

DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET

## **Bachelor Projekt**

---

# **Undersøgelse af byggeprocesser vedr. koordinering og konsistenskontrol modelbaseret**

Mark Lusty Grandahl

05-01-2015

## Titelblad

### Projekt titel:

Undersøgelse af byggeprocesser vedr. koordinering og konsistenskontrol  
modelbaseret

### Vejleder:

Flemming Vestergaard, Lektor

### Uddannelses institut:

Danmarks Tekniske Universitet, DTU

Department of Civil Engineering, DTU BYG

### Rapport udarbejdet af:

Mark Lusty Grandahl, S102918

### Afleveringsdato:

05-01-2015

## Abstract

The possibility of standardization of the construction industry has been analyzed from two perspectives. First the possibility of making a standard solution to some of the tasks that repeat itself in many construction projects, and often many time within one project. There has been made a template for doing a crash test of the coordinated model, which is a common task in today's construction process. The possibility of standardization has also been analyzed in respect to the way we today exchange information between different companies. Four different systems of information levels have been analyzed and a proposal for a new system has been given.



## Forord

Denne rapport er resultatet af et bachelorprojekt, der indgår i en klynge af projekter, der behandler specifikation af byggeriets processer. Den er udarbejdet i perioden september 2014 til januar 2015 i en enkeltmandsgruppe ved Danmarks Tekniske Universitet, under vejledning af lektor Flemming Vestergaard. Rapporten er udarbejdet i samarbejde med Niels Trelldal som er i gang med en erhvervs PhD i Rambøll Group A/S. Der skal også lyde et tak til Jørgen Hansen fra Rambøll Group A/S, hvis interview danner baggrunden for den IDM-pakke der bliver arbejdet med i rapporten.

Rapporten er skrevet til folk med en interesse inden for arbejdsmetoder i byggeriet, specielt målrettet mod standardisering af arbejdsprocesser.

Denne rapport er udarbejdet af  
Mark Lusty Grandahl, S102918

Afleveret d. 05-01-2015

---

## Liste over forkortelser

Her er en liste over de forkortelser der anvendes i rapporten, så i rapporten vil blot forkortelsen fremgå.

Forkortelse	Note
<b>IDM</b>	Information Delivery Model Er navnet på den arbejdsmetode der er udviklet af BuildingSMART.
<b>IRM</b>	Input Requirement Model Beskriver det input der er krævet til en given IDM-pakke.
<b>ORM</b>	Output Requirement Model Beskriver det output der er krævet til resultatet på en given IDM-pakke
<b>PM</b>	Process Map Beskriver de processer der skal fortages med inputtet for at komme frem til outputtet
<b>DDB</b>	Det Digitale Byggeri Er den organisation der lavede den første danske standard mht. informationsniveauer. Har sidenhen skiftet navn til Bips.
<b>AIA</b>	The American Institute of Architects Er en fælles forening for arkitekter i USA.
<b>BSI</b>	The British Standards Institution Er det britiske modstykke til hvad vi i Danmark kender som 'Det Digitale Byggeri'.

## Indholdsfortegnelse

Titelblad .....	2
Forord .....	5
Liste over forkortelser .....	6
1 Indledning .....	9
1.2 Problemanalyse .....	9
1.3 Problemformulering .....	10
1.3.1 Information Delivery Manuales (IDM).....	10
1.3.2 Informationsniveauer .....	10
2 Metode .....	11
2.1 Litteraturstudier .....	11
2.2 Interview.....	11
2.3 IRM & ORM skema .....	11
2.4 Signavio (PM).....	12
3 Interview.....	13
3.1 Arbejdsmetoden hos en dansk rådgiver i dag.....	17
4 IDM-arbejdsmetoden .....	19
4.1 IDM-pakke til kollisionstest .....	21
4.2 Trinvis gennemgang af IDM-pakke .....	23
4.2.1 IRM (Input Required Model).....	23
4.2.2 PM (Proces Map) .....	24
4.2.3 ORM (Output Required Model).....	26
4.3 Evaluering af IDM-arbejdsmetoden .....	29
5 Informationsniveauer .....	31
5.1 Bips .....	33
5.1.1 Informationsniveau 0 .....	35
5.1.2 Informationsniveau 1 .....	35
5.1.3 Informationsniveau 2 .....	35
5.1.4 Informationsniveau 3 .....	35
5.1.5 Informationsniveau 4 .....	36
5.1.6 Informationsniveau 5 .....	36
5.1.7 Informationsniveau 6 .....	36
5.2 Cuneco.....	37

5.2.1 Informationsniveau 1 .....	38
5.2.2 Informationsniveau 2 .....	38
5.2.3 Informationsniveau 3 .....	38
5.2.4 Informationsniveau 4 .....	39
5.2.5 Informationsniveau 5 .....	39
5.2.6 Informationsniveau 6 .....	39
5.2.7 Informationsniveau 7 .....	39
5.3 AIA (The American Institute of Architects).....	41
5.4 BSI (British Standards Institution).....	43
5.5 Evaluering af informationsniveauer .....	45
6 Nyt informationsniveausystem .....	47
7 Referenceliste .....	49
8 Bilag .....	51
6.1 Bilag 1 (IRM & ORM skema) .....	53
6.2 Bilag 2 (Proces Map).....	57
6.3 Bilag 3 (Bips informationsniveauer) .....	61
6.4 Bilag 4 (Cuneco's informationsniveauer.....	75



## 1 Indledning

I denne opgave vil jeg undersøge mulighederne for standardisering i byggebranchen. Dette vil jeg undersøge på to fronter.

Det første, der vil blive undersøgt, er muligheden for at standardisere nogle af de opgaver, der går igen på næsten samtlige byggeprojekter. Dette kan være opgaver, som at tjekke, om en bygning overholder de strenge krav, der stilles til handikaptilgængelighed eller udfører kollisionstest af en koordineret bygningsmodel på tværs af faggrupper. Som en mulig løsning på dette problem vil jeg benytte IDM-arbejdsmetoden, som er udviklet af BuildingSmart. Denne metode går ud på, at definere nogle pakker som beskriver nogle standardopgaver, der så kan bruges til løsningen af disse opgaver, uafhængigt af hvilket projekt der er tale om. I denne opgave vil jeg udarbejde en såkaldt IDM-pakke til løsning af kollisionstest af en koordineret bygningsmodel.

Den anden vinkel, der vil blive arbejdet med i denne opgave, er informationsniveauer. Dette er en måde, at definere hvad modeller skal indeholde af informationer på bestemte tidspunkter i byggeprocessen. Ydermere kan det også forklares som en måde at standardisere informationsudvekslingen mellem forskellige parter i et større byggeprojekt. Her vil jeg analysere fire udgaver af sådanne systemer, for til sidst komme med mit eget bud på, hvordan et informationsniveausystem skal udformes.

### 1.2 Problemanalyse

En ting der kendetegner byggebranchen er, at det ofte er meget ensartede arbejdsopgaver, der går igen fra projekt til projekt. Et eksempel på en af disse opgaver er, at en bygning skal kollisionstjekkes inden produktionsfasen påbegyndes. BuildingSmart arbejder på en metode til at standardisere sådanne opgaver, så der ligger en prædefineret skabelon for, hvordan en kollisionstest af en koordineret bygningsmodel skal udføres. Denne skabelon indeholder alt fra hvilket input kollisionstesten kræver, til hvilken type af output resultatet af testen skal præsenteres på. Det kunne være en rapport eller lignende. Denne metode har fået navnet IDM-arbejdsmetoden. IDM står for 'Information Delivery Model'. Denne opgave vil kort vende nogle af de største udfordringer ved implementeringen af denne IDM-arbejdsmetode blandt rådgiverne, men det primære fokus vil være på at udvikle en sådan IDM-pakke til kollisionstest af en koordineret model. Dette vil gøres ved brug af litteraturstudier, samt interviews af en rådgivende ingeniør der sidder og arbejder med denne form for test til dagligt.

En af de helt store udfordringer i byggebranchen er problemet med kommunikationsudveksling mellem de forskellige parter på større byggesager. Dette problem er blevet forsøgt løst siden 2006, hvor Bips udgav den første danske standard af informationsniveauer. Det har dog ikke løst problemet, da metoden ikke er blevet fuldt ud integreret blandt rådgiverne. Målet med denne arbejdsmetode var at opnå en standardisering af den mængde informationer en model skal indeholde på givende tidspunkter i en byggeproces. Så i stedet for at sige man skal bruge en model med en lang liste af elementer og egenskaber den skal indeholde, skulle man være i stand til at sige, at man skal bruge en model på et bestemt informationsniveau, og så vidste alle på tværs af firmaer, hvad modellen skulle indeholde. Det er desværre ikke lykkedes, og rådgiverne sidder stadig og definerer punkt for punkt, hvad modellerne skal indeholde. Det er et kæmpe arbejde, og hvis det lykkedes at få lavet et system, som rådgiverne i stor stil tager til sig, er der potentiale for en enorm effektivisering af projektfasen af et byggeri.

Dette problem vil blive behandlet i denne opgave, og der vil blive givet et bud på et nyt informationsniveausystem på baggrund af litteraturstudier af fire forskellige systemer. To af dem er allerede i brug i mindre grad, og to som stadigvæk er udviklingsprojekter.

## 1.3 Problemformulering

### 1.3.1 Information Delivery Manuales (IDM)

For at afprøve mulighederne for at arbejde med informationsniveauer ved specifikation af bygningskomponenter og deres egenskaber i et konkret projekteringsforløb, vil der blive arbejdet med en udvalgt simuleringsaktivitet i de respektive faser af byggeriet. Her vil der blive arbejdet med en struktureret specifikation af processer gennem IDM'er (Information Delivery Manuales, som er udviklet af Open BIM organisationen BuildingSmart). I denne forbindelse vil der blive arbejdet med omfanget af og indholdet i de simuleringer, der er mulige i de forskellige faser og om, hvilket omfang det er muligt at anvende informationsniveauer og detaljeringsniveauer i specifikationerne af de objekter, der indgår i simuleringerne.

### 1.3.2 Informationsniveauer

I dette projekt vil der blive arbejdet med byggeriet og dets forskellige faser. Der vil i den forbindelse blive kigget på begrebet informationsniveauer, både de oprindelige danske definitioner fra Det Digitale Bygger (bips), og de nye der er under udvikling fra Cuneco/bips.

De to systemer vil blive analyseret. Fordele og svagheder vil blive undersøgt for begge disse definitioner af informationsniveauer, og der vil blive lavet en sammenligning af de to. Er der noget den ene version kan, som den anden ikke kan?

Der vil i denne sammenhæng også blive kigget til England, der også er i gang med at udvikle en ny standard for digitalisering af byggeriet igennem National Building Specifikation (NBS). I dette arbejde opereres også med begrebet informationsniveauer. Her vil især blive lagt vægt på muligheden for at skelne mellem begreberne detaljering og konkretisering. Hvad kan det få af betydning for den måde I kommer til at arbejde med informationsniveauer og detaljeringsniveauer på i fremtiden.

## 2 Metode

I dette afsnit vil jeg gennemgå de metoder jeg har benyttet mig af til at udarbejde denne rapport.

### 2.1 Litteraturstudier

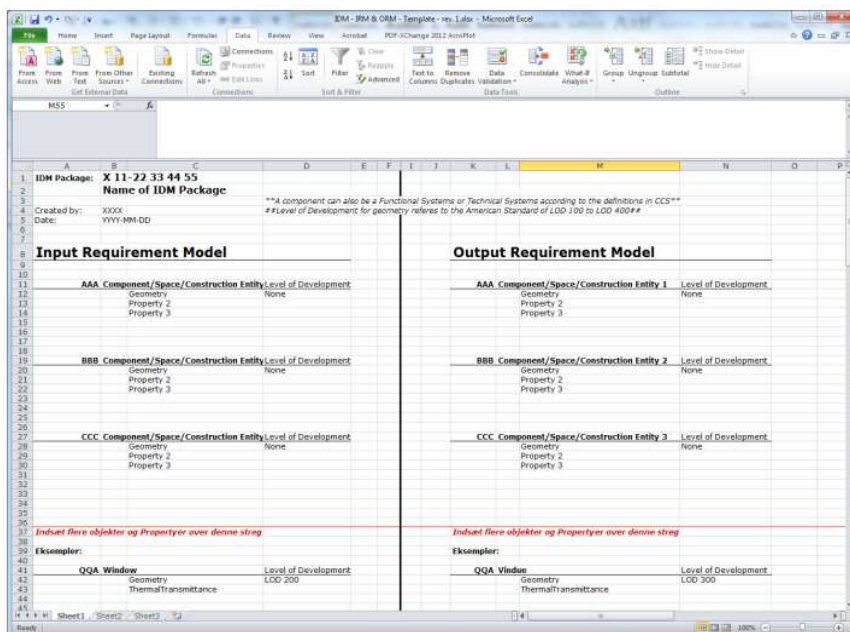
Langt hoveddelen af denne rapport bygger på litteraturstudier. Rapporten kan opdeles i to afsnit, afsnit 4 som omhandler IDM-arbejdsmetoden, og afsnit 5 som omhandler informationsniveauer. Afsnit 4 om IDM-arbejdsmetoden er udarbejdet som en del af et klyngeprojekt under Niels Tredal, og der har derfor været en del interne dokumenter om emnet til rådighed. Hvorimod afsnit 5 om informationsniveauer ikke ligger ind under dette klyngeprojekt, her er det også litteraturstudier der danner grundlag for rapporten, men hvorimod det i afsnit 4 primært var interne dokumenter er det her primært internetkilder der er anvendt. Alle de benyttede internetkilder er listet i afsnit 7 - Referencelisten.

### 2.2 Interview

Der er også som baggrundsundersøgelse til IDM-pakken lavet en interview med en fagperson i en dansk rådgiver. Dette er gjort for at få en forståelse af hvordan processen forgår i dag, og hvad der er muligheder for at forbedret, eller effektivisere den arbejdsproces der er praksis i dag. Personen der blev interviewet er en senior tekniker i Rambøll Group A/S ved navn Jørgen Hansen, Jørgen har været i Rambøll Group A/S i 4½ år, hvor han har haft til opgave at tilvejebringe en overgang fra 2D til 3D i sin afdeling. Dette er lykket ham, og afdelingen arbejder nu som en af de eneste i Rambøll Group A/S udelukkende med 3D, og er gået helt væk fra 2D. Jørgen har personligt over 20 års erfaring med at arbejde med 3D modellering.

### 2.3 IRM & ORM skema

Definationen af IRM'en og ORM'en skal laves i et dertil indrettet Excel-dokument. Dette dokument er udleveret af Niels Tredal, dokumentets opbygning kan ses på figur 1. Til venstre på figuren ses det hvordan IRM'en skal definere, her kan defineres alt fra geometri til egenskaber. Til højre på figuren ses hvordan ORM'en er defineret, her kan der lige ledes både defineres geometri og egenskaber.

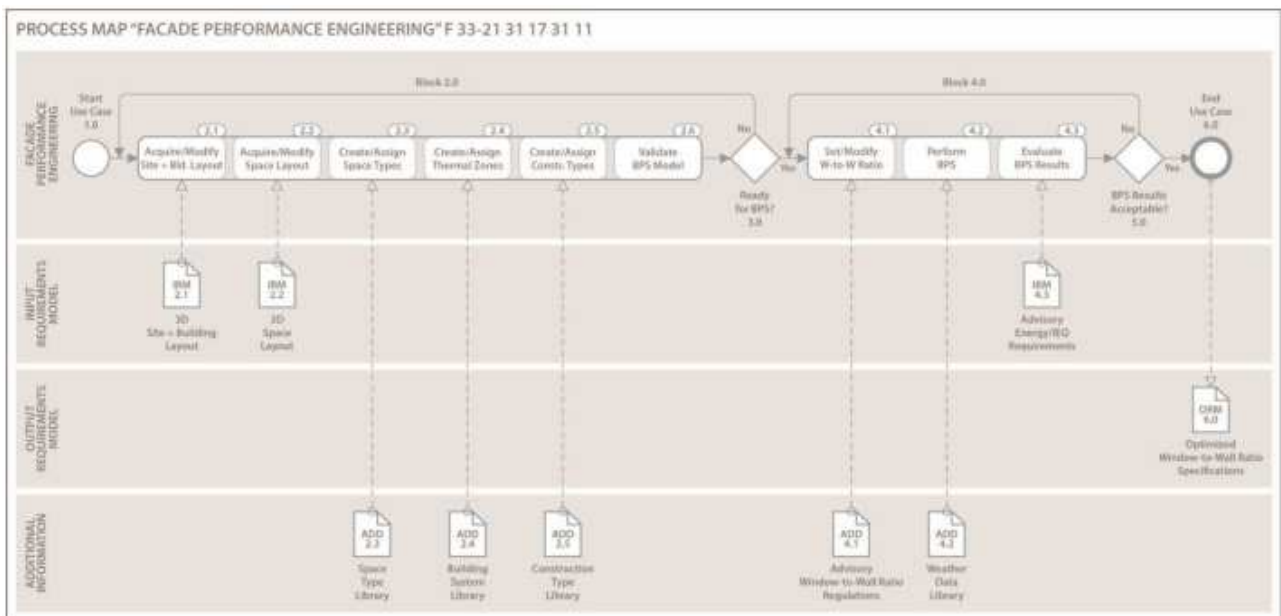


IDM - IRM & ORM - Template - vry. Info - Microsoft Excel			
M55			
Name of IDM Package			
Created by: XXXX		**A component can also be a Functional Systems or Technical Systems according to the definitions in CCS**	
Date: YYYY-MM-DD		#Level of Development for geometry refers to the American Standard of LOD 100 to LOD 400#	
Input Requirement Model		Output Requirement Model	
AAA Component/Space/Construction Entity	Level of Development	AAA Component/Space/Construction Entity 1	Level of Development
Geometry	None	Geometry	None
Property 2		Property 2	
Property 3		Property 3	
BBB Component/Space/Construction Entity	Level of Development	BBB Component/Space/Construction Entity 2	Level of Development
Geometry	None	Geometry	None
Property 2		Property 2	
Property 3		Property 3	
CCC Component/Space/Construction Entity	Level of Development	CCC Component/Space/Construction Entity 3	Level of Development
Geometry	None	Geometry	None
Property 2		Property 2	
Property 3		Property 3	
Indsæt here objekter og Propertier over denne streg		Indsæt here objekter og Propertier over denne streg	
Eksempler:		Eksempler:	
QQA Window	Level of Development	QQA Vindue	Level of Development
Geometry	LOD 200	Geometry	LOD 300
ThermalTransmittance		ThermalTransmittance	

Figur 1 - IRM & ORM template (Kilde nr. 5)

## 2.4 Signavio (PM)

Signavio er den hjemmeside der er blevet brugt til at lave proces mappet, Dette er også en side der blevet givet af Niels Tredal, og som har en masse muligheder for at simulere ens arbejdsproces, disse muligheder er dog ikke blevet udnyttet til fulde i dette projekt. Figur 2 viser hvordan et proces map ser ud i Signavi.



Figur 2 - Eksempel på et Proces Map fra Signavio (Kilde nr. 5)

Som det ses på figuren er PM'et opdelt i fire swim lanes. I den øverste er selve processen med de delprocesser den består af beskrevet. I anden lane ligger IRM'en, denne viser hvilke delelementer af IRM'en som skal benyttes ved de forskellige delprocesser. I den næstnederste lane er ORM'en beskrevet, her er det vist ved hvilke delprocesser der skal trækkes data ud af processen, i dette tilfælde er der ingen delresultater men blot et slutresultat. I den nederste lane ligger det der hedder additional information, dette er også en form for input til delprocesserne, forskellen mellem IRM og additional information vil blive uddybet i afsnit 4 - IDM-arbejdsmetoden.

### 3 Interview

#### Informationer om interviewperson

- Navn: Jørgen Hansen
- Firma: Rambøll
- Stilling: Senior Tekniker
- År i firmaet: 4½ år i Rambøll
- Specialist/kompetence: 3D modelering

#### Giv en beskrivelse af den proces du udfører?

Alle de modtagne modeller tjekkes visuelt om de overholder de krav der er stillet til dem i kontrakten, hvis ikke modellerne overholder disse krav. Hvilket ofte er konklusionen revideres de enten på stedet eller leverandøren af den aktuelle model bedes om en ny model der overholder kravene. Når alle modellerne overholder kravene skabes en aggregate-model med udgangspunkt i alle fagmodellerne. Denne aggregate-model kollisionstjekkes så, dette gøres i langt de fleste tilfælde visuelt i dag. Når det så er konkluderet at der ikke er nogle kollisioner mellem modellerne eksporteres den nye aggregate-model til de filformater kontrakten forskriver, og disse offentliggøres på Projektweb eller en lignende platform.

#### Hvilken type af proces er der tale om?

Der er i dette tilfælde tale om en modelleringsproces, hvor det der kan simuleres i dag bliver tjekket visuelt.

#### Hvor er processen placeret i den samlede projektproces (traditionelt faseforløb)?

Dette proces stækker sig fra udbudsfasen til udførelsesfasen.

#### Hvad er hensigten med processen?

Hensigten med denne proces er at fortage et konsistens- og kollisionstjek af en koordineret model. Dette gøres for at mindske risikoen for eventuelle fejl under selv konstruktionen af bygningen, hvilket er meget dyrt at udbedre så sent i forløbet. En er også tit et bygherrekrav nu til dags at der skal være fortaget en kollisionstest, hvilket der skal foreligge bevis for.

### Er der specifikke krav til output fra processen og hvem er modtager.

- **Hvilke krav er der til indholdet?**

Kravet til outputtet er en dokumentation i form af en rapport der konkludere hvorvidt der er kollisioner i den koordineret model eller ej. Derudover kommer der også en aggregate-model ud af det, lidt som et biprodukt da det er denne model der udføres en kollisionstest på.

- **Hvilke krav er der til format?**

Formatkravet til den rapport der udgøre beviset for at der er udført en kollisionstest af den koordineret aggregate-model aftales i kontrakten, dette vil ofte være en pdf fil, da denne filtype er let tilgængelig for alle.

Kravet til hvilket filformat aggregate-modellen skal leveres i er også bestemt af kontrakten. Det er dog sandsynligt at der er krav om at denne skal leveres i flere filformater, så alle parter kan benytte den næsten uanset hvilket software de benytter sig af.

### Hvilke betingelser er der ved input og hvem leverer input.

- **Hvilke krav er der til indholdet?**

Der stilles et krav om at de forskellige faggrupper kun levere modeller med relevant indhold for deres eget fagområde, og derfor er rensat for alt andet. Der stilles også krav om at faggrupperne selv har kollisionstestet deres egne modeller, så der kun undersøges for kollisioner på tværs af modellerne. Dette krav stilles for at undgår et enormt og uoverskueligt antal kollisioner.

- **Hvilke krav er der til format?**

Der stilles et krav om at alle filer skal være i et CAD-format, og ikke i et Viewer-format. Ud over dette er man generelt meget forsigtig med at stille strenge krav til brug af bestemte CAD-systemer, da dette ofte kan føre til voldsomme merudgifter hvis ens partere på et givent projekt tvingen af kontrakten til at benytte et CAD-system de ikke er bekendte med.

### Hvilke konkrete input er nødvendige for procesforløbet.

- **Omfang af Input?**

IRM'en skal indeholde alle fagmodellerne på det aftalte informationsniveau, modellerne skal ikke være intelligente men blot indeholde geometri af installationerne. Med dette menes der er at væg ikke skal være defineret som en væg, men blot en generisk boks der repræsenterer en volumenresavation til en væg.

**Hvilke konkrete output efterspørges som resultat af processen.**

- **Omfang af Output?**

ORM'en skal indeholde en dokumentation på at der er udført en kollisionstest på tværs af fagmodellerne. Der ud over genereres der også en aggregate-model i alle de formater der er aftalt i kontrakten.

**Hvilke værktøjer anvendes der til denne proces?**

*Der anvendes CAD-softwaren MicroStation til modelleringsdelen af denne proces, hvor der til at udfører selve kollisionstjekket anvendes Solibri Model Checker hvilket er et bedre egnet program til at udføre denne type af tjek.*





### 3.1 Arbejdsmetoden hos en dansk rådgiver i dag

Da IDM-arbejdsmetoden stadig befinder sig i en udviklingsfase, er det af gode grunde ikke blevet taget i brug blandt rådgivere endnu, men den proces, der beskrives i denne IDM-pakke, bliver til dels anvendt i dag. Det vil sige, at der i dag bliver lavet en masse kollisionstest af modeller, da det er gået op for rådgiverne, at der er en masse penge og tid at spare ved disse former for tjek af modellerne. Men det kan gøres langt mere systematisk ved at introducere en form for informationsniveauer til at definere, hvad modellerne skal indeholde af informationer og geometri på bestemte tidspunkter i projektet. Der findes efterhånden en del udgaver af disse informationsniveaustandarder, dem vil jeg komme nærmere ind på i afsnit 3, der vil også blive fortaget en vurdering af hvilken standard, der vil være bedst egnet til at løse opgaven.

Metodikken, der anvendes i dag, vil blive undersøgt gennem et interview med en ansat i Rambøll, der vil også i interviewet blive spurgt ind til, hvorvidt den proces der er beskrevet i den ovenstående IDM-pakke anvendes i dagligdagen til at kontrollere de mange modeller, der er i spil på en større byggesag. Hvis ikke denne metode anvendes, vil det blive undersøgt, hvad proceduren i virksomheden så er for kollisionstest af fagmodeller, inden byggefasen går i gang.

Der er som nævnt blevet fortaget et interview af en ansat i Rambøll.

- Person Jørgen Hansen
- Firma Rambøll Group A/S
- Stilling Senior Tekniker
- År i firmaet 4½ år i Rambøll (24 års erfaring med 3D modellering)

Det viste sig ved dette interview, at der blev stillet nogle krav til både input og output af denne proces, disse krav bliver udformet i udbudsfasen og kan variere meget fra case til case. I den undersøgte case var kravene forholdsvis simple. Det eneste krav, der blev stillet til inputtet, var, at filerne skulle være i CAD-format og ikke i et viewer format. Hvilket CADsystem, der blev benyttet, stilles der i denne case ikke krav til, da man har erfaringer med, at hvis man prøver et diktere f.eks. af alle skal arbejde i Revit, så kan der komme merpriser på helt op mod 30 millioner ved større sager.

Kravet til outputtet fastsættes i grove træk af inputtet, og da outputtet skal kunne læses af alle aktører, er kravet til outputtet, at det skal foreligge i alle de filformater, der benyttes af de forskellige parter i projektet. Det betyder, at det kan være en stor sag at levere outputtet, hvis det skal konverteres til mange filformater, så her er det anvendte værktøj vigtigt. I denne case benyttet 3D programmet MicroStation da det er det mest alsidige software på markedet, når det kommer til at arbejde med mange forskellige filformater på samme tid.

Hvad angår kollisionkontrol forgår det på nuværende tidspunkt i langt de fleste tilfælde som en visuel kontrol af modellen, frem for en simulering i et dertil beregnet simuleringssoftware, da det på nuværende tidspunkt ikke kan betale sig at lave en simulering, da det regelsæt, der skal anvendes, vil tage u hensigtsmæssigt lang tid at udforme. Men med udsigten til øget standardisering i byggebranchen især på informationsniveaufronten vil det være muligt at lave nogle standardiseret regelsæt for hvert informationsniveau, hvilket vil betyde at det lige pludselige vil gå fra at være urentabelt at fortage en simulering for at kollisionsteste en koordineret bygningsmodel kan gå til at blive rentabelt. Eftersom dette

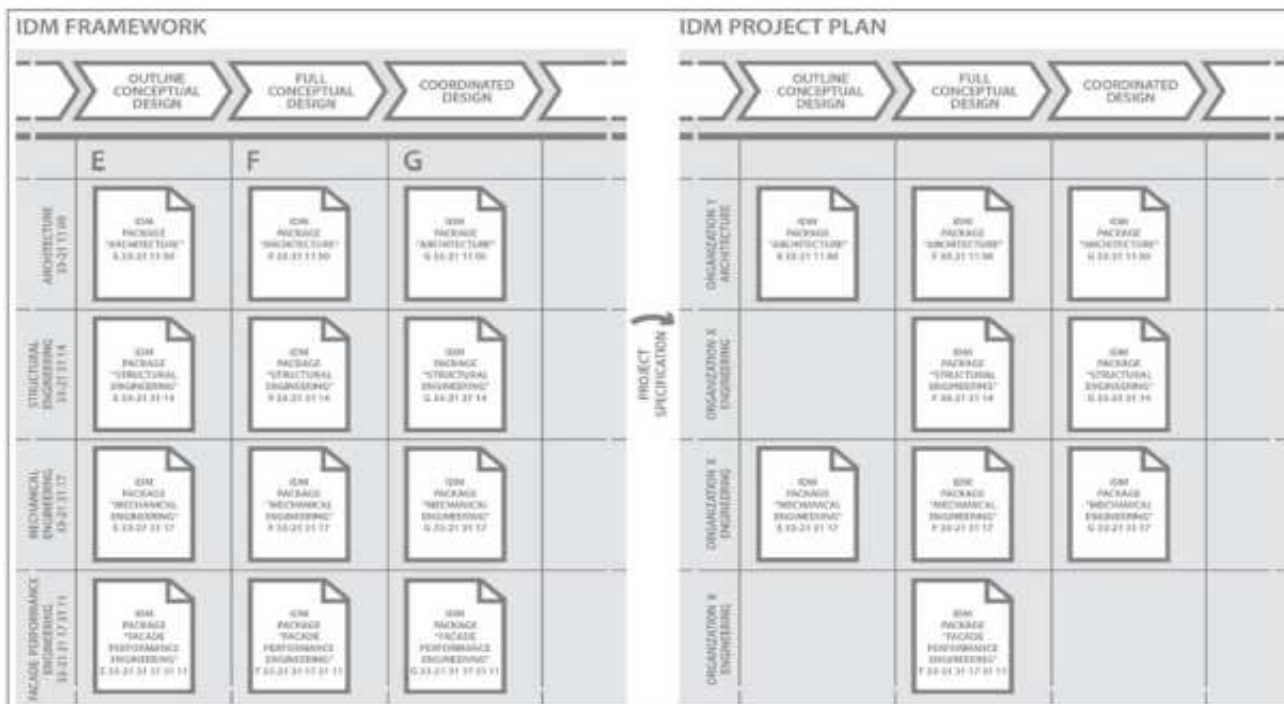
er en proces der gentages mange gange gennem et projekt, og der kan spares en anseelig mængde tid på at gå fra at fortage en visuel kollisionskontrol af modellen til en simulering i et program. Det er selvfølgelig klart at jo større projektet er jo større vil den tidsmæssige besparelse også blive, da den tid man det tager at visuelt kontrollere en model for kollisioner stiger eksponentielt med størrelsen af modellen.

Dette var også en stor faktor i mit valg at proces jeg ville arbejde med i dette projekt, da det netop er en proces der bliver fortaget et utal af gange i løbet af projektet og derfor også et sted hvor en form for standardisering eller streamlining af processen vil have størst virkningsgrad. Det er også en proces der er lettere en end visse andre at standardisere, såfremt der kommer en standardisering inde for informationsudveksling mellem parterne. Dette er der blevet arbejdet på længde, og det er også et emne jeg vil komme meget mere ind på i afsnit 5. Grunden til at en standardisering i dette tilfælde skulle være lettere at opnå er at der i mindre grad er en masse bygherrekrav der skal tages hensyn til, og processen derfor er lettere at genbruge på forskellige projekter, da målet er det samme, nemlig at undgår kollisioner under byggefasen.

## 4 IDM-arbejdsmetoden

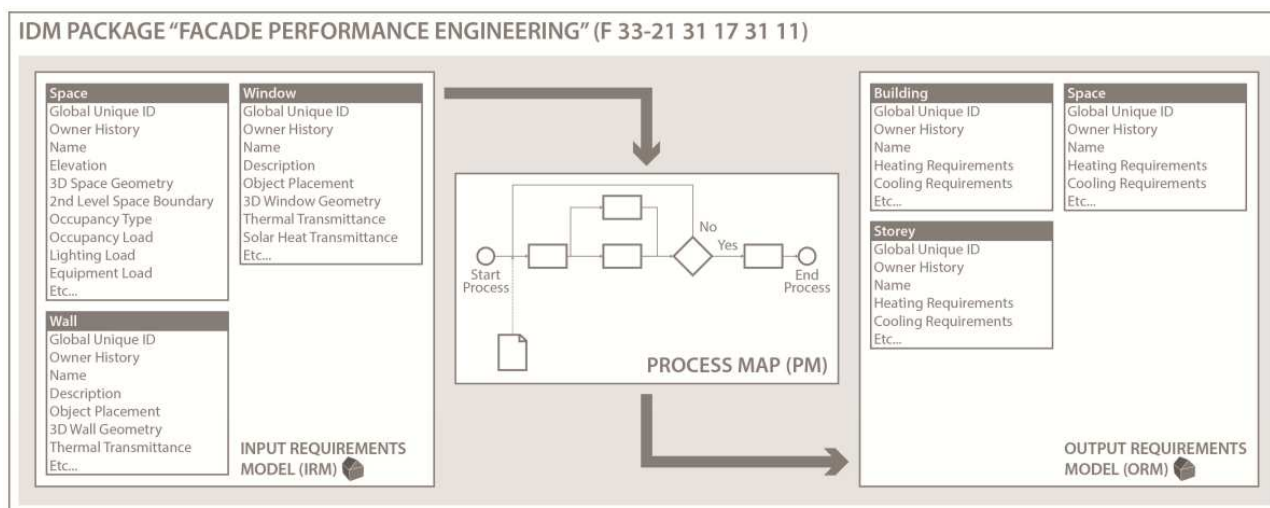
IDM-arbejdsmetoden er et nyt forsøg på at standardisere visse arbejdsprocesser primært i projekteringsfasen af byggeriet, metoden er udviklet af organisationen buildingSMART. De indså for nogle år siden, at der var et behov for at udarbejde nogle standarder for, hvordan information kan udveksles mellem forskellige parter i byggeriet. Da byggebranchen er kendt for at samle mange faggrupper, ofte fra forskellige virksomheder med forskellige måde at gøre tingene på samt offentlige myndigheder. Er det en nødvendighed at have en fælles standard for, hvordan informationsudveksling skal forgå mellem parterne. Det er disse problemstillinger som buildingSMART adresserer med udviklingen af IDM arbejdsmetoden. Måden buildingSMART har valgt at gribe denne problemstilling an på er ved at udarbejde nogle såkaldte IDM-pakker. Disse pakker beskriver i detaljer processer ethvert byggeri gennemgår i løbet af de forskellige faser, ofte gennemgås mange pakker flere gange. Dette skyldes, at der ikke ligger nogle beslutningsproces i en IDM-pakke. En IDM-pakke er blot en serie af organiseret processer, der løber fra start til slut, hvor slutresultatet så må evalueres af den ansvarlige på det givende fagområde. Han/hun beslutter så om, resultatet kan godkendes, eller om processen skal gennemgås igen med nogle ændringer af inputtet. I disse IDM-pakker er det nøje defineret, hvilket input, også kaldet IRM (Input Requirement Model), der kræves fra de forskellige parter i projektet, for at det er muligt at anvende PM (Proces Mappet). Sideløbende med IRM er der også noget, der hedder Additional Information. Forskellen på disse er, at IRM er informationer fra andre parter i byggeprojektet, hvorimod at Additional Information kan være lovkrav, reguleringer fra offentlige myndigheder eller evt. skærpede bygherrekrav. Det er ligeledes nøje defineret, hvilket output også kaldet ORM (Output Requirement Model) der skal komme ud af processen. Det output bruges så til at arbejde videre med i projektføreløbet. Det er på dette tidspunkt i forløbet, at der skal en med noget beslutningsmagt ind over og vurdere ORM'en, om det er godkendt, eller om der skal ændres i IRM'en, og IDM-pakken skal køres igen. Først når ORM'en er godkendt kan man forsætte til næste fase.

Målet med denne metode er at lave en stor database eller IDM Framework, hvori der indgår en masse IDM-pakker, som en projektleder så kan bruge til på de forskellige projekter at sammensætte en IDM Project Plan - illustreret på figur 3. Til venstre ses en IDM Framework, og til højre ses en IDM Project Plan for et givet projekt.



Figur 3 - Forskellen på IDM Framework og IDM Project Plan (Kilde nr. 5)

På figur 3 ses en IDM framework og et IDM project plan, går vi skridtet længere ned og kigger på én IDM-pakke ses sammenhængen mellem IRM, PM og ORM. Dette er illustreret på figur 4.



Figur 4 - En udfoldet IDM-pakke (Kilde nr. 17)

På denne figur ses en IDM-pakke med navnet 'Facade Performance Engineering', til venstre på figuren ses IRM'en som indeholder de informationer der er nødvendige for at udfører processen, IRM'en er detaljeret beskrevet i det Excel-skema der kan ses på figur 1. I midten af figuren ses PM'et (figur 2 illustrere et eksempel på et Proces Map) det er her hvor de informationer som er defineret i IRM'en bliver brugt til at opnå et resultat. Dette resultat er så også detaljeret beskrevet i ORM'en som kan ses til højre på figuren, hvordan ORM'en er defineret kan ses på figur 1.

## 4.1 IDM-pakke til kollisionstest

Jeg vil i dette afsnit arbejde med at udarbejde en sådan IDM-pakke, som beskrevet ovenfor. Der tages ved udarbejdelse af denne IDM-pakke udgangspunkt i sagen "Nordforbrændingen" fra Rambøll. Sagen omhandler en udvidelse af Nordforbrændingen i Hørsholm med en ekstra ovnlinje.

En IDM-pakke består som tidligere nævnt af en IRM, et PM og en ORM.

Denne IDM-pakke vil indbefatte kollisionstest af installations- og konstruktionsmodeller på LOD350; her hentydes der til MT Højgaards informationsniveauskala, som er en måde at beskrive, hvor i processen man befinder sig. Denne skala fra MT Højgaard bygger på en skala fra AIA (The American Institute of architects) som MT Højgaard har taget og modificeret lidt for at få den til at passe. Der vil udelukkende blive fokuseret på, om modellerne kolliderer med hinanden i denne IDM-pakke. Dette betyder, at der ikke skelnes mellem forskellige installations- eller konstruktionstyper, men der blot tages højde for det volumen, de skal bruge. Dette gøres for at sikre, at håndværkerne ikke står på pladsen og finder ud af, at f.eks. en faldstamme løber direkte igennem en ventilationskanal, hvilket selvfølgelig ikke er fysisk muligt i virkeligheden, men det kan sagtens tegnes i et program som f.eks. AutoDesk Revit eller AutoDesk AutoCAD. Så hvis der ikke bliver testet for disse kollisioner inden tegningsmaterialet bliver sendt til entreprenørerne, er der stor risiko for fejl, og dermed store mængder dobbeltarbejde med at lave om på føringsveje af installationer. Det medfører store merudgifter for rådgiveren, hvis ansvar det er, at fremsende en fysisk realiserbar løsning til entreprenører og leverandører.

Denne IDM-pakke vil som alle andre bestå af en IRM, et PM og en ORM. I dette tilfælde vil IRM'en bestå af flere 3D modeller af alle installationer samt konstruktioner i projektet på LOD350. Det vil sige, at alle føringsveje skal være 100% fastlagt, og dimensionerne på alle kanaler skal også ligge 100% fast. Derimod er det underordnet, om modellen ved, om det er ventilation, vand eller noget helt tredje de indeholder. Med andre ord skal modellerne ikke være intelligente på et typeniveau, men blot indeholde geometri. Det eneste der betyder noget, i dette tilfælde er, at modellen repræsenterer volumen reservationer til en given installation eller konstruktionsdel. For at denne proces skal være brugbar kræver den informationer fra samtlige faggrupper, der er involveret i projektet. Da dette kan svinge fra projekt til projekt, er metoden allerede her udfordret på standardiseringen. Så derfor defineres IRM som "alle fagmodeller der indgår i projektet på LOD350". Med udgangspunkt i Nordforbrændings-sagen vil IRM'en bestå af følgende modeller.

- Konstruktionsmodel
- Ventilationsmodel
- VVS-model
- EL-model
- Kølingsmodel
- Sprinklermodel

Der vil i denne case også være noget additional information i form af en masse udstyr, der skal være i den store ovnhal. Denne type af information indgår ikke som en del af IRM'en. Det kan i andre tilfælde være ting som lovkrav eller lignende der går ind under denne type af informationer.

Processen, der udgør selve IDM'en, vil så være at foretage et kollisionstjek af alle disse fagmodeller, der er blevet givet som en del af IRM'en. Dette kan gøres i forskellig software, der er specielt udviklet til at udføre disse former for test af modeller; et af disse er Solibri Model Checker. Fordelen ved dette software er, at man selv kan definere det regelsæt, der anvendes til simuleringen. Dette betyder, at hvis der udelukkende simuleres for kollisioner mellem installationer, er det muligt at fortælle programmet, af der skal ses bort fra kollisioner mellem betonelementer. Dette betyder igen, at man ikke manuelt skal filtrere i de resultater, som programmet generere efter simuleringen.

Output fra denne IDM-pakke er så de resultater, der kommer fra simuleringen, som programmet producerer. I disse resultater fremgår det, om der er kollisioner mellem modellernes komponenter, og i så fald hvilke komponenter der kolliderer med hinanden. I det omfang der forekommer kollisioner vil de relevante faggrupper få besked om, at deres modeller skal tilpasses, hvorefter der vil blive udført en ny simulering for at se om kollisionerne er afhjulpet. Når så alle kollisioner er afhjulpet i modellerne, vil projektmaterialer være klart til næste projektfase.

## 4.2 Trinvis gennemgang af IDM-pakke

Her vil IDM-pakken blive gennemgået trin for trin, fra indholdet af IRM'en til de mulige udfald som ORM'en kan antage. Der tages forsat udgangspunkt i casen om Nordforbrændingen, mht. hvilke modeller der er aktuelle for IRM'en, dette kan dog variere fra sag til sag.

### 4.2.1 IRM (Input Required Model)

Der tages forsat udgangspunkt i MT Højgaards informationsniveauer defineret ved LOD skalaen, som tidligere nævnt skal IRM'en indeholde alle fagmodellerne på et informationsniveau svarende til LOD350. Dette betyder, at alle føringsvejene er helt fastlagte og indført i modellerne. I denne case består IRM'en af de seks modeller, der er listet i tabel 1, med informationsniveau

Tabel 1 - Modeller der indgår i IRM'en

Nr.	Fagmodel	Informationsniveau
2.1	Konstruktionsmodel	LOD350
2.2	Ventilationsmodel	LOD350
2.3	VVS-model	LOD350
2.4	EL-model	LOD350
2.5	Kølingsmodel	LOD350
2.6	Sprinklermodel	LOD350

Figur 5 viser hvordan en IRM er defineret, dette gøres du fra det Excel-skema som kan ses på figur 1. Det samlede IRM & ORM skema kan ses på bilag 1.

## Input Requirement Model

<b>Construction Model</b>	Level of Development	
Geometry	LOD 350	2.1
<b>Ventilation Model</b>	Level of Development	
Geometry	LOD 350	2.2
<b>Plumbing Model</b>	Level of Development	
Geometry	LOD 350	2.3
<b>Electrical Model</b>	Level of Development	
Geometry	LOD 350	2.4
<b>Cooling Model</b>	Level of Development	
Geometry	LOD 350	2.5
<b>Sprinkler Model</b>	Level of Development	
Geometry	LOD 350	2.6

Figur 5 - Input Requirement Model

#### 4.2.2 PM (Proces Map)

Proces Mappet er det, der beskriver den arbejdsproces, der skal ske med de informationer, der er givet i IRM'en. Den kan være mere eller mindre omfattende, afhængig af den IDM man arbejder med. I denne case er proces mappet forholdsvis enkelt. Det første, der skal ske, er, at alle fagmodellerne skal valideres, med dette menes der at man er nødt til at tjekke om modellerne overholder de krav man har stillet til IRM'en. Dette kan gøres i et software så som Solibri Model Checker. Dernæst, hvis alle modellerne opfylder kravene samles de i en fællesmodel. Det er her, at en standardisering af de filformater, der arbejdes med på tværs af rådgiverne, ville være fordelagtig. Dette er dog som tidligere nævnt svært at opnå, hvilket godt kan skabe nogle problemer i denne proces. Det næste trin er, at forsøge en simulering af de samlede modeller for at kollisionsteste modellerne mod hinanden. I tabel 2 er der vist en oversigt over de processer, der indgår i proces mappet. Hele proces mappet kan ses i bilag 2.

Tabel 2 - Processer der indgår i Proces Mappet

Nr.	Proces
1.1	Validering af modeller
1.2	Samle de forskellige fagmodeller i en fil, der så bruges til simuleringen
1.3	Fortage selve simuleringen

I den aktuelle case benyttes MicroStation til at samle de forskellige fagmodeller, dette program anvendes da det er et af de mest alsidige programmer til at håndtere forskellige filtyper.

Jeg vil nu gennemgå samtlige modeller trin for trin i det følgende afsnit.

##### 4.2.2.1 Proces 1.1

På dette stadige som er det første i Proces Mappet tjekkes modellerne for om de overholder de krav der er stillet til dem. Altså tager man alle de modeller der er defineret i IRM'en, som i dette tilfælde er følgende seks modeller.

1. Construction Model
2. Ventilation Model
3. Plumbing Model
4. Electrical Model
5. Cooling Model
6. Sprinkler Model

Disse former for tjek kan udføres i forskellige softwares afhængig af hvilken virksomhed der er tale om, et eksempel på et software der er velegnet til dette er Solibri Model Checker.

##### 4.2.2.2 Proces 1.2

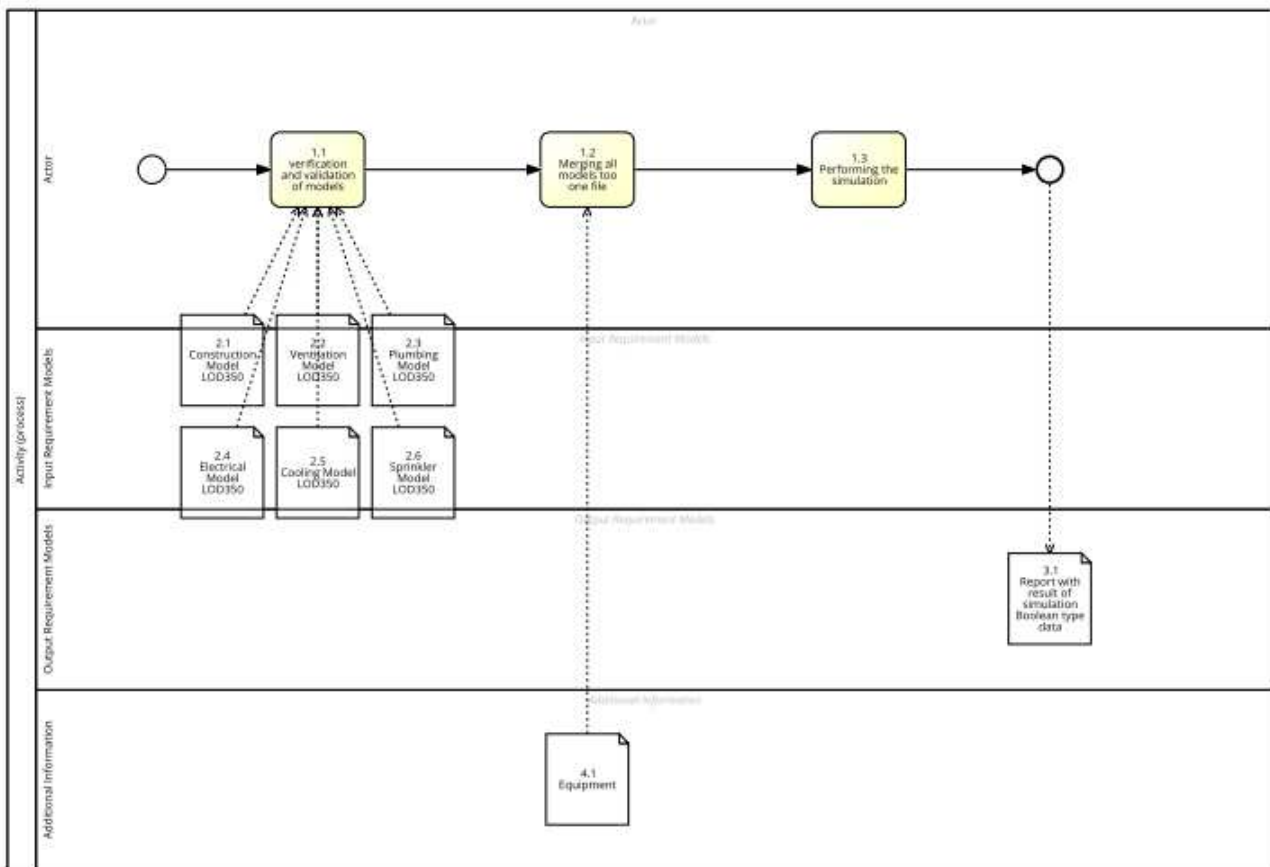
Efter alle de forskellige fagmodeller er blevet kontrolleret i proces 1.1 samles de nu i en koordineret model, også kaldet en aggregate-model. Dette kan gøres i forskellige CAD-sofwares, Jørgen som jeg var ude hos Rambøll Group A/S brugte MicroStation til dette delproces. Det er også på dette tidspunkt at den additional information bliver brugt, denne bliver også en del af Aggregate-modellen da der også skal tages højde for udstyret i bygningen når det kommer til kollisionstest.



### 4.2.2.3 Proces 1.3

Det er her at selve kollisionstesten fortages, denne kan igen fortages i forskellige softwares udviklet til denne type af simuleringer. Igen er Solibri Model Checker et godt bud, da man her selv definerer det regelsæt som programmet skal tjekke ud fra. Det er aggregate-modellen der bliver genereret i delproces 1.2 som der udføres et kollisionstjek på. Resultatet af denne test er så defineret i ORM'en som et dokument der udgøre et bevis overfor bygherren om at der er udført et kollisionstjek af en koordineret model.

På figur 6 ses proces mappet som et udtræk fra Signavio. Det originale udtræk af proces mappet fra Signavio kan ses på bilag 2.



Figur 6 - Proces Map

### 4.2.3 ORM (Output Required Model)

Outputtet af denne IDM-pakke er relativt simpelt. Softwaren, der benyttes til at udføre simuleringen, leverer en rapport, hvori der er angivet, om der forekommer kollisioner mellem modellerne eller ej. Denne rapport udgøre så grundlaget for om projektet er klar til at gå ind i næste fase af byggeriet. Dette er også en dokumentation til bygherren om, at der er udført en kollisionstest af modellerne, hvilket ofte er noget, der forlanges fra bygherren på større byggesager. Såfremt der ikke findes nogle kollisioner under simuleringen er projektet klar til næste fase. Derefter er der selve produktionen af bygningen. Hvorimod hvis der forekommer kollisioner i rapporten, får de relevante parter besked om, at der skal foretages ændringer af deres model, hvorefter IDM-pakken køres igennem endnu en gang. Først når ORM'en leverer en kollisionfri rapport er projektet klart til produktionsfasen.

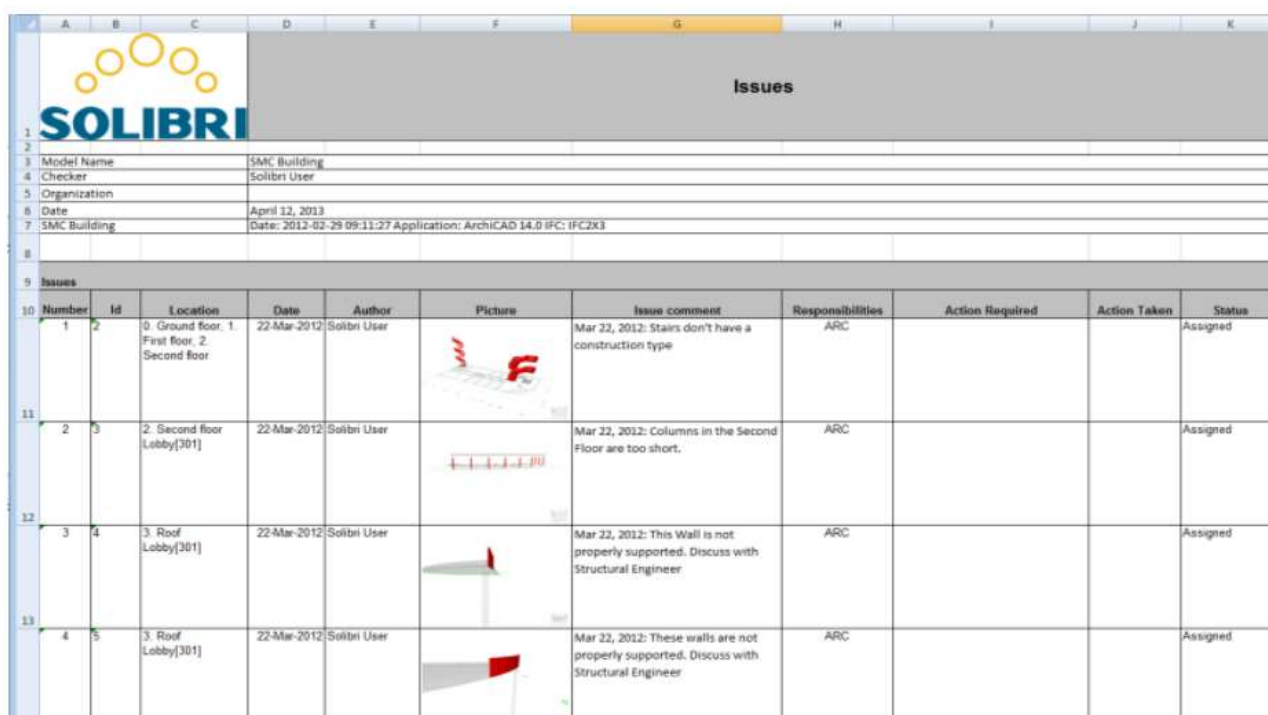
Figur 7 viser hvordan ORM'en er defineret igen med udgangspunkt i figur 1 (henvist til metodeafsnit). Det samlede ORM & ORM skema kan ses på bilag 1.





## Output Requirement Model

<b>Collision Test</b>	<b>Level of Development</b>
Geometry	None
Is there any collisions?	3.1 8.11.2.7
Boolean type of data	

Figur 7 - Output Requirement Model

Der er i samarbejde med Mikkel Christensen blevet arbejdet med en fælles skabelon for, hvordan output skal præsenteres, hvilket er gjort med henblik på at simplificere de mange IRM, der er i et stort projekt, og for at holde en rød tråd i forhold til præsentationen af resultater og informationer. Grunden til, at netop disse to IDM-pakker er mulige at standardisere på output delen, er, at outputtet fra begge IDM-pakker er et Ja/Nej svar på et simpelt spørgsmål, i dette tilfælde om der er kollisioner mellem modellerne eller ej, og i Mikkels tilfælde om en given bygning overholder de meget strenge lovkrav til handicaptilgængelighed eller ej. Vi blev enige om, at den måde Solibri Model Checker leverer et output på, er en god og overskuelig måde at præsentere sådanne data på. Et eks. på et simpelt output fra Solibri Model Checker kan ses på figur 8.



Number	Id	Location	Date	Author	Picture	Issue comment	Responsibilities	Action Required	Action Taken	Status
1	0	Ground floor, 1. First floor, 2. Second floor	22-Mar-2012	Solibri User		Mar 22, 2012: Stairs don't have a construction type	ARC			Assigned
2	2	2. Second floor Lobby[301]	22-Mar-2012	Solibri User		Mar 22, 2012: Columns in the Second Floor are too short.	ARC			Assigned
3	3	3. Roof Lobby[301]	22-Mar-2012	Solibri User		Mar 22, 2012: This Wall is not properly supported. Discuss with Structural Engineer	ARC			Assigned
4	3	3. Roof Lobby[301]	22-Mar-2012	Solibri User		Mar 22, 2012: These walls are not properly supported. Discuss with Structural Engineer	ARC			Assigned

Figur 8 - Eksempel på et output fra Solibri Model Checker (Kilde nr. 16)

Det gode ved dette program er også, at der bliver eksporteret til en MicroSoft Excel fil, hvilket er rigtig godt for standardiseringen, da alle rådgivere i dag har adgang til en Office pakke, så der ville ikke opstå udfordringer med, at nogle af parterne ikke vil kunne læse outputtet.



### 4.3 Evaluering af IDM-arbejdsmetoden

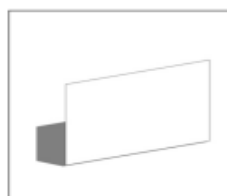
IDM-arbejdsmetoden er en relativ ny måde at tænke standardisering inde for byggeriet, derfor kan det heller ikke forventes, at den på nuværende tidspunkt allerede er helt i mål. Jeg mener dog, at der allerede nu er nogle udfordringer, man så vidt muligt bør forsøge at tage i opløbet, så man undgår at skulle symtombehandle metoden de første år, den er ude i markedet. Da dette kan svække rådgivernes vilje til at benytte metoden og i sidste ende betyde forskellen mellem succes eller ej for IDM-arbejdsmetoden.

En af de store udfordringer ved IDM-arbejdsmetoden er at opnå målet om en streamlinet standardisering af den informationsudveksling, der forgår mellem parterne i et byggeprojekt. Det er selvfølgelig muligt at stille meget stejle krav om brugen af software og format, men det sker ofte, at det resulterer i en enorm merudgift fra en eller flere parter, da hele deres system er bygget op om et andet software. Der findes eksempler på, at et krav om brug af AutoDesk Revit har resulteret i en merudgift på 30 millioner, da firmaet var bygget op omkring brugen af MicroStation. Dette resulterede i, at kravet om brugen af Revit blev droppet i kontrakten. Dette er ikke kun et problem, der opstår firmaer imellem, det kan også være en stor problemstilling mellem afdelinger i samme firma. F.eks. er Rambølls byggeafdelinger primært bygget op omkring brugen af AutoDesk produkter, hvor den afdeling der producerer aggregat-modeller benytter MicroStation. Dette illustrerer meget godt omfanget af dette problem, og vigtigheden i at få det løst.

En anden stor udfordring som IDM-arbejdsmetoden står overfor, er valget af den metode, der benyttes til at definere geometrien af modellerne på de forskellige informationsniveauer. Her har man valgt at tage udgangspunkt i MT Højgaards LOD-skala. Skalaen er en som MT Højgaards har taget fra AIA (The American Institute of Architects) og tilpasset ved at inkludere nogle halve niveauer. Den oprindelige AIA skala tilbage fra 2008 består af 5 niveauer fra LOD100 til LOD500. Problemet med denne skala fra AIA er, at den er udviklet af arkitekter og oprindeligt tiltænkt til brug af arkitekter, hvilket også ses i de ændringer, som MT Højgaard har været nødt til at foretage for at få den tilpasset til brug af en rådgiver, på figur 9 ses MT Højgaards skala vist for et vægelement som eksempel.

#### Bygningsdel: Betonvæg

##### LOD 100 – Info. Niveau 1



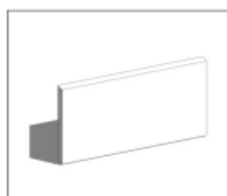
###### Geometri

Væggens placering er repræsenteret enten ved en flade eller gennem en geometrisk stedfortræder med en tilnærmet geometri.

###### Egenskaber - forslag

Ca. areal.

##### LOD 200 – Info. Niveau 2



###### Geometri

Væggen er repræsenteret som et generisk objekt med tilnærmedesvis udformning, hvad angår mængder, størrelse, form, placering og orientering.

###### Egenskaber - forslag

Væggens konstruktionstype er defineret.  
Overslag af armeringsgrad.

##### LOD 300 – Info. Niveau 3



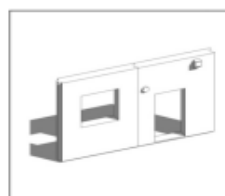
###### Geometri

Væggen har reelle mængder, dimensioner og form - placering og orientering fremgår. Huller fremgår. Bygningsdel- og sammenbygningdetaljer er afklaret.

###### Egenskaber - forslag

Armeringsgrad.  
Materialeklasse.  
Vægt.  
Profiltipe.  
Overflade.

##### LOD 350 – Info. Niveau 4



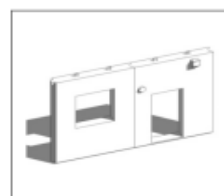
###### Geometri

Modellen er opdelt til evt. præfabrikation. Armering fremgår i 3D (evt. delvist). Udsparinger til installationer og indstøbningsdele præcise placering og dimensioner er modelleret.

###### Egenskaber - forslag

Producent/leverandør.

##### LOD 400 – Info. Niveau 5



###### Geometri

Producent-specifikke detaljer er modelleret som samlinger og fx armering er detaljeret i 3D, og indstøbningsdele er modelleret.

###### Egenskaber - forslag

Finish.

Figur 9 - Eksempel på MT Højgaards informationsniveauer (Kilde nr. 6)

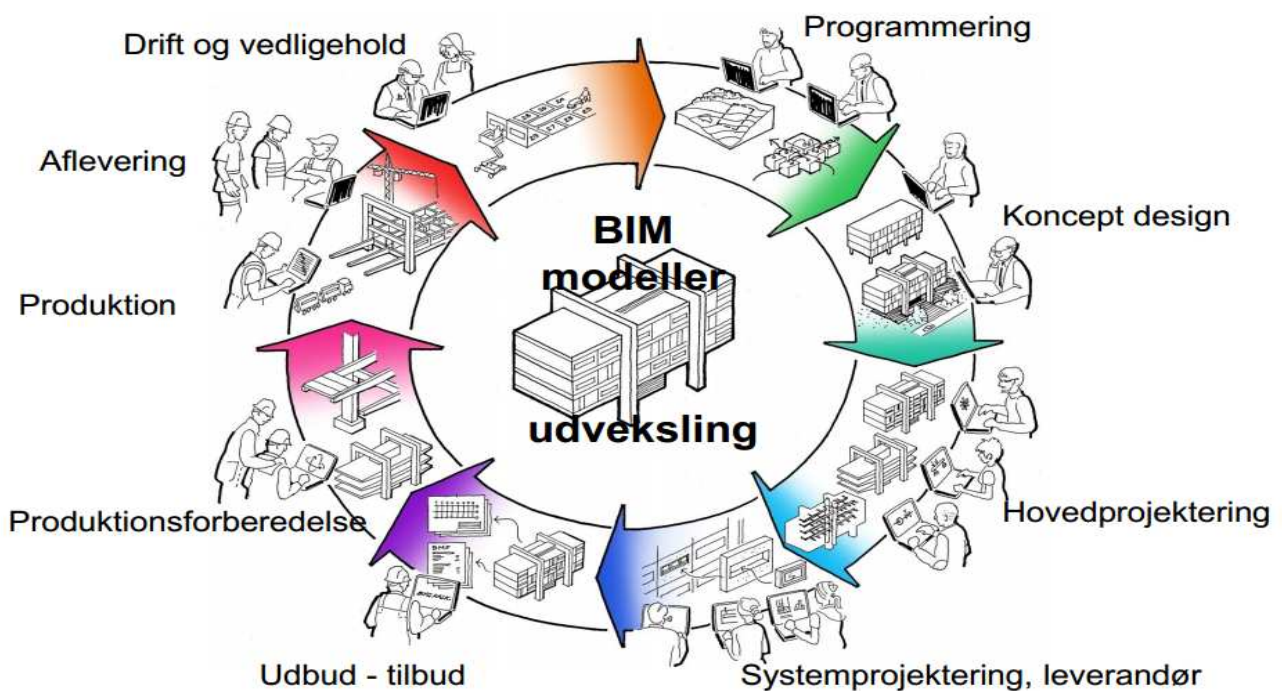
Det ses her, at MT Højgaard har valgt at fjerne AIA LOD500, som ellers repræsenterer en 'as build' model af den færdige bygning. Sådanne modeller anvendes ofte til drift og vedligeholdelse af den færdige bygning. Til gengæld har de været nødt til at opfinde et niveau LOD350 for at være i stand til at beskrive alle faserne i byggeriet. Her er der helt klart plads til forbedringer, og eftersom af IDM-arbejdsmetoden stadig er et udviklingsprojekt, mener jeg, at det er her problemet opstår. Man kan i stedet bruge den skala som BSI arbejder på for tiden, da den har løsningen på en hel del af disse problemer. Denne metode vil jeg komme nærmere ind på i afsnit 5.4.

På trods af disse udfordringer, der skal overkommes inden IDM-arbejdsmetoden vil blive bredt accepteret blandt rådgiverne i Danmark, mener jeg, at der helt klart er potentiale i idéen bag IDM-arbejdsmetoden, nemlig et mål om at få standardiseret informationsflowet i byggebranchen. Hvordan det lige skal løses er stadig uklart, da det afhænger meget af de software løsninger, der gerne skal løse problemerne med at to software udbydere ikke gør deres produkter i stand til at kommunikere og udveksle informationer med hinanden. Dette er et problem, der er blevet arbejdet på i lang tid, bl.a. med IFC-format. IFC er også nået et godt stykke af vejen. De har løst udfordringen, når det kommer til ren geometri. Men når det kommer til egenskaber er IFC-formatet ikke nået helt i mål endnu, dette betyder at der i øjeblikket kun findes en delvis løsning på problematikken. Når eller hvis denne løsning findes, tror jeg, at der ligger et stort potentiale i IDM-arbejdsmetoden, men samtidig mener jeg også, at det er en nødvendighed for, at IDM-arbejdsmetoden skal kunne realiseres.

## 5 Informationsniveauer

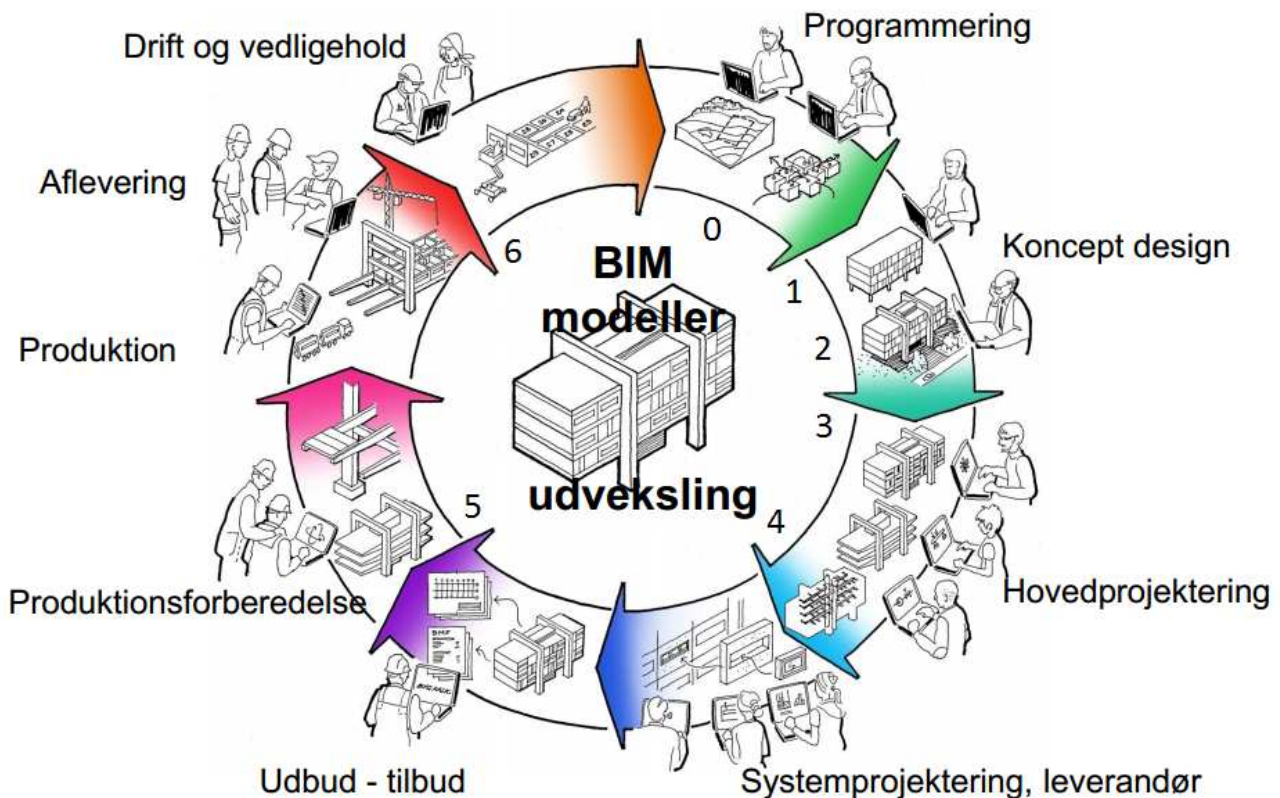
Bips (Det Digitale Byggeri) var de første i 2006 til at formalisere begrebet informationsniveauer. Informationsniveauer er udsprunget af ønsket om at arbejde modelbaseret i byggefasen, og derved anvende 3D-modeller i stedet for de sædvanlige 2D tegninger, der længe har været normen i byggebranchen. Informationsniveauerne blev udviklet som et værktøj til at definere, hvor i byggeprocessen man befinder sig, og derved hvilke informationer modellen skal indeholde. Altså informationsniveauer beskriver, hvilke informationer modellen skal have på de forskellige stadier i byggefasen. Som nævnt var bips de første i Danmark til at arbejde med informationsniveauer. Nu har Cuneco overtaget arbejdet og er gået i gang med at definere nogle nye informationsniveauer. Disse informationsniveauer er ikke taget i brug i byggebranchen endnu, da de stadig er i en høringsfase blandt eksperter. Jeg vil senere komme ind på detaljerne i både Bips og Cuneco versioner af informationsniveauerne og sammenligne dem, for at vurdere udviklingen af de oprindelige informationsniveauer udgivet af Bips, til de nye som Cuneco arbejder på nu.

Overordnet set bygger informationsniveauer på at opdele hele livscyklussen af en bygning fra idé til drift af den enlige bygning i nogle forskellige faser. figur 10 (Lånt af Flemming Vestergaard) illustrere en sådan livscyklus.



Figur 10 - Livscyklussen af en bygning

Hvis man tager og introducere Bips udgave af informationsniveauerne til figur 10, ses sammenhængen mellem de forskellige faser i bygningens livscyklus, og de tilsvarende informationsniveauer. Dette er illustreret på figur 11.



Figur 11 - Livscyklus af en bygning, opdelt i informationsniveauer

Her ses sammenhængen mellem faserne i byggeriet, og informationsniveauerne; i dette tilfælde med udgangspunkt i Bips udgave af informationsniveauerne.

Det er ikke kun i Danmark, der tænkes i disse baner. England og USA har også tilsvarende systemer. Både det amerikanske og engelske system bygger på skalaen LOD (Level Of Development). Englænderne arbejder også for tiden på at udvikle deres system. I den forbindelse er de begyndt at arbejde med hele tre forskellige begreber.

- LOD (Level Of Detailing)
- LOI (Level Of Information)
- LOMD (Level Of Model Development)

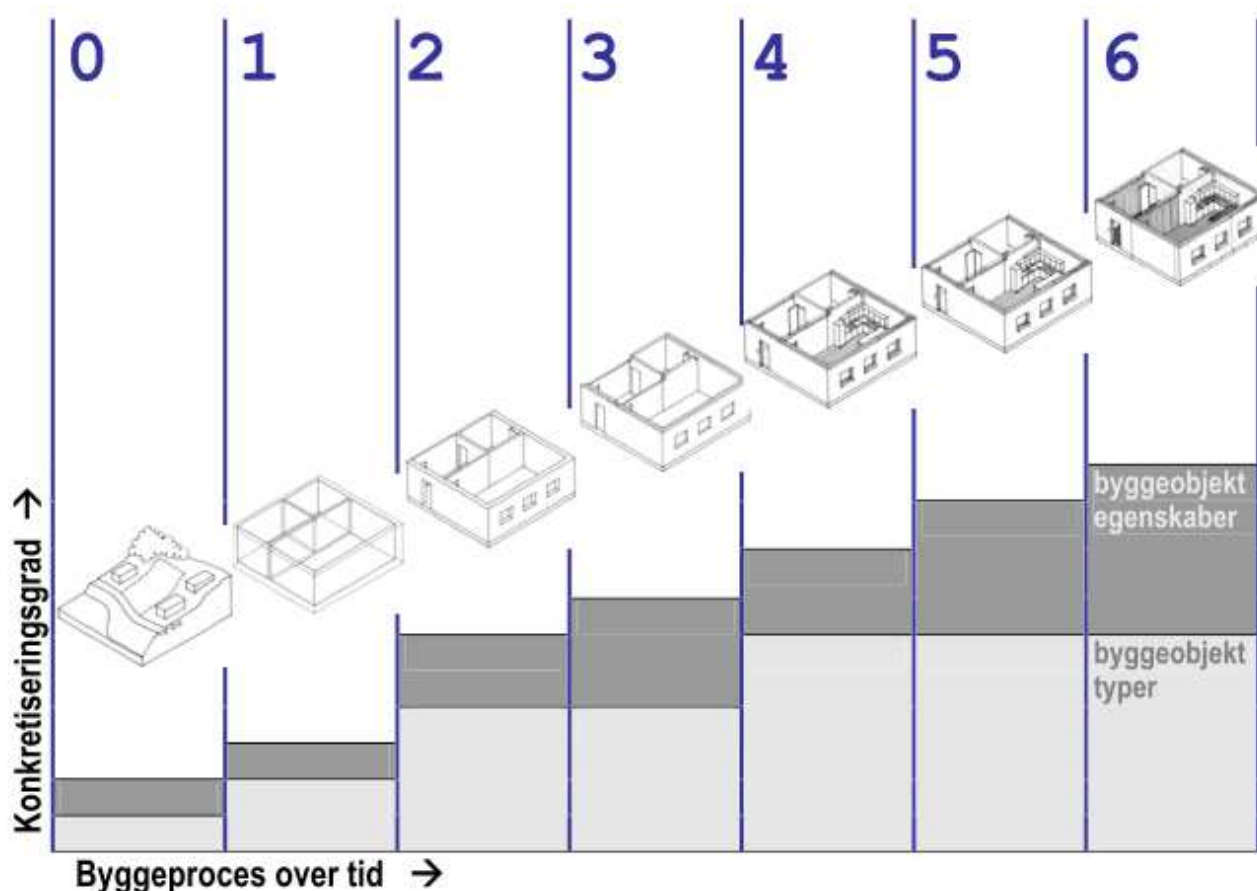
Dette er ikke ligefrem en ny tankegang. Den indgik allerede i den danske standard tilbage fra 2006, som en hollænder også pointerer i en foregående undersøgelse for at indføre et informationsniveausystem i Holland. I de næste afsnit vil der bliver foretaget en mere dybdegående analyse af forskellige informationsniveausystemer, de systemer der vil blive gennemgået er følgende:

- Bips
- Cuneco
- AIA (The American Institute of Architects) - MT Højgaard
- BSI (The British Standards Institution)



## 5.1 Bips

Bips var som nævnt de første i Danmark til at indføre begrebet informationsniveauer. Dette gjorde de tilbage i 2006. Bips udviklede et system bestående af 7 niveauer gående fra 0 til 6. Niveauerne beskriver alle de faser en bygningen gennemgår gennem dens livscyklus fra idé hos en arkitekt til drift af bygningen af et facility management firma f.eks. ISS. Figur 11 illustrerer, hvilke faser i byggeriet der ligger under de forskellige informationsniveauer. Hvert informationsniveau er defineret ved at indeholde en bestemt detaljeringsgrad samt en bestemt mængde informationer om elementerne f.eks. væge, døre, vinduer ol. Denne mængde af informationer og detaljer er så gradvist stigende gennem de stigende informationsniveauer. På dette punkt har Bips være meget forudseende, da denne adskillelse af visuelle detaljer og egenskaber tilknyttet elementer først nu er ved at slå igennem andre steder i verden. Figur 12 illustrerer udviklingen af egenskaber og detaljer gennem informationsniveauerne.



Figur 12 - Udviklingen i Bips informationsniveauer (Kilde nr. 2)

På figur 12 ses det, hvordan den gradvise udvikling af modellen forgår gennem projektforløbet, den lysegrå del af søjlen indikerer mængden af typer i modellen, altså hvor detaljeret modellen er rent visuelt. Hvor den mørkegrå del indikerer mængden af egenskaber tilknyttet disse typer, og derved beskriver, hvor konkret modellen er. Desværre bliver denne evne til at skelne mellem typer og deres egenskaber ikke anvendt, selv her 8 år efter modellen blev defineret. Det er først indenfor de seneste år, at andre lande har fået øjnene op for denne opdeling af detaljering og konkretisering, bl.a. arbejder BSI lige for tiden på et system baseret på denne opdeling, hvor de bruger en LOD-skala. Det vil jeg komme nærmere ind på i afsnit

3.4. Hollænderne er de seneste, der er begyndt at arbejde med denne form for differentiering mellem disse to begreber. De har for nyligt udgivet en forudgående undersøgelse, hvor de konkluderer, at de skal have et system, som det danske system Bips lavede tilbage i 2006. Dette viser, at Danmark virkelig havde fat i noget allerede dengang, så det gør det jo bare til en endnu større fejl, at det ikke er blevet udnyttet noget mere end det er blandt rådgivere.

Der vil nu i tabel 3 blive gennemgået samtlige informationsniveauer og deres formål, dette gøres jf. Det Digitale Byggeri - 3D arbejdsmetoden 2006.

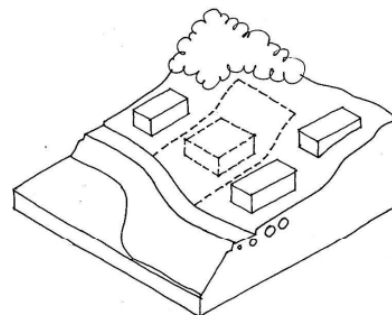
Tabel 3 - Beskrivelser af informationsniveauer (Kilde nr. 2)

Informationsniveau	Formål
0	At klargøre og formalisere de forskellige krav og bindinger, der er til projektet på programstadiet.
1	At anskueliggøre mulige projektløsningers overordnede formmæssige udtryk og funktionelle egenskaber tidligt i projektforsløbet.
2	At skabe beslutningsgrundlag for valg af konceptuel løsning. Informationsniveau 2 skal afspejle forslagens funktionelle og bygningsfysiske struktur på et overordnet niveau. Evt. grundlag til tidligt udbud på funktionsniveau.
3	Grundlag for myndighedsbehandling. Koordineringsværktøj for projektets parter.
4	Grundlag for udbud, kalkulation af pris, tilbudsgivning samt planlægning til produktion.
5	Grundlag for produktion.
6	Etablering af 'som udført' dokumentation.

Bips har gjort et rigtig godt arbejde med at udvikle disse informationsniveauer og har været mange år foran alle andre i deres tankegang, dermed ikke sagt at Bips er helt i mål med deres version. Der er stadig en essentiel problemstilling, der ikke er taget højde for, nemlig evnen til at adskille konkretiseringsgrad og detaljeringsgrad, så man f.eks. kan beskrive en model med en konkretiseringsgrad på niveau 5, og en detaljeringsgrad på niveau 3. Fordelen ved en sådan direkte opdeling af de to begreber vil f.eks. være aktuelt, når det kommer til en driftsmodel af en stor kontorbygning. En sådan model skal indeholde meget konkrete informationer om f.eks. et vindue, i tilfælde af at dette skal udskiftes. Men det er ikke nødvendigt at vinduet er illustreret som et dannebrogsvindue i modellen, da det vil give en utrolig tung og langsom model, hvis detaljeringniveauet skal være på niveau 6. Udover denne udfordring har Bips et rigtig godt forslag på, hvordan en standard skal se ud, og eftersom andre lande så som England og Holland er i gang med at udvikle lignende systemer, vil det helt sikkert være værd at arbejde videre med denne model. Samtlige af Bips informationsniveauer vil nu blive gennemgået i detaljer, Bips egen beskrivelse af informationsniveauerne kan ses på bilag 3.

### 5.1.1 Informationsniveau 0

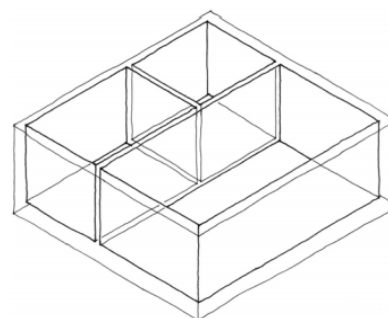
Denne meget tidlige model indeholder primært informationer omkring byggegrunden og eventuelle omkringliggende bygninger. En væsentlig ting, der indgår i denne model, er forsyningsveje til byggegrunden, altså til som f.eks. kloakering og hovedforsyninger af hhv. vand, el og evt. fjernvarmerør. Der kan også indgå informationer om de trafikale forhold i området, det er nok mere relevant, hvis der bygges ting som en postcentral eller et stort domicil for en stor virksomhed, end hvis der bygges et parcelhus.



Figur 13 - Grafisk repræsentation af niveau 0 (Kilde nr. 2)

### 5.1.2 Informationsniveau 1

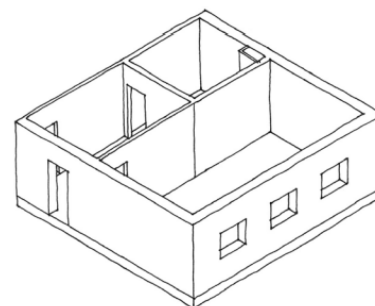
I denne fase foreligger der en generisk model af hele bygningen, hvilket betyder, at der udelukkende er tale om volumener, der udgør vægge, hvilket danner ruminddelingen i bygningen. Rummene er derimod påført relationer, så et køkken er defineret som et køkken i modellen osv. Den endelige dimension af ting som dæk, tag og vægge er på dette tidspunkt ikke fastlagt, og der er ikke indført elementer som døre og vinduer i modellen. Denne modeltype anvendes til indledningsvis at fastlægge bygningens funktionelle og fysiske egenskaber.



Figur 14 - Grafisk repræsentation af niveau 1 (Kilde nr. 2)

### 5.1.3 Informationsniveau 2

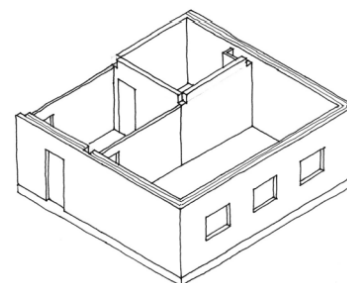
På dette tidspunkt går bygningen fra at bestå af volumener til at bestå af simple elementer som vægge, dæk og tag, dette er stadig blot generiske elementer der hverken har tilknyttet materialer eller opbygning. Der påføres også elementer såsom døre og vinduer i simpel form på dette tidspunkt, disse kan være så simple som blot huller i vægelementerne. Denne model bruges til bl.a. en til en indledende dialog med myndighederne om f.eks. evakueringsplaner, den kan også bruges til at fortage indledende simuleringer af indeklime ol.



Figur 15 - Grafisk repræsentation af niveau 2 (Kilde nr. 2)

### 5.1.4 Informationsniveau 3

I denne model er elementerne blevet tildelt nogle flere informationer i form af materialer og opbygning, så der nu ikke blot arbejdes med generiske vægge, men at væggene nu består af f.eks. en skalmur, et isoleringslag og en bærende indermur. Det er også på dette tidspunkt, man begynder at koordinere de forskellige fagmodeller i forhold til kollisionstjek ol.



Figur 16 - Grafisk repræsentation af niveau 3 (Kilde nr. 2)

#### 5.1.5 Informationsniveau 4

Denne fase udgør grundlaget for udbudsmaterialet, samt er en vigtig del i planlægningsprocessen af selve konstruktionsfasen. Dette betyder, at denne model indeholder alle de detaljer og informationer på typeniveau, der skal til for at kunne præfabrikere evt. betonelementer ol. Det er også fra denne model, der udtrækkes styklister på ting som døre og vinduer. Det betyder, at f.eks. egenskaberne på dørene skal være så konkrete at ting som

hængslingen af døren kendes, ol.

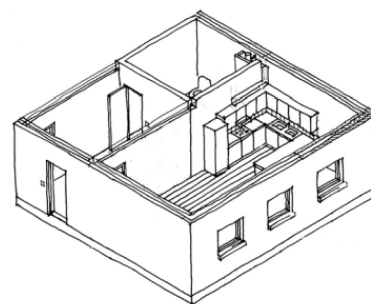
#### 5.1.6 Informationsniveau 5

Denne model danner grundlaget for produktionen af bygningen, og skal derfor indeholde den nødvendige mængde information, for at det er muligt for entreprenøren at gennemføre selve byggefasen. Modellen anvendes også til planlægning af leveringen af materialer og materiel, for at sikre at der ikke kommer en ophobning af materialer på byggepladsen, men at ting så vidt muligt bliver leveret i den

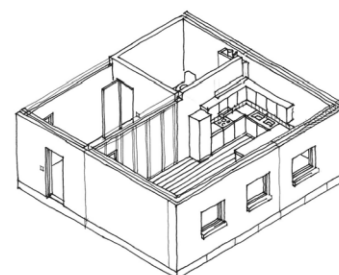
rækkefølge, det skal bruges.

#### 5.1.7 Informationsniveau 6

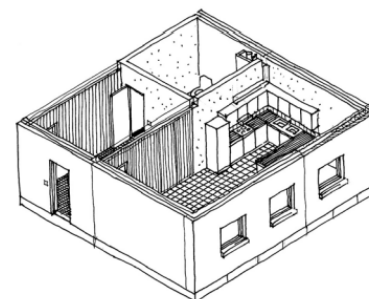
Denne model er en repræsentation af bygningen, som den er udført. Der sker ofte nogle ændringer fra modellen på informationsniveau 5, til det er rent faktisk bliver bygget. Disse ændringer tages der højde for i informationsniveau 6, som er en 'as build' model. Denne model anvendes ofte til drift af bygningen, og det er også denne model, der tages udgangspunkt i ved evt. senere tilbygning eller renovation af den oprindelige bygning.



Figur 17 - Grafisk repræsentation af niveau 4 (Kilde nr. 2)



Figur 18 - Grafisk repræsentation af niveau 5 (Kilde nr. 2)

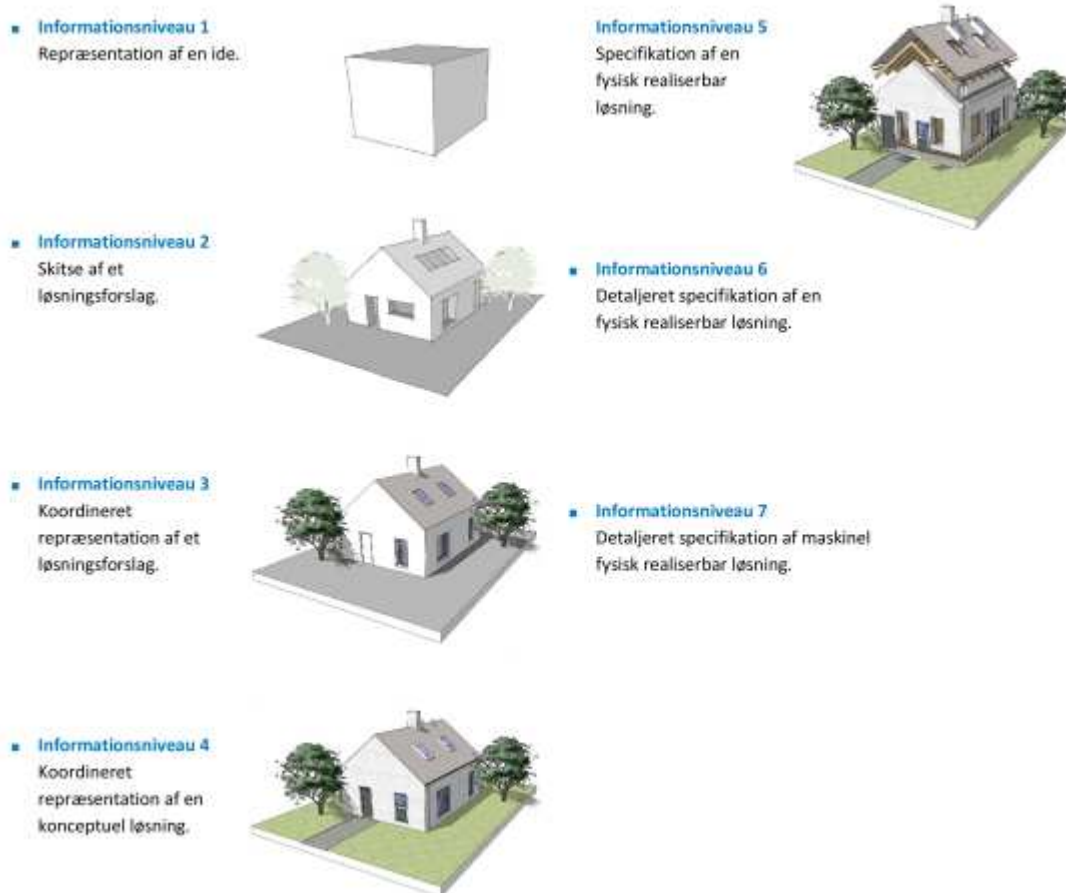


Figur 19 - Grafisk repræsentation af niveau 6 (Kilde nr. 2)

Som det fremgår i gennemgangen af Bips niveauer er alle faser fra en tom byggegrund til en færdig 'as build' model inkluderet i dette system. Dette gøres sammen med den evne til at skelne mellem konkretisering og detaljering, at Bips system tilbage fra 2006 er et rigtig stærkt system til at definere faserne. Det ses også, at Bips ikke gentager sig selv ved at have to niveauer, der reelt set beskriver samme fase i processen, men at der er en markant udvikling af modellen gennem alle 7 faser.

## 5.2 Cuneco

Cuneco er et nyere dansk fortagende, der arbejder på at definere nogle nye informationsniveauer, sammen med en standard for at definere egenskaber af objekter. I denne opgave vil der blive fokuseret på deres forslag til nye informationsniveauer, der har til hensigt at erstatte de tidligere fra Bips. Da Cunecos informationsniveauer stadig er i en udviklingsfase og derfor ikke kan betragtes som helt færdige, tages der i denne vurdering udgangspunkt i deres oplæg fra d. 24/1-2014 jævnfør bilag 4. Cuneco er kommet frem til, at der skal bruges 7 informationsniveauer til at dække hele byggefasen. De vælger blot at lade skalaen gå fra 1 til 7, hvor Bips som tidligere nævnt går fra 0 til 6. Dette er også tæt på at være det eneste sted de to systemer harmonerer med hinanden, hvilket er underligt, da man kunne forvente, at Cuneco ville have interesse i at bygge videre på Bips allerede glimrende system, og ikke prøve at opfinde den dybe tallerken. På figur 20 ses en oversigt over Cunecos bud på de nye informationsniveauer.



Figur 20 - Oversigt over Cuneco's informationsniveauer (Kilde nr. 3)

Når man nærstuderer beskrivelserne af de forskellige informationsniveauer ses det ret hurtigt, at der ikke er den store overensstemmelse med Bips. En ting, der er meget iøjnefaldende, er manglen på to væsentlige informationsniveauer som figurerede i Bips system, nemlig niveau 0 som indeholder informationer om de typografiske forhold, omkringliggende bebyggelse og hovedføringsveje til det kommende byggeri. Det andet, der mangler er Bips niveau 6, som er en 'as build' model, hvilken bruges til drift af bygning. Det ses også, at Cuneco nærmest gentager sig selv ved informationsniveau 5 og 6. Beskrivelsen af niveau 5 lyder 'Specifikation af en fysisk realiserbar løsning' hvor beskrivelsen af niveau 6 lyder på 'Detaljeret specifikation

af en fysisk realiserbar løsning'. Dette kan stort set betragtes som det samme, da en fysisk realiserbar løsning af gode grunde må indeholde en relativ stor mængde detaljer om knudepunkter ol. ellers ville det ikke være en fysisk realiserbar løsning. En anden ting som Cuneco slet ikke vælger at inkludere i deres system, er muligheden for at differentiere mellem detaljering og konkretisering. Dette er helt uforståeligt, da de direkte tager et skridt tilbage i forhold til det system, der allerede ligger fra 2006. Især når man ser, at både England og Holland er enige med Bips om, at denne differentiering er vejen frem, især når man tænker på, at Hollænderne lige at udsendt en rapport, hvor de roser Danmark for at være de første i verden til at tænke i disse baner.

Her følger en gennemgang af alle de syv informationsniveauer, Cuneco har valgt at arbejde med. Cunecos egen definition af informationsniveauerne kan findes i bilag 4.

### 5.2.1 Informationsniveau 1

Denne model er en repræsentation af en idé enten fra en bygherre eller en arkitekt. Idéen er både formuleret i en primitiv model, samt på skrift i form af behov og tanker om bygningen. Modellen er en generisk model, hvori der blot indgår volumener, og der ikke skelnes mellem forskellige bygningsdel som vægge, dæk eller tag. Det er også meningen at denne

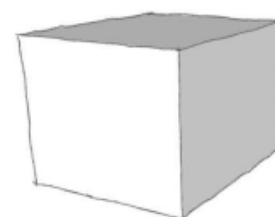
model skal bruges til et tidligt overslag for tidsplan og økonomi.

### 5.2.2 Informationsniveau 2

Denne model repræsenterer en skitse af et løsningsforslag. Der arbejdes stadig her på et generisk modelniveau, dog er der her indført ting som dør- og vindueshuller. Denne model skal også være med til at give en idé om omgivelserne, samt orientering i forhold til verdenshjørnerne. Modellen skal også give et overblik over arealer og deres anvendelse.

### 5.2.3 Informationsniveau 3

På dette tidspunkt i processen er der tale om en koordineret model på tværs af de faggrupper, der indgår i projekteringen af bygningen. Der er heller ikke længere tale om en generisk model, men en mere intelligent model, hvor en væg ved, at det er en væg, og hvordan den er opbygget iht. skalmur, isolering og indervæg. Det samme gælder tag og dæk. Installationssystemer er også en del af modellen på dette tidspunkt, hvilket gør det muligt at begynde at fortage simuleringer af luftskifte ol. Der udarbejdes også på dette niveau en mere detaljeret økonomisk beregning for projektet.



Figur 21 - Grafisk repræsentation af niveau 1 (Kilde nr. 3)



Figur 22 - Grafisk repræsentation af niveau 2 (Kilde nr. 3)



Figur 23 - Grafisk repræsentation af niveau 3 (Kilde nr. 3)

#### 5.2.4 Informationsniveau 4

På dette tidspunkt udgør modellen en konceptuel løsning af bygningen, denne løsning er en koordineret løsning på tværs af de forskellige faggrupper, hvor alle vigtige beslutninger er truffet i forhold til udførelsen af projektet. Denne fase benyttes også til at fastlægge den egentlige økonomi for projektet, samt den tidsplan man efterfølgende arbejder efter i produktionsfasen. Dette kan gøres da man på nuværende tidspunkt kender til materialevalg, samt opbygning af de forskellige elementer i bygningen.



Figur 24 - Grafisk repræsentation af niveau 4 (Kilde nr. 3)

#### 5.2.5 Informationsniveau 5

Her udgør modellen en fysisk realiserbar løsning på projektet, hvilket betyder, at alle detaljer af knudepunkter skal være til stede i modellen, samt alle materialevalg og andre valg, der har indflydelse på udførelsen af projekt, skal være taget. Denne model indeholder også detaljeret løsninger af samtlige systemer som f.eks. vand, varme, el og ventilation. Det er denne model der danner grundlaget for produktionen af bygningen.



Figur 25 - Grafisk repræsentation af niveau 5 (Kilde nr. 3)

#### 5.2.6 Informationsniveau 6

Det er meget svært at identificere forskellen mellem informationsniveau 5 og 6 på denne skala fra Cuneco. Definitionen på niveau 5 lyder 'Specifikation af en fysisk realiserbar løsning' og definitionen af niveau 6 lyder 'Detaljeret specifikation af en fysisk realiserbar løsning'. Jeg mener, at hvis niveau 5 skal repræsentere en fysisk realiserbar løsning er denne nødt til at være detaljeret ned til et 1:1 niveau i knudepunkter og andre samlinger, ellers er den ikke fysisk realiserbar. Så jeg mener, at niveau 5 og 6 reelt set er det samme, da niveau 6 ikke kan blive mere detaljeret end 1:1. Der forligger heller ikke nogle visuel illustration af informationsniveau 6 i Cuneco's eget materiale.

#### 5.2.7 Informationsniveau 7

Dette niveau har jeg meget svært ved at se logikken i, og ikke mindst dets anvendelighed. Cunecos officielle definition fra januar 2014 lyder 'Detaljeret specifikation af en maskinel fysisk realiserbar løsning', men hvad der menes med maskinel er uvist, og det er ikke lykkedes at finde nogle, der har kunne forklare dette niveau. Maskinel kan forstås på flere måde, dem vil jeg komme ind på senere.

```
%  
O4968  
N01 M216  
N02 G20 G90 G54 D200 G40  
N05 T0300  
N06 G96 S854 M42 M03 M08  
N07 G41 G00 X1.1 Z1.1 T0303  
N08 G01 Z1.0 F.05  
N09 G00 Z1.1  
N10 X1.0  
N11 G01 Z0.0 F.05  
%
```

Figur 26 - Grafisk repræsentation af niveau 7 (Kilde nr. 3)

Det første der lægges mærke til ved disse niveauer er, at de stort set udelukkende forholder sig til den bygning, man ønsker at projektere. Det er dog nævnt, at der i niveau 1, 2 og 3 indgår noget om bygningens relation til omgivelserne, samt dens orientering i forhold til verdenshjørnerne. Det fremgår dog ikke, hvilke relationer til omgivelserne der er tale om, er det skyggeforhold, geografiske forhold eller omhandler det forsyningsveje til byggegrunden. Det ses også, at der mangler et niveau, der repræsenterer en 'as build' model til brug i driften af bygningen, samt som grundlag for eventuelle udbygninger senere hen. En anden ting der falder i øjnene er, at Cuneco gentager sig selv i niveau 5 og 6. Begge niveauer dækker over en fysisk realiserbar løsning af bygningen. Den eneste forskel i definitionen af de to niveauer er ordet 'detaljeret', som er indskudt i niveau 6. Men en fysisk realiserbar løsning må af gode grunde være ret så detaljeret, da den ellers ikke ville være realiserbar. Den sidste ting, der også afviger voldsomt fra andre systemer, er Cunecos niveau 7. Det er ikke lykkedes mig, at finde nogen, der kunne forklare præcis, hvad det indebærer, eller hvordan det skal bruges. Cunecos egen definition af dette niveau lyder 'Detaljeret specifikation af en maskinel fysisk realiserbar løsning'. Ved denne definition, kan der forstås mange forskellige ting, så det vil være det rene gætværk her at komme med bud på, hvad der menes. Jeg vil dog alligevel komme med et par bud på, hvad Cuneco mener med dette niveau. En ting der kunne menes med det, er en form for CNC-kode til præfabrikation af samtlige byggedele, som så blev produceret på en fabrik og samlet som store legoklodser på byggepladsen. Dette virker dog ikke sandsynligt, da jeg ikke ser det som rådgivernes ansvar at programmere producenternes CNC-koder til produktionen, hvilket også vil være en tæt på umuligt opgave, da forskellige producenter benytter forskellige produktionsmaskiner, som igen bruger forskellige programmeringssprog. En anden og endnu mere urealistisk fortolkning af 'maskinelt realiserbar' er, at Cuneco tror, at det indenfor den nærmeste fremtid er muligt at 3D printe komplette bygninger direkte på byggepladsen. Dette er dog så langt ude i fremtiden, så hvis det nogensinde bliver muligt, er det ikke noget, der skal tages højde for i en standard, der gerne skal tages i brug inden for det næste års tid. Dette må Cuneco komme med nogle meget mere konkrete svar på i en nær fremtid, især hvis de har til hensigt at erstatte et allerede velfungerende system, som det Bips kom med i 2006.



### 5.3 AIA (The American Institute of Architects)

Det er et amerikansk system, som er udviklet af organisationen AIA. Det faktum, at det er udviklet af arkitekter og ikke ingeniører, giver nogle udfordringer, når det kommer til at anvende systemet i selve byggefasen, da det primært er udviklet til projekteringsfasen af et byggeri, som er den fase, hvor arkitekter er mest involveret. Dette betyder, at der mangler nogle niveauer i denne skala for at dække hele processen fra idé til drift. MT Højgaard, som er en stor dansk entreprenør, har valgt at benytte sig af dette system, men har også måttet komme til den konklusion, at der mangle niveauer til at dække hele byggeprocessen. Derfor er man begyndt at arbejde i halv, hvilket fremgår af tabel 4, der viser AIA's originale inddeling af skalaen og MT Højgaards modificeret udgave.

Tabel 4 - Sammenligning af AIA og MT Højgaard

AIA	MT Højgaard
LOD100	LOD100
LOD200	LOD200
LOD300	LOD300
-	LOD350
LOD400	LOD400
LOD500	-

Som det fremgår af tabel 4 har MT Højgaard været nødsaget til at indføre LOD350 for bedre at kunne dække alle faserne. Det virker dog stadig ikke tilstrækkeligt, da der stadig mangler et niveau, der beskriver omgivelser i form af bygninger og vegetation samt forsyningsveje af vand ol. til byggegrunden. Der mangler også et niveau til at beskrive en 'as build' situation. Dette er der dog blevet arbejdet på sidenhen, og der er blevet indført i det originale system fra AIA et LOD500, som definerer et projekt på et 'as build' niveau. Dette er dog blevet gjort efter at MT Højgaard lavede deres egen fortolkning, så dette niveau er ikke med i deres udgave.

En beskrivelse af, hvad hvert niveau i den originale AIA model indeholder, kan ses i tabel 5, denne tabel indeholder også det nyere LOD500 niveau, som mangler i MT Højgaards system.

Tabel 5 - Beskrivelse af AIAs informationsniveauer

Niveau	Beskrivelse
LOD100	Koncept: En konceptuel model beregnet til hele bygningsundersøgelser, herunder basale områder & volumener, orientering, omkostninger, ol.
LOD200	En design udviklingsmodel, "generelle systemer med omtrentlige mængder, størrelse, form, placering og orientering."
LOD300	Produktion, eller pre-konstruktions, model, der repræsenterer slutningen af design faserne. Modellerede elementer er nøjagtige og koordineret, velegnet til omkostningsvurdering og overensstemmelseskontrol.
LOD400	Installation: En nøjagtig model af de krav og specifikationer der stilles til konstruktionen og bygningsdelene.
LOD500	En 'as build' model, der viser projektet, da det er konstrueret. Modellen og tilknyttede data er velegnet til vedligeholdelse og drift af bygningen.

Efter tilføjelsen af niveau LOD500 er skalaen blevet noget mere komplet, men der mangler stadig det niveau som Bips kalder niveau 0, som forklaret i afsnit 3.1. Hvis dette på et tidspunkt tilføjes vil de to modeller næsten være sammenlignelige, dog mangler dette system fra AIA en meget vigtig og central del som Bips medtager, nemlig anerkendelsen af forskellen mellem konkretisering og detaljering. Dette antyder, at AIA da de lavede deres forudgående researche til dette system, enten ikke var forbi Danmark og Bips allerede færdigudviklet system, eller de ikke forstod og stadig ikke forstår forskellen. Det er det samme tilfælde, der gør sig gældende med Cuneco, der også har bortkastet denne differentiering, hvilket er en kæmpe mangel i begge disse systemer. BSI arbejder for tiden på et system, der også bygger på LOD-skalaen, de har dog taget begreberne detaljering og konkretisering til sig og valgt at arbejde videre med dem. Dette vil blive gennemgået i et efterfølgende afsnit, afsnit 3.4.

## 5.4 BSI (British Standards Institution)

BSI har nu i en rum tid arbejdet med et nyt informationsniveausystem. Deres system bygger på den samme skala som det amerikanske AIA system LOD-skalen. BSI har dog erkendt, at der er brug for flere niveauer end det oprindelige AIA system indeholdt. Det skal dog siges, at det engelske system er nyere, og derfor bygger på erfaringer fra AIA systemet. BSI har valgt at inkludere 7 trin i deres skala, dette er præcis det samme antal, som der var i Bips skala fra 2006, altså en skala der er 8 år gammel. Dette viser blot, hvor godt Bips havde fat i denne problemstilling så mange år siden. Den engelske skala går fra LOD100 til LOD700, men endnu vigtigere er det, at de har valgt at arbejde med tre underniveauer af deres LOD-skala, så i princippet indeholder hvert af de 7 niveauer 3 underniveauer til at beskrive processen endnu mere præcist og dybdegående. Systemet er dog langt fra i mål endnu, hvilket ses bl.a. ved, at forkortelsen LOD både benyttes som 'Level Of Development' og 'Level Of Detailing'. Det er selvfølgelig noget, der skal ændres i det endelige udkast, da andet vil gøre det næsten umuligt at bruge systemet. Definitionen hedder på nuværende tidspunkt

$$\text{LOD} = \text{LOD} + \text{LOI}$$

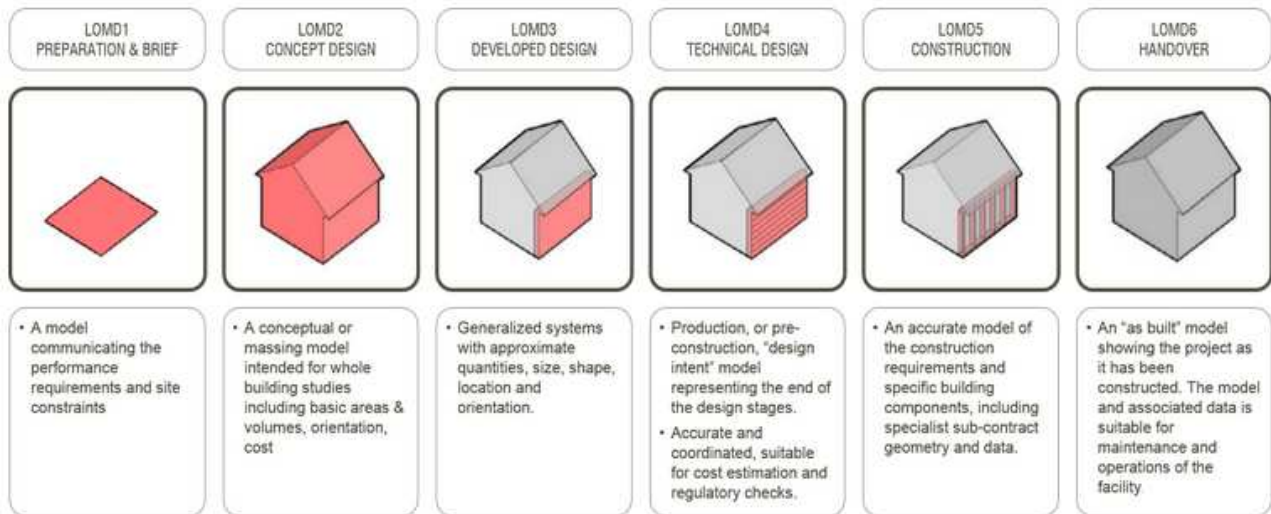
$$\text{Level Of Development} = \text{Level Of Detailing} + \text{Level Of Information}$$

Dette er et stort fremskridt at have en definition for både detaljeringen og informationsmængden, men der stoppes ikke her, da der også er indført en LOMD-skala. LOMD står for 'Level Of Model Development', det er her denne standart virkelig er nytænkende, da Bips allerede tilbage 2006 havde defineret forskellen mellem mængden af information og detaljer i et projekt. Denne skala skal ses som noget sideløbende med 'Level Of Development' da der i en byggeproces sagtens kan været taget en masse beslutninger, som blot ikke er ført ind i modellen endnu. Denne LOMD-skala går fra LOMD1 til LOMD6, tabel 6 giver et overblik over hvad modellerne på de forskellige niveauer repræsenterer.

Tabel 6 - LOMD og deres tilhørende faser

Niveau	Faser
LOMD1	Forberedelse
LOMD2	Konceptuelt design
LOMD3	Udviklet design
LOMD4	Teknisk design
LOMD5	Konstruktionsgrundlag
LOMD6	'as build' model

Det ses her at hele byggefasen kan beskrives ved disse 6 niveauer, figur 27 viser grafisk hvordan de 6 niveauer adskiller sig fra hinanden.



Figur 27 - Viser BSI's LOMD skala (Kilde nr. 14)

Denne skala er den nyeste af de fire der er gennemgået i denne opgave, og derfor er det også at forvente, at dette er det mest komplette system, da det har haft mulighed for at opbygges omkring de allerede eksisterende systemer fra hhv. Danmark og USA. Cuneco er også et nyt system, men i stedet for at arbejde videre på tidligere systemer har de valgt at se bort fra alt der tidligere er lavet, og derved starte helt forfra, hvilket i praksis har betydet en tilbagegang i udviklingen.

## 5.5 Evaluering af informationsniveauer

De to systemer som på nuværende tidspunkt har de bedste løsninger er Bips informationsniveauer fra 2006, dette er også det ældste af de fire system. Det andet system som også har en fornuftig indgangsvinkel til problematikken, er det system, som BSI arbejder på for tiden, da dette ikke er et færdigudviklet system, kan der kun tages udgangspunkt i hvad der er offentliggjort på nuværende tidspunkt. Systemet fra AIA er oprindeligt udarbejdet til arkitekter, og har af gode grunde svært ved at opfylde de krav, man som rådgiver har til et informationsniveausystem. På trods af dette, har den danske virksomhed MT Højgaard alligevel valgt at tage udgangspunkt i dette system. Dog med nogle ændringer af det oprindelige system fra AIA, MT Højgaard har valgt at erstatte AIAs niveau LOD500 med et niveau LOD350, hvilket betyder at MT Højgaard står med et system der ikke er i stand til at definere en 'as build' model, hvilket er problematisk da denne type modeller ofte bliver brugt til drift, og som grundlag for renovering eller ved udbygninger af den oprindelige bygning. Det sidste system, der er taget med, er fra Cuneco, som er et dansk system under udvikling med henblik på at erstatte det nuværende fra Bips. Dette vil dog være et enormt tilbagegang for den måde vi arbejder med informationsniveauer på i Danmark i dag. Dette skyldes, at Cuneco mangler nogle helt essentielle synsvinkler i deres system. To af de vigtigste ting, der mangler hos Cuneco i forhold til Bips er muligheden for at differentiere mellem graden af konkretisering og detaljering i en model. Det andet, der mangler hos Cuneco, er et niveau, der beskriver en 'as build' model af den færdige bygning. Denne type modeller benyttes bl.a. i driften af bygningen samt ved eventuelle ombygninger eller udbygninger af det oprindelige byggeri. Der er dog en ting alle fire systemer mangler, nemlig muligheden for at adskille konkretisering og detaljering fra hinanden. To af systemerne anerkender som nævnt, at der er en forskel på de to begreber, men tilbyder ikke muligheden for at adskille dem fra hinanden. Med dette menes der muligheden for at f.eks. definere en 'as build' model på et meget groft detaljeringsniveau og stadig have et meget højt konkretiseringsniveau. Dette vil være en fordel, da det ofte er de mange visuelle detaljer, der får programmer til at bukke under ved store modeller, og det er ikke nødvendigt, at det er en detaljeret murstensvæg i en driftsmodel, men det er vigtigt at vide, om væggen er lavet af mursten, så denne information skal ligge som en type-parameter i programmet.

Hvad angår antallet af niveauer hvert system benytter svinger det også en del. Bips og Cuneco er enige om, at det rigtige antal ligger på syv. De er dog langt fra enige om, hvad hvert niveau skal indeholde. AIA har oprindeligt 5 niveauer, MT Højgaard har også 5 niveauer. Det er dog ikke de samme som AIA, da MT Højgaard har fjernet 'as build' modellen og indført et LOD350 niveau. Det engelske system har 6 niveauer, hvilket ligger sig tæt op af Bips og Cuneco.

Efter at have undersøgt disse fire niveauer kan det konkluderes, at Bips er dem, der har det mest velfungerende system til dato. BSI har dog gang i noget spændende, og hvis de når at indarbejde muligheden for at adskille detaljering og konkretisering, vil de helt sikkert have et rigtig stærkt system, som vil have potentiale for at blive en målestok for kommende systemer de næste mange år.



## 6 Nyt informationsniveausystem

Der er nu blevet gennemgået fire bud på informationsniveauer fra 3 forskellige lande. Det er tydeligt at se, at ingen af udgaverne har løst problemet helt, nogle er dog meget længere fremme end andre, men ingen er nået helt i mål med deres system endnu. Da to af disse systemer stadig er under udvikling, og man derfor stadig har mulighed for at påvirke det endelige resultat, vil jeg her komme med nogle forslag på, hvordan man med udgangspunkt i de fire systemer kan sammensætte et system, der er en bedre totalløsning, end der forligger på nuværende tidspunkt.

Når det kommer til, hvor mange informationsniveauer, der er nødvendige, er jeg enig med både Bips og Cuneco om, at syv er et godt niveau at ligge på, hvilket bekræftes yderligere af den afhandling som hollænderne er kommet med som en del af deres indledende undersøgelser for også at lave et informationsniveausystem i Holland. Denne konkluderer at det bedste system, der er i brug er Bips tilbage fra 2006, og de vælger derfor at tage udgangspunkt i det selvsamme system til opbygningen af deres eget. Derfor vælger jeg også at holde fast i syv niveauer i dette informationsniveausystem.

Jeg har efterhånden nogle gange nævnt vigtigheden i at være i stand til at differentiere mellem konkretisering og detaljering af modellen. Denne observation er også opfyldt i to af de systemer, det er blevet arbejdet med. Men her vil jeg tage den skridtet længere og helt skille de to begreber fra hinanden, hvilket betyder, at et informationsniveau ikke længere kun kan beskrives med et tal, men der skal to tal til. Et til at definere konkretiseringsgraden og et til at definere detaljeringsgraden.

Til dette system vil jeg tage udgangspunkt i de syv informationsniveauer som er defineret af Bips, og den definitionsmetode som BSI benytter. Definitionerne vil være følgende.

$$\text{LOMD} = \text{LOD} / \text{LOI}$$

Disse forkortelser står for følgende.

LOMD → Level of Model Development

LOD → Level of Detailing

LOI → Level of Information

Intervallerne for LOD og LOI går så fra 0 til 6, som er de informationsniveauer der arbejdes med, så den driftstegning af en færdig bygning kunne være defineret på følgende måde.

$$\text{LOMD} = 3/6$$

Dette betyder, at modellen har et detaljeringsniveau svarende til Bips informationsniveau 3, men et konkretiseringsniveau svarende til Bips informationsniveau 6 som er en 'as build' model.

En sådan måde at definere modellerne på, tror jeg vil være fremtiden. Desværre har Cuneco ikke indset dette endnu, og har derfor efter min mening en hel del arbejde forude for at have et fremtidssikret system.





## 7 Referenceliste

1. L.A.H.M. van Berlo, F. Bomhof og G. Korpershoek. "Creating the Dutch National BIM Levels of Development", i: *Computing in Civil and Building Engineering (2014)*, kapitel 17, side 129-136. DOI: 10.1061/9780784413616.017. URL: <http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/9780784413616.017>
2. K. Jacobsen med flere. *3D arbejdsmetoden 2006*, kapitel 3, side 27-40.
3. Cuneco. *CCS Informationsniveauer (2014)*.
4. The British Standards Institution (BSI). (2013). *PAS 1192-2:2013: Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling (2. udgave)*.
5. N. Trelidal. "Vedledning i opbygning af IDM-pakker". Internt dokument i kurset *BIM, IKT og procesoptimering f byggeprojekter*.
6. MT Højgaard. "Bygningsdelkatalog med informationsniveauer (LOD)"
7. *Construction Code*. Online tilgået 9-12-2014. URL: <http://constructioncode.blogspot.dk/2013/08/bim-and-lod.html>
8. *Practical BIM*. Online tilgået 9-12-2014. URL: <http://practicalbim.blogspot.dk/2013/03/what-is-this-thing-called-lod.html>
9. *BIM Forum*. Online tilgået 9-12-2014. URL: <https://bimforum.org/lod/>
10. *Level of Development*. Online tilgået 9-12-2014. URL: <http://www.bdcnetwork.com/level-development-will-new-standard-bring-clarity-bim-model-detail>
11. *Level of Detail*. Online tilgået 9-12-2014. URL: <http://www.vicosoftware.com/BIM-Level-of-Detail/tabid/89638/>
12. *Level of Development*. Online tilgået 9-12-2014. URL: [http://www.aecbytes.com/viewpoint/2013/issue\\_68.html](http://www.aecbytes.com/viewpoint/2013/issue_68.html)
13. *LOD Specification*. Online tilgået 9-12-2014. URL: <http://www.hokbimsolutions.com/2013/05/lod-specification-is-here.html>
14. *LOD = LOD + LOI*. Online tilgået 9-12-2014. URL: <http://www.evolve-consultancy.com/resource/bim-brief/lod-lod-loi>
15. *Level of Detail*. Online tilgået 9-12-2014. URL: [http://bimtalk.co.uk/bim\\_glossary:level\\_of\\_detail\\_info](http://bimtalk.co.uk/bim_glossary:level_of_detail_info)
16. Solibri Model Checker V9.5. Online tilgået 3-1-2015. URL: <http://www.solibri.com/wp-content/uploads/2014/12/Getting-Started-v9.5.pdf>

17. N. Trelidal & T. F. Mondrup. "Introducing a new framework for using generic Information Delivery Manuals". Internt dokument i kurset *BIM, IKT og procesoptimering f byggeprojekter*.

## 8 Bilag



## 6.1 Bilag 1 (IRM & ORM skema)



## Collision Test

Created by: Mark Lusty Grandahl  
Date: 27-12-2014

### Input Requirement Model

<b>Construction Model</b>	<u>Level of Development</u>	
Geometry	LOD 350	2.1
<b>Ventilation Model</b>	<u>Level of Development</u>	
Geometry	LOD 350	2.2
<b>Plumbing Model</b>	<u>Level of Development</u>	
Geometry	LOD 350	2.3
<b>Electrical Model</b>	<u>Level of Development</u>	
Geometry	LOD 350	2.4
<b>Cooling Model</b>	<u>Level of Development</u>	
Geometry	LOD 350	2.5
<b>Sprinkler Model</b>	<u>Level of Development</u>	
Geometry	LOD 350	2.6

### Output Requirement Model

<b>Collision Test</b>	<u>Level of Development</u>	
Geometry	None	
Is there any collisions?		3.1 8.11.2.7
Boolean type of data		





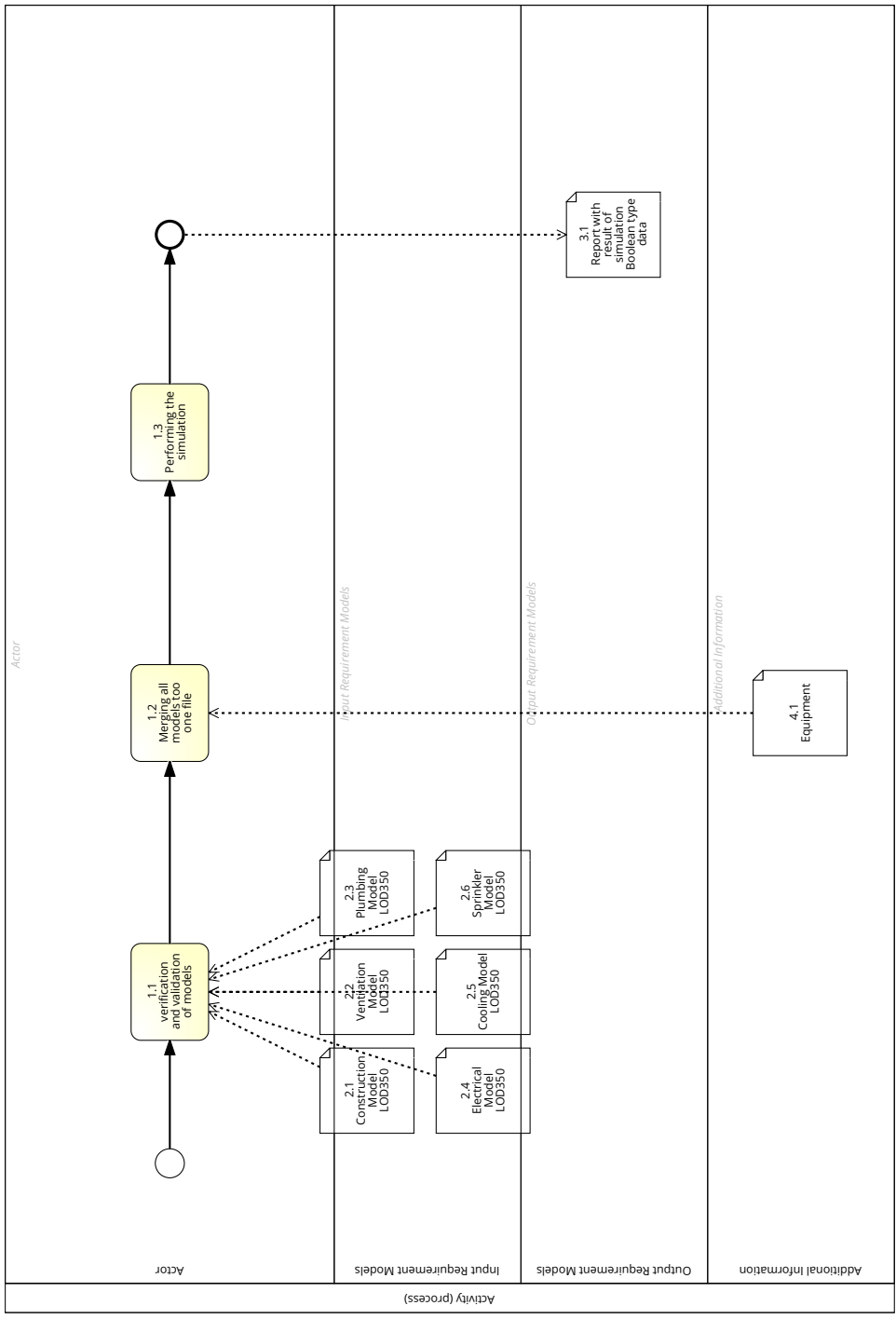
## 6.2 Bilag 2 (Proces Map)





# IDM Package - Konsistens og Kollisionstest

## IDM Package - Collision Test





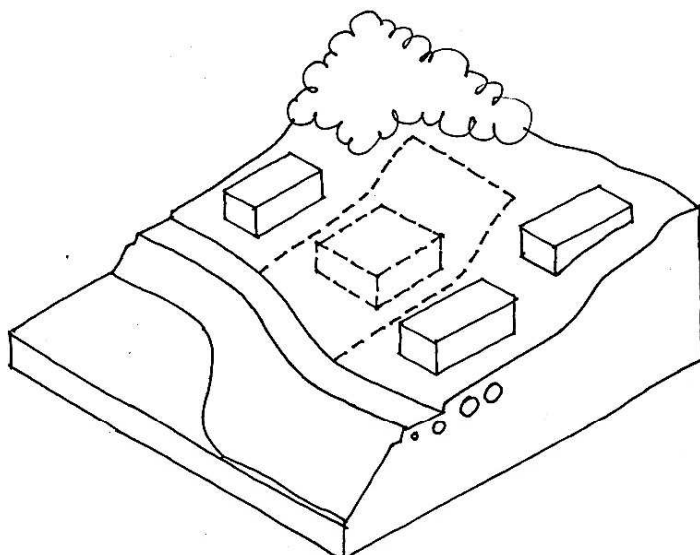
## 6.3 Bilag 3 (Bips informationsniveauer)





## 3.3.1. Informationsniveau 0

Grafisk repræsentation



Alfanumerisk repræsentation

Byggeobjekttyper	
Bebyggelse/grund	
Ejendom	
Bygning	
Rum	
Bygningsdele	
Komplettering	

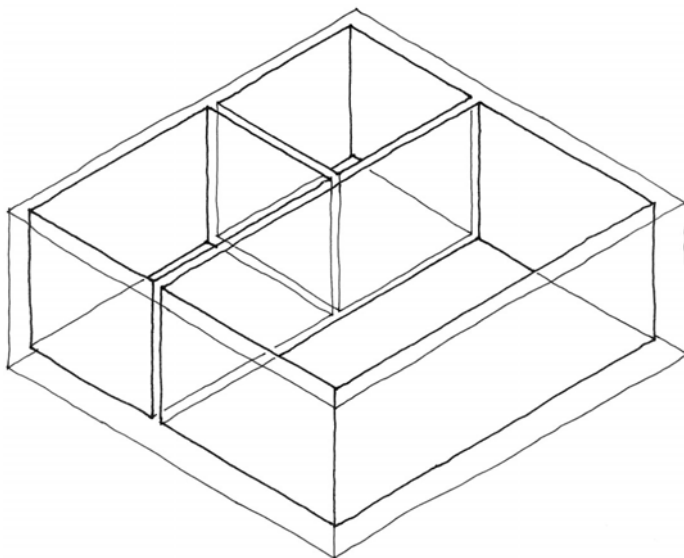
Byggeobjektgenskaber	
Funktion	
Geometri/placering	
Bygningsfysiske data	
Produktion/proces	
Produktdata	
Drift & Vedligehold	

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	<p>Bygherrekrav: Rumprogram med angivelse af funktion, ydeevne, størrelser og relationer. Økonomiske/ressourcemæssige krav.</p> <p>Samfundsmæssige krav: myndighedskrav, infrastrukturelle krav, ressource- og forsyningskrav, miljømæssige krav.</p> <p>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.</p>
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	Fagmodel indeholder bygningens totalform, struktur og relationer til omgivelserne samt rum og deres relationer.  Fagmodel på informationsniveau 1 rummer to overordnede bestanddele:  Volumener, der repræsenterer bygningens ydre geometri på den mest forenklede måde.  Rum, der repræsenterer bygningens brugsrum. Modellen indeholder kun information om rum, ikke de tilstødende bygningsdele.  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).



**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 skyggeforhold 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.

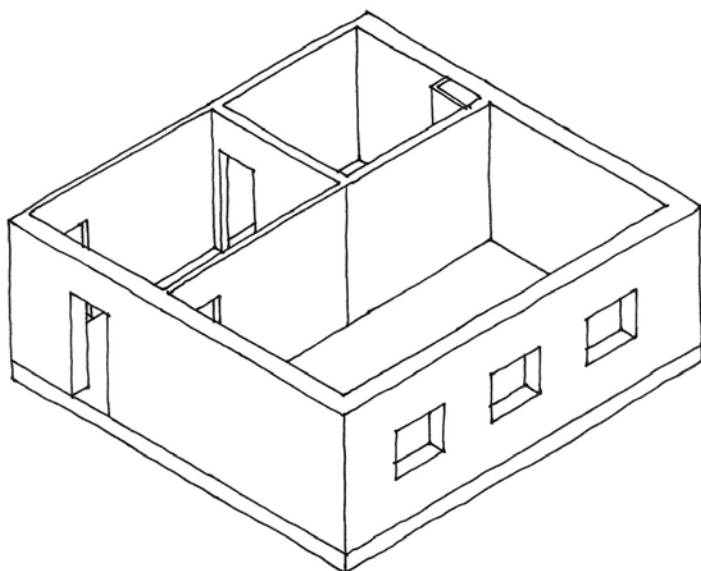
**Klassifikation**

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	

Byggeobjekttegenskaber	
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, byggherren, 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 byggherre og andre parter.



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.

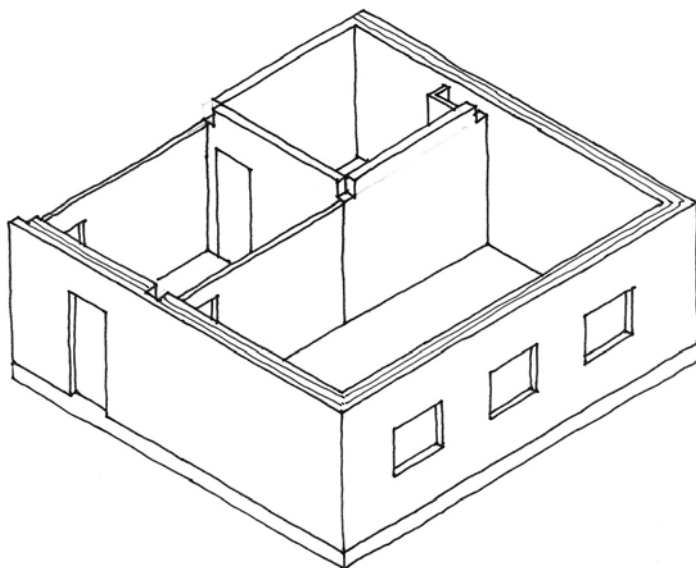
Informationsniveau 2 har en konkretiseringsgrad svarende til en skala 1:200 og 1:100 i tegningskontekst.

#### 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.



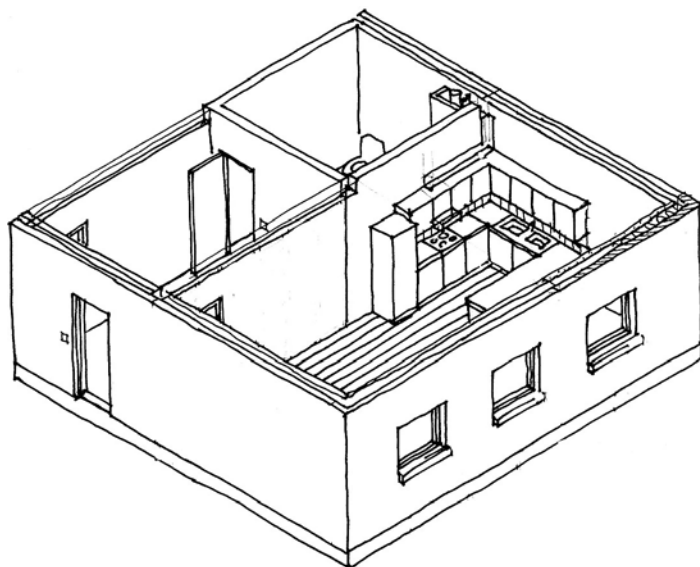
## 3. Informationsniveau

## 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

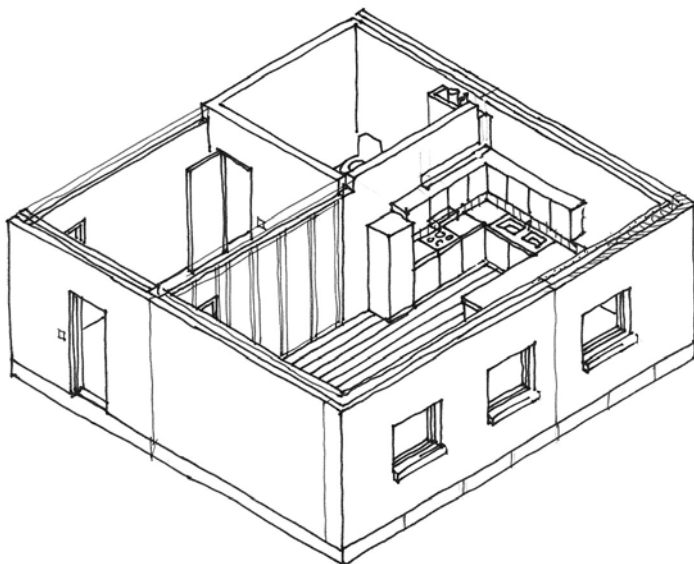
Informationsniveau 4 har en konkretiseringsgrad svarende til en skala 1:100, 1:50/20 og 1:10, varierende i de enkelte parter fagmodeller. Detailtegninger kan produceres helt eller delvist udenfor 3D modellen som 2D tegningsfiler.

## Klassifikation

Yderligere kompletterende byggeobjekter klassificeres i henhold til DBK's regler. Objektegenskaber 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	

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

## Formål

Grundlag for produktion

## Parter/ansvar

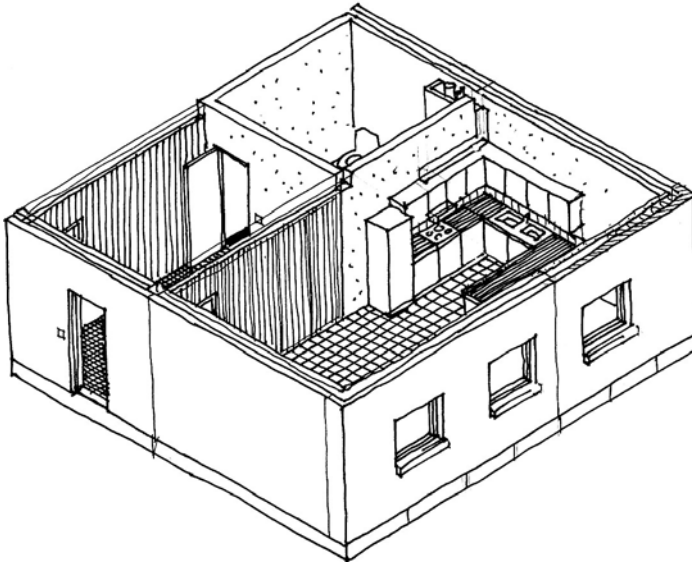
For udarbejdelse af informationsniveau 5: De udførende og byggevarerleverandører, evt. i samarbejde med de projekterende  
 For anvendelse af informationsniveau 5: De udførende.



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.

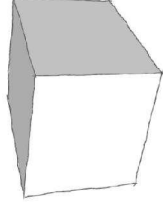


## 6.4 Bilag 4 (Cuneco's informationsniveauer

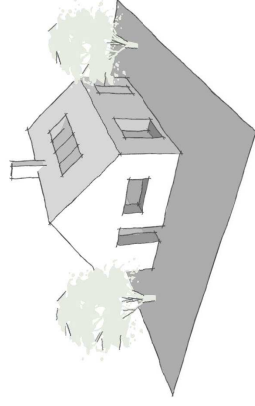


# Informationsniveauer

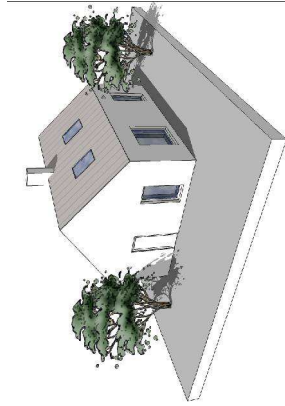
- **Informationsniveau 1**  
Repræsentation af en ide.



- **Informationsniveau 2**  
Skitse af et løsningsforslag.



- **Informationsniveau 3**  
Koordineret repræsentation af et løsningsforslag.



- **Informationsniveau 4**  
Koordineret repræsentation af en konceptuel løsning.



- **Informationsniveau 5**  
Specifikation af en fysisk realiserbar løsning.



- **Informationsniveau 6**  
Detailjernet specifikation af en fysisk realiserbar løsning.

- **Informationsniveau 7**  
Detailjernet specifikation af maskinel fysisk realiserbar løsning.

# Informationsniveau 1

## Definition

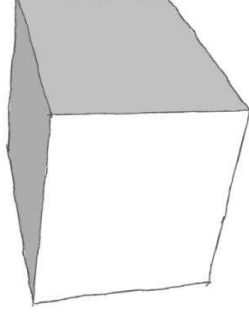
Repræsentation af en ide.

**Note 1:** Ideen er repræsenteret ved en overordnet formulering af tanker og behov.

**Note 2:** Ideen er beskrevet og illustreret ved et overordnet forventet behov, der indikerer funktion, arealer, voluminer, lokalisering, orientering samt relation til omgivelser.

**Note 3:** Ideen er beskrevet ved en overordnet forventet økonomi og tidsplan.

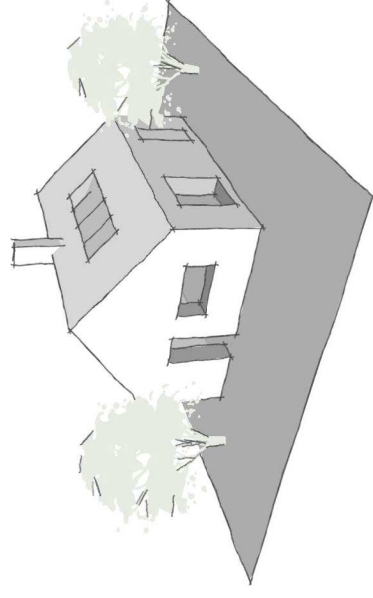
**Note 4:** Normalt betragtes alene objektet bygværk.



## Informationsniveau 2

### Definition

Skitse af et løsningsforslag.



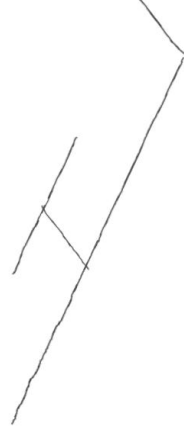
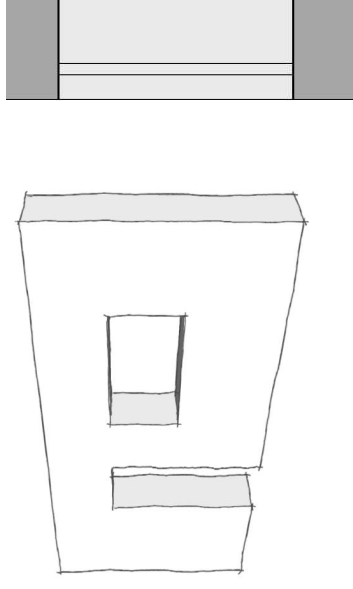
**Note 1:** Løsningsforslaget er resultatet af bearbejdningen af ideen.

**Note 2:** Løsningsforslagets form og placering er beskrevet og illustreret ved en indikation af arealer, voluminer, lokalisering, orientering samt relation til omgivelser.

**Note 3:** Løsningsforslaget er beskrevet ved forventede oplevelsesmæssige forhold og funktion.

**Note 4:** Løsningsforslaget er beskrevet ved forventet økonomi og tid.

**Note 5:** Normalt betragtes alene objektet bygværk.



## Informationsniveau 3

### Definition

Koordineret repræsentation af et løsningsforslag.



**Note 1:** Løsningsforslaget er beskrevet ved en koordineret sammenfatning af forudsætninger, krav og ønsker.

**Note 2:** Løsningsforslagets form og placering er beskrevet og illustreret ved arealer, voluminer, lokalisering, orientering samt relation til omgivelser.

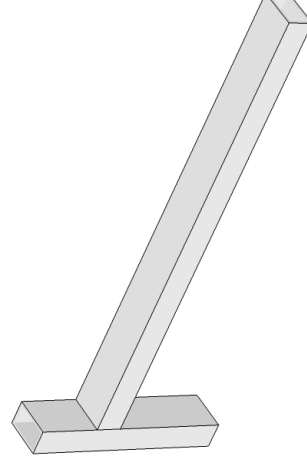
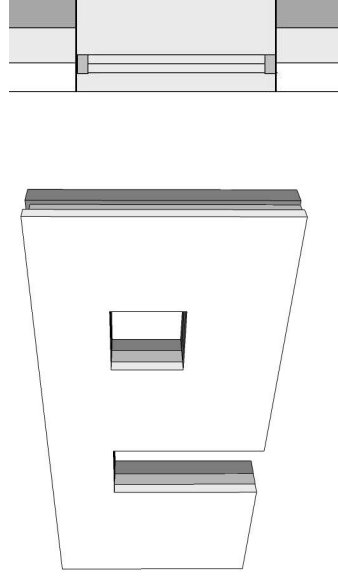
**Note 3:** Løsningsforslaget er overordnet beskrevet ved oplevelsesmæssige, funktionsmæssige, ydeevnemæssige og materialemæssige forhold.

**Note 4:** Løsningsforslaget er overordnet beskrevet i forhold til økonomi, tid, aftaler og myndighedsforhold.

**Note 5:** Informationen redegør for forhold knyttet til anvendelse og vedligehold.

**Note 6:** For bygningsdele bør alle funktionelle systemer være fastlagt.

**Note 7:** Rum bør være disponeret.





## Informationsniveau 4

### Definition

Koordineret repræsentation af en konceptuel løsning.

**Note 1:** Den konceptuelle løsning er en koordineret løsning, hvor de for projektet afgørende beslutninger er taget.

**Note 2:** Den konceptuelle løsning er beskrevet og illustreret ved form, placering samt relation til øvrige relevante objekter.

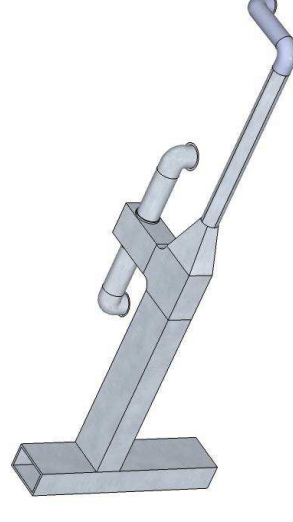
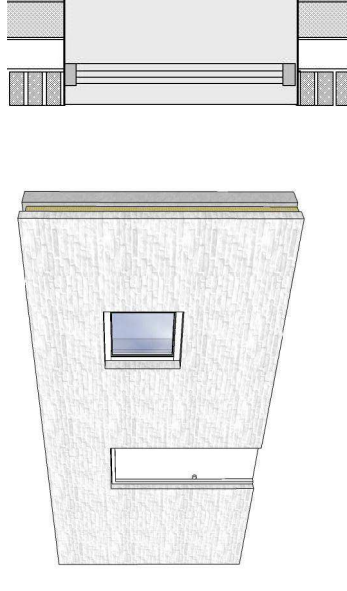
**Note 3:** Den konceptuelle løsning fastlægger økonomi, tid, aftaler og myndighedsforhold.

**Note 4:** Den konceptuelle løsning fastlægger den oplevelses-, funktions-, ydeevne- og materialemæssige løsning og sammenhæng.

**Note 5:** Den konceptuelle løsning fastlægger anvendelses- og vedligholdelsesmæssige forhold.

**Note 6:** For bygningsdele er alle funktionelle systemer samt væsentlige tekniske systemer og komponenter fastlagt.

**Note 7:** Rum er fastlagt.



# Informationsniveau 5

## Definition

Specifikation af en fysisk realiserbar løsning.

**Note 1:** Ved fysisk realiserbar forstås en entydig detaljeret specifikation af løsningen, der kan danne grundlag for udførelse, anvendelse og vedligeholdelse.

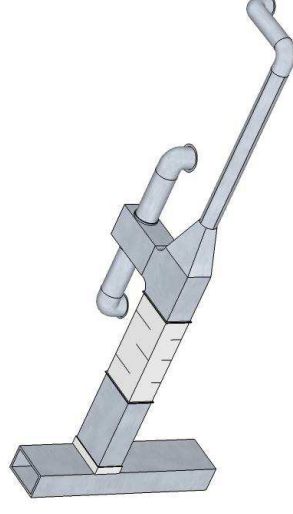
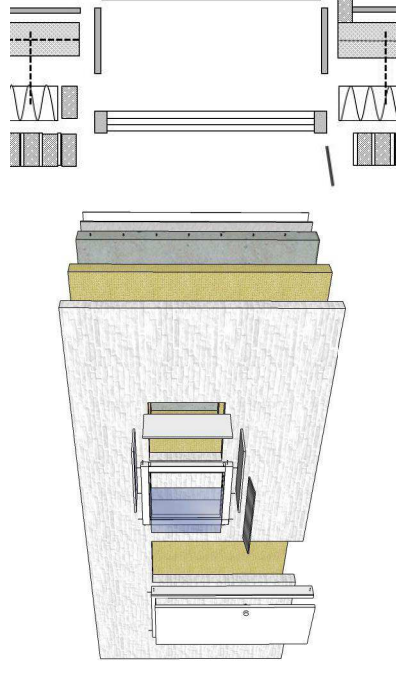
**Note 2:** I specifikationen er den endelige form, placering og relation til øvrige relevante objekter beskrevet og illustreret.

**Note 3:** I specifikationen er fastlagt løsningens økonomi, tid, aftaler og myndighedsforhold.

**Note 4:** I specifikationen er funktions-, ydeevne-, og materialemæssige løsninger og sammenhænge endelig beskrevet.

**Note 5:** I specifikationen er løsningens anvendelse og vedligeholdelse beskrevet.

**Note 6:** For bygningsdele er alle væsentlige komponenter fastlagt.



## Informationsniveau 6

### Definition

Detaileret specifikation af en fysisk realiserbar løsning.

**Note 1:** Ved detaljeret fysisk realiserbar løsning forstås en entydig specifikation af alle objektets bestanddele som grundlag for produktion og montage.

**Note 2:** Specifikation kommunikerer objektets endelige form og placering i detaljer.

**Note 3:** I specifikation er løsningsens relation til øvrige relevante objekter beskrevet og illustreret i detaljer.

**Note 4:** Specifikationen fastlægger produktions- og montagemæssige forhold i detaljer.

**Note 5:** Specifikationen fastlægger økonomi og tid i detaljer.

**Note 6:** For bygningsdele er alle komponenter fastlagt.

# Informationsniveau 7

## Definition

Detaljeret specifikation af en maskinel fysisk realiserbar løsning.

**Note 1:** Ved maskinel fysisk realiserbar forstås, at løsningen er specificeret i et digitalt sprog, der kan læses og anvendes af produktionsudstyr.

**Note 2:** Den specificerede digitale løsning skal overholde gældende standarder for computerstyret numerisk kontrolleret (CNC) produktion.

%

O4968

N01 M216

N02 G20 G90 G54 D200 G40

N05 T0300

N06 G96 S854 M42 M03 M08

N07 G41 G00 X1.1 Z1.1 T0303

N08 G01 Z1.0 F.05

N09 G00 Z1.1

N10 X1.0

N11 G01 Z0.0 F.05

%