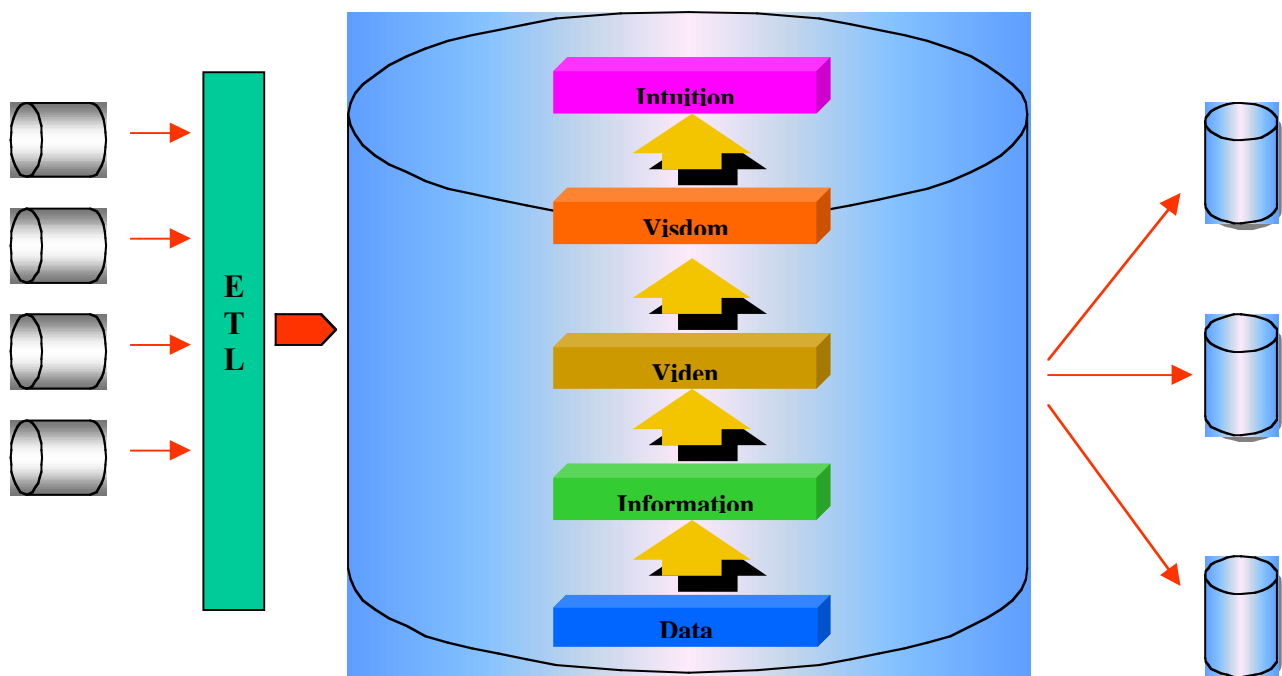


# Videnledelse og Data Warehousing



AALBORG UNIVERSITET  
MASTER i INFORMATIONSTEKNOLOGI,  
INDUSTRIEL IT (MII)  
IT i BYGGERIET  
FORÅR 2001

# Videnledelse og data warehousing

Master i Informationsteknologi, Industriel IT – 2. år, AAU, IT i Byggeriet

---



**Titel:** "Videnledelse og data warehousing"  
**Tema:** "Multimedie og videnledelse"  
**Projektperiode:** 1. september 1999 til 31. maj 2001

**Forfatter:**

René Aaholm

---

**Abstract:**

**In a world with a lot of information because of the IT (information technology) there is focus on how to handle all the information we get. Information is possible to handle but when you put the information into a context then knowledge appear. Knowledge is more difficult to handle.**

**In this report I will describe the process of creating a software tool that for instance can handle knowledge. I will give a short description of the knowledge management tools we are using in the company I am working in, and give my thoughts about what tools that would be nice to have and how the data warehouse technology could be implemented.**

**If you want a new developed software tool to have a chance of having success its is essential that you use a known standard. IFC is one of the standards for building and construction.**

**I will try to describe how IFC can be implemented in a software tool with a data warehouse that can support the knowledge handling in a building process.**

**Vejleder:** Prof. Per Christiansson  
**Oplagstal:** 3  
**Sideantal:** 27  
**Bilagsantal og -art:** 0 bilag, 0 appendix  
**Afsluttet den:** 31. maj 2001

Rapporten må ikke offentliggøres, udlånes eller gengives uden tilladelse fra forfatteren.



## Indholdsfortegnelse

1. Indledning .....	3
1.1. Projektoplæg .....	3
2. Problemformulering.....	5
3. Udvikling af systemer .....	6
3.1. Contextual design.....	6
4. Data warehouse teknologi.....	14
5. Videndeling i COWI.....	15
5.1. Hvad er viden?.....	15
5.2. Nuværende systemer .....	16
5.3. Ønskelige systemer .....	17
6. IFC .....	20
7. Divercity.....	22
7.1. Virtual workspace .....	22
7.2. Multimedie design.....	22
7.3. Brugbarhed (~usability) .....	23
7.4. Data warehouse og Divercity.....	25
8. Konklusion .....	26
9. Litteraturliste .....	27



## 1. Indledning

Denne rapport er udarbejdet som et led i uddannelsen til Master i IT i Industriel IT på AAU. Rapporten henvender sig til vejleder og censor, samt medstuderende som har interesse i rapporten. Dette er den individuelle del af mit projekt. Den fælles del er i en separat rapport om emnet ”Strukturering af data til analyseformål”. Den rapport omhandler forskellige teorier og teknikker der anvendes til data warehouse teknologien.

Denne rapport indgår i den samlede bedømmelse med 50% og den fælles rapport indgår også med 50%.

Dette projekt er lavet for at tilegne mig viden omkring emner som udvikling af computer systemer, videnledelse (knowledge management), multimedie design og praktisk anvendelse af data warehouse teknologien.

### 1.1. Projektoplæg

I starten af projektet havde jeg møde med vejlederen.

Nedenstående liste er indholdet af den ”brain storm” vi lavede sammen til mødet.

*Initial project ideas - MII Building (7/3-2001)/PC*

*ETL (Extraction, Transformation and Load), metadata, fælles datamodel: (from project decisions 1.3.2001)*

*Language: English (or Dansk?) I would prefer English for better dissemination.*

*Read the books*

- *Web Warehousing and Knowledge Management*
- *Contextual Design*
- *Smart Things to know about knowledge management*
- ....

*and make references in the project work.*

*KM examination through project and discussion with Per C.*

- *Application view, Contexts*
- *System view (support tools, networking, MM - collaboration)*
- *Organisation/project view*

*Now and later. (Change process, important parameters, models, cases, tools, k-transfer and concretization of future solutions to support change process),*

*Put in context how environment will look like (KM, COLLAB and competences co-operation).*

*Put up a case on possible ways to introduce advanced KM tools using MM tools for communication and collaboration.*

*(Best practice and autoimmunization of existing routines may have a contradictive influence on creative design of new solutions).*



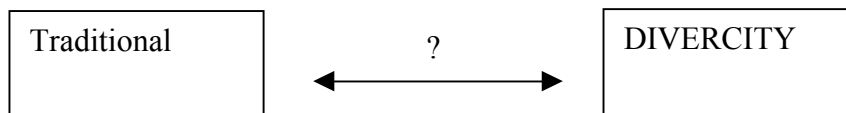
**KM:** Meta information role, general models, system development (contextual design - implementation, one way to achieve better co-ordination between user requirements capture/user interface design and implementation)

How can knowledge be shared within company/project, plus with external suppliers? (possible meta models and their connection, shared meta parameters).

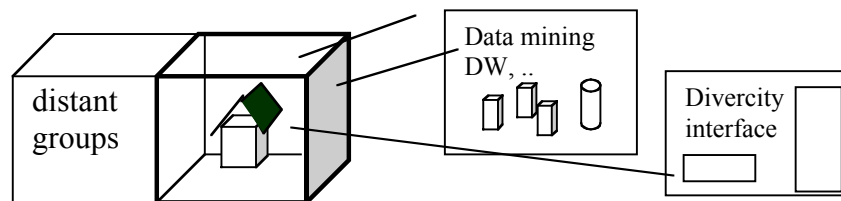
Tools, user req, possibilities,

How is/can (tools for) knowledge be captured, disseminated, in project and with Virtual Workspace support when available. Requirements from usage contexts.

Sketch the knowledge/information flow to support implementations.



**MM:** 3D models on web can be used how (Divercity example to start with) plus collab tools with experiences from MII courses



### **In project practical part:**

Divercity exploitation. VW with demonstration of possible layout and access to supplier information, product models. How can Data warehouses.... be integrated? External competences?

Case: Project web - virtual workspace. Flow of information and components, actors.

Expected environment today. Describe today's situation (from your company viewpoint).

Sketch a distributed KM solution. Components in a 'project-web'

Actors, information flow/digital components, and design tools.

Advanced MM interfaces and collaboration tools.

Ud fra dette oplæg blev følgende problemformulering lavet:



## 2. Problemformulering

Formålet med dette projekt er at finde en sammenhæng hvor data warehouse teknologien kan indgå i forskellige projekter om videnledelse.

I den forbindelse vil der først være en beskrivelse af hvordan man kan udvikle computersystemer. Denne beskrivelse vil primært komme til at handle om Contextual design modellen og de forskellige faser i denne model.

Da jeg arbejder i en videnvirksomhed, vil jeg tage udgangspunkt i de systemer vi har til håndtering af viden og gå videre med hvordan disse systemer kan udvides til at opsamle viden blandt de enkelte medarbejdere.

Da jeg gennem mit job er med i et udviklingsprojekt om videnhåndtering vil jeg tage udgangspunkt i dette konkrete projekt og beskrive hvordan data warehouse teknologien kunne anvendes i det system.

Dette system er udviklet efter contextual design modellen og en af grundpillerne i systemet er standarden IFC. Derfor vil jeg også kort beskrive denne standard.



## 3. Udvikling af systemer

Forretningsverden i dag skifter meget hurtigt. Dette faktum er både en trussel og en mulighed for firmaerne i dag.

De firmaer, der kan se forandringer hurtigt og før deres konkurrenter, vil kunne styrke deres egen forretningsområde inden for de retninger udviklingen går. Det vil give dem en konkurrencefordel frem for deres konkurrenter.

Når man skal udvikle forskellige systemer er det en god ide at bruge en udviklingsmodel. Når man bruger en sådan model bliver man ofte ledt gennem forskellige faser i udviklingen. Det gør at man bliver nødt til at tænke forskellige muligheder igennem.

Der findes forskellige modeller, som er lavet til udvikling af computerbaserede systemer. Én af de modeller, som kan anvendes til dette er Contextual design modellen. Den vil jeg beskrive her.

### 3.1. Contextual design

Forskel på struktureret analyse og contextual design:

Struktureret analyse:

Ved en struktureret analyse starter man med at definere problemet. Derefter kommer en analyse af problemets omfang. Senere kommer design, udvikling og test af det nye system. Til sidst skal det nye system implementeres i virksomheden og som alle andre systemer skal de vedligeholdes.

Contextual design:

Man starter, som i en struktureret analyse, stadig med at definere problemet. Derefter laver man interviews med brugerne af systemet. Disse interviews resulterer i nogle arbejdsmodeller for problemet og disse arbejdsmodeller skal så konsolideres. Derefter omlægger man sit arbejde og designer brugermiljøerne. Så laver man en prototype af det nye system og laver tests på den. Til sidst implementerer man det nye system og der er selvfølgelig også vedligeholdelse af dette system. Der findes forskellige teknikker til interview af personer. Jeg vil ikke komme ind på dem her. Når interviewene er gennemført kan resultaterne indføres i forskellige arbejdsmodeller.

Ofte ligger der mange forskellige interviews fra mange forskellige personer/afdelinger/firmaer til grund for udvikling af systemer. Svarene fra alle disse interviews skal sammenstilles og fortolkes for at få en fælles begrebsforståelse.

Denne fælles begrebsforståelse er vigtig hvis systemet skal kunne bruges af flere personer/afdelinger/firmaer. Med denne fælles begrebsforståelse fokuseres der ikke på de enkelte personer og deres forskelligheder men i stedet på data og den forståelse der er, både af de enkelte data og deres indbyrdes sammenhænge.

Med den fælles begrebsforståelse og alle interviewene som grundlag, opstilles arbejdsmodeller til præsentation af viden på forskellige niveauer og fra forskellige vinkler.

I contextual design analysen findes der 5 forskellige arbejdsmodeller.

Den første model er **flow modellen** til visning af kommunikation og koordination mellem parter.

Den anden model er **sekvens modellen** til visning af de detaljerede arbejdssekvenser.

Den tredje model er **artifakt modellen** til visning af de fysiske ting til understøtning af arbejdet.

Den fjerde model er **kultur modellen** til visning af de indskrænkninger der er på arbejdet med hensyn til virksomhedspolitik, -kultur eller -værdier.



# Videnledelse og data warehousing

*Master i Informationsteknologi, Industriel IT – 2. år, AAU, IT i Byggeriet*

---

Den sidste model er den **fysiske model** til visning af hvordan arbejdet har sammenhæng med omverdenen.

I de følgende afsnit vil de enkelte arbejdsmodeller blive gennemgået med to gennemgående eksempler. Det ene eksempel er så simpelt, som at skrive og sende et brev. Det andet eksempel er mere kompliceret. Det drejer sig om beregning af kunstig belysning i bygninger. Dette eksempel er valgt, da det har sammenhæng med Divercity (se beskrivelse af Divercity senere i rapporten).





## 3.1.1. Flow modellen

For at udføre en given opgave deles opgaven i mindre delopgaver. Ansvar for disse delopgaver fordeles på forskellige roller. Disse roller fordeles mellem et antal personer, der koordinerer deres indsats, således den endelige løsning af opgaven stemmer overens med den stillede opgave.

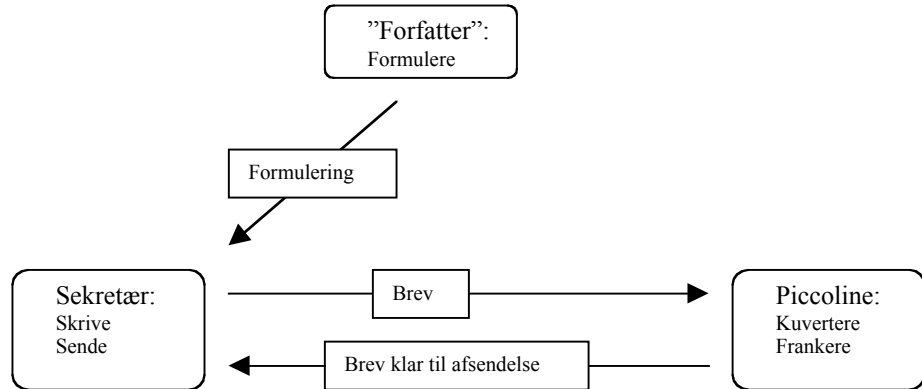
Antallet af delopgaver, roller og personer afhænger af den konkrete opgave.

” Intet rigtigt arbejde sker isoleret” (frit efter Beyer s. 90)

For eksempel hvis det drejer sig om at skrive og sende et brev (~opgave), skal det formuleres (~delopgave), skrives (~delopgave), kuverteres (~delopgave), frankeres (~delopgave) og sendes (~delopgave). Alle disse delopgaver kan udføres af én person. Det er dog også muligt, at dele opgaverne ud mellem flere personer.

Eksempelvis kan én person formulere brevet, en anden person kan skrive og sende det og en tredje person kan kuvertere og frankere brevet.

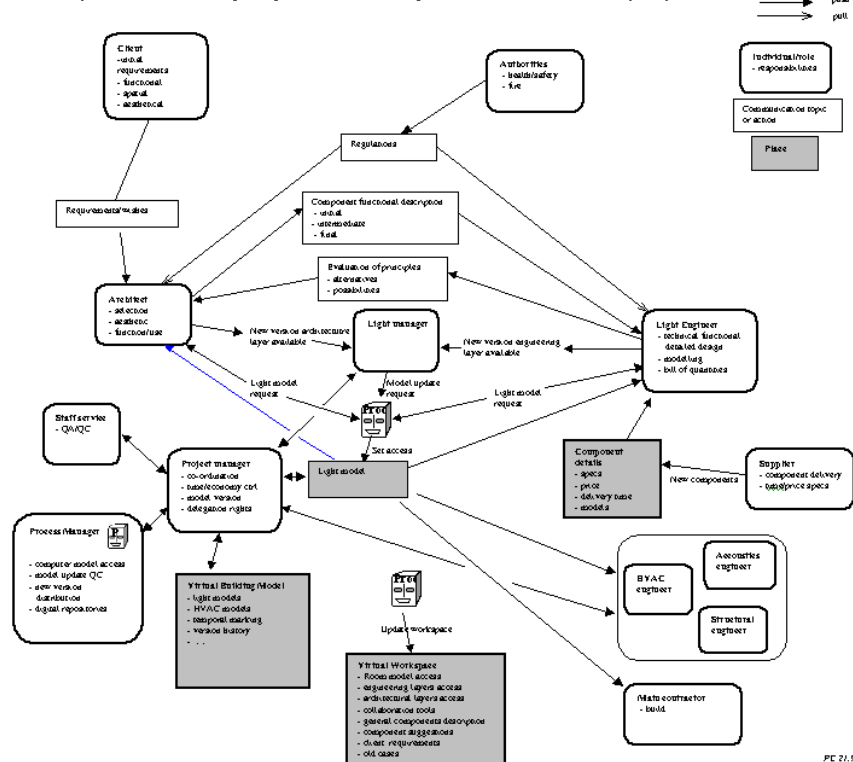
I andre tilfælde, når opgaverne er mere komplicerede, er det ikke muligt for én person at lave alle delopgaver. Det kan eksempelvis være ved beregning af belysning i bygninger. Denne form for komplekse opgaver kræver deltagelse af flere personer. Det



RAA 04.2001

Figur 3.1 Flow model for at skrive og sende et brev

Top level work flow lighting model from many simultaneous individual perspectives



PC 21.9 2000

Figur 3.2. Flowmodel for beregning af lys i bygninger (Divercity)



# Videnledelse og data warehousing

*Master i Informationsteknologi, Industriel IT – 2. år, AAU, IT i Byggeriet*

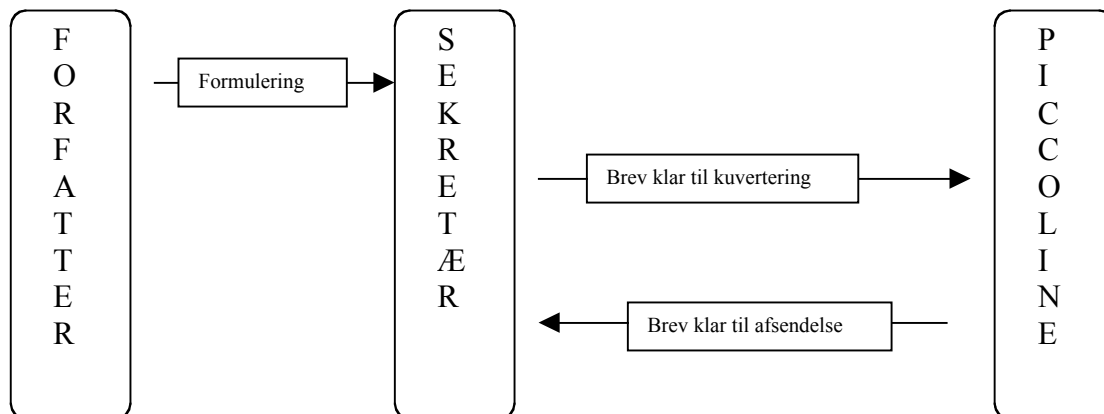
---

drejer sig eksempelvis om brugeren af bygningen (hvad skal bygningen bruges til?), arkitekt (hvilket helhedsindtryk skal bygningen have?, belysningsprincipper?), leverandører (hvad kan leveres?), myndigheder (hvad siger lov/regulativer m.m.), ventilationsingeniør (hvor kan belysningsarmaturerne placeres i forhold til ventilationsarmaturerne?), konstruktionsingeniøren (er der plads til at indbygge armaturer i loftet/væggen?), akustikingeniøren (hvor kan belysningsarmaturer placeres i forhold til akustikregulerende materiale?) og belysningsingeniør (hvordan koordineres alle oplysninger til én løsning?)



## 3.1.2. Sekvens modellen

Når en given opgave bliver stillet, udvikler den sig med tiden. I starten er der kun få oplysninger om opgavens løsning, men efterhånden kommer man nærmere og nærmere en samlet løsning.

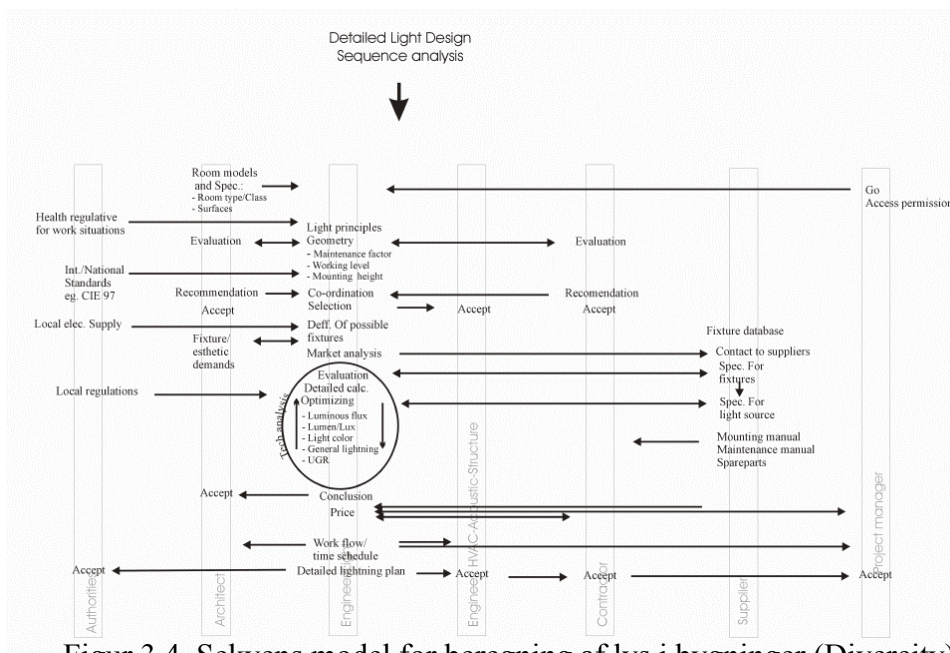


RAA 04-2001

Figur 3.3. Sekvens model for at skrive og sende et brev

”Fra en persons synspunkt er alt arbejde en serie af aktioner” (frit efter Beyer s. 97)

De forskellige delløsninger kommer ikke i tilfældig rækkefølge, men de har ofte en given rækkefølge (sekvens). Man kan for eksempel ikke skrive et brev før det er formuleret. Man kan heller ikke kuvertere det før det er skrevet. Denne form for bindinger kan illustreres i en sekvens model.



Figur 3.4. Sekvens model for beregning af lys i bygninger (Diversity)

Eksemplet med brevskrivning er enkelt, men hvis

opgaverne bliver mere komplicerede, vil nogle delopgaver være sideløbende. Det er for eksempel tilfældet med lysberegningsopgaven. Et eksempel på en sekvensmodel for denne opgave er illustreret i ovenstående figur. Som det ses, er der flere delopgaver og nogle af dem forløber på samme tid.



### 3.1.3. Artifakt modellen

Mennesker laver, bruger og ændrer ting for at udføre en given opgave.

*”Artifakter gør kunders begrebsforestillinger konkrete”* (frit efter Beyer s. 103)

De ting de bruger bliver til ”artifakter”. Disse ting har hver deres egen historie, der hører til opgaven, og hver artifakt bruges til flere opgaver. Det kan i brevskrivningseksemplet være den måde brevet er stillet op på specielt brevpapir (en fastlagt firmastandard). Det kan også være mere uformelle ting som at forfatteren skal godkende eller rette brevet inden det bliver sendt.

I det mere komplicerede eksempel med beregning af kunstig belysning i bygninger, kan artifakter være information fra de forskellige aktører (arkitekt, leverandører, ventilationsentreprenør m.fl.), forskellige værktøjer til simulering, kommunikation m.m.

Alle disse artifakter fortæller systemudvikleren noget om hvilke funktioner, der skal være tilgængelige i systemet. Ud over funktionerne kan man knytte egenskaber til de enkelte funktioner. Disse egenskaber kan for begge eksempler for eksempel være generel/specifik, synkron/asynkron. I breveksemplet kan det være, at der er flere forskellige brevtyper (~opsætning af brev) alt efter hvem modtageren er (kunde, myndigheder, medarbejder).

I belysningseksemplet kan det være hvilke rettigheder den enkelte bruger har (læse, gemme, slette, ændre).

### 3.1.4. Kultur modellen

Den måde folk bruger artifakterne på afspejler deres virksomhedskultur. Det drejer sig blandt andet om virksomhedsværdier og –politik.

*”Kultur modellen siger de ord folk tænker men ikke siger”* (frit efter Beyer s. 112).

Hvis man eksempelvis skal udvikle et computersystem, skal man sikre sig hvilken målgruppe man vil udvikle systemet til.

I breveksemplet skal man eksempelvis gøre formatering af tekst tilgængelig, hvis systemet skal anvendes af folk der gerne selv vil formatere deres breve.

Hvis brugeren er fuldstændig ligeglad med disse funktioner skal de ikke vises, da det blot vil forvirre.

Det samme gælder i princippet for belysningseksemplet: Hvis brugeren af systemet (eksempelvis leverandøren) ikke har brug for visse oplysninger (eksempelvis placering af ventilationsarmaturer og akustikregulerende felter) behøves de ikke at blive vist for ham. Det kan forvirre mere end det gavner.

Der kan også være brugere, der skal have det hele præsenteret på samme tid for at koordinere de enkelte ting. Det kan så være, at detaljeringsgraden er mindre end hvis det kun var enkelte emner der blev præsenteret.

Kultur modellen indeholder også de ting, man ikke umiddelbart kan læse sig til i en virksomhed.

Det kan eksempelvis være, at der er et hierarki i virksomheden, som ikke stemmer overens med det officielle ledelseshierarki.



## 3.1.5. Den fysiske model

Alt arbejde foregår i et fysisk miljø. Miljøet består af nogle ting, som enten støtter arbejder eller er i vejen.

På en almindelig kontorarbejdsplads indgår alle fysiske ting i den fysiske model. Det gælder for eksempel hvordan en printer er placeret fysisk i forhold til ens arbejdsplads, hvordan er ens kolleger placeret eller er de oplysninger man har brug for organiseret i ringbind eller er det elektronisk lagret med adgang fra computeren.

*”Se efter hvordan folk ignorerer vægge eller ”laver” vægge som ikke er der”* (frit efter Beyer s. 118).

I den fysiske model skal man fokusere på de ting, som er vigtige for arbejdet, både de ting, som støtter men også de ting som står i vejen, eksempelvis en papirkurv, man hele tiden skal træde over. I breveksemplet kan de fysiske ting være den fysiske afstand mellem sekretæren og piccolinen som de skal bevæge sig eller forfatteren sidder i sit eget kontor med lukket dør.

I belysningseksemplet kan det være hvilke fysiske lokaliteter de enkelte parter har tilrådighed, eller hvordan leverandørens data er lagret, som papirkataloger eller som aktive dokumenter på sin hjemmeside.

## 3.1.6. Konsolidering

De fem nævnte arbejdsmodeller fokuserer på forskellige ting i en given opgave løst af forskellige personer. Hvis man sammenholder alle oplysningerne i alle modellerne, vil man have et sammenhængende billede af hvordan en gruppe personer løser en opgave. Man skal se efter de fælles mønstre og strukturer uden at miste den individuelle variation.

*”Udfordringen er at designe et system til en folkemængde men møde den enkeltes behov”* (frit efter Beyer s. 139)

I løbet af konsolideringsfasen udvikles ”affinity” (~slægtsskabs) diagrammer. Disse diagrammer samler alle oplysningerne hierarkisk således man opsummerer de enkelte underliggende lag (~slægter) i hierarkiet.

Sammen med de fælles arbejdsmodeller udgør slægtskabsdiagrammerne nu det endelige grundlag for hvilke personer systemet skal udvikles til og hvilke funktioner systemet skal have.

## 3.1.7. Omlægning af arbejde

Efter de fælles modeller kigger man på hvordan et computerbaseret system kan udføre de arbejdsopgaver, som er tiltænkt systemet. Man tager ikke udgangspunkt i, hvad systemet kan, men i hvad man gerne vil have systemet til at lave (~vision).

*”Pludselige ændringer i arbejdet kommer af en kontinuerlig udvikling.”* (frit efter Beyer s. 217)

For at folk kan kommunikere denne vision med andre, kan den opstilles i tegneserieform (~storyboard). Disse tegneserier fortæller noget om *hvordan* folk gerne vil kommunikere med systemet, og *hvad* de forventer systemet skal gøre for dem.

## 3.1.8. Design af brugermiljøer

Ud fra de arbejdsmodeller og storyboards, der nu foreligger lavet skal man udvikle brugermiljøerne.



Det er specielt storyboards der fortæller noget om hvordan brugerne vil kommunikere med systemet og hvad de forventer systemet skal gøre.

I denne fase kan man komme meget ind på brugervenlighed og tilgængelighed (usability). Det er beskrevet kort senere i rapporten.

### **3.1.9. Prototype**

Ofte laver man blot en prototype af systemet på et stykke papir.

Der kan man let ændre på de ting systemudviklere og fremtidige brugere af systemet finder på.

*”Målet: kontinuerlig iteration og udvidelse”* (frit efter Beyer s.367)

Denne del af designet er den sidste før selve programmeringen, så det er vigtigt, at brugere og systemudviklere er enige om, hvad systemet skal kunne og hvordan.

Som det fremgår af ovenstående tekst, er design af systemer en stor del af arbejdet for at udvikle systemer. Erfaringer viser også, at jo tidligere i forløbet man kan afsløre fejl og mangler, jo lettere og billigere er de at rette.

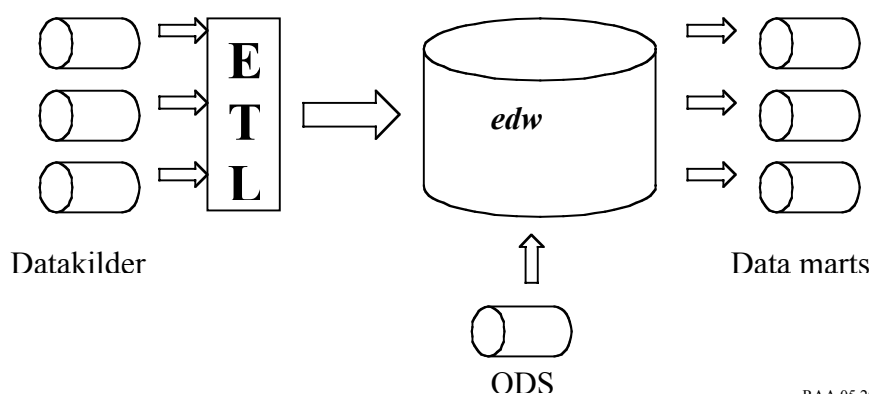


## 4. Data warehouse teknologi

I dette afsnit er der en kort beskrivelse af de elementer, der ligger til grund for data warehouse teknologien. Dette afsnit er sammendrag af nogle af afsnittene i den fælles rapport ”Strukturering af data til analyseformål”. Hvis man ønsker en grundigere gennemgang af de enkelte elementer i data warehouse teknologien henvises til den rapport.

Et data warehouse består af en række forskellige komponenter:

- Datakilder, der består af komponenter, der genererer data eksempelvis fra en proces. Disse datakilder kan være uafhængige af hinanden, således data i de enkelte datakilder ikke har forbindelse med de øvrige.
- ETL (Extraction, Transformation, Load). Dette programlag trækker data fra datakilder og flytter dem ind i et data warehouse. I dette lag foretages eksempelvis udregninger med data fra flere datakilder og dataene tilrettes efter nogle forud definerede kriterier. Det er også i dette lag metadata tilføjes.
- Selve midten af et data warehouse system er lagret, hvor de transformerede data gemmes. Denne del kaldes enterprise data warehouse (edw). Dette lag modtager kontinuerligt data fra ODS- og ETL-laget. I dette lag kan data ikke ændres. De kan kun indlægges, læses eller slettes.
- ODS-laget (operational data store) er en kombination af datakilde og edw. I dette lag kan data opdateres (som en datakilde), men data foreligger også som udregninger og integrerede data (som et edw).
- Data marts er det sted hvor de fleste brugere tilgår data warehouse systemet. Dette lag er struktureret efter funktioner eksempelvis salgsafdeling og produktion. Dette lag trækker data ud af edw, og er formet efter de krav de enkelte brugere af systemet stiller.



RAA 05.2001

Figur 4.1. De forskellige lag i et data warehouse system.



## 5. Videndeling i COWI

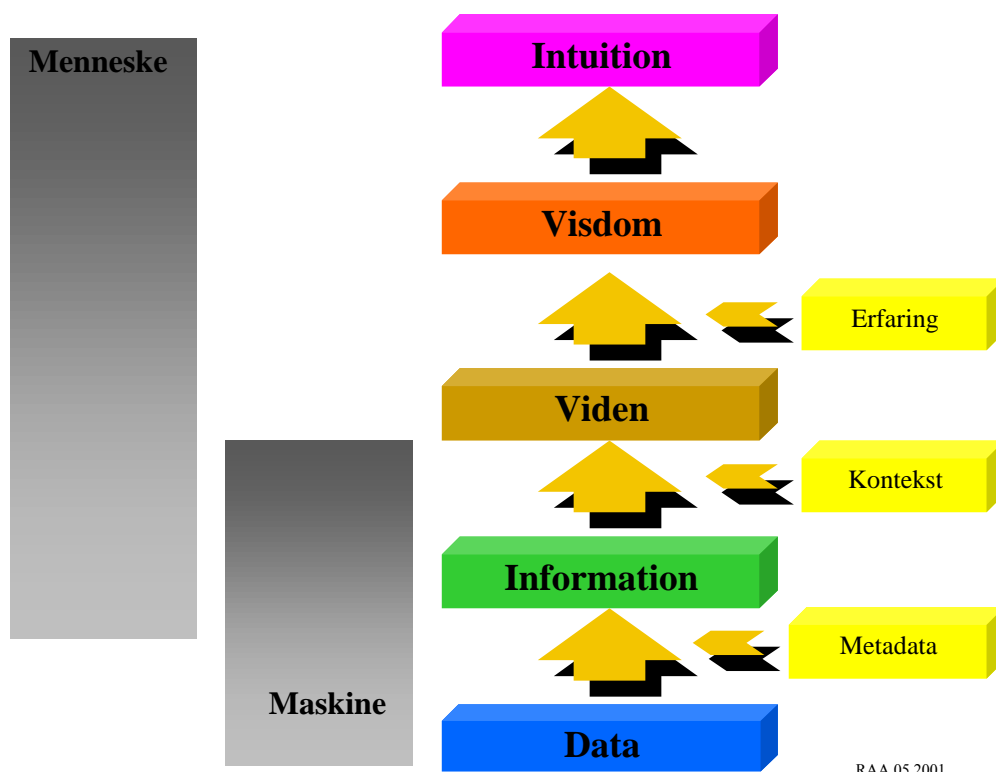
I dette afsnit vil jeg komme ind på, hvad viden er, og hvilke systemer der kunne udvikles for at gøre viden mere tilgængelig i COWI.

COWI er en rådgivende ingeniørvirksomhed, det vil sige en videnvirksomhed, som lever af at sælge viden. Derfor er der stor fokus på videnledelse.

For at give en ide om, hvilke systemer COWI har til at formidle og dele viden, er der først en kort beskrivelse af hvilke systemer der er til rådighed på nuværende tidspunkt.

### 5.1. Hvad er viden?

Data er alle de ting, der kan opsamles på forskellige måder i et system. Det kan eksempelvis være enkelte tal, tekstdokumenter, videosekvenser osv. der opsamles af forskellige sensorer. Informationer er data der er samlet og sat i system. Viden er informationer der er sat ind i en kontekst. Visdom er viden der sammenholdes med erfaringer. Intuition er en umiddelbar opfattelse af en sammenhæng uden forudgående logik.



Figur 5.1. Fra data til intuition

RAA 05.2001

Maskiner kan bruges til opsamling af data og bearbejdning af data til informationer. For at få viden ud af informationerne skal de indsættes i en kontekst. Det er maskiner ikke umiddelbart i stand til. Maskiner har dog den fordel frem for mennesker at de er meget mere effektive til opsamling og bearbejdning af data, da det oftest er sat i system.

Da maskiner ikke umiddelbart kan udlede viden ud fra en række informationer må mennesker tage over derfra. Grunden til at jeg skriver "umiddelbart" er at neurale netværk med tiden vil kunne udlede viden af informationer.

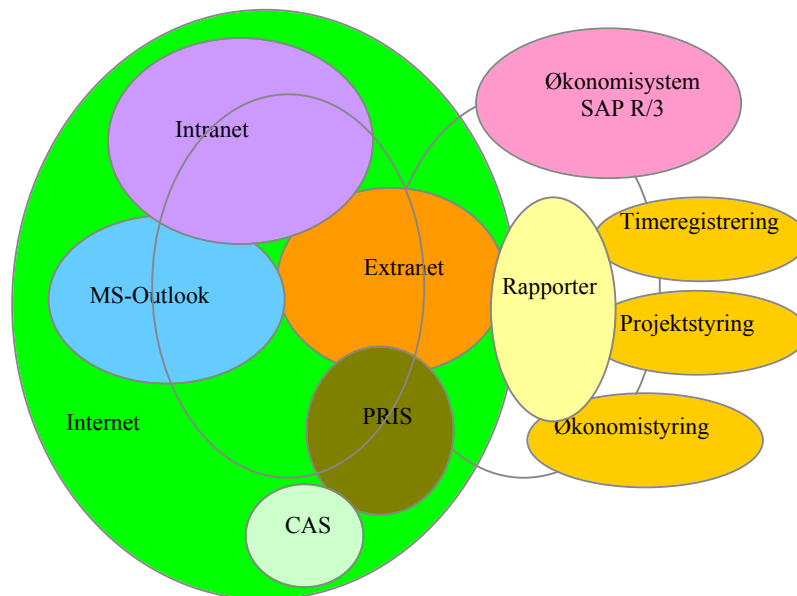




Mennesker har den evne at kunne udlede viden ud fra informationer og måske endda få visdom på nogle områder. Nogle mennesker kan bruge deres intuition til at få ”viden”.

## 5.2. Nuværende systemer

På nedenstående figur er der er oversigt over hvilke systemer der er på nuværende tidspunkt i COWI og hvordan de er forbundet med hinanden.



Figur 5.2. Systemopbygning for COWI's videndeling (Jens Ove Skjærbæk)

### 5.2.1. SAP R/3

Dette system bruges til projektstyring. I dette system oprettes projekter af udvalgte ”superbrugere”. Når sagen er oprettet kan projektlederen bruge systemet til monitorering og styring af projektet. Alle medarbejdere på projektet konterer timer direkte på projektet og økonomiafdelingen kan fakturere fra systemet.

Ud over projektstyring bruges systemet også til dataanalyse. Det vil sige, at man kan få nøgletal og præsentationsmål frem for hver afdeling, hver medarbejder eller hvert projekt på baggrund af de data der ligger i systemet.

### 5.2.2. CAS (Customer Action System)

Dette system anvendes til markedsføring og salgsaktiviteter. Oplysninger i dette system lægges ind manuelt af de personer der har en salgsfunktion eller kundekontakt. Oplysningerne kan eksempelvis være kundedata og kundekontakter. Disse oplysninger gøres tilgængelige således markedsføringsindsatsen overfor de enkelte kunder koordineres internt i firmaet mellem de enkelte afdelinger og divisioner.

Det har en synergieffekt, at der er mange afdelinger og divisioner på samme marked.



## 5.2.3. Intranet

Dette system anvendes til generel informationsformidling. Der er blandt andet en opslagstavle, hvor de vigtigste nyheder bliver offentliggjort.

Alle medarbejdernes CV'er tilgængelige på intranettet. Man kan søge både på navne og kompetenceområder.

Derudover bruges systemet til formidling af Best Practice. Disse Best Practices er placeret i de enkelte divisionernes værktøjskasser. For at komme i værktøjskassen skal materialet først godkendes af den ansvarlige fagkoordinator. Det er en person, som er ansvarlig for, at den viden der er tilgængelig for de enkelte fag nu også er det bedste der er tilgængeligt på det pågældende tidspunkt.

Da der er en formel godkendelsesprocedure med kontrol og godkendelser, går der også noget tid fra emnet er udviklet til det bliver tilgængeligt som Best Practice.

## 5.2.4. PRIS (Project Information System)

Dette system anvendes til kombineret af data og informationer fra SAP, CAS og intranettet. Det er et system, som kun kan anvendes til at læse i de enkelte systemer, mens man i de andre systemer som SAP og CAS kan lægge oplysninger ind i de enkelte systemer. Systemet kan kombinere data fra eksempelvis SAP om et konkret projekt og en konkret persons CV.

## 5.2.5. MS Outlook

Dette system anvendes til kommunikation og informationsformidling. Det er muligt at sende og modtage email og fax direkte fra sin arbejdsstation. Det er også muligt eksempelvis at bestille ressourcer som firmabiler og mødelokaler i systemet.

## 5.2.6. Extranet

Dette system anvendes til kommunikation mellem eksterne brugere af systemerne og de enkelte systemer. Der anvendes VPN (Virtual Private Network) til kommunikation mellem eksterne brugere og interne systemer. Alle fastansatte medarbejdere kan, hvis de ønsker det, få adgang til systemerne fra deres hjemmecomputere. På nuværende tidspunkt er det muligt at anvende systemerne Outlook, Intranet, CAS og PRIS. I løbet af år 2001 er det planlagt, at der vil der blive adgang til SAP og projektservere/projektwebs via extranettet.

Der er i nuværende periode ved at blive installeret ISDN/ADSL forbindelser hos en del medarbejdere. Det vil gøre det lettere at komme i kontakt med de forskellige systemer hjemmefra. En anden gruppe, der benytter fjernopkobling til netværket, er rejsende medarbejdere både i udlandet og i Danmark. Oftest benytter de deres bærbare computer og en mobiltelefonforbindelse eller en fast forbindelse eksempelvis på et byggepladskontor.

## 5.3. Ønskelige systemer

Som det ses, er de fleste af de nuværende systemer beregnet til projektstyring, administration og kommunikation.

Det eneste der er direkte projekteringsrelateret videndeling er Best Practices, de faglige netværk og CV'erne på intranettet.



## 5.3.1. Best Practice

Der er både fordele og ulemper ved at anvende best practice.

Fordelene består blandt andet i, at de enkelte medarbejdere kan bruge en standard og ikke skal ”genopfinde hjulet” hver gang der skal laves et nyt projekt. Det betyder, at der er færre fejlmuligheder, og skal der bruges mindre tid (~penge) på at lave projektet. Best practice er et udtryk for den erfaring (~viden) der er i firmaet om det pågældende emne. Den tager højde for en stor del af de problemer, man skal være opmærksom på.

Da best practice er erfaringsviden, er det afprøvet i tidligere projekter med succes. Det betyder, at det er ”gammel” viden man anvender, og derfor opfordrer brugen af best practice ikke til kreative og nye løsninger.

Derfor er det vigtigt, at holde sine best practices opdateret for at det kan bruges til noget. I de fleste områder går udviklingen så stærkt, at best practice er forældet i løbet af kort tid (< 1 år), hvis ikke den bliver opdateret. Da selve tilblivelsen og godkendelsesproceduren er tidskrævende, skal der bruges mange ressourcer på at holde best practice opdateret.

## 5.3.2. Data warehouse som videnhåndteringsværktøj

Til at holde best practices opdateret kunne man anvende et system til opsamling af viden blandt medarbejderne. For at et system er opdateret, skal det være dynamisk og for at et system skal være effektivt skal det være automatiseret.

Til dette formål kan man eksempelvis anvende data warehouse teknologien, da denne teknologi opfylder kravene til både dynamik og automatik. Denne teknologi er kort beskrevet i foregående afsnit.

Som datakilder kunne være følgende:

Alle medarbejdere lægger data ind om de enkelte projekter. Det kan eksempelvis være hvilke ydelser og bygningsdele består det pågældende projekt af.

I ETL-laget kunne extraction bestå i enten at de enkelte medarbejdere manuelt lægger data ind i systemet, eller at systemet udtrækker væsentlige informationer af dokumenterne. De væsentlige informationer kan den enkelte medarbejder definere i dokumentet som stikord og metadata om dokumentet.

Transformationen kan bestå i at de forskellige dokumenter får en fælles opsætning mht. skrifttype, afsnitsnummerering osv. I dette lag kan der også tilføjes flere oplysninger (metadata) om dokumenterne.

Edw-delen kunne være et standard værktøj fra Oracle eller lignende til håndtering af dataene. Det er en fordel at bruge standardværktøjer så langt hen af vejen som muligt, så man ikke selv skal vedligeholde grundsystemerne. Det eneste man skal lave er en overbygning, som kan køre på et standard system. Det gør, at når der kommer opdateringer på de store grundsystemer, skal man kun opdatere de små applikationer, som kører ovenpå systemet.

Det er faktisk det der er gjort med SAP: Det er en standardpakke, som der er bygget nogle applikationer på, som er specifikke for COWI.

Det skønnes ikke nødvendigt med ODS-funktionen i systemet, da alle data til edw skal igennem ETL-laget for at blive strukturerede og få metadata indlagt.



Datamarts vil være den tilgang alle medarbejdere vil få til systemet.

Det kan være fagspecialister, som skal vide noget bestemt om et specifikt emne eksempelvis en broekspert, som skal vide noget om at lave en pylon til en lang hængebro, hvor der er vanskelige bundforhold for fundering.

Det kan også være den almindelige adgang, hvor en medarbejder skal lave et projekt, hvor man normalvis ville have taget udgangspunkt i de best practices, som var for det pågældende emne. Nu får denne medarbejder adgang til mange andre informationer om dette emne. Det betyder, at hvis systemet er opdateret og fungerer automatisk, som forudsat tidligere, vil projekterne blive fagligt bedre og hurtigere lavet.

For at opnå disse to parametre, skal der dog investeres i udvikling af systemet til håndtering af alle disse forhold.

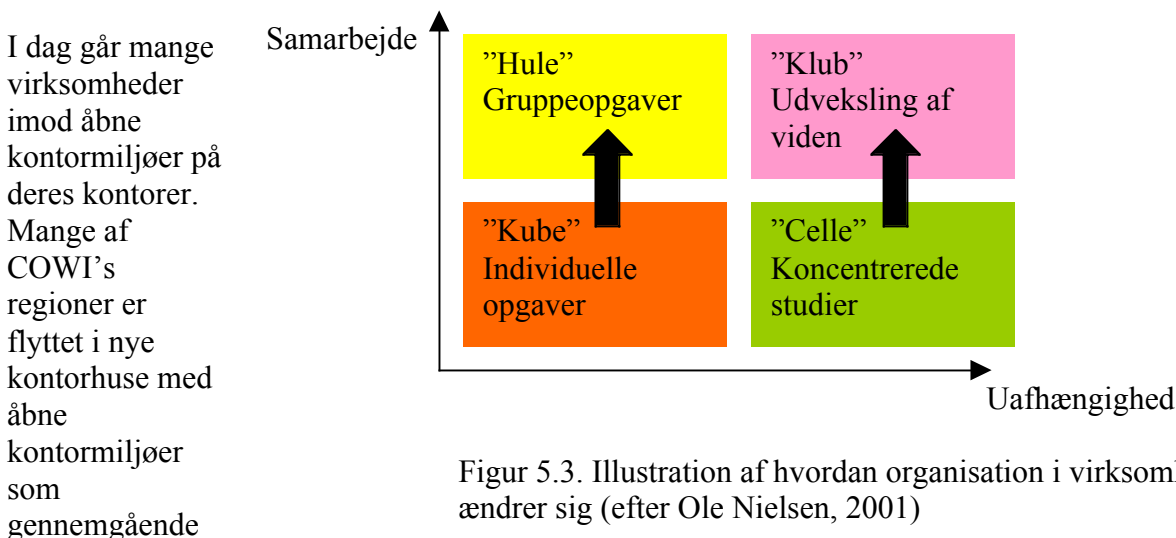
Man skal i den forbindelse være opmærksom på, at man skal udvikle systemet, så det kan "tale" sammen med alle de andre systemer man har allerede.

Det kan eksempelvis gøres med det som populært kaldes "middleware".

Det er programmer (software), som binder forskellige systemer sammen som normalvis ikke kan kommunikere sammen, men som hver især har data som kan bruges til kombination og på den måde finde nye sammenhænge.

I data warehouse teknologien tages der hensyn til det, da de forskellige datakilder kan være af forskellige formater (tekstdokumenter / billeder / videosekvenser) og fra forskellige systemer (relationsdatabaser / multidimensionelle databaser). I transformationsprocessen bliver dataene fra datakilderne "ensrettet" og der bliver tilføjet metadata.

Der vil så være mulighed for at udføre datamining og finde nye kombinationer og sammenhænge af data. Begrebet "datamining" er beskrevet i det fælles projekt.



Figur 5.3. Illustration af hvordan organisation i virksomheder ændrer sig (efter Ole Nielsen, 2001)

tema. Det har blandt andet resulteret i, at medarbejderne har ændret kommunikationsvaner og der opstår spontane afklarende møder. Da der ikke er vægge eller høje reoler mellem de enkelte skriveborde, har de enkelte større overblik og bedre kendskab til andres problemer. Det gør også, at viden (~tacit) deles lettere og dermed løses problemerne hurtigere.



## 6. IFC

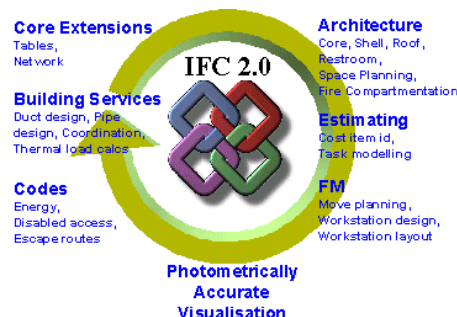
I dette afsnit vil jeg gennemgå nogle ting om de facto standarden IFC med eksempler.

IFC står for "Industry Foundation Classes". Det er en standard som IAI (International Alliance for Interoperability) står bag. IAI er en nonprofit organisation der skaber rammerne for udveksling af data mellem programmer inden for byggesektoren. Idéen bag IAI er, at det gælder om at kunne udnytte data på tværs af computerprogrammer i byggebranchen. Flere softwareleverandører bl.a. AutoDesk, Bentley og ArchiCAD har allerede produkter, der er i stand til at arbejde med data defineret af IAI.

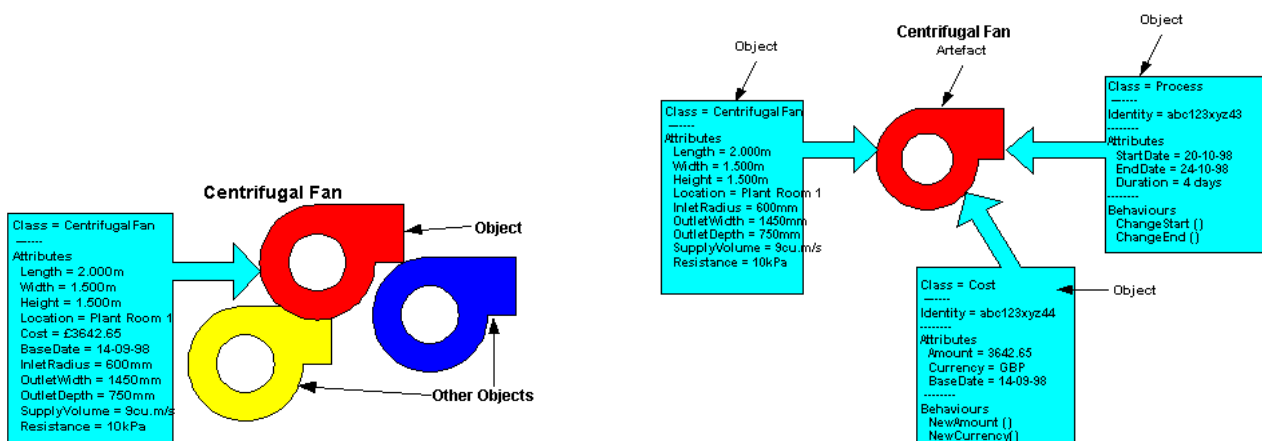
Det er ikke alene tanken, at IFC skal erstatte den hidtidige praksis med udveksling af data mellem parter i byggesektoren, hvor der typisk benyttes f.eks. AutoDesks DWG og Microsofts Word formater.

IFC er en standard, som beskriver forskellige fysiske dele i en bygning på elektronisk form som objekter. Det kan eksempelvis være vægge, døre, tag, ventilationskanaler ventilatorer. Denne standard har en datastruktur, der gør det muligt at udveksle specifikationer mellem forskellige applikationer.

Hver specifikation kaldes en "klasse", som er en objektorienteret programmeringskomponent til definition af objekter. Disse klasser har nogle fælles egenskaber (=attributter), for eksempel har klassen "dør" den egenskab, at den kan åbnes og dermed får man adgang til et nyt område (rum).



Figur 6.1. Indhold af IFC 2.0 (IFC 2.0)

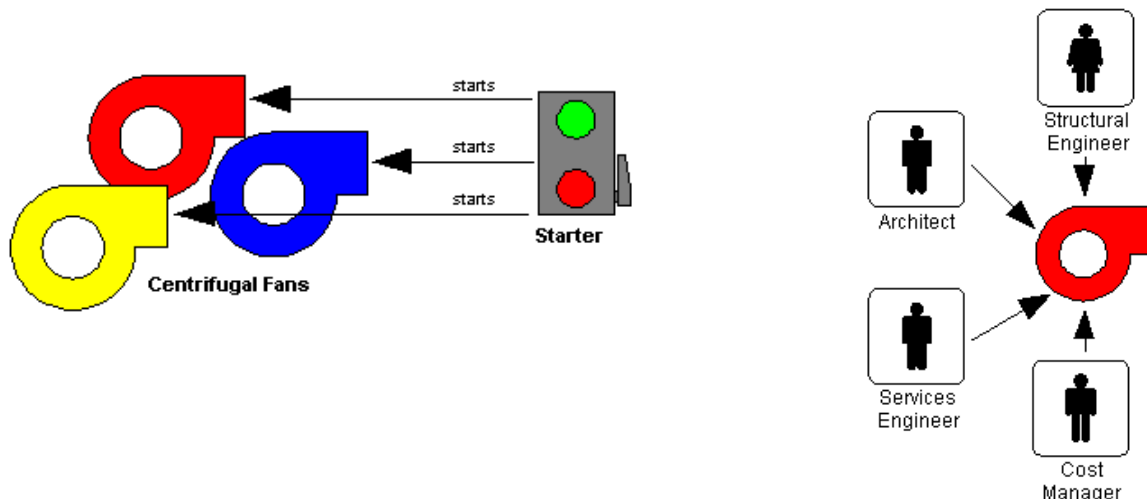


Figur 6.2. Eksempler på ventilatorer som IFC klasse med forskellige egenskaber (IFC 2.0)

Et andet eksempel er en ventilator. Nogle af egenskaber er ens for flere ventilatorer, men der er også nogle som er specifikke. Det kan eksempelvis være placeringen i et bestemt anlæg, der betjener nogle specificerede rum.



Ud over de fysiske egenskaber (mål, kapacitet m.m.) kan man også lægge mere abstrakte egenskaber ind i klassen såsom kostpris, serviceintervaller og installationsvejledning.



Figur 6.3. Eksempel på relationer og interfaces til klasser (IFC 2.0)

Ud over egenskaber kan der også knyttes relationer mellem de forskellige klasser. For eksempel kan man knytte et betjeningspanel til ventilatoren således ventilatoren starter, når betjeningspanelet aktiveres.

Der kan også knyttes forskellige interfaces til klasserne. Det kan i ventilatoreksemplet være adgang for forskellige brugere. En arkitekt er måske interesseret i størrelse og design, mens konstruktionsingeniøren er mere interesseret i vægten.

IFC spås af mange til at være den standard, som vil blive gældende for alle nye tegnesystemer. Det er nu engang sådan med de facto standarder at de kun bliver en succes, hvis de store firmaer bakker op om projektet og implementerer det i deres programmer. Da de tre store udbydere af cadprogrammer, AutoDesk, Bentley og ArchiCAD udbyder programmer til standarden, vil den have en chance for at overleve. For at få succes kræver det dog, at de går helhjertet ind i projektet. Ud over de store udbydere, er der mange mindre firmaer, der udvikler programmer til IFC. Det drejer sig eksempelvis om VTT (<http://www.vtt.fi>) fra Finland, som blandt andet har lavet en 4D simulator til visualisering af byggeriets faser, såsom udstøbning af kælder, oplægning af bjælker, opsætning af betonelementer m.m. Et andet firma er TAC (<http://tac-global.com>), som er et traditionelt automatikfirma, har udviklet et system til opsamling af dokumentation i store automatikanlæg. Dette system bygger på data warehouse teknologien og er kompatibelt med IFC-komponenter som input.

Man kan tage et andet eksempel på en de facto standard for standardisering af kommunikation mellem bygningsautomatik, LON-works fra Echelon ([www.echelon.com](http://www.echelon.com)). Den har også eksisteret i en del år, men det er først inden for de sidste fem til otte år hvor de store udbydere indenfor bygningsautomatik (TAC, Honeywell og Johnsson) har implementeret den helhjertet og store IT-firmaer som Lucent Technologies og AT&T har udviklet komponenter at det hele har taget fart.



## 7. Divercity

I dette afsnit vil jeg komme ind på et udviklingsprojekt, som hedder Divercity (Distributed Virtual Workspace for Enhancing Communication within the Construction Industry).

Det er et IST-EU udviklingsprojekt, der har til formål at lave nogle værktøjer til kommunikation mellem parterne i byggeprojekter. Projektet har til formål at udvikle en prototype af et virtual workspace til kundeorientering (client briefing), design gennemgang /kontrol (design review) og simulation af byggeprocessen (construction simulation). Disse værktøjer benytter sig blandt andet af et virtuelt arbejdsrum (~virtual workspace (VW)).

Systemet er udviklet efter contextual design modellen. Det er blandt andet fra dette projekt eksemplerne er taget fra i det tidligere afsnit om contextual design. I Divercity er der anvendt IFC som standard for de forskellige komponenter i en bygning.

Der udvikles en kerne, hvorpå der kan sættes forskellige applikationer. I projektet udvikles der applikationer til akustisk-, termisk- og belysningssimulering. Derudover er der en 4D (3D + tid) simulator til simulering af et byggeris faser og en simulator til pladsplanlægning (i projektets tilfælde er det en byggeplads).

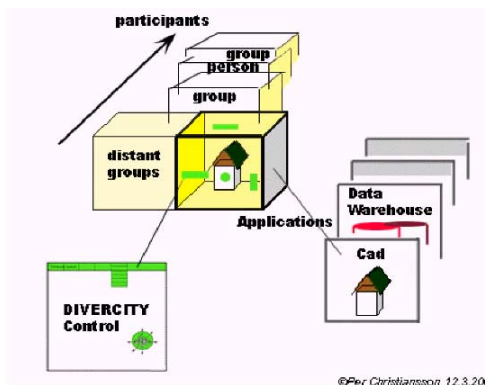
### 7.1. Virtual workspace

Definition af Virtual workspace (VW):

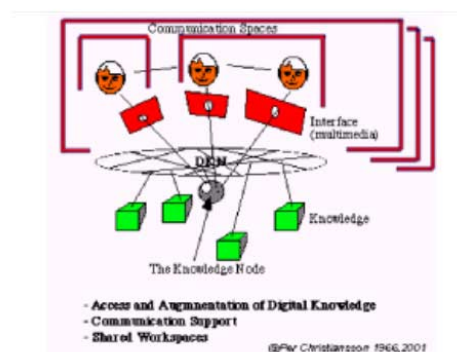
*"Virtual workspace er et designrum designet til at passe ind i nye og eksisterende design praksis. VW kan være et "mixed reality" miljø. VW er vært for alle design partnere fra starten af projektet med forskellig adgang og synlighed (for personer og grupper) i rum og tid i forhold til projektet og vil arbejde for at opbygge fælles værdier i projektet. VW er som et kommunikationsrum med projektinformations støtte i tilpassede synlighedsrelser. VW giver adgang til generelle og specifikke værktøjer til ICT (Information and Communication Technology)." (Frit efter P. Christiansson 2001)*

### 7.2. Multimediale design

For at arbejde i det virtuelle arbejdsrum kræver det nogle værktøjer til at holde styr på hvem der må hvad, hvem der har lavet hvad



Figur 7.1. Model af Divercity (P. Christiansson 2001)



Figur 7.2. Eksempel på videnknode og kommunikationsrum (P. Christiansson, 2001)





og til hvilken tid osv.

For at holde styr på informationerne kan man anvende videnknuder, som vist i figur 7.2.

Videnknuder er de indgangspunkter der er til forskellige informationer. Disse informationer kan være lagret i ”metabeholdere”.

Man kan arbejde sammen på samme eller forskellige steder, på samme eller forskellig tid og i mere eller mindre virtuelle miljøer.

Til støtte for kommunikationen i et system kan man anvende forskellige værktøjer.

Det kan være simple tekstsystemer som mail (~asynkron) og chat (~synkron). De kan så udvides med vedhæftning af filer, video, lyd og ”application sharing”.

Disse systemer (på nær video) kan køres på en almindelig kontor PC med almindelig modemopkobling som netforbindelse.

Det er også muligt, at anvende videokonference som kommunikationsform. Det er mere effektivt end mail og chat, da man både kan se og høre hinanden synkront, men det stiller også større krav til udstyr og netforbindelse. Eksempelvis storskærm, bedre kamera og væsentlig større båndbredde end en almindelig modemopkobling kan levere.

Det næste trin på vejen indenfor kommunikation er virtual reality. Dette trin består af flere forskellige teknikker, eksempelvis screen og cave (Cave Automatic Virtual Environment). Screenen kan fortrinsvis anvendes til præsentation af ting. Tilskuerne sidder foran en stor buet skærm med specielle 3D-briller.

I caven er man midt i modellen.

Personen befinder sig i en 6-sidet

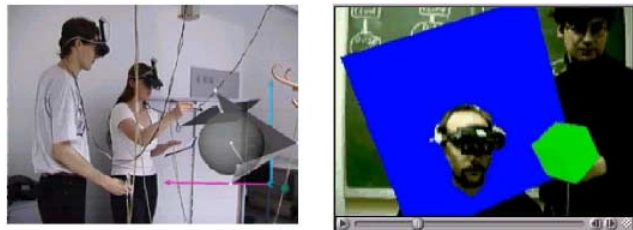
terning. Man kan anvende forskelligt

udstyr, såsom 3D-briller med

positionering således billedet ændrer sig

alt efter hvordan man bevæger hovedet,

”haptic”-udstyr, dvs. udstyr der kan tilføre berøring. Eksempelvis kan man med en haptic-handske ”mærke” den simulerede ting, hvis man ”rører” ved den.



Figur 7.3. Eksempler på virtual reality (P. Christiansson, 2001)

### 7.3. Brugbarhed (~usability)

For at viden kan stilles til rådighed og bruges, skal den først og fremmest være brugbar og tilgængelig. Det gælder ikke kun den rent fysiske tilgængelighed, men også at det skal være let at få adgang til den pågældende viden.

Det er vigtigt, at systemerne er let tilgængelige for selv om brugere bliver mere vant til at anvende computersystemer, tolererer de ikke, at de enkelte systemer er vanskelige at bruge.

Det er ikke nok at lave systemer, som er lette og bruge. Systemerne skal også gøre ting, som brugerne vil have systemet til at gøre.





For at eftervise, at et system har en tilfredsstillende kvalitet og lever op til brugernes forventninger med hensyn til funktioner og brugervenlighed, kan der udføres forskellige tests.

Man kan eksempelvis anvende den evalueringsmetode, der kaldes ”heuristisk evaluering”. Det går blandt andet ud på, at lade et antal forskellige brugere, der ikke kender det pågældende system, systematisk anvende systemet og lade dem komme med deres umiddelbare reaktioner.

Et antal på 4-5 til at evaluere et system er passende. Færre personer vil ikke opfatte de mangler der er, og flere vil være forholdsvis dyrere i forhold til de fejl de finder (J. Nielsen, 1994).

Der er flere forskellige fortolkninger af hvad brugbarhed af et system indeholder, og hvilke parametre man kan måle for at definere hvor tilgængeligt et givent system er.

Shackel har baseret sin definition på effektivitet, evnen til at lære systemet at kende, fleksibilitet og holdning (Faulkner, 2000).

Med effektivitet menes hastighed og ydelse.

ISO (The International Organization for Standardization) definerer i standarden ISO DIS 9241-11 brugbarhed som “... den effekt, effektivitet og tilfredsstillelse med hvilken specificerede brugere kan opnå mål i et givent miljø...” (Faulkner, 2000)

Med effekt menes der om brugeren kan løse opgaven med systemet. Der er ikke noget tidskriterium for dette.

Med effektivitet menes tidsforbrug.

Med tilfredsstillelse menes hvor tilfreds brugeren er med systemet. Det er en kompleks og subjektiv parameter at måle. Det kan eksempelvis måles som hvor godt opfylder systemet brugerens behov, hvordan føler brugeren at systemet er at bruge? er der andre systemer, som er bedre? til hvad? og hvorfor?...

Faulkner har indført et begreb, der hedder ”UCD”:

Det står for user-centred design, user-centred development, user-centred deployment. Det betyder, at systemerne skal designes, udvikles og anvendes for og af brugere. Disse ting hænger sammen, så derfor er de samlet i begrebet UCD (Faulkner, 2000).

At designe et system, er en proces, som løbende udvikler sig. Brugeren skal evaluere alle trin for at systemudviklerne ikke blot lavet et system som ikke helt passer brugerne.

Task	Information produced
Know the user	User characteristics User background
Know the task	User’s current task Task analysis
User requirements capture	User requirements
Setting usability goals	Usability specification
Design process	Design
Apply guidelines, heuristics	Feedback for design
Prototyping	Prototype for user testing
Evaluation with users	Feedback for redesign
Redesign and evaluate with users	Finished product
Evaluate with users and report	Feedback on product for future systems

Figur 7.4. Livscyklus for udvikling af systemer (Faulkner 2000)



## 7.4. Data warehouse og Divercity

Selve Divercity kernen skal være meget dynamisk. Det gælder eksempelvis de enkelte landes standarder, IFC-objekterne og forskellige andre parametre, som skal bruges i systemet. Alle disse data skal ikke gemmes som faste data.

Den del, der kunne være aktuel, at bruge data warehouse teknologien på, er resultatdatabasen, det vil sige når et projekt er bearbejdet af de forskellige værktøjer, bliver der genereret nogle resultater. Disse resultater kan gemmes som erfaringsdata. Det betyder, at man med tiden får en del erfaringsviden opsamlet, som normalvis ikke er let at opsamle. Det svarer næsten til tacit viden, der ikke findes værktøjer til at opsamle. Det er dog således, at hvis den bliver opsamlet, er den ikke tacit mere.

Som datakilder i Divercity kunne det være de forskellige applikationer, der hører til systemet. Et af de steder, hvor erfaring skal ind i projektet er i belysningseksemplet, hvor der skal laves en belysning i et givent rum, eksempelvis et højloftet kantinerum. Rent lysteknisk kan man løse opgaven på mange forskellige måder, eksempelvis med få store nedhængte belysningsarmaturer, mange små nedhængte belysningsarmaturer, få store spots eller mange små spots indbygget i loftet. Det kan også løses med vægbelysning (direkte eller indirekte) suppleret med noget af de før nævnte. Da der ikke kun er en løsning til opgaven, kan man tage de typer, der har været valgt tidligere i de rum, som ligner det pågældende, dvs. erfaringen fra tidligere projekter inddrages i løsning af opgaven.

Det betyder, at hver gang en ny opgave er løst, skal resultaterne lagres. Derfor bliver alle applikationerne datakilder.

Ekstraktionen i ETL kunne være at de enkelte applikationer automatisk genererer de data, der skal bruges. Transformationen kunne være opdeling i forskellige opgavetyper og løsninger til disse.

Lige som ved COWI's system kunne edw være en standardpakke med en specifik applikation ovenpå. Fordelene ved dette er nævnt tidligere.

ODS kunne være, når forskellige brugere på næsten samme tid arbejder med de samme data. De vil så have mulighed for at arbejde næsten parallelt, da dataene gemmes og ændres kontinuerligt og de hver især kan ændre i de samme data.

Datamarts vil være input til de enkelte applikationer. Dvs. resultaterne fra de enkelte applikationer vil blive input til de samme applikationer.



## 8. Konklusion

I forbindelse med udarbejdelse af denne rapport har jeg arbejdet med forskellige emner, som har noget at gøre med udvikling af computersystemer, videnledelse, data warehousing og multimedie design.

For at udarbejde rapporten har jeg læst forskelligt litteratur. Noget af litteraturen har jeg fået oplyst af vejlederen, mens andet har jeg selv fundet eksempelvis på Internettet. Der er forskellige hjemmesider, som er mere eller mindre seriøse om de forskellige emner, men jeg mener selv, at de sider jeg har valgt ud, er både informative og seriøse inden for de forskellige emner.

Jeg har i rapporten brugt data warehouse teknologien, da det emne er gennemgående for den fælles del af projektet. Derfor har jeg både anvendt data warehouse teknologien på COWI's vidensystem og Divercity.

Da jeg ikke tidligere har arbejdet med emner som videnledelse og multimedie design har jeg erhvervet mig ny viden inden for disse områder.

Generelt har det været spændende at lave dette projekt, fordi jeg er kommet igennem forskellige teknikker og faser gennem projektforsløbet.

I afsnittet omkring værktøjer til videndeling i COWI har jeg oplyst nogle visioner om et nyt system til opsamling og kombination af de forskellige systemer til videnhåndtering på projektniveau.

Disse visioner vil jeg arbejde videre med og mit håb er, at der bliver udviklet et nyt system til håndtering af disse ting.

Det kunne jo være, at det skulle udvikles videre eksempelvis efter contextual design modellen for at få udviklet et konkret system.



## 9. Litteraturliste

1. Beyer, Hugh; Holtzblatt, Karen; "Contextual design – defining costumer-centered systems"; Morgan Kaufmann; ISBN 1-55860-411-1, 1998
2. Koulopoulos, Thomas M.; Frappaolo, Carl; "Smart things to know about Knowledge Management"; Capstone; ISBN 1-84112-041-3, 1999
3. Mattison, Rob; "Web Warehousing and Knowledge Management"; McGraw-Hill; ISBN 0-07-041103-4, 1999
4. Shneiderman, Ben; "Designing the User Interface"; Addison Wesley; ISBN 0-201-69497-2; 1998
5. Christiansson, Per; "Experiences from using Internet based collaboration"; 11 sider, 2001
6. Christiansson, Per et. al.; "User Requirements Formulations and Human Computer Interface Design in the Divercity Project. Context and Methods"; 27 sider, 2000
7. Christiansson, Per; "Advanced Material Vendor Information Technology System – AMVI"; 1993
8. Christiansson, Per; "Using Knowledge Nodes for Knowledge Discovery and Data Mining"; 1998
9. Christiansson, Per; "Experiences from developing a Building Maintenance Knowledge Node"; 1997
10. Modin, J.; "COOCOM, New ways of using Information Technology for buildings design and management"; KBS-Media Lab, Lund University; 29 sider; 1995
11. Skjærbæk, Jens Ove; "Forandringsledelse og Intranet hos COWI"; .ppt; 2001
12. Nielsen, Ole; "Integration af mennesker, processor og arbejdspladser"; .ppt; 2001
13. Faulkner, Xris; "Usability Engineering"; Palgrave; ISBN 0333773217; Kapitel 1 og 6; 2000
14. Nielsen, Jacob; "How to conduct a Heuristic Evaluation"; Artikel på web; <http://www.useit.com>
15. Nielsen, Jacob; "Guerrilla HCI: Using Discount Usability Engineering to Penetrate the Intimidation Barrier"; Artikel på web; <http://www.useit.com> ; 1994
16. International Alliance for Interoperability (AIA); "IFC Release 2.0 Member CD; 1999