

(5) VVS-anlæg

(52) Sanitet

(57) Kanaler



Bygningsdelmodel | Princip



(57) Ventilatorer | Hovedaggregater

(6) El- og mekaniske anlæg

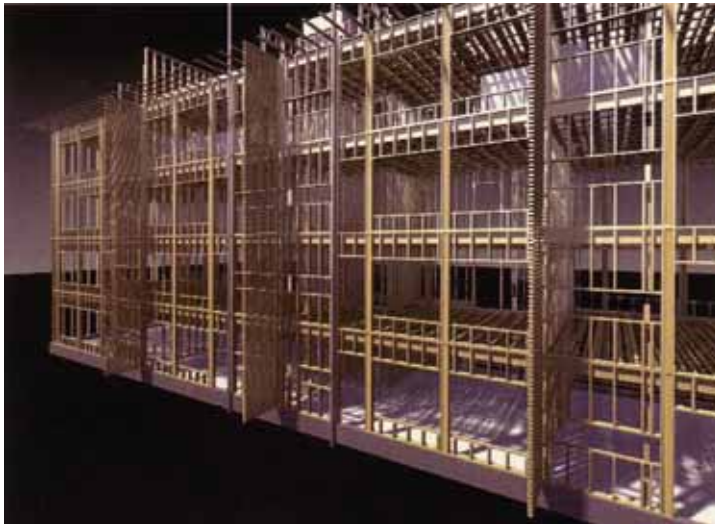
(63) Føringsveje | Hovedføringsveje

(66) Elevatorer

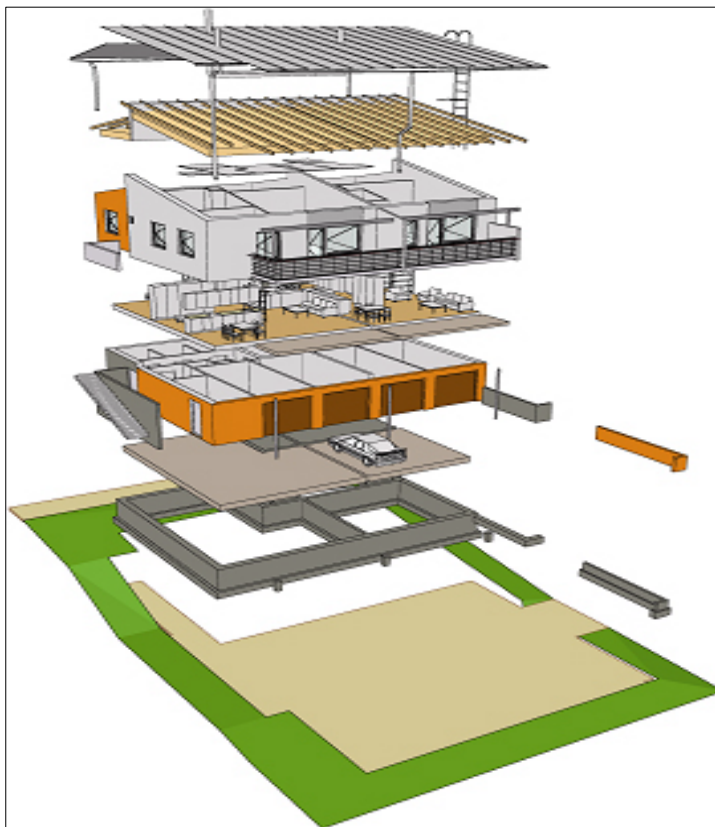
(7) Inventar

(79) Fast inventar

6.5.4 Eksempel



Bygg i Trä | White Arkitekter Sverige



ProIT | Finland



6.6 Konstruktionsmodel

6.6.1 Beskrivelse

Konstruktionsmodellen er en yderligere detaljering baseret på bygningsdelmodellens indhold. I konstruktionsmodellen er produkter fra bestemte leverandører kendt, og dermed er produktdata og udførelsesdata også kendte. Modellen danner således udgangspunkt for detaljerede mængde- og prisberegning i forbindelse med udbud, tilbud og produktion. Konstruktionsmodellen kan endvidere benyttes i forbindelse med tidsplanlægning. Man kan tilknytte leveringstider og produktionstider, således at modellen kan danne grundlag for den egentlige opførelse.

6.6.2 Kravindhold af model

I bygningsdelmodellen angives elementets geometriske form og elementet placering. Modellens detaljeringsgrad skal være tilstrækkelig detaljeret til at det er muligt, at udtrække geometriske data til produktion og montage. I modellen kan der indgå produktspecifikke delmodeller.

6.6.3 Klassifikation

Bygningsdelen klassificeres efter SfB-systemet, hvor følgende grupper forventes anvendt, idet der kan aftales projektspecifikke forhold.

(2) Konstruktion

(12) Fundamenter

(13) Terrændæk

(21) Ydervægge

(22) Indervægge

(23) Dæk

(24) Trapper

(26) Altaner

(27) Tage

(3) Komplettering

(31) Ydervægges komplettering

(32) Indervægges komplettering

(33) Dæk komplettering

(34) Trapper og rammer komplettering

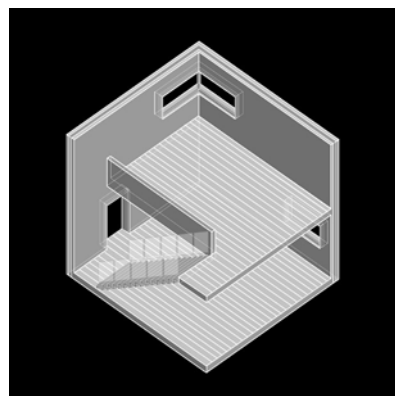
(35) Lofter komplettering

(5) VVS-anlæg

(52) Sanitet

(57) Kanaler

(57) Ventilatorer | Hovedaggregater



Konstruktionsmodel | Princip



(6) El- og mekaniske anlæg

(62) Højspænding | Hovedføringsveje

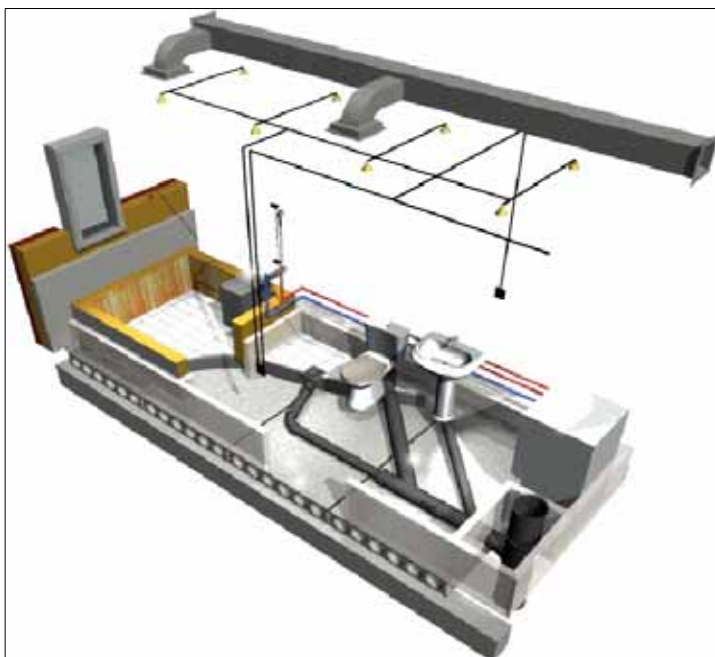
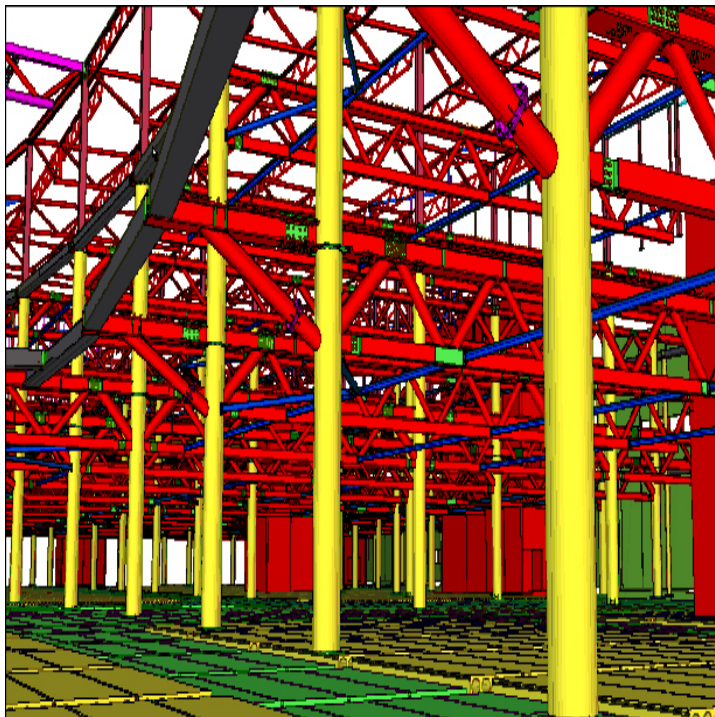
(63) Lavspænding | Hovedføringsveje

(66) Elevatorer

(7) Inventar

(79) Fast inventar

6.6.4 Eksempel



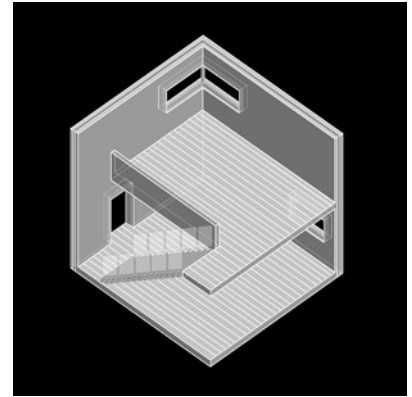
ProIT | Finland



6.7 Som udført model

6.7.1 Beskrivelse

Efter opførelse af byggeriet udføres der en endelig opdatering af modellen således at den fremstår som As-built, og kan danne grundlag for udarbejdelse af anvisninger og driftsomkostninger i forbindelse med drift og vedligehold.



Som udført model | Princip



Krav til modellering



7 Krav til modellering

7.1 Enhed

Modeller dannes i SI-enheder.

7.2 Koordinatsystem

Bygningen skal som udgangspunkt placeres i et koordineret projektspecifikt defineret koordinatsystem, som er entydigt defineret i forhold til et globalt koordinatsystem.

Når bygning og grund indplaceres i forhold til omgivelserne, skal anvises hvilket globalt koordinatsystem, der er gældende.

7.3 Geometriske elementer

- Placeres med korrekte x, y, z koordinater
- Placeres på den korrekte etage med den korrekte z koordinat
- Dannes med korrekte dimensioner i x, y, z
- 3D-modellens elementer må ikke være skaleret

7.4 Objekter

Alle elementer skal generelt modelleres som bygningsobjekter i de anvendte IT-systemer, fx en væg skal genereres ved hjælp af et værktøj til denne specifikke funktion.

Rådgiveren kan alene vælge at benytte rene geometriske entiteter i den udstrækning af de specifikke værktøjer ikke er tilstrækkelige. De geometriske entiteter bør i så fald være dannet som Constructive Solid Geometry (CSG).

7.5 Klassifikation

Bygningsdele klassificeres efter SfB systemets bygningsdeltavle (5).

7.6 Præcision

Der opereres med to præcisionsniveauer til at beskrive, med hvilken sikkerhed den 3D geometriske repræsentation af et element er beskrevet. De to niveauer er:

- Lav præcision (skitse-mæssig)
- Høj præcision (detaljerede mål, som andre aktører kan arbejde videre efter)

Det skal tydeligt fremgå ved overdragelse af modeller til bygherren, andre rådgivere eller tredje part hvilke elementer, som kun er fastlagt på et skitse-mæssigt niveau.



7.7 Typer

Alle modellerede dele forsynes med en typeangivelse. Eksempelvis forsynes alle vægge af samme type med samme angivelse. Typeangivelsen kan være projektspecifik.

Rådgiveren skal dokumentere hvilke typer, der benyttes i det enkelte projekt.

7.8 Lagstruktur

Brugen af lagstrukturer har ikke samme væsentlighedsgrad i objektorienteret sammenhæng som ved rene stregtegninger i 2D, da ethvert 3D-objekt indeholder information om sig selv.

Generelt anbefales dog, at rådgiveren benytter lagstruktur, og specifikt i forbindelse med modellering af elementer, der eksporteres via IFC som IFC-proxy objekter.

7.9 Navngivning

Danske karakterer bør undgås i objekt, fil og lagnavne.

7.10 Udveksling

Modellen skal overføres i 3D gennem IFC, hvor den seneste certificerede version skal anvendes. Elementerne skal være påført **Global Unique Identification** i forbindelse med eksport til IFC.

Elementer dannes som objekter ved hjælp af IT-værktøjernes specifikke funktioner. Det er afgørende, at eksempelvis en væg bliver oversat til et væg-objekt i IFC-modellen.

Elementer, dannet som rene geometriske objekter, kan eksporteres via IFC som IFC-proxy objekter.

Supplerende information om objekternes egenskaber, som enten ikke er indeholdt i IFC eller implementeret i kommercielle programmer udveksles via RTF¹- eller CSV²-filer.

¹ Rich Text Format

² Comma Separated Values



Rådgiverens ydelser og ydelsesaftale



8 Rådgiverens ydelser

8.1 Bygherrens krav til rådgiverne

I bilaget under Skematikken er der opstillet en række forskellige krav til 3D-modeller ud fra bestemte anvendelsesscenarioer. Hvis man ønsker at benytte en 3D-model til Virtual Reality, er det muligt, at identificere særskilte krav til det, på tilsvarende måde vil forskellige former for simuleringer have deres krav til modelleringen. Disse delkrav bør konsolideres således, at rådgiveren kun møder et sæt krav til 3D-modellerne, men ved at bevare en forbindelse mellem bygherrens mangfoldige krav og de konsoliderede krav, er det muligt for rådgiverne at spore årsagen tilbage til hvert enkelt af de opstillede krav.

Forrest i skematikken under 3D Projektering er der opstillet 4 forskellige sæt konsoliderede krav til rådgiverne, som er afhængige af hvor langt man er i projekteringsforløbet.

8.2 Princip

I rådgiverydelserne specificeres det aftalemæssige grundlag for rådgiverens leverance og anvendelse af 3D-modeller.

Bygherren specificerer indholdet, omfanget og præcisionen af den 3D-model, der skal leveres i forbindelse med løsning af rådgivningsopgaven. Specifikationen udarbejdes på basis af de anvendelsesområder, som bygherren i det enkelte projekt finder fornuftige.

Kravene til 3D-modellen konsolideres efterhånden som krav til 3D-modellen gentages og anvendes i forskellige scenarier.

Figuren til højre illustrerer bygherrens ønsker til forskellige anvendelser af 3D-modellen, samt de tekniske krav relateret hertil. Rådgiveren kan dermed alene fokusere på de konsoliderede krav, og ikke på de delkrav, som hvert enkelt anvendelsesscenario udstikker til 3D-modellen.

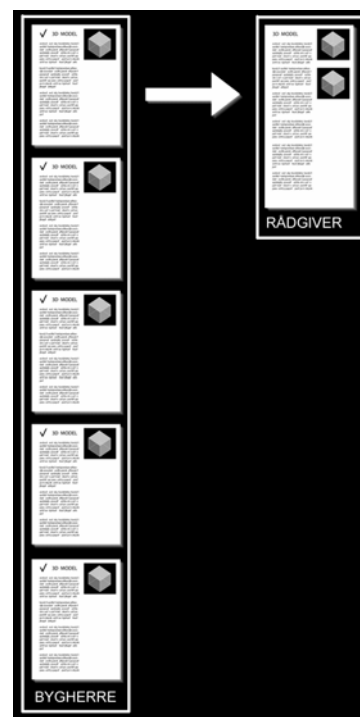
8.3 Kontekst afhængige krav

Det er nødvendigt, at operere med forskellige niveauer af krav til rådgiverens leverance og anvendelse af 3D-modeller, da rådgiverne ikke arbejder på samme detaljeringsniveau i f.eks. en arkitektkonkurrence som ved afslutningen af hovedprojektet.

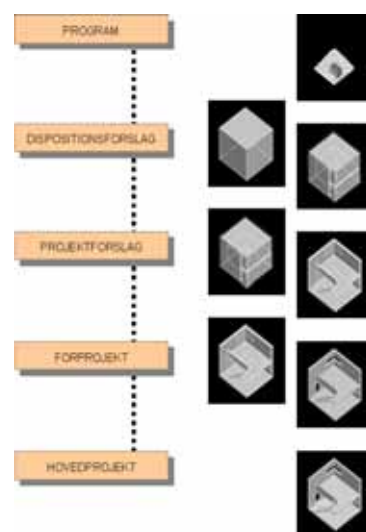
Skemaerne angivet under *Skematik* kan benyttes til at identificere bygherrens anvendelser af 3D-modellen, og de deraf afledte krav til rådgiverne.

Foruden den generelle skematik er der udarbejdet forslag til bygherrens krav til tre karakteristiske situationer, som kan anvendes direkte eller tilpasset det aktuelle projekt i forbindelse med

- Projektkonkurrence
- Udbud på projektforslag
- Udbud på hovedprojekt



Bygherrens delkrav til 3D-modellerne konsolideres til et samlet sæt krav til rådgiverne.



Faser og udvikling af 3D-modellen



8.3.1 ad. Projektkonkurrence

I denne indledende fase eksisterer bygværket forsat kun specificeret på et overordnet niveau. Beslutningerne i denne fase er dog afgørende for bygnings udformning, anvendelse, effektivitet og økonomiske belastning. Derfor er anvendelse af en 3D-model nyttig i forbindelse med projektkonkurrencen.

8.3.2 ad. Udbud på projektforslag

Hvis entreprenøren vælges på baggrund af et projektforslag, har bygherren gavn af at rådgiveren udarbejder en 3D-model på elementniveau; det vil sige at bygningen nedbrydes i bygningsdele ud fra deres funktionelle behov.

8.3.3 ad. Udbud på hovedprojekt:

I forbindelse med et traditionelt udbud – enten efter hovedprojektering eller efter at rådgivende og udførende virksomheder i samarbejde har gennemført hovedprojekteringen – skal der foreligge en 3D-model med en detaljeringsgrad svarende til en bygningsdelsmodel eller konstruktionsmodel afhængig af den af bygherren valgte entrepriseform.



9 Ydelsesaftale

Bygherrekrav – 3D-modeller gøres gældende ved at bygherren og rådgiverne indgår en aftale. Et eksempel på en ydelsesaftale er angivet i bilag 1.



10 Ordliste

ABR89 – Almindelig bestemmelser for teknisk rådgivning og bistand

Bymodel – 3D geometrisk model af en by

Bygningdelsmodel - Bygningdelsmodellen indeholder bygningsdele, som er detaljerede til et niveau hvor kravene til deres ydeevne og opbygning er nøje specificeret, men før der træffes et valg af et produkt fra en bestemt leverandør.

Bygningsmodel – Bygningsmodellen er et integreret hele af produktdata omkring bygningen og byggeprocessen gennem bygningens livscyklus.

CSG - Constructive Solid Geometry

Elementmodel - Elementmodellen er forløberen for bygningdelsmodellen, hvor elementerne er resultatet af den første nedbrydning af bygningen til afgrænsede bestanddele.

Fagspecifikke data - For at identificere data, som har interesse og betydning for flere parter, og data som er specifikke for et enkelt fagområde, skelnes mellem kernedata og fagspecifikke data.

IAI – International Alliance for Interoperability

IFC – Industry Foundation Classes

Kernedata - Kernedata er den fællesmængde af data, som alle parter i byggesagen trækker på og bidrager til.

Kravmodel - Bygherrens krav til byggeriet.

Konstruktionsmodel - Konstruktionsmodellen er en yderligere detaljering baseret på bygningdelsmodellen indhold. I konstruktionsmodellen er produkter fra bestemte leverandører kendt, og dermed er produktdata og udførelsesdata også kendte.

Proxy – Erstatningselement

Rummodel - 3D-rummodellen indeholder alene informationer om rummet, og ikke om de konstruktionselementer der omgiver rummet.

Som udført model - Som udført modellen er en endelig opdatering af modellen, så den fremstår som udført. Modellen danner grundlag for D&V til den videre drift.

Volumenmodel - 3D-volumenmodeller opbygges af geometriske grundformer, der er massive. I en volumenmodel er ude og inde kendt.



11 Reference

1. Implementering af Det digitale byggeri, februar 2003, Erhvervs- og boligstyrelsen
2. Udbudsmateriale vedrørende udbudet "Bygherrekrav – 3D modeller", oktober 2003, Erhvervs- og boligstyrelsen.
3. B3D-konsortiet, Workshop 1, april 2004, <http://www.detdigitalebyggeri.dk/B3Dworkshop1/0/10>
4. Det Digitale Fundament, Klassifikation, Byggeriets begrebsbase, 26. maj 2004.
5. Sfb 1988 Bygningsdeltavle, Byggecentrum
6. Bygherrekrav – Digitalt udbud, Krav – revision 1 (april 2004), 31. marts 2004, BANK-konsortiet. <http://www.ebst.dk/file/2048/DUkrav>
7. Bygherrekrav – 3D modeller, Vejledning B3D-konsortiet
8. Design Guidelines 1.1, ProIT, Product model data in the construction process, Product models for architects, general basics and advice, architect Seppo Niemioja, Innovarch Oy
9. Bygherrekrav – 3D modeller, Potentialer og barrierer B3D-konsortiet
10. Digitalt udbud, Notat om Barrierer og potentialer, juni 2004, BANK-konsortiet
11. Industry Foundation Classes, International Alliance for Interoperability, <http://www.iai-international.org/>



Bilag:
Ydelsesaftale
SKEMATIK



12 Bilag 1: Ydelsesaftale

Denne ydelsesaftale gør Bygherrekrav – 3D-modeller gældende, med de afvigelser og tilføjelser som kan være vedlagt særskilt.

Byggesag Kaldenavn: Adresse:
Aftale Udarb.: Dato: Rev.:
Parter Bygherre: Rådgivere: Arkitekt:: Ingeniør, konstruktion: Ingeniør, el: Ingeniør, VVS: Landinspektør:
Rådgiverydelse Angiv type <input type="checkbox"/> Projektkonkurrence <input type="checkbox"/> Projektforslag <input type="checkbox"/> Hovedprojekt <input type="checkbox"/> Anden, specifikation skal vedlægges.
Projektspecifikke forhold Anvendt lokalt koordinatsystem Origo i forhold til globalt system: x,y,z-akse i forhold til globalt system: Anvendt globalt koordinatsystem Navn Evt. klassifikationssystem til klassificering af rum Navn: Version:



Anvendt lagstruktur

Navn:

Version:

Supplerende krav til modellen

Supplerende krav til simuleringsaktiviteter

Afløringsterminer

Aftale indgået den:



13 SKEMATIK | 3D Projektering

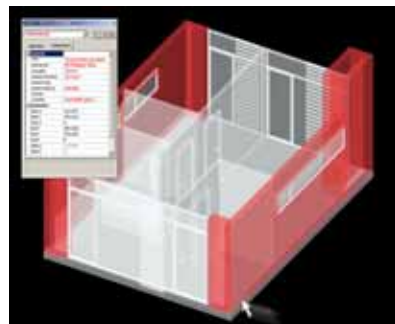
Gennem en konsekvent brug af 3D-objekter etableres der sammenhæng i projektet. Geometrisk sikres der konsistens i projektet, så der kan udføres sikre kontroller af relationer mellem rum, konstruktioner, bygningsdele og installationer. 3D objekterne tilknyttes alfanumeriske data, således at der på alle niveauer åbnes mulighed for specifikke beregninger herunder mængdeudtag og prisberegninger.

Projektkonkurrence

Kravene sikrer at der er konsistens mellem det udbudte konkurrencegrundlag og de enkelte forslag. Disse data skal endvidere danne grundlag for en entydig vurdering af konkurrenceforslaget konceptuelle ide, og at forslagene er i overensstemmelse med de stillede krav til arealer og volumen. Efterfølgende skal data indgå i en viderebearbejdning af konkurrenceforslaget, og dermed sikre et entydigt grundlag i forbindelse med supplerende og udbyggende digitalt konkurrencemateriale. Kravet om en opdeling af data i keredata og fagspecifikke data, sikrer dels at data kan genbruges i alle projektfaser over udbud, opførelse og DV, dels at de konkurrerende netop kan vælge de fagspecifikke programmer, som de vurderer er bedst egnet til løse den stillede opgave.

Udbud på projektforslag og hovedprojekt

Kravene sikrer, at der er konsistens med det af bygherren godkendte konkurrenceforslag, og at forslaget er i overensstemmelse med de stillede krav til arealer og volumen. Kravet om en opdeling af data i keredata og fagspecifikke data, sikrer dels, at data er en del af grundlaget for prisindhentning, og at data kan genbruges videre i projektforslaget i forbindelse med planlægning, opførelse og DV. Endvidere sikres det, at de projekterende netop kan vælge de fagspecifikke programmer, som de vurderer er bedst egnet til løse den stillede opgave.



3D Projektering



13.1 Projektkonkurrence | A

Formål:

Materialet skal indgå i bygherrens bedømmelse af de indkomne forslag

Kernedata

Volumenmodel

Rummodel

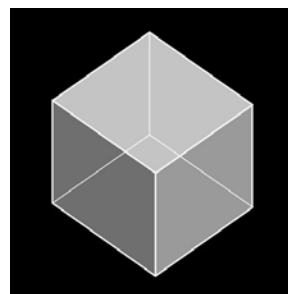
Særlige krav

- Foruden de af rådgiveren valgte illustrationer, skal bygningen visualiseres fra fire angivne positioner og på tidspunkter anført i ydelsesaftalen svarende til et kamera (24*36mm) med et 35 mm objektiv dannet fra en kote, som er 1,75 m over færdigt terræn.
- Der skal være udført et skyggediagram for bygværket visende skygger i planprojektion med 1 times interval på 2 datoer, der er angivet i udbudsmaterialet.
- Visualiseringssekvens med forud defineret navigation, som er angivet i ydelsesaftalen.

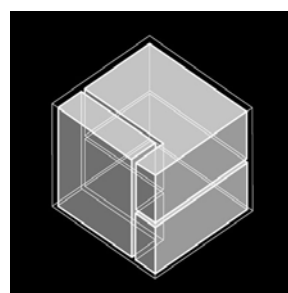
Fagspecifikke data

Volumenmodel skal udføres med flader i en gråskala. Modellen vil alene blive anvendt til bedømmelse af forslagets volumen i relation til omkringliggende bygningsværker.

Rummodellen skal udføres med flader i en gråskala. Modellen vil alene blive anvendt til bedømmelse af overensstemmelse mellem forslagets arealer i relation til bygherrens krav.



Volumenmodel



Rummodel



13.2 Projektkonkurrence | B

Formål

Den vindende rådgiver skal to uger efter konkurrencens afslutning aflevere nedenstående supplerende materiale, der skal anvendes i forbindelse med en virtuel præsentation af bygningen. Volumenmodel og Rummodel opdateres i henhold til nedenstående krav.

Kernedata

Volumenmodel

Rummodel

Elementmodel

Særlige krav

Elementmodellen skal indeholde følgende bygningsdele

- vinduer med karme, rammer, glas
- døre med karme, rammer og fyldning
- dæk med loft, gulv
- trappe med gelænder
- lys med lampeplacering og effekt
-
- interiør

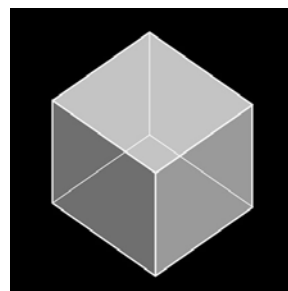
De bygninger som er specificerede i konkurrencen, skal have gennemgået følgende former for analyser/simuleringer på basisniveau

- en termisk simulering
- en vurdering af anlægsøkonomi og totaløkonomi

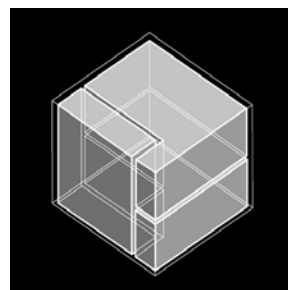
Fagspecifikke data

For alle objekter skal materiale være oplyst. Specifikationerne skal indeholde:

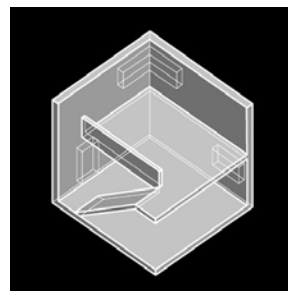
- Angivelse af farvekode med en unik farve
- Angivelse af lysrefleksion med angivelse af glans eller mat
- Angivelse af transparens
- Angivelse af tekstur



Volumenmodel



Rummodel



Elementmodel



13.3 Udbud på projektforslag

Formål

I forbindelse med et udbud på projektforslag skal de deltagende firmaer aflevere følgende

Kernedata

Rummodel

Bygningsdelmodel

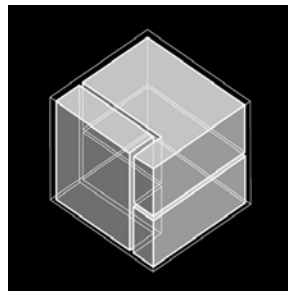
Særlige krav

- Der skal være gennemført en termisk simulering på basisniveau.

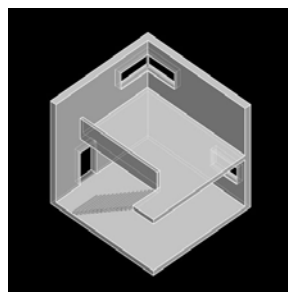
Fagspecifikke data

Følgende specifikationer for objekterne skal være oplyst

- Materialebeskrivelse
- Pris
- Termiske oplysninger
- Data til DV
- Angivelse af farvekode med en unik farve
- Angivelse af lysrefleksion med angivelse af glans eller mat
- Angivelse af transparens
- Angivelse af tekstur



Rummodel



Bygningsdelsmodel



13.4 Udbud på hovedprojekt

Formål

I forbindelse med et udbud på hovedprojekt skal de deltagende firmaer aflevere følgende

Kernedata

- Rummodel
- Bygningsdelsmodel/Konstruktionsmodel

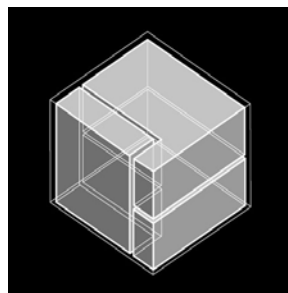
Særlige krav

Der skal være gennemført en termisk simulering på basisniveau.

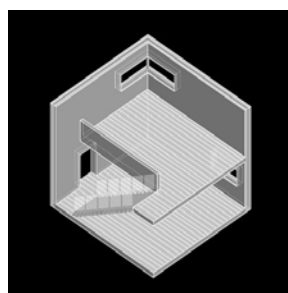
Fagspecifikke data

Følgende specifikationer for objekterne skal være oplyst

- Pris
- Vedligeholdelse
- Levetid
- Rengøringsbehov
- Forbrug
- Termiske oplysninger
- Data til DV
- Angivelse af farvekode med en unik farve
- Angivelse af lysrefleksion med angivelse af glans eller mat
- Angivelse af transparens
- Angivelse af tekstur



Rummodel



Konstruktionsmodel



14 SKEMATIK | Virtual Reality

Virtual Reality eller realtidsgrafik gør det muligt at bevæge sig frit rundt i en virtuel model af byggeriet, inden det realiseres. En præsentationsform, der for bygherren er et godt supplement til det materiale, som traditionelt afleveres i en konkurrence. De visuelle medier kan således indgå som et væsentligt element i bygherrens beslutningsgrundlag, og de kan også anvendes i forbindelse med en offentlig fremlæggelse af et byggeprojekt.



Virtual Reality

14.1 Virtual Reality | Eksteriør

Formål

Realtidsvisning af bygningens eksteriør

Kernedata

Volumenmodel

Særlige krav

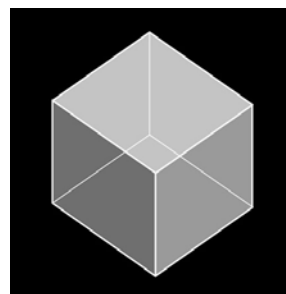
Ingen

Fagspecifikke data

For alle objekter skal materiale være oplyst. Specifikationerne skal indeholde

- en unik farve (farvekode)
- angivelse af lysrefleksion på to niveauer, glans eller mat
- angivelse af transparens
- angivelse af tekstur

Herudover bør der eksistere en bymodel eller anden form for model, som gør det muligt at placere/vurdere bygningen i den rette kontekst.



Volumenmodel



14.2 Virtual Reality | Interiør

Formål

Realtidsvisning af bygningen og dens interiør.

Kernedata

Elementmodel

Særlige krav

- Vinduer skal være angivet med karme, rammer og glas
- Døre skal være angivet med karme, rammer og fyldningsbeskrivelse
- Gelænder på trappe

Fagspecifikke data

For alle objekter skal materiale være oplyst. Specifikationerne skal indeholde

- en unik farve (farvekode)
- angivelse af lysrefleksion på to niveauer, glans eller mat
- angivelse af transparens
- angivelse af tekstur
- Lys herunder lampeplacering og effekt
- Interiørobjekter kan medtages



Elementmodel



15 SKEMATIK | Visualisering

Visualisering indgår i bygherrens beslutningsproces i forbindelse med præsentation, vurdering og bedømmelse af konkurrenceforslag. I designprocessen danner visualisering grundlag for diskussion og kommunikation omkring valg af detaljer, overflader, rum og form i forbindelse med projektgruppens vurderinger af muligheder og valg til projektet.



Visualisering

15.1 Visualisering | Skyggediagram

Formål

Visuel fremstilling af skyggeforhold forårsaget af bygningen.

Kernedata

Volumenmodel

Særlige krav

Ingen

Fagspecifikke data

Ingen



Volumenmodel

15.2 Visualisering | Volumen | Bymodel

Formål

Visuel fremstilling af bygningen baseret på dens volumen, eventuelt placeret i en bymodel.

Kernedata

Volumenmodel

Særlige krav

Ingen

Fagspecifikke data

Modellen udføres med farveflader i en gråskala.



Volumenmodel

15.3 Visualisering | Still | Niveau 1.

Formål

Visuel fremstilling af bygningen i en realistisk fremstilling med hensyn til størrelsesforhold, udstrækning og placering af bygningen

Kernedata

Volumenmodel

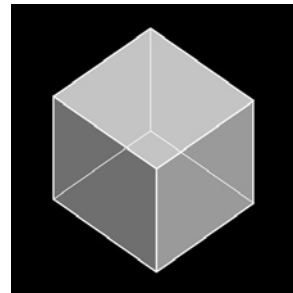
Særlige krav

Ingen

Fagspecifikke data

A For alle objekter skal materiale være oplyst. Specifikationerne skal indeholde

- en unik farve (farvekode)
- angivelse af lysrefleksion på to niveauer, glans eller mat
- angivelse af transparens
- angivelse af tekstur



Volumenmodel

15.4 Visualisering | Still | Niveau 2

Formål

Visuel fremstilling af bygningen i en realistisk fremstilling med hensyn til størrelsesforhold, udstrækning og placering af bygningen

Kernedata

Elementmodel

Særlige krav

For alle objekter skal materiale være oplyst. Specifikationerne skal indeholde

- en unik farve (farvekode)
- angivelse af lysrefleksion på to niveauer, glans eller mat
- angivelse af transparens
- angivelse af tekstur

Fagspecifikke data

Rådgiver angiver selv farver, tekstur, refleksioner etc. efter eget valg. Det er ikke et krav at stills er udarbejdet på grundlag af 3D-modellen, men der skal være overensstemmelse mellem de stills og den afleverede model.



Elementmodel

15.5 Visualisering | Sekvens | Niveau 1.

Formål

Visualiseringssekvens med forud defineret navigation af bygningen i en realistisk fremstilling med hensyn til størrelsesforhold, udstrækning og placering af bygningen

Kernedata

Ingen

Særlige krav

Levering af en visualisering med foruddefineret navigation, som egner sig til projektorfremvisning. Leverancen skal indeholde programmet til afvikling af visualiseringen, eller en angivelse af hvor programmet lovligt kan hentes uden betaling. Leverancen af selve visualiseringssekvensen kan enten sker via et link eller ved at sekvensen leveres på et af bygherren valgt datamedium.

15.6 Visualisering | Sekvens | Niveau 2.

Formål

Visualiseringssekvens med fri navigation af bygningen i en realistisk fremstilling med hensyn til størrelsesforhold, udstrækning og placering af bygningen

Kernedata

Ingen

Særlige krav

Levering af en visualisering, som egner sig til projektorfremvisning. Det skal være muligt for brugeren fri at kunne navigere i modellen. Leverancen skal indeholde programmet til afvikling af visualiseringen, eller en angivelse af hvor programmet lovligt kan hentes uden betaling. Leverancen af selve visualiseringssekvensen kan enten sker via et link, eller ved at sekvensen leveres på et af bygherren valgt datamedium.

16 SKEMATIK | Simulering

Gennem simulering og analyse kan man under design- og projekteringsfasen forudsige virkemåden af et system eller fx adfærden hos beboere under en brandsituation. Den voksende computerkraft har øget udbredelsen af software, der kan anvendes til forskellige former for simuleringer i et byggeri.

I dag kan man simulere termiske forhold, luftstrømme/vind påvirkninger, væskestrømme, lys, akustik, statik (konstruktive virkemåde), brandudbredelse, fugttransport, afgangning, evakuering, køddannelse eller handicaptilgængelighed.

Typer af simulering

- Akustik
- Brand
- Evakuering og køddannelser
- Indeklima
- Lys
- Statik
- Anlægsomkostninger og driftsøkonomi
- Tidsstyring og tidsplan

Simuleringsniveauer

Basis

Simuleringer der netop opfylder de nødvendige krav til basisdokumentation

Udvidet

Simuleringer der udfører både overordnet og detaljeret undersøgelse

Ideelle

Simuleringer der udfører fuldendte og detaljerede beregninger

16.1 Akustisk simulering

Formål

Vurdering af akustiske forhold

Kernedata

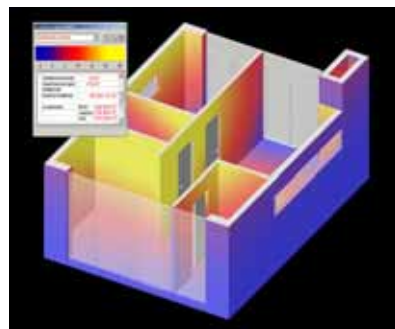
Elementmodel

Særlige krav

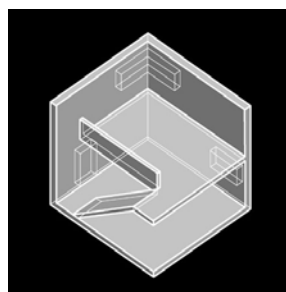
Overfladespecifikation og geometri af inventar

Fagspecifikke data

Absorption og refleksion af bygningsdele



Simulering



Elementmodel

16.2 Simulering af indeklima

Formål

Vurdering af indeklima forhold

Kernedata

Elementmodel

Særlige krav

Ingen

Fagspecifikke data

Varmetransmissionskoefficienter af vægge, loft, gulv, vinduer og døre.

VVS-udstyr skal defineres efter IFC-objektstruktur. Informationer omkring følgende egenskaber skal oplyses

- position
- varme/køleeffekteffekt, strålingsbidrag
- luftmængde, recirkuleringsgrad
- temperatur
- luftfugtighed



Elementmodel

16.3 Brandsimulering

Formål

Vurdering af brandmæssige forhold herunder evakuering

Kernedata

Elementmodel

Særlige krav

Overfladespecifikation og geometri af inventar

Fagspecifikke data

Absorptions- og refleksionsegenskaber

Varmetransmissionskoefficienter for IFC-objekter

- væg, loft, gulv, vinduer, og døre

VVS-udstyr skal defineres efter IFC-objektstruktur med informationer omkring følgende egenskaber skal oplyses

- position
- varme/køleeffekt, strålingsbidrag
- luftmængde, recirkuleringsgrad
- temperatur
- luftfugtighed
- Brandventilation
- luftydelse
- temperatur
- luftfugtighed



Elementmodel



16.4 Simulering af lys

Formål

Vurdering af lysforhold

Kernedata

Elementmodel

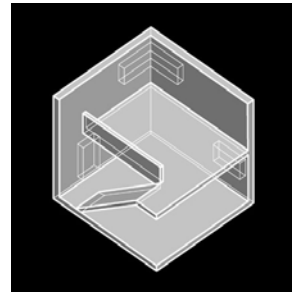
Særlige krav

Ingen

Fagspecifikke data:

Information omkring følgende egenskaber skal oplyses

- farve
- lys, position intensitet
- refleksion
- overflade materiale tekstur
- lys armatur for ovennævnte



Elementmodel

16.5 Simulering af statik

Formål

Vurdering af en bygnings statiske og dynamiske bæreevne

Kernedata

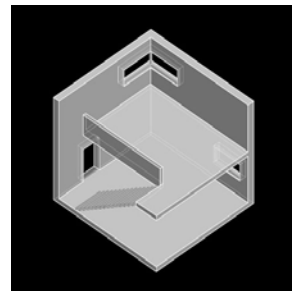
Bygningsdelmodel

Særlige krav

Ingen

Fagspecifikke data

Materialeegenskaber, bæreevne, styrke, flydespænding.



Bygningsdelmodel

16.6 Simulering af anlægsomkostning | Driftsøkonomi

Formål

Vurdering af bygge- og driftsomkostninger

Kernedata

Bygningdelmodel

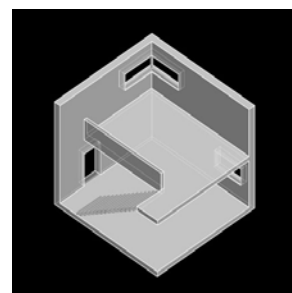
Særlige krav

Ingen

Fagspecifikke data

Information om følgende egenskaber skal oplyses

- Pris
- Vedligeholdelse
- Levetid
- Rengøringsbehov
- Forbrug



Bygningdelmodel

