

## Virtuelle modeller linket med fysiske komponenter i byggeriet



Kristian Birch Pedersen

### INDHOLD

- Resumé af sidste forelæsning – IT i byggeriet
- Integration af modularisering og 3D model-baseret tid og økonomistyring
- Virtuelle modeller linket med fysiske komponenter i byggeriet
  - Overblik over teknologier
  - Automatisk dataopsamling i forbindelse med drift og vedligehold
  - Opdatering af 4D modeller med RFID og mobilteknologi
- IT prototypeudvikling og procesmodellering i praksis
- Dagens opgave
  - 1) Få udviklingsværktøjerne Netbeans og Eclipse op at køre
  - 2) Udarbejd et IDM proces diagram for kollisionskontrol af bygningsmodeller i Eclipse
  - 3) Udarbejd en MVD på baggrund af IDM'en



2

## Resume af min forelæsning i foråret 2009 - Virtuelle 3D bygningsmodeller i Rambøll

Det Digitale Byggeri

Simulering

Visualisering og kommunikation

Data- og mængdeudtræk

3D laserscanning

Skitsering

Detailprojektering  
Konstruktioner og installationer

Kollisionskontrol

3

## 3D ARBEJDSMETODE SÅDAN GØR VI HOS RAMBØLL

### Fagmodeller

**Layout**  
(Onuma, Trelligence, Dalux Config)

**Arkitektur**  
(ArchiCad/Revit)

**Konstruktioner**  
(Tekla)

**Installationer**  
(MagiCAD)

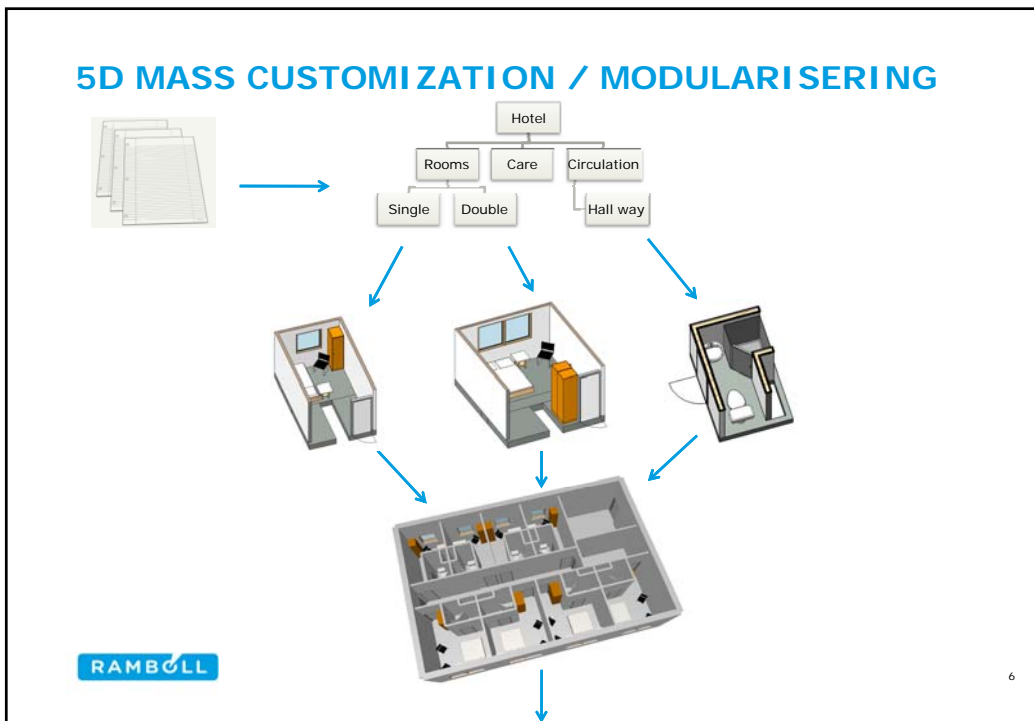
### Fællesmodeller

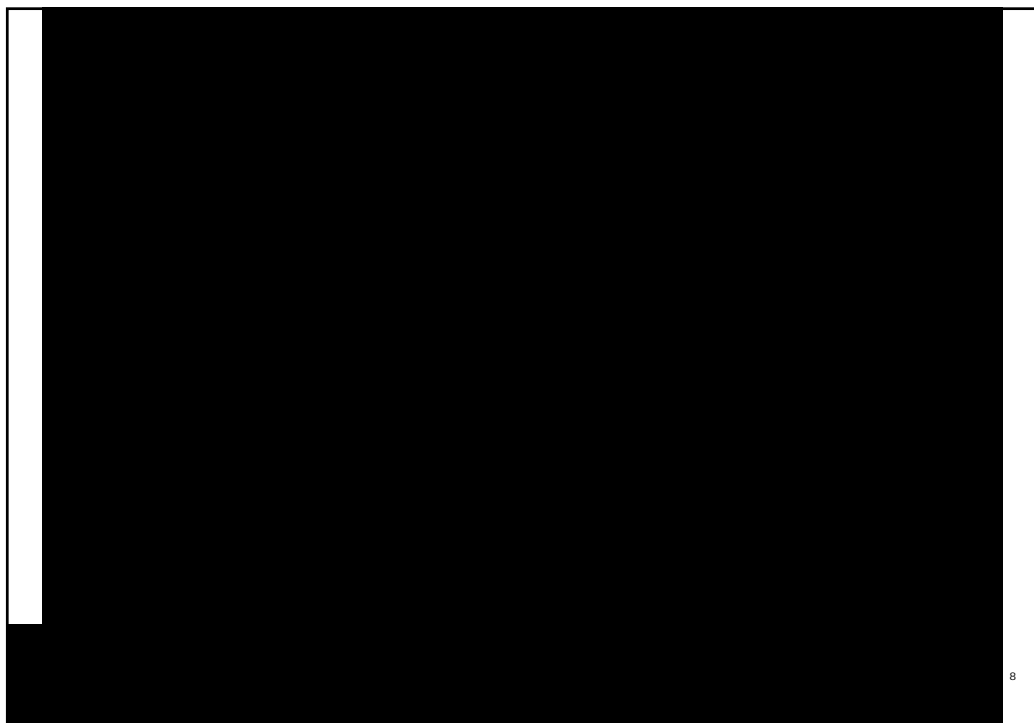
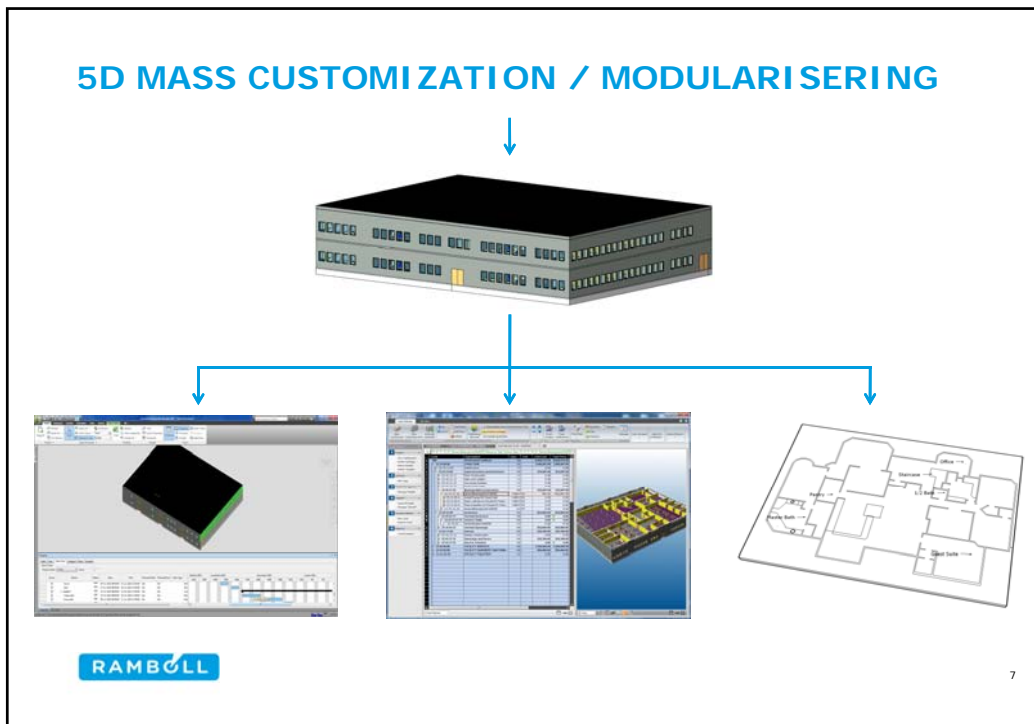
**Visualisering**  
(Ramboll VR Wii m.fl.)

**Konsistens kontrol  
Koordinering**  
(Solibri/NavisWorks)

**Planlægning og  
prisberegning**  
(Vico Office og Control)

4



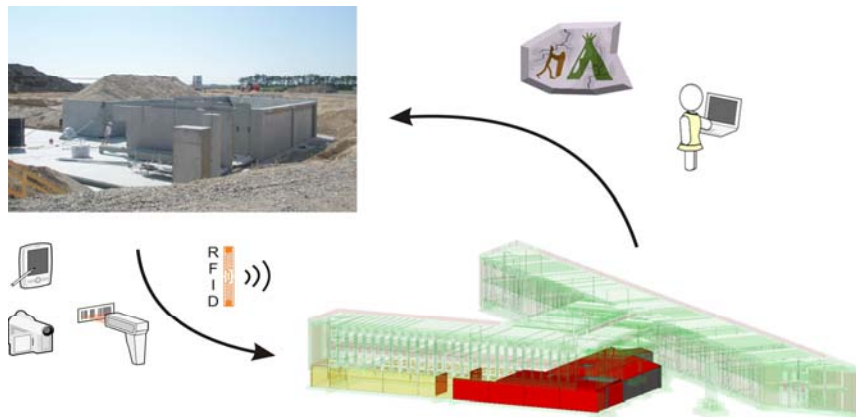


## VIRTUELLE MODELLER LINKET MED FYSISKE KOMPONENTER I BYGGERIET

RAMBØLL

9

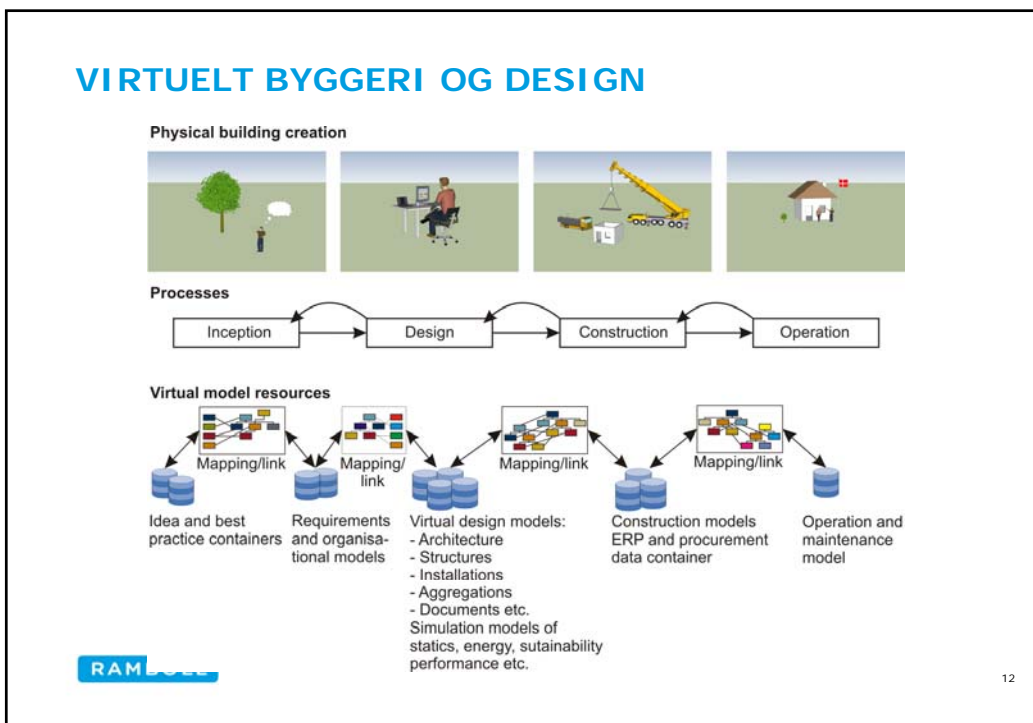
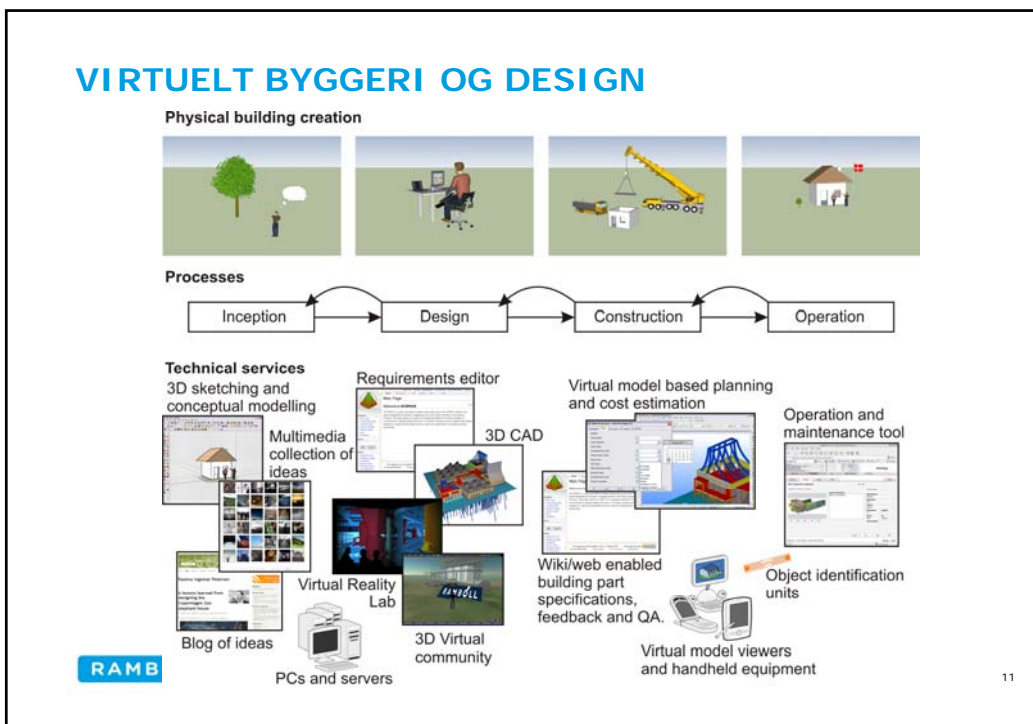
## VIRTUELLE MODELLER LINKET MED FYSISKE KOMPONENTER I BYGGERIET



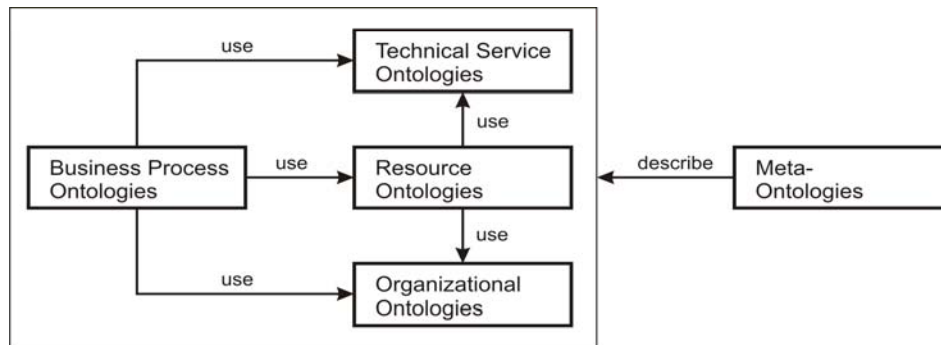
Digitalt link mellem virtuelle bygningsmodeller og de fysiske komponenter

RAMBØLL

10



## Ontologier til at beskrive linket mellem de fysiske komponenter og virtuelle modeller



## VIRTUELLE MODELLER LINKET MED FYSISKE KOMPONENTER I BYGGERIET

- Teknologier til automatisk dataopsamling

## TECHNOLOGIES FOR LINKING VIRTUAL MODELS WITH PHYSICAL COMPONENTS

- Technologies for object identification
  - Bar code, voice or visual recognition, biometri, RFID etc.
- Technologies for object identification and wireless data communication
  - RFID, GPS, LonWorks, Bluetooth, etc.
- Select technology on basis of user needs



RAMBØLL

## TEKNOLOGIER TIL AUTOMATISK IDENTIFIKATION

Egenskaber	Stregkode	Optisk tekst-genkendelse	Stemme-genkendelse
Typisk datamængde (bytes)	1-100	1-100	-
Datatæthed	Lav	Lav	Høj
Maskinlæsbarhed	God	God	Dyr
Læsbarhed af mennesker	Begrænset	Enkel	Enkel
Sårbarhed overfor skidt og fugt	Meget høj	Meget høj	-
Mulighed for inddækning	Ikke muligt	Ikke muligt	-
Indflydelse af retning og position ved læsning	Lav	Lav	-
Føringelse ved slid	Begrænset	Begrænset	-
Indkøbspris på læsere og tags	Lav	Middel	Meget høj
Driftsomkostninger til slid eller print	Lav	Lav	Ingen
Uautoriseret læsning/ændring	Lille risiko	Lille risiko	Muligt
Læsehastighed	Lav ~ 4 s	Lav ~ 3 s	Meget lav > 4 s
Læseafstand	0-50 cm	<1 cm	0-50 cm

RAMBØLL

16

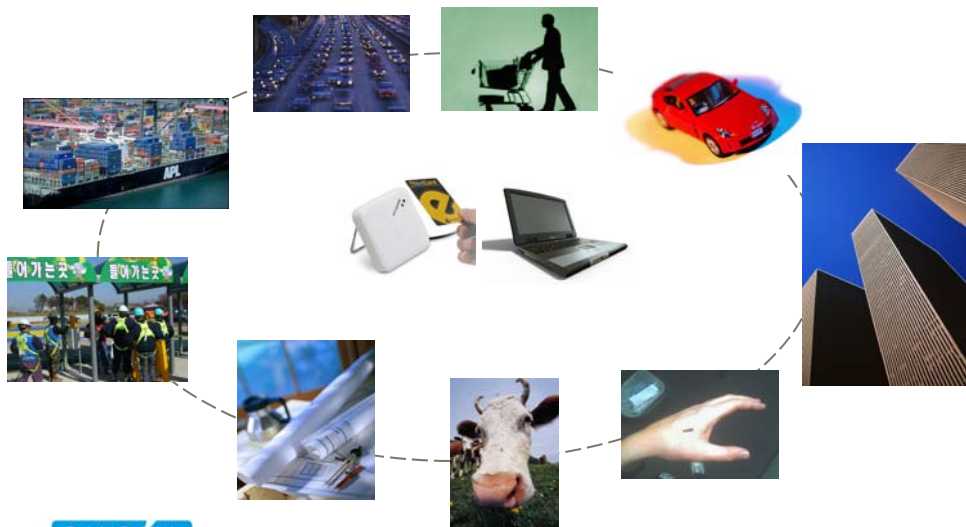


## TEKNOLOGIER TIL AUTOMATISK IDENTIFIKATION

Egenskaber	Biometri	Smart card	RFID
Typisk datamængde (bytes)	-	16-64 k	16-64 k
Dataæthed	Høj	Meget høj	Meget høj
Maskinlæsbarhed	Dyr	God	God
Læsbarhed af mennesker	Vanskelig	Umulig	Umulig
Sårbarhed overfor skidt og fugt	-	I nogen grad	Ikke sårbar
Mulighed for inddækning	Muligt	-	Meget god
Indflydelse af retning og position ved læsning	-	Aflæsning kun i en retning	Ingen indflydelse
Forringelse ved slid	-	Slides ved kontakt	Ingen indflydelse
Indkøbspris på læsere og tags	Meget høj	Lav	Middel
Driftsomkostninger til slid eller print	Ingen	Middel	Ingen
Uautoriseret læsning/ændring	Ikke muligt	Ikke muligt	Ikke muligt
Læsehastighed	Meget lav	Lav	Meget Hurtig
Læseafstand	Direkte kontakt ved fingeraftryk	Direkte kontakt	0-10 m

17

## It is possible in other businesses





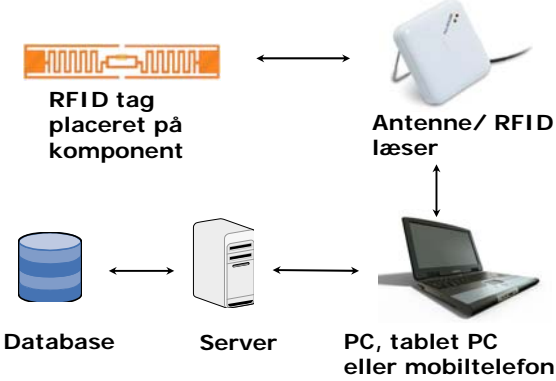
For further examples see e.g. [www.rfidjournal.com](http://www.rfidjournal.com)

18/35

## RFID I BYGGERIET

Afprøvet i betonelementmontage på Tinglysningretten i Hobro

**RFID = Radio Frequency IDentification**

**RFID tag placeret på komponent**

**Antenne/ RFID læser**

**Database**      **Server**      **PC, tablet PC eller mobiltelefon**

**RAMBØLL**

## RFID tags and readers

### - No de facto standard in construction







#### Categorisation of RFID tags

- Power supply
  - Passive / semi-active / active
- Communication Frequency
  - LF (125 – 135 kHz)
  - HF (13,56 MHz)
  - UHF (433 MHz and 865 – 956 MHz)
  - Microwave (2,45 GHz)
- Data and communication standards
  - ISO 15693 (e.g. I-code)
  - ISO 14443 (Mifare)
  - Near Field Communication - NFC (ISO 14443)
  - ISO 18000
  - Electronic Product Code - EPC

**RAMBØLL**

20/35

## RFID FREKVENSGUIDE 1/2

Frekvensbånd	Low Frequency (LF)	High Frequency (HF)	Ultra High Frequency (UHF)	Microwave
Frekvensområde	30 – 300 kHz	3 – 30 MHz	300 MHz – 3 GHz	2 – 30 GHz
Typisk RFID frekvens	125 – 135 kHz	13,56 MHz	433 MHz 865 – 956 MHz	2,45 GHz
Læseafstand	< 0,5 meter	< ca. 3 meter	< Ca. 9 meter	> 10 meter
Data overførsels-hastighed	Mindre end 1 kbit/sek	Ca. 25 kbit/sek	Ca. 30 kbit/sek	Ca. 100 kbit/sek

RAMBØLL

21

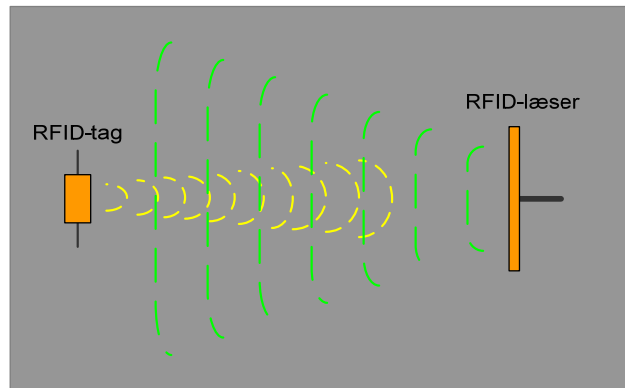
## RFID FREKVENSGUIDE 2/2

Frekvensbånd	Low Frequency (LF)	High Frequency (HF)	Ultra High Frequency (UHF)	Microwave
Positive karakteristika	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Læsbar gennem de fleste materialer</li> <li>•Ingen refleksioner eller absorbering</li> <li>•Ingen problemer med stråling</li> <li>•Billig i anskaffelse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Højere læseafstand end LF</li> <li>•Kan læses igennem metal og væsker</li> <li>•Standardiserede</li> <li>•Gennemtestet teknologi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Aflæser mange objekter samtidigt</li> <li>•Relativ stor læseafstand</li> <li>•Relativ stor hastighed</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Stor læseafstand</li> <li>•Stor hastighed</li> </ul>
Negative karakteristika	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Kort læseafstand</li> <li>•Langsom datatransmission</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Relativ kort læseafstand</li> <li>•Relativ langsom datatransmission</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Dårlig læsbarhed</li> <li>•Kan ikke læse igennem væsker og metal</li> <li>•Dyre RFID-læsere</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Dårlig læsbarhed</li> <li>•Kan ikke læse igennem væsker og metal</li> <li>•Offentlig holdning og frygt mht. stråling</li> </ul>
Typiske anvendelser	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Mærkning af dyr</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Smarte og intelligente etiketter</li> <li>•Adgangs og sikkerhedskort</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Logistik på palle niveau</li> <li>•Item-level</li> <li>•Sporing af dyr / kvæg</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Asset tracking</li> <li>•Betalingssystemer F.eks. BroBizz</li> </ul>

RAMBØLL

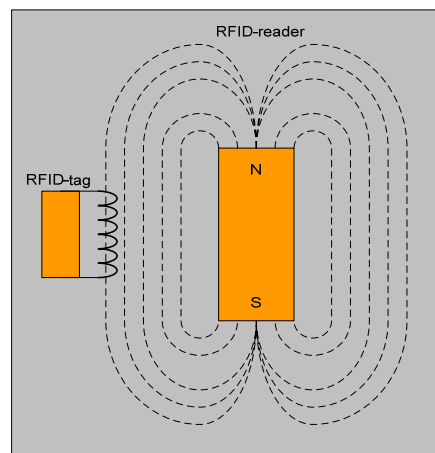
22

## RFID TECHNOLOGY UHF



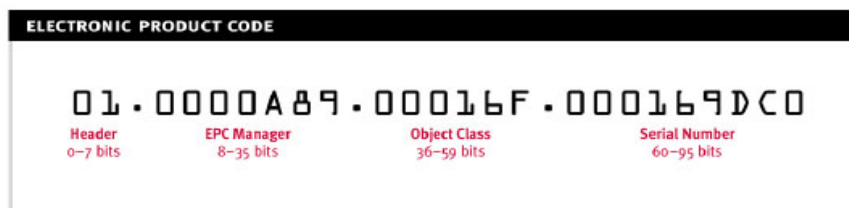
23

## THE RFID TECHNOLOGY LF AND HF



24

## DATA PÅ EN EPC TAG (ELECTRONIC PRODUCT CODE)



Hver enkelt objekt kan identificeres med en URI på nedenstående URN notation med namespace "epc"

urn:epc:id:sgtin:0614141.000024.400



000024.0614141.sgtin.id.onsepc.com → ONS opslag



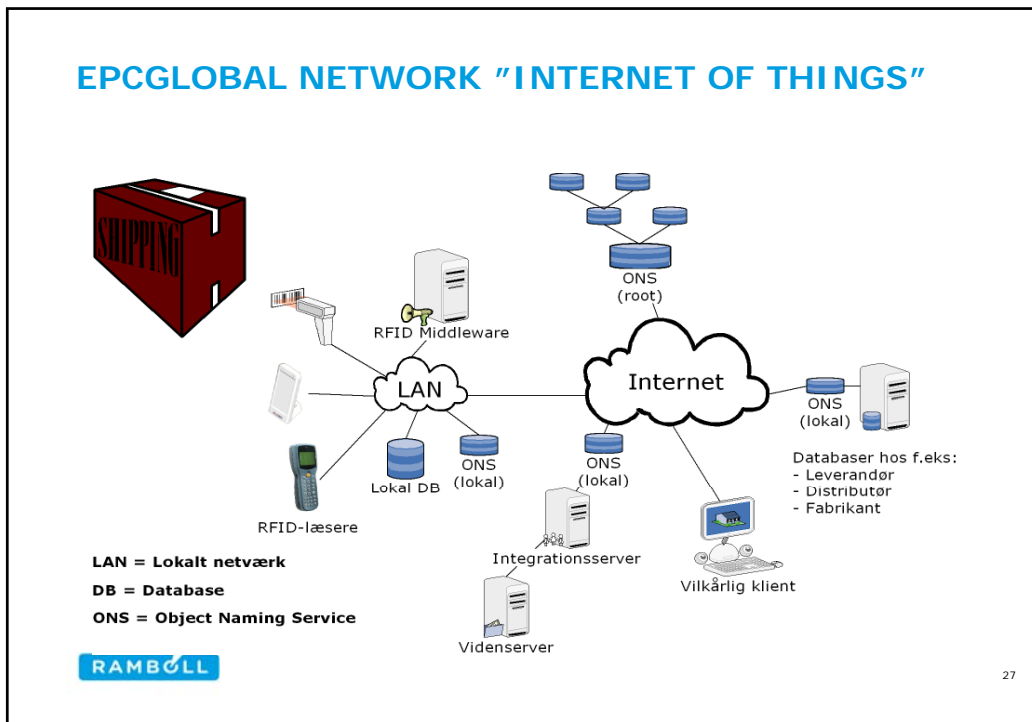
25

## EPC KOMPATIBLE NUMMERSYSTEMER

Type ID	System	Navn	Anvendelseksemppler
(21)	SGTIN	Serialized Global Trade Item Number	Sporing af fysiske objekter i f.eks. en forsyningskæde
(00)	SSCC	Serial Shipping Container Code	Skibscontainere
(414)	GLN	Global Location Number	Lokationsbestemmelse af f.eks. RFID-antenner.
(8003)	GRAI	Global Returnable Asset Identifier	Udlejnings- og biblioteksmaterialer
(8004)	GIAI	Global Individual Asset Identifier	Enkeltstyks identificering (ikke serieproduktion)
	DOD	US Department of defense	Det amerikanske forsvar
	GID	General Identifier	Nye identifikationskemaer



26

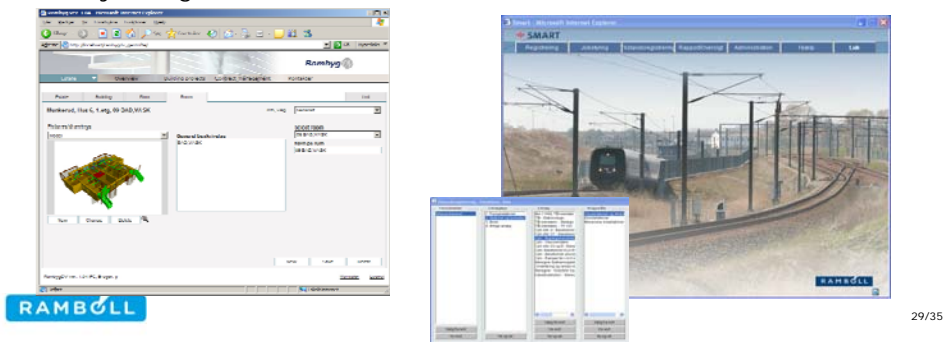


## Case studier af potentialerne for automatisk dataopsamling med RFID i byggeriet

- Case 1: Drift og vedligeholdelse
- Case 2: Byggestyring

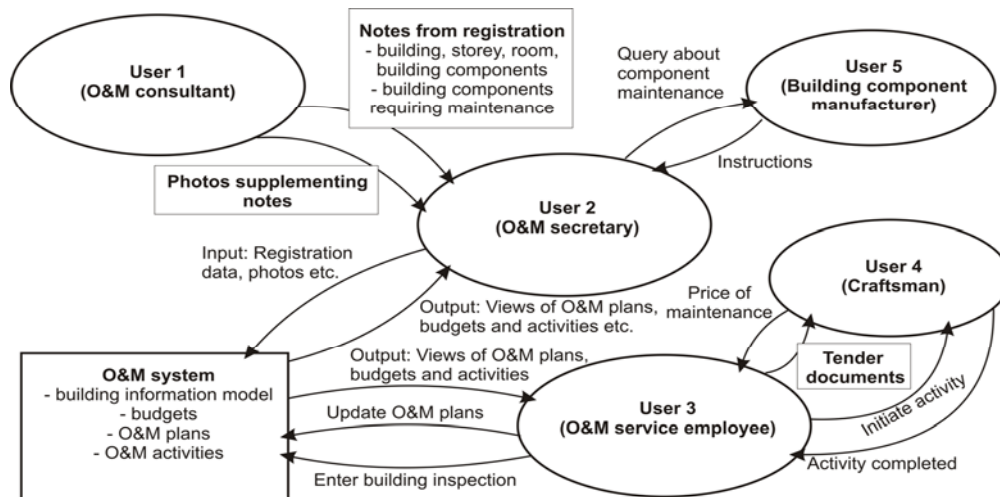
### Case 1: Primary identified user needs

- Fully digital working process – work smarter
- Documentation of conducted maintenance activities and inspections
- Easier on-site information access
- History of registrations should be archived



29/35

### Case 1: Workflow model of processes in operation and maintenance



30/35

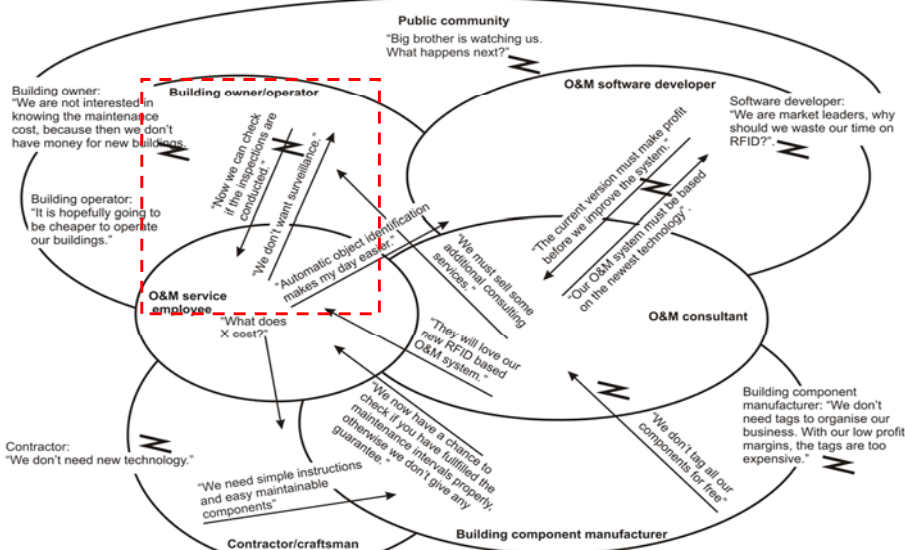
## Case 1: Verification of automatic identification in O&M

- The technology works in practice but it is not yet plug and play
- Selection and integration of technical service ontologies is a barrier – there exist many incompatible RFID standards
- Structuring information and work processes is the hard part
- PDA's are too small and tablet PC's are too big
- Risk of many cultural barriers
- RFID is mostly useful in large and complex projects



31/35

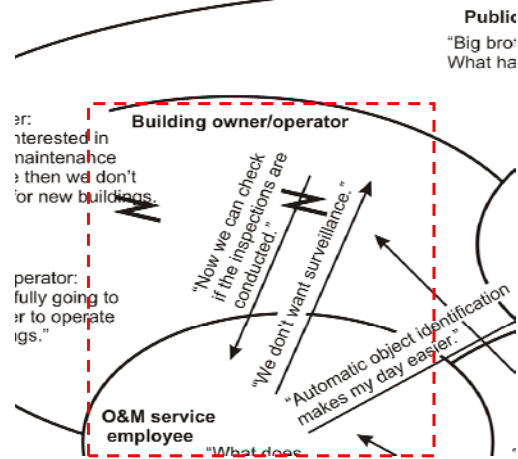
## Case 1: Barriers Potential cultural objects conflicts



32/35



## Case 1: Barriers Potential cultural conflicts (Zoom)



33/35

## Case 2: RFID in Construction Management

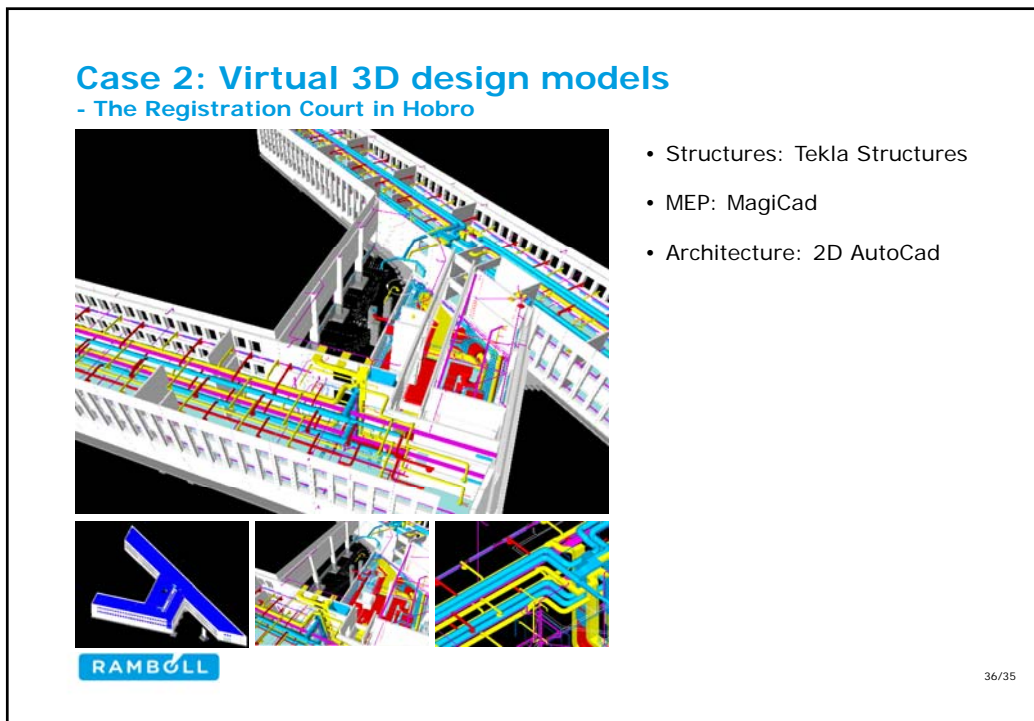
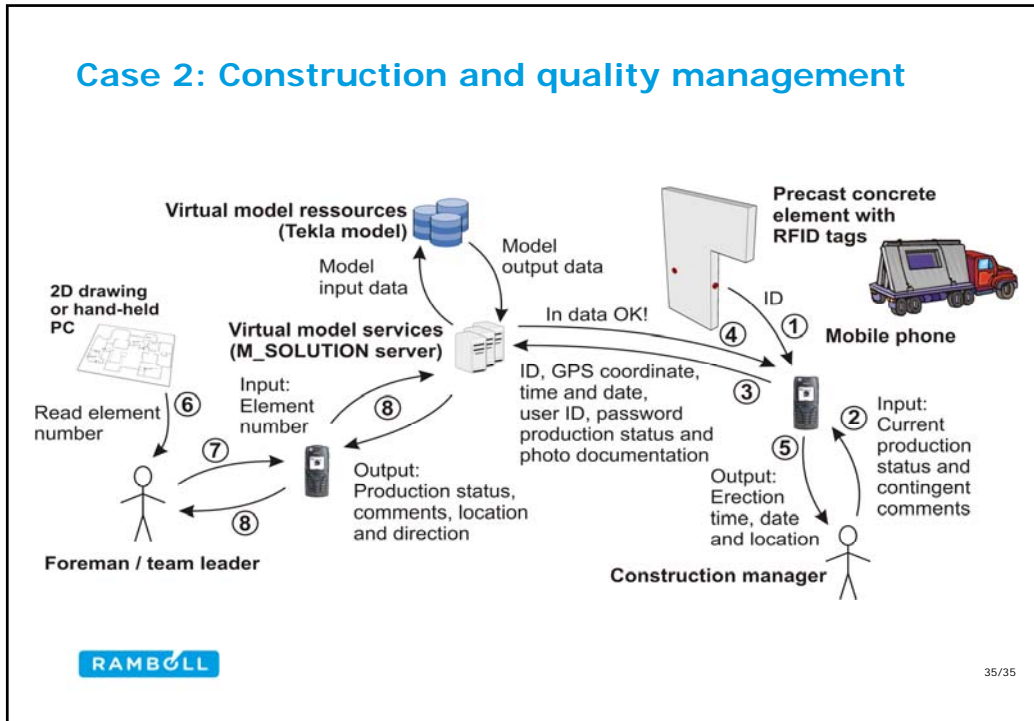
- The Registration Court in Hobro: Office building 3600 m<sup>2</sup>



- Pilot testing in collaboration with:



34/35



## Case 2: Virtual 3D models at the construction site

- Online model sharing between contractor and consulting engineer



- Improved overview
- Setup is time-consuming
- Workmen very positive, but fear contact with the mouse
- New working method requires new competences
- Difficult for construction managers to adapt the new technology
- 3D-viewers needs automatic and dynamic dimension lines

RAMBØLL

37/35

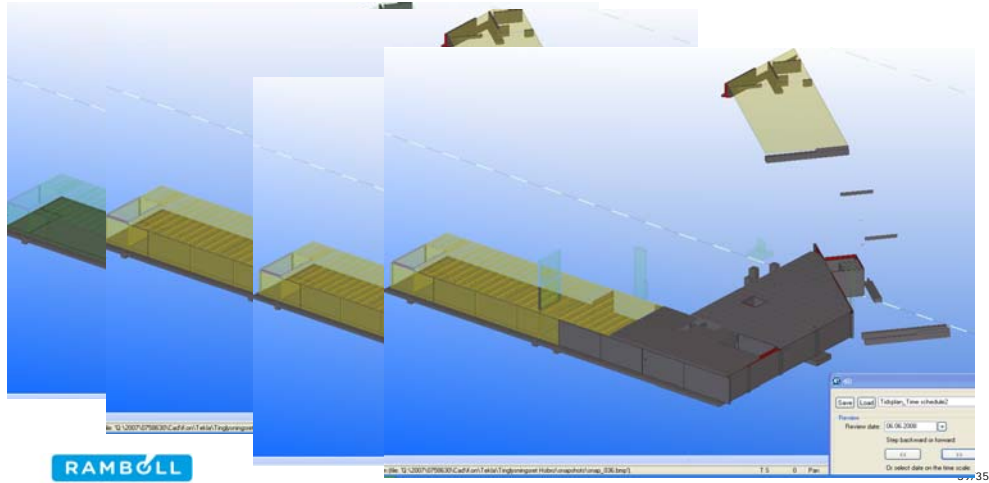
## Case 2: Traditional method for construction planning



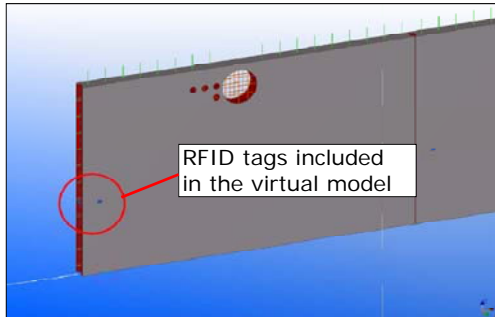
RAMBØLL

38/35

### Case 2: 4D for planning and visualisation of the construction process



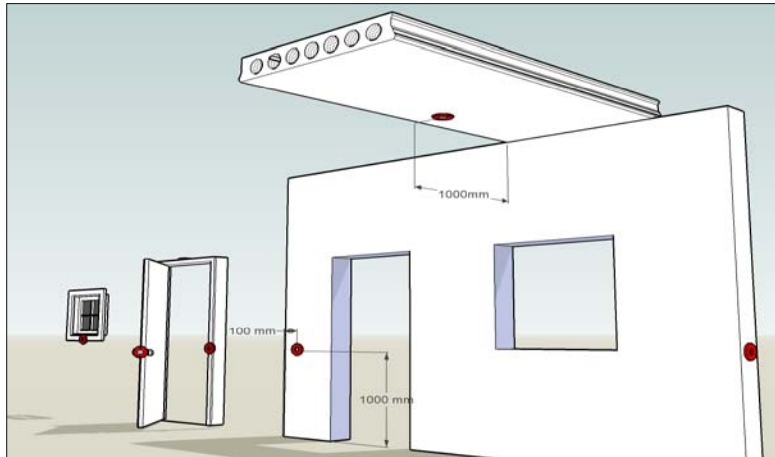
### Case 2: Placement and readability of RFID tags in precast concrete elements



RAMBØLL

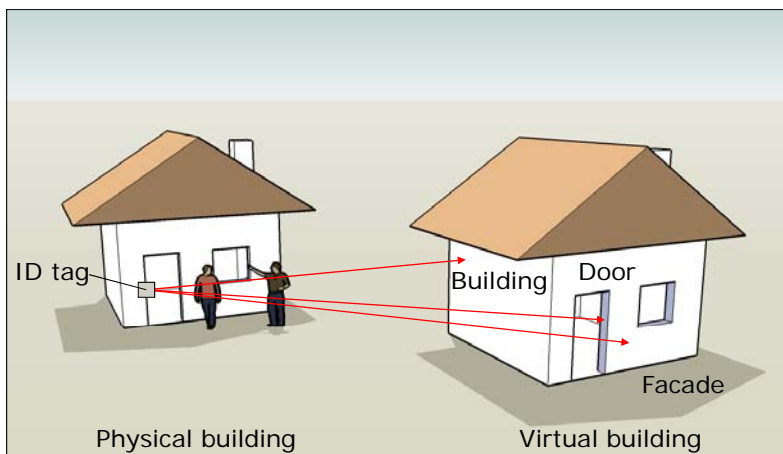
40/35

### Practical challenges How to tag the objects?



41/35

### WHAT TO LINK?



42

## Full scale test on precast elements

- RFID tag readability test at construction site



RAMBØLL

43/35

## ERFARINGER FRA FORSØGSPROJEKT MED RFID

- Teknologien virker i praksis og prisen er overkommelig
- RFID-teknologien fik en positiv modtagelse på byggepladsen – både hos timelønnede og funktionærer
- Kvalitetssikringsarbejdet kan automatiseres og gøres objekt-orieneteret
- Nye IT-kompetencer på byggepladsen er nødvendige for at udnytte potentialet
- Brug af traditionel mobilteknologi kan være en nøgle parameter til fremtidig succes
- Stærk teknologi til at supportere procesoptimering baseret på pålidelige data frem for kvalificeret gæt



RAMBØLL

44



## Interactive prototypes of ICT systems to support construction and quality management

**Project overview**

**Work area**

**Overview of current selection and documents**

Selection in project tree opens or activates relevant view in work area

Properties update according to current selection

**Detailed properties**

Model tree update according to current selection

RAMBOLL

45

## USAGE EXAMPLE OF A PLATFORM FOR VIRTUAL COLLABORATION IN CONSTRUCTION (V2C)

Thumbnail view of active selection

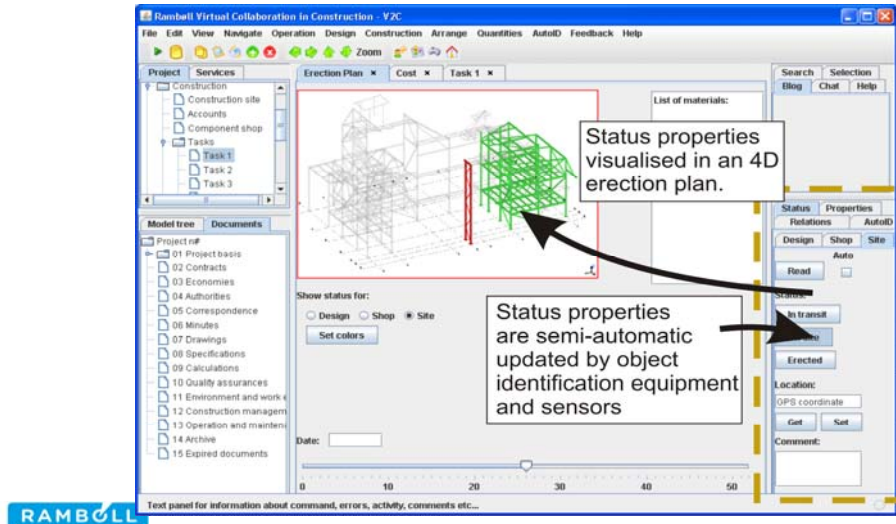
Status view indicates that the selected component or group is on the construction site

Location of selected component is shown on the tracking map

RAMBOLL

46

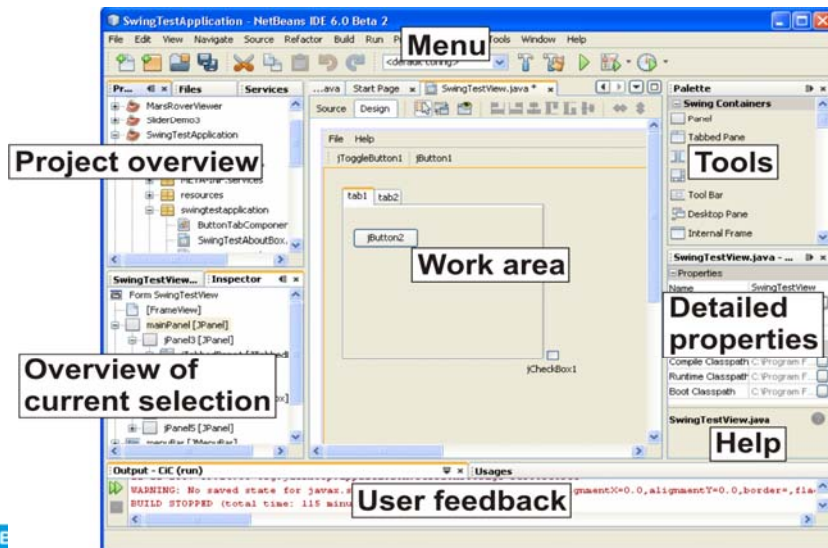
## USAGE EXAMPLE OF A PLATFORM FOR VIRTUAL COLLABORATION IN CONSTRUCTION (V2C)



RAMBOLL

47

## TOOLS FOR ICT DEVELOPMENT EXAMPLE: NETBEANS IDE



RAMBOLL

48

All fields are dynamic and interlinked



## DAGENS OPGAVE

- 1) Få udviklingsværktøjerne Netbeans og Eclipse op at køre
  - Netbeans 6.9.1:
    - <http://netbeans.org/downloads/index.html> - vælg All
  - Eclipse Helios:
    - <http://www.eclipse.org/downloads/> - vælg Eclipse IDE for Java EE developers
  - Opdater Eclipse med BPMN diagramværktøj:
    - Help/Install New Software/
    - Ved "Work with" indtast: <http://download.eclipse.org/stp/updates/helios/>
    - Select All/Next/Finish

## DAGENS OPGAVE

- 2) Udarbejd et IDM proces diagram for kollisionskontrol af bygningsmodeller i Eclipse
  - Start nyt projekt: File/New/Project...
  - Vælg General/Project/Next Indtast projekt navn Next/Finish
  - Højreklik på projektet+New/Other... vælg Other/Bpmn diagram/Next
  - Indtast navn + Finish
  - Åben det nye diagram og start proces modelleringen
- 3) Udarbejd en MVD på baggrund af IDM'en

## REFERENCES

- Sørensen, K.B., Christiansson, P., Svidt, K., Jacobsen, K., Simoni, T. (2009). Ontologies to Support RFID Based Link between Virtual Models and Construction Components, Accepted for publication in Journal of Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering.
- Sørensen, K.B., Christiansson, P., Svidt, K. (2009). Prototype Development of an ICT system to Support Construction Management Based on Virtual Models and RFID, Journal of Information Technology in Construction, available at: <http://www.itcon.org/2009/19>
- RFID Journal – <http://www.rfidjournal.com>
- The EPCglobal RFID Implementation Cook Book  
<http://www.epcglobalinc.org/what/cookbook/>
- EPC Network in 10 steps:  
[http://www.smartcodecorp.com/solutions/EPC\\_overview.asp](http://www.smartcodecorp.com/solutions/EPC_overview.asp)
- IDM Process Mapping (Jeff Wix) – Se link i kursesmaterialet til forelæsning nr 6.

## Tak for opmærksomheden

For mere information kontakt:

Kristian Birch Pedersen

Civilingeniør, Master i IT, ph.d.  
Chefrådgiver  
Rambøll Danmark

[ksb@ramboll.dk](mailto:ksb@ramboll.dk)  
+45 5161 7562