



AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Aalborg Universitet

Bygningsmodel - udvikling og anvendelse

Jørgensen, Kaj Asbjørn

Publication date:
2008

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):
Jørgensen, K. A. (2008). Bygningsmodel - udvikling og anvendelse. Aalborg Universitet: Aalborg Universitet.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- ? Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- ? You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- ? You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Bygningsmodel

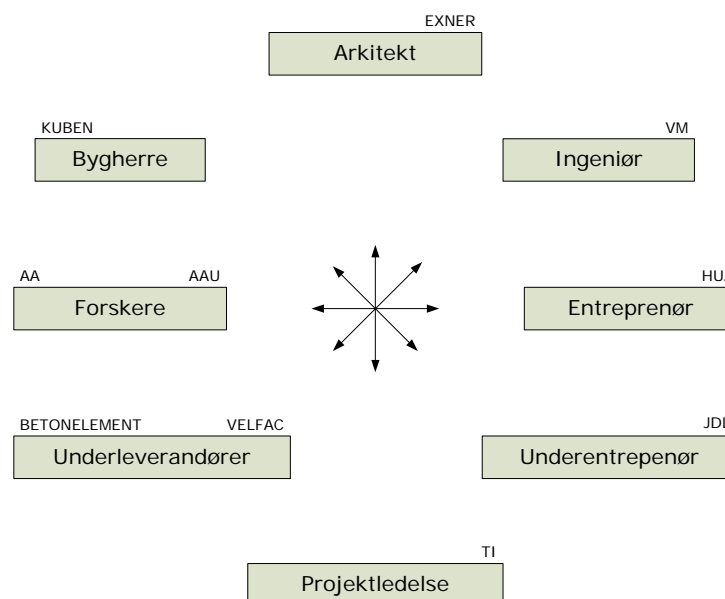
- udvikling og anvendelse

Kaj A. Jørgensen

Lektor ved Institut for Produktion, Aalborg Universitet

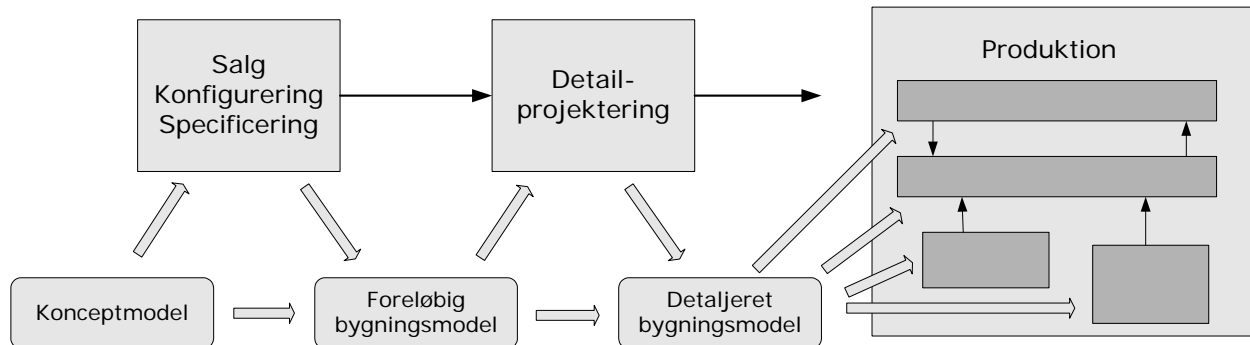
1 Introduktion

Pregnant House projektet er kendetegnet ved, at de deltagende parter dækker hele procesforløbet fra idé til færdigt byggeri. I et samarbejde mellem arkitekt, ingeniør, bygherre, entreprenør, underentreprenør og underleverandører (se figur 1) ønskes det koncept, der er skabt af arkitekten, udviklet til en realiserbar bolig, der ønskes solgt og opført til et antal købere.



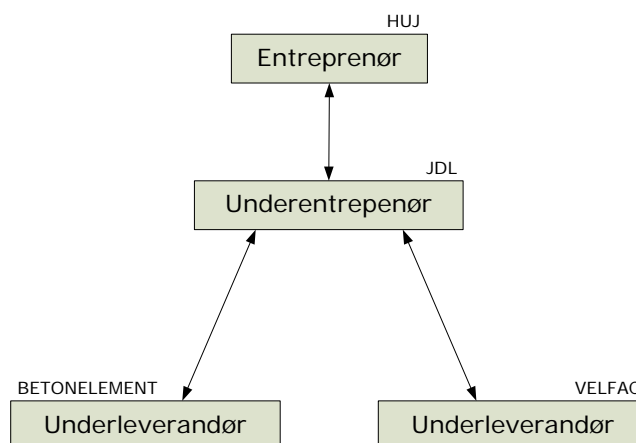
Figur 1 – Aktører i Pregnant House projektet

En del af udviklingsprojektet omfatter emner af mere forskningsmæssig art. Heri indgår en række emner, der vedrører problemstillinger og muligheder for anvendelse af *bygningsmodeller* i projekter af karakter som Pregnant House. Anvendelsen af bygningsmodeller er i dette projekt rettet mod tre hovedaktiviteter i realiseringsforløbet (se figur 2).



Figur 2 – Hovedaktiviteter i realisering af Pregnant House og anvendelse af bygningsmodeller

På basis af en samlet model for Pregnant House konceptet udvikles en konfigurator, der kan støtte salgs- og specificeringsprocessen. Den ideelle konceptmodel er en model, der indeholder alle data, der skal anvendes i de senere aktiviteter og dermed eliminere en række af de sædvanlige projekterings og planlægningsaktiviteter. Det vil dog på nuværende tidspunkt og med de til rådighed værende ressourcer ikke være muligt at opnå. Når salg og specificering er gennemført genereres derfor en foreløbig bygningsmodel som kan danne grundlag for detailprojekteringen, hvor denne model parallelt med almindelige projekteringsaktiviteter bliver detaljeret, så den kan anvendes til visse produktionsopgaver. Disse produktionsaktiviteter udføres af flere af projektets aktører som illustreret i figur 3 hvorfor genbrug og overførsel af data er vigtig for sikring af kvalitet mv.

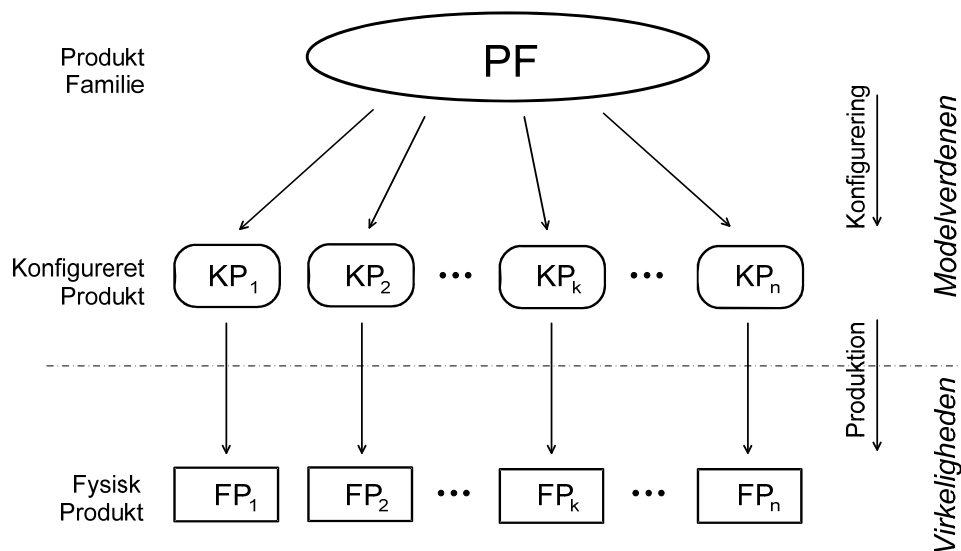


Figur 3 – Hovedaktiviteter i realisering af Pregnant House

I Pregnant House projektet vil der i første omgang blive gennemført udvikling og projektering med henblik på at opføre ét eksemplar (prøvehus), hvor der bliver mulighed for specifikt at målrette ideer og forslag, men generelt skal udviklingsaktiviteterne rette sig mod salg og produktion af et større antal huse.

2 Bygningskonfigurering

Et særkende ved Pregnant House er at der inden for det samme koncept opereres med et antal varianter, som boligkøbere skal kunne vælge mellem. Derfor ønskes konceptet modelleret til en samlet model, hvor ud fra individuelle modeller af de enkelte bygninger kan fremkomme ved konfigurering. Inden for produktkonfigurering betegnes den samlede model en *produktfamilie-model* (se figur 4).



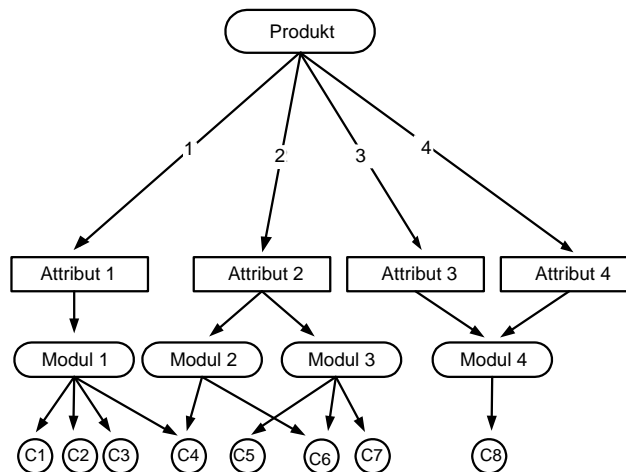
Figur 4 – Produktfamiliemodel som fundament for produktkonfigurering

Produktfamilien er i dette projekt mængden af de mulige udformninger, der kan forekomme af Pregnant House. Modellen heraf bliver i det følgende betegnet *konceptmodellen*. Fra denne model kan de individuelle bygninger bestemmes ved konfigurering og resultatet af hver konfigurering er en model af en individuel bygning. For hvert byggeri kan en sådan model danne grundlag for planlægning og opførelse af bygningen.

Konceptmodellen indeholder en række attributter og en struktur af interne objekter, der tilsammen beskriver de opstillede valgmuligheder. En vigtig bestanddel af modellen er også en række bindinger (logikken), der skal regulere sammensætningen af valgene. Disse bindinger kan principielt formuleres som regler (aktionsregler) eller relationer (eng. constraints), hvor formulering som relationer er at foretrække. Der findes ikke en international standardiseret repræsentationsmåde for denne type modeller men generelt bør kræves, at den er objektorienteret. Den internationale datamodel IFC (Industry Foundation Classes) til repræsentation af bygninger er en relativt omfattende objektorienteret datamodel, men den er kun delvist rettet mod repræsentation af de omtalte relationer.

For at kunne foretage konfigurering skal der udvikles en konfigurator, en applikation, der kan vise valgmulighederne, som kan støtte brugere i at træffe valgene og som kan producere resultatmodellen. Konceptmodellen udgør et vigtigt grundlag for konfiguratoren, der således udgør en implementering af modellen. En anden vigtig del af en konfigurator er brugerfladen, der giver brugere mulighed for at kommunikere med konfiguratoren.

Når en brugerflade skal udvikles, kan man enten orientere den mod en strukturel opfattelse, hvor det drejer sig om sammensætning af moduler, eller mod en egenskabsopfattelse, hvor der mere fokuseres på slutproduktets egenskaber og hvor strukturen opbygges automatisk ud fra valg af egenskaber (se figur 5). Derfor bør man tage stilling til hvor balancen skal ligge mellem disse yderpunkter.



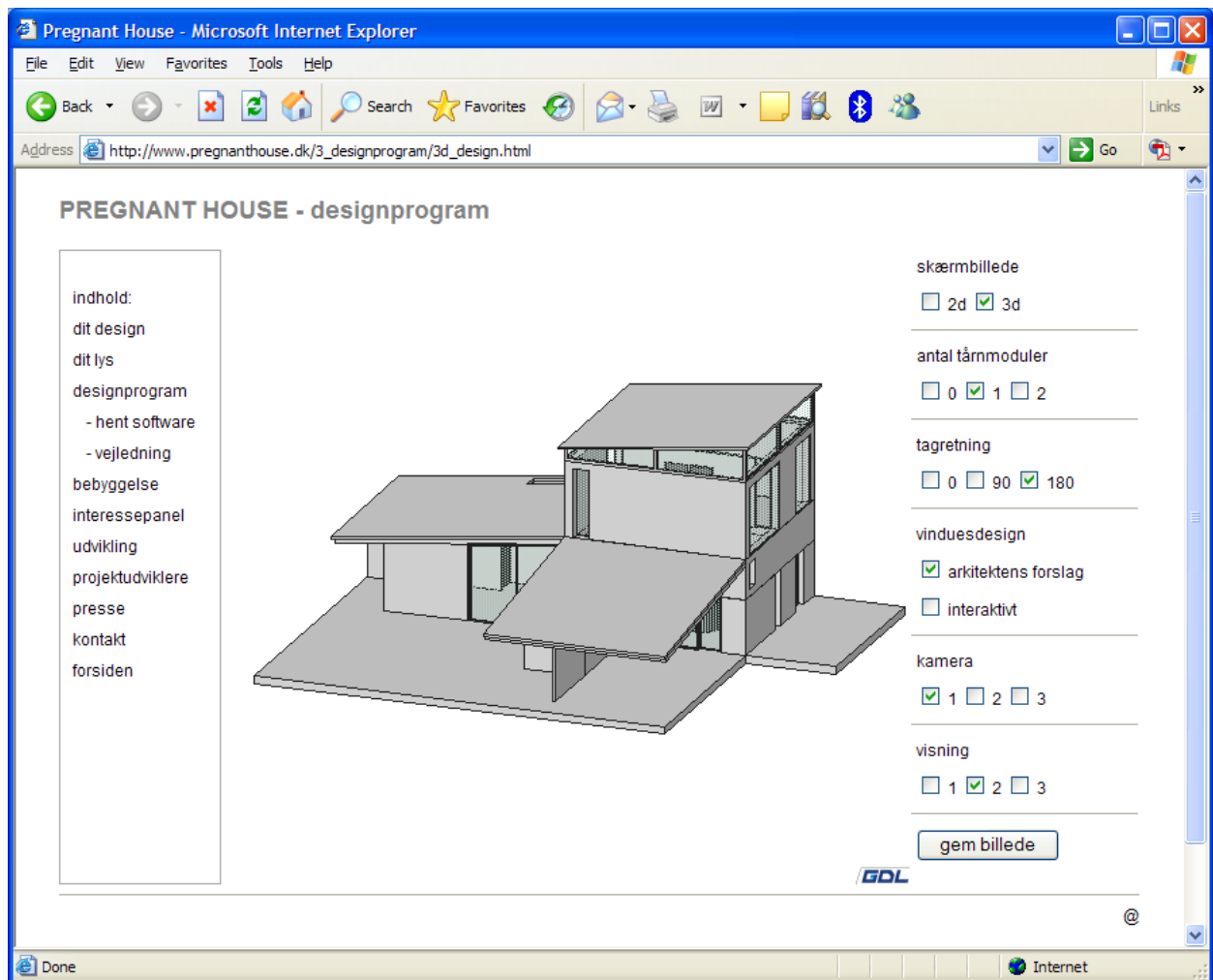
Figur 5 – Specifikation af moduler ud fra attributter.

Den strukturelle opfattelse er den mest traditionelle og den der som oftest ses realiseret i konfiguratorer. Vil man imidlertid orientere sig mere mod mulige kunder, hvor en konfiguration skal modsvare mere eller mindre klarlagte behov, bør man orientere sig mere mod egenskabsopfattelsen og komme brugeren i møde ved at opstille valgmuligheder, der udtrykkes i relation til behovene. En kombination af de to opfattelser vil ofte være hensigtsmæssig.

I projektet er der på nuværende tidspunkt gennem et omfattende modelleringsarbejde fremstillet en konceptmodel i modelsproget Geometric Description Language (GDL), der er udviklet af Graphisoft i Ungarn. Dette sprog er integreret med modelleringssystemet ArchiCAD men udviklede modeller kan publiceres på internettet og håndteres af weblæsere, hvis der installeres et GDL-modul i weblæseren.

Den aktuelle løsning med GDL kan ses på projektets hjemmeside www.pregnanthouse.dk (se figur 6). Den udviklede brugerflade indeholder dels en menu med valgmuligheder og dels et område med løbende visualisering af de trufne valg. Grafikken omfatter både planskitser og perspektiviske 3D afbildninger. Med denne konfigurator er det muligt at vælge mellem forskellige konfigurationer enten ved afkrydsning i dertil indrettede felter eller ved at benytte visse håndtag i den grafiske afbildning.

Den udviklede konfigurator viser på udmærket måde, de valgmuligheder, der er til rådighed i Pregnant House og den løbende visualisering giver et godt indtryk af konsekvenserne af de trufne valg. Den valgte teknologi indebærer, at enhver afsluttet konfiguration kan overføres som bygningsmodel til ArchiCAD som udgangspunkt for en yderligere modellering. Anvendelsen af teknologien i dette projekt er begrænset til modellering af 3D geometrien så oprettelse af modelobjekter for vægge, etageadskillelser, rum osv. skal foretages manuelt i ArchiCAD. Først da kan modellen benyttes til udtræk af produktionstegninger, mængdeoversigter, osv.



Figur 6 – Konceptmodel af Pregnant House implementeret som konfigurator i GDL

Yderligere karakteristika for den denne løsning er:

- Konfiguratoren er primært orienteret mod den strukturelle opfattelse, idet konfigurering mest består i at vælge moduler til eller fra (afkrydsninger).
- GDL er et procedurelt sprog, der ikke er objektorienteret. Desuden giver det kun mulighed for at formulere bindingerne som regler og ikke som relationer (constraints).
- GDL er kun inkluderet i ét modelleringsværktøj, ArchiCad, og er således stærkt knyttet til arkitekt-verdenen og de CAD-systemer, der anvendes her. Det betyder også at de anvendte fil-formater er herfra. De producerede modeller kan altså ikke umiddelbart overføres til industrielle producenter.
- Udviklingen af brugerflader mht. form og funktionalitet er begrænset af de muligheder, der stilles til rådighed af udviklingsværktøjet.
- Ved installering af et særligt modul i weblæsere (eng. browsere) kan konfiguratoren tilgås via en webapplikation.
- Anvendelsen af dette modul lægger op til primært at modellere 3D geometrien i form af flader og ikke en objektbaseret model med identifikation af objekter for vægge, etageadskillelser, døre, vinduer, rum, osv.
- Det ikke muligt at fremstille en objektbaseret bygningsmodel på basis af en GDL-model og en gennemført konfigurering, der kan overføres til ArchiCad og som efterfølgende kan eksporteres til IFC.

Den udarbejdede løsning er altså utilstrækkelig set i relation til anvendelse af bygningsmodeller hos de udførende parter. Derfor rejser sig naturligt spørgsmålet, om der også skal overvejes og afprøves alternative muligheder.

Følgende generelle behov bør nævnes:

- Fastlæggelse af krav til brugerflade: kommunikation, grafikkvalitet, osv. Der bør tages højde for flere forskellige kundetyper med forskellige forudsætninger for anvendelse af IT.
- Valg af repræsentationsmåde for konceptmodellen.
- Valg af konfigurator. Som nævnt bør den være objektbaseret med mulighed for formulering af relationer (constraints).
- De individuelle bygningsmodeller (resultat af konfigurering) bør kunne genereres til IFC repræsentation, så de kan importeres i flere forskellige IFC-kompatible programmer (visualiseringsprogrammer, CAD-programmer, kalkulationsprogrammer, osv.) til brug ved yderligere detaljering og dataudtræk. Dataoverførslen bør i nogen grad kunne foretages begge veje.
- Der bør ligeledes være mulighed for overførsel af data via fil-formater, der sædvanligvis kan anvendes af industrielle producenter. Det drejer sig først og fremmest om geometridata men der vil ligeledes være behov for en række egenskabsdata.
- Anvendelse af weblæser-baseret konfigurator bør kunne foregå på en så enkel måde som muligt. Det er u hensigtsmæssigt, hvis der skal hentes og installeres et særligt modul i weblæseren.

3 Udvikling og anvendelse af konceptmodel

Som nævnt vil det være ideelt, at bygningsmodellen er så detaljeret og specificeret, at det er muligt at udtrække tegninger, beskrivelser, mængdeoversigter, produktionstider, priser osv. Det ville have værdi for de forskellige parter, der så kunne spare ressourcer ved gennemførelse af hver ordre. Entreprenøren kunne f.eks. foretage udtræk af data til aktivitetsplaner, budgetter, indkøbslister, mv. og producenter af specialdele kunne trække specifikke data til gennemførelse af produktion på deres anlæg.

Denne vision vil som bekendt være umådelig vanskelig at realisere i dag. Den vil kræve store ressourcer og der skal gennemføres et anseeligt udviklingsarbejde for blot tilnærmelsesvis at komme dertil. Nogle af problemstillingerne og udviklingsopgaverne er (jf. også figur 2):

- Der skal vælges indhold og repræsentationsmåde for konceptmodellen.
- Der skal tages stilling til, hvilke udviklingsværktøjer, der skal benyttes for at undgå at der skal udvikles mere end én konfigurator.
- Det skal analyseres, i hvilket omfang producenter vil udvikle modeller af deres produkter og hvordan disse bliver repræsenteret.
- Det skal gennemføres en nærmere analyse af, hvilke data entreprenører og producenter har behov for og om disse kan repræsenteres i IFC.
- Der skal udvikles værktøjer/applikationer, der på enkel måde kan berige en IFC bygningsmodel med yderligere egenskabsdata. (CAD programmer er primært rettet mod oprettelse af geometridata.)

- Der skal udvikles applikationer, der kan trække data ud af IFC bygningsmodeller og transformere disse til de nødvendige behov hos alle parter.

Valg af disse analyse- og udviklingsopgaver hænger nødvendigvis også sammen med de begrænsede ressourcer, der er til rådighed i Pregnant House projektet. Yderligere midler fra andre projekter kan komme på tale. Overordnet kan vælges mellem yderpunkterne at der udvikles en avanceret konfiguratoren, der bredt kan understøtte salget og samtidig rumme og direkte generere de nødvendige data i de formater, der kræves af de udførende parter (udviklingsressourcerne er vendt mod konfiguratoren) eller der arbejdes med flere modeller og værktøjer til understøttelse af de enkelte trin i processen. Mange enkeltstående løsninger kan være relevante og kan på udmærket måde illustrere muligheder og udfordringer.

På baggrund af ovenstående har der konkret været arbejdet med følgende udviklingsopgaver (se også figur 2):

1. Konfigurator baseret på GDL og ArchiCad (nærmere beskrevet i separate notater). Som nævnt kan en konfigureret GDL-model ikke overføres til ArchiCad men fra en sædvanlig bygningsmodel i ArchiCAD kan der let genereres en repræsentation i IFC til brug ved det videre arbejde.
2. For at fokusere nærmere på særlige forhold vedrørende anvendelse af konfiguratorer i kommunikationen med potentielt interesserede kunder er der igangsat en udviklingsopgave på dette felt. Der er indledningsvist udarbejdet en kortlægning af behov for understøttelse af brugere og hvordan disse behov skal repræsenteres og understøttes af funktionalitet i en konfigurator. De foreløbige resultater af denne udviklingsopgave er nærmere afrapporteret i en separat artikel.
3. For at illustrere anvendelsen af bygningsmodeller i forbindelse med produktion af den konkrete fysiske bygning er der udviklet en specialapplikation til udtræk af data fra Pregnant House bygningsmodellen repræsenteret i IFC til beregning af de præcise længder af alle bjælker og lægter i træskelettet af en udvalgt vægkonstruktion. Som input til denne beregning angives dimensionerne af det anvendte tømmer. Resultatet af dette udviklingsarbejde er ligeledes afrapporteret i et separat notat.

Sammenfatning

Sammenfattende kan det udtrykkes, at de ressourcer, der har været til rådighed i Pregnant House projektet, har givet god mulighed for at gennemføre og igangsætte en række udviklingsopgaver og dermed gjort det muligt at demonstrere væsentlige potentialer for udvikling af konceptmodeller og konfiguratorer samt anvendelse af bygningsmodeller i praksis.