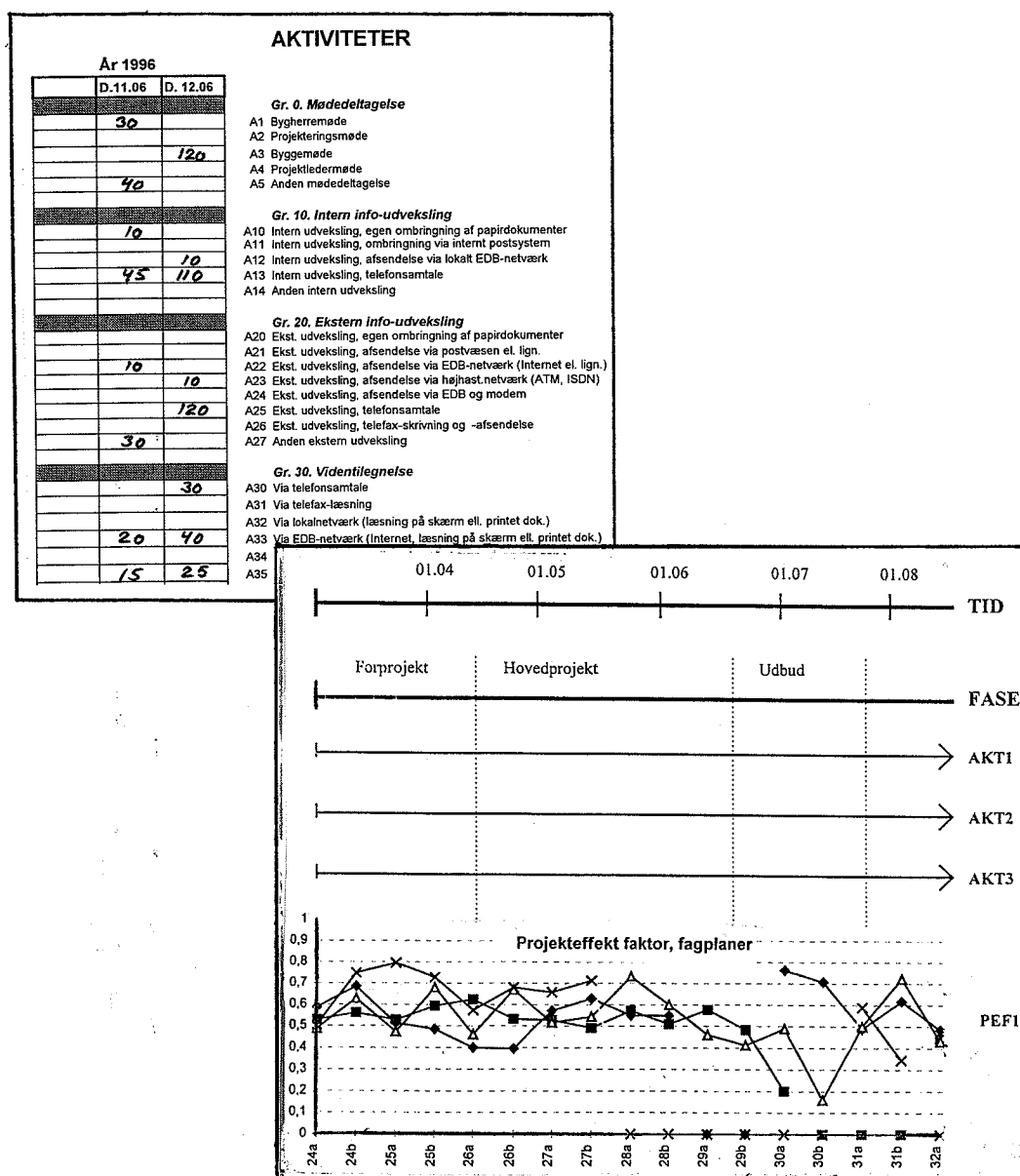


REGISTRERING OG ANALYSE AF EN PROJEKTERINGSPROCES

-Metode og forsøg

LARS SCHIØTT SØRENSEN



RAPPORT
R018
1997

ISSN 1396-4011
ISBN 87-7877-017-3

INSTITUT FOR BYGNINGER OG ENERGI
DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET



Forord

Denne rapport omhandler opstilling af en metode til registrering og analyse af en projekteringsproces for bygninger. Der gives en kort orientering om den eksisterende, kendte bygningsproces som grundlag for hvorledes en analysemodel bør udformes. Der introduceres i den forbindelse nogle *fasefaktorer* som er faktorer der influerer på afviklingen af et projekteringsforløb såvel kvalitativt som kvantitativt.

En projekteringsproces består af *aktører* der udfører *aktiviteter* over *tid*. Analysen kræver input og der udvikles derfor en metode til at registrere de *aktører*, *aktiviteter* samt den forbrugte *tid* der findes i enhver bygningsprojekteringsproces.

Den udviklede analysemetode introducerer en såkaldt *projekteffekt faktor*, som er et udtryk for, hvor effektivt projekteringen forløber samt indikerer, hvor meget et projekteringsforløb bremses i de forskellige projektfaser og faseovergange på grund af fasefaktorernes tilstedeværelse.

Metoden åbner muligheden for en kvantitativ såvel som en kvalitativ vurdering af en projekteringsproces, idet metoden lægger op til at hver medarbejders tidsforbrug på aktiviteter registreres i et kontinuert tidsforløb for *alle* de aktiviteter medarbejderen udfører. Herved er man istand til at udtrække værdifuld viden om hvad, og i hvilken rækkefølge, forskellige medarbejdertyper (ingeniører, assistenter, sekretærer etc.) udfører forskellige projekteringsopgaver i henholdsvis forslagsfasen, detailprojekteringsfasen etc. Det er også muligt at se hvor og til hvilke aktiviteter IT benyttes.

Der er udført et forsøg med metoden. Af ressourcemæssige årsager blev tidsparameterens kontinuerlige forløb reduceret i et vist omfang i forsøget. Men der fremkom alligevel værdifulde resultater. Disse kan findes i appendiks C, hvor også forsøget er præsenteret.

Jeg vil gerne takke det rådgivende ingeniørfirma COWI, hos hvilket jeg under et ophold startede udarbejdelsen af metoden. Opholdet samt nærværende rapport udgør en del af mit Ph.d.-studium med temaet *Dataudveksling og -integration i byggesektoren* som jeg afvikler ved Institut for Bygninger og Energi, Danmarks Tekniske Universitet. Samtidig tak til min vejleder lektor, lic. techn. Egil Borchersen for hans kommentarer til metoden der beskrives i nærværende rapport.

Indholdsfortegnelse

1. Indledning	4
1.1 Formål med metoden	4
1.2 Baggrund for udvikling af metoden	4
2. Orientering om den eksisterende, traditionelle bygningsproces	6
2.1 Motivation	8
2.2 Et egnet projekt som grundlag for registrering og analyse	9
3. Opstilling af en registreringsmodel	10
4. Opstilling af en analysemodel	16
4.1 Formelsystem	20
4.2 Afsluttende bemærkning	21
 APPENDIKS A: Orientering om CMB	 22
APPENDIKS B: Aktivitetsliste	28
APPENDIKS C: Et forsøg med metoden	38
 Referencer	 68
 BILAG A: Aktivitets-/tidsregistreringsskema	 69
BILAG B: Oversigt over forbrugt tid på aktiviteter, samlet gruppe	71

1. Indledning

1.1 Formål med metoden

Nærværende metode til registrering og analysering af et projekteringsforløb har følgende hovedformål:

- At give forskere og udviklere af IT-projekteringsværktøjer en bedre indsigt i hvorledes en projekteringsproces forløber. Dette søges opnået gennem en afdækning af *hvilke aktiviteter* IT benyttes til gennem processen samt ved at fastlægge, hvilke *aktører* (medarbejdertyper) der benytter den tilgængelige IT i en projekteringsproces. Ved en større og mere detaljeret indsigt i disse forhold forventes det, at der kan udvikles IT-projekteringsværktøjer, som i højere grad lever op til de faktiske behov der er i en projekteringsproces.
- At give virksomheder et styreredskab for rationalisering af projekteringsprocessen. Udfra metoden beregnes nogle *projekteffekt faktorer* som er et udtryk for, hvor effektivt et projekt kører til et vilkårligt tidspunkt. I øvrigt resulterer metoden i en detaljeret fastlæggelse af de aktiviteter de forskellige medarbejdere benytter sig af, herunder i hvilket omfang den i huset tilgængelige teknologi benyttes. Med viden om disse forhold er virksomheden bedre stillet i forsøg på at integrere informationer/aktiviteter og optimere arbejdsprocesser.

1.2 Baggrund for udvikling af metoden

En analyse af et projekteringsforløb kræver god planlægning og et stort forarbejde. Det skal sikres, at det mål man søger med analysen af projekteringsforløbet kan nås. Dette kræver igen, at man skal gøre sig sit mål klart fra starten, altså definere sit mål med analysen. Analysemetoden skal *kunne* give et resultat som man efterfølgende kan benytte og som lever op til det definerede mål med analysen.

Set i lyset af disse overvejelser må det være vigtigt at der ses lidt fremad. Hvilke ønsker eller forventninger har man i grunden til et fremtidigt projekteringsforløb ? Ud fra disse ønsker og forventninger kan man bedre definere sit mål med analysen. Endvidere skal man naturligvis betragte den i dag kendte og indøvede projekteringsform og få de for denne vigtigste karakteristika *frem i lyset* altså gøre sig disse forhold bevidste. Herved kan

man lettere definere hvilke krav en analysemetode skal leve op til for at den kan give resultater der svarer til målsætningen.

Det er som nævnt vigtigt at beskrive den i dag kendte, traditionelle bygningsproces, herunder projekteringsproces, og få dennes karakteristika defineret. Dette er således behandlet i kapitel 2. Derefter præsenteres arbejdet med udviklingen af analysemetoden. En analyse kræver noget at analysere, så der skal først opstilles en metode til at registrere de aktiviteter som der forventes/vides at være i en projekteringsproces. Opstilling af registrerings- og analysemetoder følger i kapitel 3 og 4 lige efter introduktionen til den traditionelle bygningsproces.

I appendiks A gives en introduktion til forskningsområdet *Computer Modeling of Buildings (CMB)* som har at gøre med udvikling af (fremtidige?) computersystemer som er baseret på produktmodeller. Dette vurderes som nyttig baggrundsviden og kan give en indikation for, hvorledes fremtidens projekteringsproces *måske* vil udvikle sig. Altså, hvilken vej går udviklingen tilsyneladende når det gælder IT/CAD til byggesektoren og dermed: Hvilken fremtidig byggeproces kan der forventes ?

Appendiks B giver en oversigt over nogle prædefinerede aktiviteter som benyttes i metoden. Endelig er der i appendiks C beskrevet et forsøg med den udviklede metode, hvor 19 medarbejdere i et dansk rådgivende ingeniørfirma gennem 15 uger har ladet deres arbejdsdag registrere (i to dage per uge). Resultater fra forsøget er ligeledes vist i appendiks C.

2. Orientering om eksisterende, traditionelle bygningsproces

En traditionel bygningsproces i dag karakteriseres ved at være faseopdelt. Følgende opdeling findes i praksis. Ofte nævnes kun faserne som her er benævnt 1, 2, 3 og 5 i dette forskningsområdes faglitteratur.

0. Kontaktfasen (kontakt stiftes mellem bygherre, ark ,ing. etc.)
1. Programmeringsfasen med opdeling i
 - Programoplæg
 - Byggeprogram
2. Forslagsfasen med opdeling i
 - Skitseprojekt
 - Dispositionsforslag
 - Projektforslag
3. Detailprojekteringsfasen med opdeling i
 - Forprojekt
 - Hovedprojekt
4. Udbuds-“fasen” med opdeling i
 - Tilbudsafgivelse
 - Revidering og “sparerunder”
5. Udførelsesfasen med opdeling i
 - Endelig kontraktforhandling
 - Arbejdsprojekt
 - Aflevering
6. Opfølgningsfasen med opdeling i
 - Arkivprojekt som svarer til “som udført”
 - Vedligeholdelsesmanualer
7. Indkøringsfasen for bygningen eller anlægget
8. Drift & Vedligeholdelsesfasen
9. Nedrivningsfasen

Det er en kendsgerning, at der fra fase til fase arbejdes med sagsmedarbejdere på varierende *ledelsesplaner*, på varierende *fagplaner* samt på forskellige *fagområder*. I øvrigt arbejdes fra fase til fase med skiftende *team* af samarbejdspartnerne (bygherrer, arkitekter, ingeniører, etc.). Endelig arbejdes der med forskellige *hastigheder* afhængig af hvor stor en bemanding der er sat på sagen fra fase til fase hos de deltagende firmaer. I tillæg til ovennævnte (procesforløb) har der i de senere år, som bekendt, indfundet sig en stor mængde teknologi i form af EDB (hardware som software) i den danske byggesektor. Teknikken har været af meget

forskellig art. Som eksempel på dette kan på softwaresiden nævnes programmer til tekstbehandling, regneark, databaseopbygning, projekteringsopgaver (CAD) etc. På hardwarensiden har der været indkøbt såvel store UNIX-baserede arbejdsstationer og Mainframes som DOS-baserede PC'ere i byggebranchen. Teknologien (hardware som software) benævnes hyppigt med fællesbetegnelsen *Informationsteknologi* eller blot IT.

Informationsteknologien anvendes nu i meget stort omfang i byggebranchen [5]. Eksempelvis er tekstbehandlingsanlæg, regneark- og databaseprogrammer repræsenteret med henholdsvis 95 %, 78 % og 63 % af de 171 virksomheder i byggebranchen som deltog i IT-undersøgelse '95. Tilsvarende er CAD-systemer repræsenteret hos 84 % af samme virksomheder.

Der kan nu, på baggrund af ovenstående, ridses følgende faseinfluerende *fasefaktorer* op:

- * **Ledelsesplan**
- * **Fagplan**
- * **Fagområde**
- * **Samarbejdsteam**
- * **Bemanding**
- * **IT**

Ud fra ovenstående betragtninger omkring fasefaktorer er det klart, at der navnlig ved *faseovergange* kan opstå en vis turbulens i det samlede arbejdsforløb. Der skiftes måske fra ét ledelsesplan til et andet samtidigt med at der skiftes samarbejdsteam, IT og bemanding. I et sådant faseskift vil der være en række oplysninger, aftaler og specielle praktiske forhold der skal overbringes fra forrige til følgende fase. Dette tager tid, kræver god planlægning, og vil ofte resultere i, navnlig ved manglende eller dårlig planlægning, at projektmedarbejdere føler, at projektet kører uhensigtsmæssigt. Det er således hyppigt behæftet med ventetider for de nye sagsmedarbejdere og team-deltagere som skal drages ind i en efterfølgende fase hvilket igen resulterer i en svækket sagsøkonomi.

At gennemføre et bygningsprojekt med den ovennævnte faseopdeling er en tradition her i Danmark og nogle lignende faseopdelinger kan findes i flere andre lande.

Faseopdelingen har til dels haft sit udspring i de naturlige faggrænser der har været og er i byggebranchen mellem håndværkere, arkitekter, ingeniører, landinspektører etc. I de senere år er der etableret store entreprenørvirksomheder hvor flere faggrupper har været repræsenteret samlet. Dette har ofte resulteret i tilsyneladende mere integrerede bygningsprocesser uden så markante team-skift ved overgang fra en fase til en anden. Der vil naturligvis stadig i disse situationer være skift mellem de faggrupper (arkitekter, ingeniører, murer, tømrer etc.) der arbejder i den pågældende virksomhed.

2.1 Motivation

Der søges opstillet en metode hvormed man vil være hjulpet til at registrere og analysere en (eller en del af) en traditionel bygningsprojekteringsproces. Det skal således forsøges, ud fra en opstillet metode, at registrere de arbejdsopgaver, kommunikationsbehov, deltagende faggrupper etc. i (udvalgte) faser og faseovergange. Herunder skal registreres den forbrugte tid til de enkelte aktiviteter. Sidstnævnte er nødvendigt for at få det tidsmæssige forløb med i en analyse.

Ud fra en sådan registrering er det muligt, på en hensigtsmæssig måde, at analysere hvad der egentlig sker i en bygningsprojekteringsproces for derved bedre, at kunne bevæge sig fra den nuværende traditionelle projekterings-/byggeproces og frem mod en bedre, mere økonomisk fordelagtig proces, som understøttes af IT på den bedst tænkelige måde.

Det må i øvrigt betragtes som et nødvendigt skridt der skal tages inden for forskningsområdet *produktmodellering/CMB* (se appendiks A), for at kunne forske målrettet mod den unikke produktmodelstruktur. Det skal netop sikres, at en logisk, unik produktmodelstruktur indeholder de faciliteter som er nødvendige (eksempelvis dokumentation af faseniveauer, faggrupperelationer dvs. *hvem skal kunne* arbejde sammen på projektering af samme delopgave samtidigt, tilpasning af den *hastighed* hvormed projekteringsprocessen skal/kan afvikles i etc.)

I første omgang vil en analyse kunne bidrage til, at den *nuværende* projekteringsform "rettes" ind til en mere hensigtsmæssig form med anvendelse af IT end tilfældet er i dag. Ud fra den førnævnte IT-undersøgelse '95 i den danske byggesektor, er en række problemer ved

anvendelse af IT blevet registreret og med denne viden som baggrund for analysen, kan bedre resultater forhåbentlig opnås.

2.2 Et egnet projekt som grundlag for registrering og analyse

Der kan udvælges et egnet projekt som *prøveprojekt* for registreringen og analysen.

Krav til projektet kan beskrives ved følgende punkter. Flere af punkterne skal dog ikke betragtes som egentlige krav men kun som retningslinier for et prøveprojekt.

- Projektet bør være en bygningsprojekterings opgave.
- Opgaven er, at udføre et projekteringsarbejde (eksempelvis gennem et projektforslag, et forprojekt eller et hovedprojekt)
- Projekteringsarbejdet skal indeholde nogle eller alle de tidligere nævnte faser, men med repræsentation navnlig blandt de fem første faser.
- Projektet skal være planlagt til gennemførelse med deltagende parter fra flere fagområder, fagplaner og samarbejdspartnere.
- Projektet skal påregnes udført med inddragelse af den i huset værende informationsteknologi.

I næste kapitel opstilles en registreringsmodel som skal danne grundlag for en efterfølgende (i kapitel 4) opstillet analysemodel.

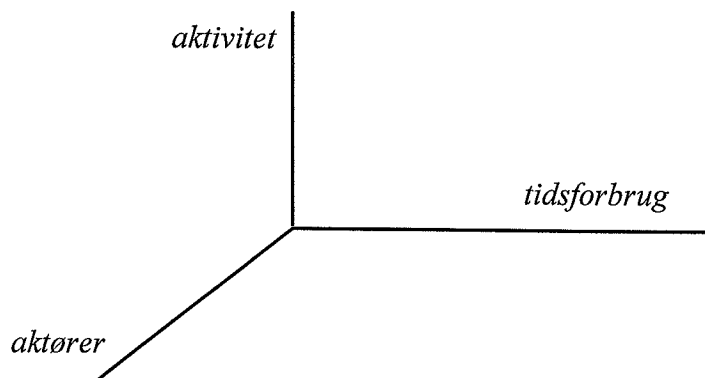
3. Opstilling af en registreringsmodel

I dette kapitel præsenteres en model beregnet for registrering af et projekteringsforløb (udvalgte faser med faseovergange). Der vil blive benyttet de i kapitel 2 nævnte *fasefaktorer* som grundlag herfor.

Det må således være hensigtsmæssigt, at der registreres aktiviteter for samtlige projektdeltagere, og at registreringen foretages ved en metode der tilgodeser fasefaktorerne:

- * Ledelsesplan
- * Fagplan
- * Fagområde
- * Samarbejdsteam
- * Bemanding
- * IT

Det antages, at en projekteringsproces kan karakteriseres overordnet i et n-dimensionelt rum således,



Figur 1. n-dimensional beskrivelse af et projekteringsforløb

De tre indgående variable: *aktører*, *aktivitet* og *tidsforbrug* forklares nedenfor.

Aktører

En aktørregistrering kan registreres hos f.eks. en elingeniør der endvidere er leder af elafdelingen ved, at den pågældende besvarer en række initierende spørgsmål af følgende karakter:

Angiv projektmedarbejder status ved afkrydsning af tilhørsforhold for hvert af følgende hovedpunkter

Ledelsesplan

- Direktør
- Afdelingsleder
- Ingeniør/arkitekt/landinspektør etc.
- Assistent/tegner/administrativt personale
- Praktikant

Fagplan

- Projekteringskoordinator el. lign.
- Projekterende ingeniør, arkitekt, landinspektør
- Projekterende assistent, tegner
- Administrativt personale/sekretærer
- Praktikanter

Fagområde

- Geoteknik
- Konstruktioner
- El-installationer
- VVS-installationer
- Ventilation
- Miljø
- Akustik
- Drift & Vedligehold
- EDB-afdeling
- Administrationsafdeling
- Andet

Hvilket samarbejdsteam tilhøres

- Bygherre
- Ingeniør
- Arkitekt

Landskabsarkitekt
Landinspektør
Entreprenør
Andet

Hvilken Informationsteknologi haves til rådighed

CAD system
CAD applikationer (POINT etc.)
CAD system integreret med andre programmer
Databaseprogram
Regnearksprogram
Tekstbehandlingsprogram
Beregningsprogrammer (statik, VVS, el, belysning etc.)
D&V management
Andet software
Netværksopkobling
PC med DOS/Windows
Arbejdsstation til CAD
Arbejdsstation til beregningstunge opgaver
Plotter
Printer
Andet hardware
Telefon
Telefax
Elektronisk post (E-mail, X400 etc.)
Andet

Oplysninger om bemanning (som også er en fasefaktor) registreres i forbindelse med den efterfølgende databehandling, idet oplysning herom kan udtrækkes af initieringsregistreringen kombineret med antallet af deltagere i registreringen.

Efter denne initieringsregistrering af projektdeltagerne (aktørerne), er nu tilbage at registrere de aktiviteter som udføres samt at registrere den forbrugte tid til hver af disse aktiviteter.

Aktiviteter

Aktiviteterne skal grupperes og struktureres på en fornuftig måde således, at de let kan relateres til de aktører der udfører de pågældende aktiviteter. Det kan derfor være formålstjenligt, at gruppere aktiviteterne svarende til de *aktør-typer* der findes. Et eksempel på en aktør-type kunne være følgende:

En afdelingsleder der samtidig er projekterende ingeniør og arbejder i konstruktionsafdelingen i et rådgivende ingeniørfirma.

Altså karakteriseret ved fire af de seks fasefaktorer, nemlig

- * Ledelsesplan
- * Fagplan
- * Fagområde
- * Samarbejdsteam

De to sidste fasefaktorer (bemanding og IT) siger ikke noget om aktøren men mere om de bagved liggende firmarelaterede forhold med hensyn til IT-politik/strategi i virksomheden samt om den firmabeslutning som har resulteret i hvem og hvor mange der skulle kobles på det aktuelle projekt der er under registrering.

Den anvendte metode til gruppering af aktiviteterne skal primært benyttes *efter* registreringen er foretaget hos den enkelte aktør. Det vil sige i forbindelse med *lagring af dataene* i det system (Informationssystem) der udvikles hertil. Planlægning og udvikling af et Informationssystem til dette er et selvstændigt stykke udviklingsarbejde men det er indlysende, at de metoder der her beskrives til registrering af aktører, aktiviteter og tidsforbrug samt den efterfølgende analysemetode kan tilpasses således, at de lettere kan implementeres i et Informationssystem.

Denne valgte grupperingsform til aktivitetsregistreringen vil blive nærmere omtalt i næste kapitel der vedrører *opstilling af en analysemodel*.

Hvordan skal aktiviteterne struktureres og defineres ? Dette kræver viden om hvad det typisk er for aktiviteter der finder sted :

- På de forskellige ledelsesplaner
- På de forskellige fagplaner
- I de forskellige fagområder
- I de forskellige deltagende virksomhedstyper

Haves denne viden, kan der udformes prædefinerede aktivitetslister som aktørerne blot skal afkrydse i deres interne aktivitetsregistrering. Ønsket om viden om disse aktiviteter resulterer dog let i en form for *dilemma* der kan udtrykkes således:

Der ønskes udført prædefinerede aktivitetslister der beskriver de aktiviteter som skal findes ved selve registreringen.

Der vil, uagtet dette dilemma, forsøges opstillet disse aktivitetslister, men med hensyntagen til dilemmaets eksistens ved, at der åbnes mulighed for at aktørerne kan definere "nye" aktiviteter som ikke måtte være med i aktivitetslisterne. Aktivitetslisterne fremgår af appendiks B.

Tidsforbrug

Den sidste del af registreringsmodellen omfatter en beskrivelse af den metode hvormed tidsregistreringen skal foretages. Dette vurderes mest hensigtsmæssigt gjort, som tidligere nævnt, ved brug af log-bog's principper. Det er vigtigt, at de enkelte aktørers samlede tid til alle relevante aktiviteter bliver registreret. Dette vurderes som muligt ved brug af logbog, idet den enkelte aktør herved beskriver et kontinuert hændelsesforløb (aktivitetsforløb) i samtlige de dage vedkommende deltager i projektet og i registreringen.

Tidsforbruget skal således registreres ved en metode som giver et registreringsforløb med karakter af følgende, hvor tider etc. er vist for eksemplets skyld.

Dato : 20.02.96
Aktør : AKV

<u>Aktivitet</u>	<u>Tidsforbrug</u>
(A90) Rentegning på CAD	25 min.
(A160) Udplot af CAD-tegn.	15 min.
(A141) Udveksling af CAD-tegn. fil	20 min.
(A350) Middagspause	30 min.
Etc.	

I følgende kapitel beskrives en udviklet analysemodel som i nogen grad kan benyttes til at analysere et projekteringsforløb.

4. Opstilling af en analysemodel

I dette afsnit skal udvikles en metode til at kunne analysere et projekteringsforløb, ud fra den i forrige afsnit opstillede registreringsmodel. Som nævnt i indledningen er det vigtigt, at gøre sig sine mål med analysen bevidst. Endvidere skal analysemodellen kunne give resultater der honorerer disse mål.

Set ud fra den orientering om produktmodellering der er givet i appendiks A samt orienteringen om den eksisterende, traditionelle bygningsproces i kapitel 2, kan nu knyttes følgende kommentarer.

Et fremtidigt CMB-system skal kunne "leve op" til fasefaktorernes tilstedeværelse, det vil sige, systemet skal være *fleksibelt* over for brugere der repræsenterer forskellige *ledelsesplaner*, *fagplaner*, *fagområder* og *virksomhedstyper*, altså overfor forskellige aktør-typer. Dette må være gældende, idet man må forvente, at disse fire fasefaktorer vil findes i fremtiden, omend i en anden grad end i dag. Hvorvidt disse fire faktorer er indeholdt i de i appendiks A nævnte krav til et CMB-system, nemlig krav til *integritet*, *intelligens* og til *medgørlighed* er lidt uklart, men et yderligere krav til et CMB system kan vel udtrykkes med et ord som *fleksibilitet*. Med fleksibilitet menes således, at systemet skal kunne betjenes af et meget bredt spekter af *aktør-typer*. Dette stiller yderligere krav til modelstrukturen i retning af, at den skal være åben for en "bred" inddatering til systemet og efterfølgende databehandlinger og outputs skal være tilgængelige for meget forskelligartede målgrupper.

Et mål med analysen er således at give et indblik i hvilke aktør-typer der deltager i et projektforsløb, hvilke opgaver (aktiviteter) disse aktør-typer udfører samt hvor længe aktiviteterne udføres. Dette mål er ønskeligt, for at kunne bidrage til bedre forståelse af det nuværende projekteringsforløb, men samtidigt, at kunne medvirke til, at belyse krav til et fremtidigt CMB-system lidt nærmere jvf. førnævnte.

Et andet mål med analysen er, at kunne vurdere hvor meget fasefaktorerne (alle seks) influerer på projekteringshastigheden. Viser det sig således, at projekteringsprocessen bremses i perioder (f.eks. ved faseovergange hvor flere fasefaktorer skifter) kan dette delmål med analysen bidrage til en opklaring af *hvad* der navnlig bremser processen. Ud fra denne viden kan

virksomheder bedre tilrettelægge en (om nødvendigt) ændret projekteringsproces. Endvidere kan denne viden være nyttig for IT-udviklere.

Analysemodellen skal, som nævnt, *kunne* give resultatsæt som tilgodeser de definerede mål. De to delmål beskrives nedenfor.

1. Det første delmål med kombinationen *aktør typer*, *aktiviteter* samt *tidsrum* stiller krav til analysemodellen om, at åbne for denne kombination af resultater, men på en overskuelig måde således at resultaterne kan benyttes. For hver aktør-type opstilles således hændelsesforløbet for de aktiviteter der er registreret for netop denne aktør-type og afbildet for hver dag. Ud for hver aktivitet angives det tidsrum den pågældende aktivitet er registreret. Ud fra dette, kan der opgøres hvilke aktør typer der deltager i hver fase og der kan opgøres den enkelte aktørs typiske arbejdsopgaver (aktiviteter). Statistiske fordelingsstal vedrørende aktiviteter/tidsforbrug kan herefter let udtrækkes af dataene.

Benævnes aktiviteterne A1, A2, A3 etc. og aktør typer AKT1, AKT2, AKT3 etc. kan omstående aktivitets/tidsmodel opstilles for hver fase. Se skema 1. Værdier er indsat for eksemplets skyld.

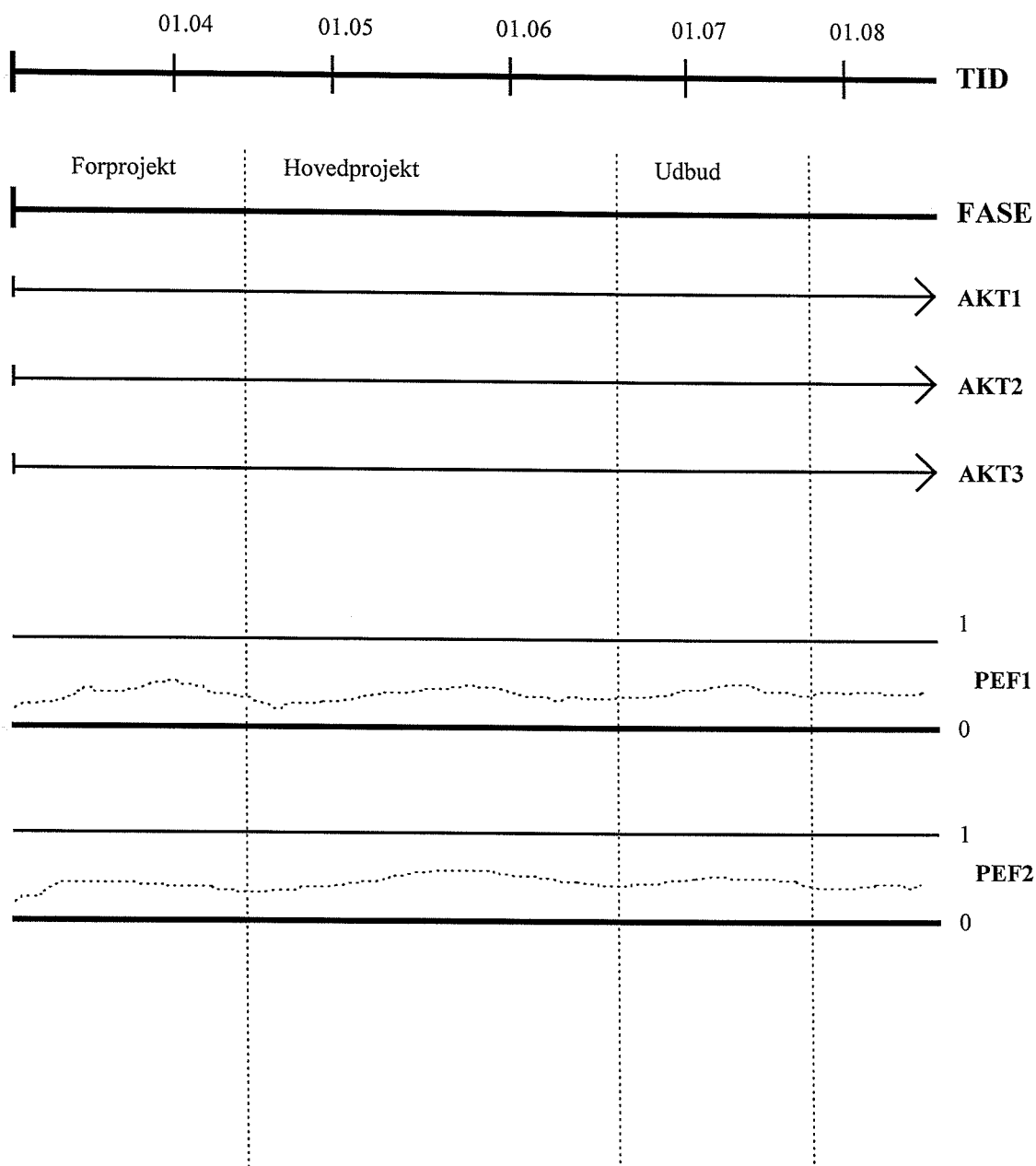
Fase	Dato	Aktør-type	Aktivitet	Tid [minutter]
Forprojekt	08.06.1996	AKT3	A2	35
			A5	110
			A40	75
			A43	120
			A46	30
	08.06.1996	AKT11	A12	45
			A14	180
			A21	110
			...	...
			...	...
Hovedprojekt	12.09.1996	AKT5	A1	175
			A2	65
			A5	70
			A6	85
			...	...
	12.09.1996	AKT7	A2	25
			A4	40
			A5	50
			A13	65
			A14	55
			A281	185
			...	...
			...	...
			...	...
	23.09.1996	AKT11	...	...
			...	...
			...	...
Udsendelse	21.12.1996	AKT5	A3	30
			A5	110
			A270	40
		Etc.		

Skema 1. Princip for aktivitets/tidsmodel.

2. Det andet delmål kan varetages ved, at definere en såkaldt *projekteffekt faktor* der fremkommer ved, at de enkelte aktiviteter multipliceres med en effektfaktor som er et tal mellem 0 og 1. Værdien 1 tillægges de aktiviteter som tilfører det aktuelle projekt egentligt målbart projekteringsarbejde. Et eksempel på dette kunne være udarbejdelse af en tegning til bærende konstruktioner el. lign. Værdien 0 tillægges de aktiviteter som ikke tilfører projektet noget egentligt målbart arbejde. Et eksempel på dette kunne være

arbejdet med at rette en fejl i en modtaget diskette som havde et forkert filformat el. lign.

På figur 2 er angivet en model af det output som ønskes fra analysen. Efter denne er opstillet et formelapparat til beregning af projekteffekt faktorer etc.



Figur 2. Principmodel for ønsket output fra analysen. Benyttede forkortelser: AKT1 (Aktor-type 1), PEF1 (Projekteffekt faktor 1).

4.1 Formelsystem

Følgende variabel navne benyttes:

- A_i : aktivitet nr. i
- AKT_j : aktør-type nr. j
- t_{ij} : aktør-type nr. j's tidsforbrug til aktivitet nr. i
- EF_i : aktivitet nr. i's effekt faktor
- PEF_l : projekteffekt faktor nr. l
- $A_{n_relativ}$: aktivitet nr. n's tidsforbrug i forhold til øvrige udvalgte aktiviteters tidsforbrug

Projekteffekt faktor

$$PEF_l = \frac{\sum_{AKT} \sum_{tid} t_{ij} * EF_i}{\sum_{AKT} \sum_{tid} t_{ij}} \quad (PEF_l \leq 1,0) \quad (1)$$

hvor der kan summeres over et udvalgt tidsrum (tid) og et udvalgt antal aktør typer (AKT).

Projekteffekt faktoren kan maksimalt antage værdien 1. Projekteffekt faktoren kan antage en høj værdi selvom der samlet set forbruges mere tid end det der er afsat på tidsbudgettet, idet den forbrugte tid indgår i såvel tæller som nævner i (1). Der skal således søges minimeret/kontrolleres følgende størrelse:

Tidsforbrug

$$tidsforbrug = \sum_{AKT} \sum_{tid} t_{ij} \quad (2)$$

Der kan her summeres over et valgfrit antal aktører (også en enkelt aktør) og over et udvalgt tidsrum, f.eks. svarende til en enkelt projektfase.

Endelig kan en fordeling af de aktiviteter som de enkelte aktør-typer har haft i et ønsket tidsrum bestemmes ud fra følgende formel.

Relativt tidsforbrug af en udvalgt aktivitet

$$A_{n_relativ} = \frac{\sum_{AKT} \sum_{tid} t_n}{\sum_{AKT} \sum_{tid} t_{ij}} * 100 \quad (\text{procent}) \quad (3)$$

I formel (3) kan aktiviteten der skal måles relativt vælges frit. Det samme gælder for den periode (tid) som analysen skal foretages i. Endelig kan aktører (AKT) vælges frit, både type og antal af disse.

Formelapparatet kan implementeres i et informationssystem som udvikles specielt til formålet eller det kan indarbejdes i et egnet eksisterende, kommercielt *Process Management* system.

4.2 Afsluttende bemærkning

Nærværende rapport omhandler en udviklet metode til brug for registrering og analysering af et projekteringsforløb. Det er vigtigt at få indblik i hvorledes et projekteringsforløb afvikles for derved bedre at kunne udvikle IT-redskaber der skal støtte samme forløb. Der præsenteres undervejs nogle fasefaktorer som udtrykker de forhold som influerer på en projekteringsproces. Yderligere præsenteres nogle projekteffekt faktorer som indikerer hvor effektivt processen forløber som funktion af tiden. Projekteffekt faktorerne kan vælges at blive udregnet så de beskriver projektet som helhed eller beskriver udvalgte projektgrupper (f.eks. fagområder eller fagplaner).

APPENDIKS A

Orientering om Computer Modeling of Buildings (CMB)

Orientering om Computer Modeling of Buildings (CMB)

Nærværende appendiks er medtaget for at give et indblik i den fremtid (?) der venter når en bygning eller lignende skal projekteres og opføres. Arbejdet med udviklingen af de fremtidige informationssystemer (bl.a. benævnt CMB-systemer) kan måske drage nytte af de oplysninger som den i nærværende rapport udviklede metode til registrering og analyse af en projekteringsproces kan frembringe.

Inden for forskningsområdet *produktmodellering* af bygninger, broer etc. arbejdes der på at kunne etableres en unik og logisk *modelstruktur* for informationer og funktioner som beskriver et produkt i hele dets levetid. Modelstrukturen skal understøtte en digital datarepræsentation (model) af et produkt, typisk en bygning, en bro eller lignende. Med en udviklet unik modelstruktur kan et computersystem udvikles som kan lagre, præsentere, åbne for redigering af data etc. for et konkret produkt. Der skelnes altså mellem den underliggende unikke modelstruktur der fastlægger *hvorledes* produktet skal/må præsenteres, herunder hvilke interne regler og betingelser der skal være opfyldt, og selve de digitale data (den digitale model) der udgør selve de data/informationer (en *instance*) som præsenterer bygningen, broen el lign. (altså *produktet*).

Computersystemet består af den modelstruktur der er udviklet samt af et *Data Management System (DMS)* som kontrollerer og styrer adgang til lagring og redigering af produktmodeldata jvf. modelstrukturens regler og betingelser.

Computersystemet benævnes i [1] som *Computer Modeling of Buildings (CMB)*. Et CMB-system tjener brugeren formål ud over rene tegnings- og skraveringssfaciliteter som ofte er det praktiske stade som eksisterende CAD-systemer anvendes til. I [1] er opstillet tre overordnede krav som et CMB-system bør opfylde, nemlig:

1. Krav til integration
2. Krav til "intelligens"
3. Krav til at være medgørligt

Disse tre forhold beskrives i kort form:

1. CMB-systemet skal være et *integreret* system idet det skal kunne støtte mange forskelligartede opgaver, for flere forskellige applikationer/ brugere samt for design af mange forskelligartede bygninger, broer etc. (*produkter*). CMB systemet skal kunne integrere og behandle såvel grafiske som alfanumeriske data/informationer og systemet skal understøtte såvel tegnings-, beregnings- og tekstopgaver på en integreret måde således, at alt egentligt projekterings/modelleringsarbejde udføres i systemet.

2. Et CMB system bør være "*intelligent*". Det skal kunne udøve en vis form for "intelligens" og derved kunne støtte eller assistere designeren i sit arbejde. Faciliteter som design med automatisk generering af forslag, interaktiv redigering af elementer /aktiviteter i henhold til designregler etc. skal eksempelvis kunne honoreres. I øvrigt skal eksempelvis installations- og konstruktionsdesign kunne udføres med videnbaseret støtte fra systemet. Et intelligent CMB-system skal opretholde *semantisk integritet* i de lagrede informationer. Semantisk integritet defineres i [2] som følgende:

"Semantisk integritet er det forhold at information er konsistent med dets mening" eller sagt med andre ord, fra [3]:

"Semantisk integritet er korrektheden af de lagrede data set i forhold til den virkelighed der modelleres".

3. Endelig skal systemet være *medgørligt*, idet det bør kunne tilpasse sig gældende regler, regulativer og normer som er relevante for produktet der modelleres. Brugeren skal kunne tage beslutningerne selv uden for megen "*indblanding*" fra systemets side. Der skal kun gives aktiv støtte fra systemet når brugeren selv anmoder om dette.

En produktmodel bør kunne virke i så stort et tidsrum af det modellerede produkts levetid som muligt, for derved at kunne genanvende allerede indtastede/eksisterende modeldata/-informationer i så stort omfang som muligt.

Ud fra disse tre nævnte overordnede krav til et CMB system er i [1] beskrevet i alt 10 mere detaljerede systemforhold der bør opfyldes, for at honorere de tre overordnede krav. Det er klart, at disse systemforhold må betragtes som meget idealiserede egenskaber som er nærliggende, og relevante, at ønske for CMB systemer. De nærmere beskrivelser af de enkelte systemforhold kan findes i [1].

Krav til integration

- 1 *Arkitektonisk alsidighed*: Systemet skal kunne yde støtte til et bredt spektrum af bygningstyper, stilarter og konstruktions teknikker.
- 2 *Livscyklus alsidighed*: Systemet skal støtte alle eller flere af faserne i forbindelse med projektering af en bygning, bro eller lign. Det vil sige fra den tidlige skitsefase, gennem forslags-, forprojekt- og hovedprojekt-fasen samt i opførelsesfasen og eventuelt i drifts- og vedligeholdelsesfasen.
- 3 *Bruger og opgave alsidighed*: Systemet skal støtte varierende aktiviteter udført af mange forskellige projektdeltagere igennem hele bygningsprocessen
- 4 *'Katalysator' for kommunikation*: Systemet skal bidrage til informationsudveksling mellem brugerne af systemet, således at alle holdes informeret om andres arbejde på projektet.

Krav til 'intelligens'

- 5 *Evne til at opretholde semantisk integritet*: Systemet hjælper til at opretholde designdata konsistente med deres mening. Det er ønskeligt at integritets opretholdelse sikres interaktivt ved, at systemet guider brugeren af systemet når denne editere i designdata.
- 6 *Generalitet*: Systemet skal kunne foreslå løsninger til specificerede aspekter af designproblemet. I en vis udstrækning skal systemet forsøge at generere manglende information som er nødvendig for, at en given aktivitet kan udføres.

Krav til at være medgørligt

- 7 *Brugerbeføjelig*: Systemet skal lade brugeren fuldt ud tage beslutningerne (men med nødvendig hensyntagen til opretholdelse af semantisk integritet, jvf. pkt. 5 ovenfor) samt undgå unødvendige *constraints* (bindinger) for den rækkefølge brugeren ønsker beslutningerne taget i. Endelig skal systemet kun yde aktiv assistance på opfordring fra brugeren.
- 8 *Gennemsigthed*: Kodet designviden der benyttes af systemet (f.eks. til at strukturere design-repræsentationen, til opretholdelse af semantisk integritet eller til at generere løsningsforslag) skal være tilgængeligt for brugeren.

- 9 *Modificering skal være mulig*: Kodet design viden der benyttes af systemet (og deraf de systemfunktioner der afhænger af dette) skal være åben for løbende modifikationer og tilføjelser for brugeren.
- 10 *Åbenbart og simpelt*: Systemet skal være enkelt at forstå og benytte (ligesom et godt tekstbehandlingssystem). Dette skal sikres ved, at det brugerinterface der udvikles, skal benytte et koncept der er logisk for brugerne.

Den for produktmodellen underliggende modelstruktur (den unikke model) bliver opdelt i forskellige *modeltyper* eller rettere *modelniveauer*, for bl.a. derved at lette løsningen af den samlede opgave med at udvikle den unikke model. En terminologipraksis er i visse forskerkredse ved at være almindelig anerkendt for denne modelopdeling i modelniveauer, nemlig følgende jvf. [4]:

1. Datamodel
2. Domænemodel
3. Projektmodel

Disse tre modelniveauer beskrives kortfattet nedenfor.

1. *Datamodellen* er det "laveste" modelniveau og et paradigma for repræsentation af data generelt, eller sagt med andre ord *et paradigma for datastrukturen*. I en datamodel kan data specificeres som *attributter* samt *objekter*. Disse begreber forklares nedenfor.

Attributter er *egenskaber* ved *begreber* fra virkeligheden. Dette begreb er repræsenteret som et objekt. Et objekt kan eksempelvis være en dør, et vindue, en aktivitet etc.. En datamodels mindste enheder er defineret som *dataelementer*. Dataelementer betegner egentlig *værdien* (f.eks. 100 kr.) af en *egenskab*, dvs. attributten (her i eksemplet således *prisen*) for et givet objekt.

I database-terminologi benyttes samme ord og betydning for datamodel.

2. *Domænemodellen* er det modelniveau hvor en præcis terminologi eller beskrivelse af, hvordan elementer (f.eks. en bjælke, en dør, en søjle eller en aktivitet) i et aktuelt fagområde er repræsenteret i *henhold til data-*

modellen. Som reference til database-terminologi vil en domænemodel dér kaldes et *skema* (eller et *konceptuelt skema*).

3. *Projektmodellen* som er det øverste modelniveau, beskriver de til enhver tid aktuelle projektdata og -informationer for den aktuelle sag. Data-/informationer lagres i overensstemmelse med *såvel datamodellen som domænemodellen*. Som reference til database-terminologi benyttes dér begrebet *database* for det der her kaldes projektmodel.

En tilsvarende niveauopdeling som beskrevet her for produktmodelstrukturen er ligeledes defineret for tre andre modelstrukturer, nemlig for henholdsvis en *procesmodel*, en *resursemodel* samt en *organisationsmodel*. For disse tre modelstrukturer benævnes det øverste modelniveau således også som projektmodel, det mellemste niveau benævnes som domænemodel og det nederste som datamodel. Altså fuldstændig ens i forhold til produktmodellen. Disse tre modelstrukturers enkelte niveauer skal dog ikke beskrives nærmere her. Oplysningen skal blot tjene som hjælp til erkendelse af, at produktmodellen kun udgør en *del* af en samlet, nødvendig model, som alt i alt kan illudere *projektering og opførelse* af en bygning eller bro etc. Selve dataene der repræsenterer den fysiske bygning eller bro etc. er således tilgodeset i produktmodellen, mens de *processer, resurser og den organisation* der ligger bag opførelsen af bygningen eller broen er repræsenteret ved disse tre respektive nævnte modeller.

Et overordnet mål med udviklingen af den unikke modelstruktur samt CMB-systemet er, at kunne ændre bygningsprocessen fra den eksisterende og hen i retning mod en ny og mere integreret proces. For at kunne gøre dette hensigtsmæssigt, må det være en forudsætning, at man har et indgående kendskab til den eksisterende bygningsproces.

APPENDIKS B

Aktivitetsliste

Dette appendiks giver en oversigt over de prædefinerede aktiviteter som metodens registreringsmodel gør brug af.

AKTIVITETSLISTE

Mødedeltagelse

A1	Bygherremøde
A2	Projekteringsmøde
A3	Byggemøde
A4	Projektledermøde
A5	Anden sagsrelateret mødedeltagelse

Referatskrivning

A10	Bygherremøde
A11	Projekteringsmøde
A12	Byggemøde
A13	Projektledermøde
A14	Anden sagsrelateret møde

Afgivelse af data/ informationer, internt

A20	Intern udveksling, egen ombringning af papirdokumenter
A21	Intern udveksling, ombringning via intern postsystem
A22	Intern udveksling, afsendelse via lokalt EDB-netværk
A23	Intern udveksling, telefonsamtale
A24	Anden intern udveksling

Afgivelse af data/ informationer, eksternt

A30	Ekstern udveksling, egen ombringning af papirdokumenter
A31	Ekstern udveksling afsendelse via postvæsen el. lign.
A32	Ekstern udveksling, afsendelse via EDB-netværk (Internet el. lign.)
A33	Ekstern udveksling, afsendelse via højhastighedsnet (ATM el. lign.)
A34	Ekstern udveksling, afsendelse via EDB og modem
A35	Ekstern udveksling, telefonsamtale
A36	Ekstern udveksling telefax-skrivning og -afsendelse
A37	Anden ekstern udveksling

Projektrelevant videntilegnelse, intern

A40	Via telefonsamtale
A41	Via lokal netværk (læsning på skærm eller udprintet dokument)
A42	Via læsning af notater el. lign.
A43	Via læsning af udplottede tegninger
A44	Via læsning af bøger, faglitteratur i øvrigt
A45	Anden intern videntilegnelse

Projektrelevant videntilegnelse, ekstern

A50	Via telefonsamtale
A51	Via telefax-læsning
A52	Via EDB-netværk (Internet el. lign. læsning på skærm eller udprintet dokument)
A53	Via EDB og modem (læsning på skærm eller udprintet dokument)
A54	Via læsning af tilsendte papirdokumenter
A55	Anden ekstern videntilegnelse

Udarbejde kladder til dokumenter uden IT-anvendelse

A60	Kladde til tegninger
A61	Kladde til beskrivelser
A62	Kladde til breve og følgesedler
A63	Kladde til referater
A64	Kladde til statiske beregninger
A65	Kladde til VVS beregninger
A66	Kladde til ventilationsberegninger
A67	Kladde til elberegninger (stærk- og svagstrøm)
A68	Kladde til andre beregninger
A69	Anden kladde udarbejdelse (annoncer etc.)

Udarbejde 'kladder' til dokumenter med IT-anvendelse

A70	Kladde til tegninger
A71	Kladde til beskrivelser
A72	Kladde til breve og følgesedler
A73	Kladde til referater
A74	Kladde til statiske beregninger
A75	Kladde til VVS beregninger
A76	Kladde til ventilationsberegninger
A77	Kladde til elberegninger (stærk- og svagstrøm)

- A78 Kladde til andre beregninger
- A79 Anden kladde udarbejdelse (annoncer etc.)

Renskrivning og -tegning af dokumenter uden IT-anv.

- A80 Rentegne tegninger (generelt)
- A81 Renskrive beskrivelser
- A82 Renskrive breve og følgesedler
- A83 Renskrive referater
- A84 Renskrive statiske beregninger
- A85 Renskrive VVS beregninger
- A86 Renskrive ventilationsberegninger
- A87 Renskrive elberegninger (stærk- og svagstrøm)
- A88 Renskrive andre beregninger
- A89 Anden renskrivnings og -tegningsarbejde

Renskrivning og -tegning af dokumenter med IT-anv.

- A90 Rentegne tegninger (generelt)
- A91 Renskrive beskrivelser
- A92 Renskrive breve og følgesedler
- A93 Renskrive referater
- A94 Renskrive statiske beregninger
- A95 Renskrive VVS beregninger
- A96 Renskrive ventilationsberegninger
- A97 Renskrive elberegninger (stærk- og svagstrøm)
- A98 Renskrive andre beregninger
- A99 Anden renskrivnings og -tegningsarbejde

Sagsstyring

- A100 Planlægning af projekteringsarbejde (projekteringstidsplan)
- A101 Sagsbudgettering (bemandingsplan)
- A102 Sagsbudgettering (økonomisk budget)
- A103 Sagsregnskab (timeregistrering)
- A104 Sagsregnskab (økonomisk regnskab)
- A105 Andet sagsstyrings arbejde

Timeregistrering

- A110 Udfyldelse af timeseddel (uden IT-anvendelse)
- A111 Udfyldelse af timeseddel (med IT-anvendelse)
- A112 Andet timeregistreringsarbejde

Tilbudsgivning etc.

A120	Honorarberegning
A121	Udarbejdelse af tilbud
A122	Andet tilbudsarbejde

Aftaler og kontrakter

A130	Udarbejdelse af skriftlige honoraraftaler med bygherre eller samarbejdspartnere
A131	Udarbejdelse af kontrakter med bygherre eller samarbejdspartnere
A132	Udarbejdelse af aftaler for udveksling af digitale data
A133	Anden aftale- eller kontraktudarbejdelse

Udveksling af digitale data

A140	Udveksling af tegningsdata ved filoverførsler med EDB-netværk/ modem
A141	Udveksling af tegningsdata ved postforsendelse af disketter el. lign.
A142	Udveksling af beskrivelsesdata ved filoverførsler med EDB-netværk/ modem
A143	Udveksling af beskrivelsesdata ved postforsendelse af disketter el. lign.
A144	Udveksling af beregningsdata ved filoverførsel med EDB-netværk/ modem
A145	Udveksling af beregningsdata ved postforsendelse af disketter el. lign.
A146	Anden digital dataudveksling ved filoverførsel med EDB-netværk el. lign.
A147	Anden digital dataudveksling ved postforsendelse af disketter el. lign.

Oversættelsesarbejde af modtagne digitale datafiler

A150	Tegningsfiler modtaget med DXF filformat
A151	Tegningsfiler modtaget med IGES filformat
A152	Tegningsfiler modtaget med DWG filformat
A153	Tegningsfiler modtaget med DSFL filformat
A154	Tegningsfiler modtaget med andet filformat
A155	a/n datafiler modtaget med ASCII filformat
A156	a/n datafiler modtaget med WP filformat
A157	a/n datafiler modtaget med WORD filformat

A158 a/n datafiler modtaget med andet filformat

Udplotning/ -printning

A160 CAD-tegninger
A161 Beskrivelser
A162 Breve og lign.
A163 Beregninger
A164 Produktinformationer
A165 Andet udplotnings/ -printnings arbejde

Tilretning af modtagne digitale dokumenter

A170 Rette fejl i modtagne tegningsfiler (projekteringsfejl eller lign.)
A171 Rette fejl i modtagne a/n filer (projekteringsfejl el. lign.)
A172 Rette fejl i eller tilpasse modtagne produktdata filer
A173 Rette fejl eller tilpasse andre modtagne digitale dokumenter
A174 Andet tilretningsarbejde af modtagne digitale dokumenter

Tilretning af modtagne papir dokumenter

A180 Rette fejl på modtagne tegninger (projekteringsfejl eller lign.)
A181 Rette fejl på modtagne beskrivelsessider (projekteringsfejl el. lign.)
A182 Rette fejl eller tilpasse andet modtaget projektmateriale
A183 Andet tilretningsarbejde af modtagne papir dokumenter

Dokumentationsarbejde

A190 Udarbejde dokumenterende kopier af diverse tegnings forsendelser
A191 Udarbejde dokumenterende kopier af diverse a/n forsendelser
A192 Andet dokumentationsarbejde i forbindelse med diverse forsendelser

Arkivering, papirdokumenter

A200 Arkivere projektmateriale (tegninger)
A201 Arkivere projektmateriale (beskrivelse)

A202	Arkivere projektmateriale (beregninger)
A203	Arkivere projektmateriale (breve etc.)
A204	Arkivere sagsmapper, brochurer etc. tilknyttet projektet
A205	Andet arkiveringsarbejde

Arkivering, digitale dokumenter

A210	Arkivere digitalt projektmateriale (tegninger)
A211	Arkivere digitalt projektmateriale (beskrivelser)
A212	Arkivere digitalt projektmateriale (beregninger)
A213	Arkivere digitalt projektmateriale (breve etc.)
A214	Andet digitalt arkiveringsarbejde

Oprettelse af projektbiblioteker etc.

A220	Oprettelse af projektbiblioteker på CAD (incl. symboler, standardobjekter etc.)
A221	Oprettelse af projektbiblioteker på øvrigt IT
A222	Planlægning af datastrukturering og lagring af digitale data i øvrigt
A223	Andet oprettelsesarbejde til lagring af digitale projektdata

Fremfinde erfaringsmateriale

A230	Arbejde med at finde relevant erfaringsgrundlag frem fra tidligere projekter (papirmedié)
A231	Arbejde med at finde relevant erfaringsgrundlag frem fra tidligere projekter (digitale data)
A232	Andet søgearbejde for at fremfinde erfaringsgrundlag (papirdokumenter)
A233	Andet søgearbejde for at fremfinde erfaringsgrundlag (digitale data)

Reproduktionsarbejde, udfra papirdokumenter

A240	Tage lustryk af tegninger (incl. foldning og pakning)
A241	Lave andre reproduktioner af tegningsmateriale (raster, skanning etc.)
A241	Tage fotokopier (incl. evt. indbinding o.lign. samt pakning)
A242	Andet reproduktionsarbejde af papirdokumenter

Reproduktionsarbejde, udfra digitale datafiler

A250	Tage lustryk udfra digitale tegningsfiler (incl. foldning og pakning)
A251	Lave andre reproduktioner udfra digitale tegningsfiler (raster etc.)
A252	Backup af digitale tegningsfiler
A253	Backup af digitale projektbiblioteker
A254	Backup af digitale a/n datafiler
A255	Andet digitalt reproduktionsarbejde

Udsendelse af projektmateriale (papirdokumenter som lustryk, beskrivelser etc.)

A260	Til bygherre
A261	Til arkitekt
A262	Til ingeniør
A263	Til landinspektør
A264	Til totalentreprenør
A265	Til hovedentreprenør
A266	Til fagentreprenør
A267	Til producent/ leverandør
A268	Til myndigheder
A269	Til andre

Tilsynsarbejde

A270	Tilsyn på pladsen
A271	Udarbejdelse af tilsynsnotater (uden IT anvendelse)
A272	Udarbejdelse af tilsynsnotater (med IT anvendelse)

Bygge-/ anlægsregnskab

A280	Udarbejde bygge-/ anlægsregnskab (uden IT anvendelse)
A281	Udarbejde bygge-/ anlægsregnskab (med IT-anvendelse)

Fejlfinding eller -retning i eget IT

A290	Fejlfinding eller -retning i IT-hardware
A291	Fejlfinding eller -retning i IT-software

Venteposition

A300	Venteposition pga. manglende oplysninger fra eksterne personer/firmaer
A301	Venteposition pga. manglende oplysninger internt i virksomheden
A302	Venteposition pga. fejl i IT-hardware
A303	Venteposition pga. fejl i IT-software
A304	Venteposition forårsaget af andre forhold

Kørsel/ befordring i forbindelse med projektet

A310	Kørsel til/fra sagsmøder (projekterings-, bygge-, bygherremøder etc.)
A311	Kørsel til/fra diverse opmålingsarbejder
A312	Større rejseaktivitet i ind- og udland
A313	Andet kørsel/befordring nødvendig for projektets afvikling

Målearbejder og prøveudtagning etc. incl. efterbehandling af data

A320	Akustiske målinger
A321	Strømningsmålinger
A322	Flade- eller linienivellement
A323	Afsætning af bygning eller bro etc.
A324	Jordprøveudtagning
A325	Betonprøveudtagning
A327	Fugtmålinger
A328	Brandtekniske prøver o. lign.
A329	Andet måle- eller prøveudtagning

Kvalitetssikring

A330	Kvalitetssikring af tegninger (generelt)
A331	Kvalitetssikring af beskrivelser (generelt)
A332	Kvalitetssikring af beregninger (generelt)
A333	Kvalitetssikring af tilbudslist, kontrakter og lign.
A334	Andet kvalitetssikringsarbejde

Sygdom, fri og andet fravær

A340	Fravær pga. sygdom, lægebesøg el. lign.
A341	Fravær pga. afspadsering med løn

A342	Fravær pga. ferie
A343	Fravær af anden årsag

Pauser

A350	Middagspause
A351	Anden pause

APPENDIKS C

Et forsøg med metoden

Indholdsfortegnelse for Appendiks C

C1. Indledning	side 40
C2. Resumé af forsøget	side 40
C2.1 Aktiviteter	side 41
C2.2 Anonymitet	side 45
C2.3 Formål med registreringen	side 45
C2.4 Oversigt over deltagernes ford. på fagområder etc.....	side 46
C3. Resultatpræsentationer	side 47
C3.1 Den samlede gruppe	side 47
C3.2 Gruppering på fagområder	side 48
C3.3 Gruppering på fagplaner	side 50
C3.4 Aktiviteter med og uden IT-anvendelse	side 51
C3.4.1 Den samlede gruppe	side 52
C3.4.2 Gruppering på fagområder	side 53
C3.4.3 Gruppering på fagplaner	side 54
C4. Projekteffekt faktorer	side 54
C5. Konklusion	side 64
Referencer	side 68
BILAG A : Aktivitets-/tidsregistreringsskema	side 69
BILAG B: Oversigt over forbrugt tid på aktiviteter, samlet gruppe	side 71

C1. Indledning

Nærværende appendiks indeholder en beskrivelse af et forsøg vedrørende aktivitets-/tidsregistrering i en projekteringsproces. Forsøget er udført hos COWI gennem en 15 ugers periode fra juni til september 1996, i forbindelse med et konkret projekt.

En række resultater fra forsøget er vist i dette appendiks, primært vedrørende fordelingen af de forskellige aktiviteter der er registreret. Denne fordeling vises for den samlede deltagergruppe som helhed, samt på medarbejdergrupper opdelt i fagområder og fagplaner.

Der er endvidere præsenteret resultater, hvor muligt, som vedrører en fordeling af aktiviteter henholdsvis *med* og *uden* brug af IT.

Der henvises til konklusionen i afsnit C5 hvor tre delkonklusioner til forsøget og til resultaterne kan findes. Inden den videre resultatpræsentation foreligger, skal der lyde en tak til alle 19 deltagere i forsøget.

C2. Resumé af forsøget

Data fra tidsregistreringen blev indtastet i en ny designet database, til brug for den efterfølgende databehandling. Registreringen blev foretaget for i alt 19 medarbejdere, arbejdende på sagen i perioden fra og med uge 24, 1996 til og med uge 38, 1996- i alt 15 uger. Tidsregistreringen blev foretaget for medarbejdere på varierende medarbejderniveauer (kaldt fagplaner), fra assistent til projektleder, og på flere forskellige fagområder (konstruktion, el, mek. etc.).

Registreringen vedrørte al den tid som de enkelte medarbejdere havde brugt på sagen i den pågældende periode, i to udvalgte dage om ugen. Ugedagene varierede fra uge til uge. Registreringen blev overordnet opdelt i aktiviteter med og uden IT-støtte. Registreringen foregik i praksis ved, at et registreringsskema med ca. 150 fortrykte aktiviteter skulle udfyldes af hver medarbejder, hver af de to registreringsdage om ugen. Denne registrering foregik ved, at hver medarbejder skulle angive det antal minutter, som vedkommende havde brugt på de forskellige aktiviteter de havde haft på sagen den pågældende dag. Et eksempel på et registreringsskema er vist i bilag A. Den i appendiks B viste aktivitetsliste blev i forsøget reduceret til ca. 150 aktiviteter af hensyn til forsøgsdeltagerne.

C2.1 Aktiviteter

De prædefinerede aktiviteter som deltagerne kunne vælge i mellem, når en ny aktivitet skulle registreres, er gengivet nedenfor.

Gr. 0. Mødedeltagelse

- A1 Bygherremøde
- A2 Projekteringsmøde
- A3 Byggemøde
- A4 Projektledermøde
- A5 Anden mødedeltagelse

**** Gr. 10. Intern info-udveksling***

- A10 Intern udveksling, egen ombringning af papirdokumenter
- A11 Intern udveksling, ombringning via internt postsystem
- A12 Intern udveksling, afsendelse via lokalt EDB-netværk
- A13 Intern udveksling, telefonsamtale
- A14 Anden intern udveksling

**** Gr. 20. Ekstern info-udveksling***

- A20 Ekst. udveksling, egen ombringning af papirdokumenter
- A21 Ekst. udveksling, afsendelse via postvæsen el. lign.
- A22 Ekst. udveksling, afsendelse via EDB-netværk (Internet el. lign.)
- A23 Ekst. udveksling, afsendelse via højhast.netværk (ATM, ISDN)
- A24 Ekst. udveksling, afsendelse via EDB og modem
- A25 Ekst. udveksling, telefonsamtale
- A26 Ekst. udveksling, telefax-skrivning og -afsendelse
- A27 Anden ekstern udveksling

Gr. 30. Videntilegnelse

- A30 Via telefonsamtale
- A31 Via telefax-læsning
- A32 Via lokalnetværk (læsning på skærm ell. printet dok.)
- A33 Via EDB-netværk (Internet, læsning på skærm ell. printet dok.)
- A34 Via EDB og modem (læsning på skærm ell. printet dok.)
- A35 Via læsning af notater, bøger, faglitt. etc.
- A36 Anden videntilegnelse

**** Gr. 40. Kladder uden IT-anvendelse***

- A40 Kladde til tegninger
- A41 Kladde til beskrivelser
- A42 Kladde til breve og følgesedler
- A43 Kladde til referater
- A44 Kladde til beregninger
- A45 Anden kladde udarbejdelse

*** Gr. 50. Rentegning/ -skrivning uden IT-anvendelse**

- A50 Rentegne tegninger
- A51 Renskrive beskrivelser
- A52 Renskrive breve og følgesedler
- A53 Renskrive referater
- A54 Renskrive beregninger
- A55 Andet renskrivningsarbejde

*** Gr. 60. Udarb. af tegn. og øvrige dok. med IT-anv.**

- A60 Tegninger
- A61 Beskrivelser
- A62 Breve og følgesedler
- A63 Referater
- A64 Beregninger
- A65 Anden dokumentudarbejdelse

*** Gr. 70. Sagsstyring etc.**

- A70 Planl. af projekteringsarb. (projekteringstidsplan etc.)
- A71 Sagsbudgettering (bemandingsplan etc.)
- A72 Sagsbudgettering (økonomisk budget etc.)
- A73 Sagsregnskab (timeregistrering etc.)
- A74 Sagsregnskab (økonomisk regnskab)
- A75 Andet sagsstyrings arbejde
- A76 Bygherreoverslag

Gr. 80. Timeregistrering

- A80 Udfyldelse af timeseddel (uden IT-anvendelse)
- A81 Udfyldelse af timeseddel (med IT-anvendelse)
- A82 Andet timeregistreringsarbejde

Gr. 90. Tilbudsgivning

- 5A90 Honorarberegning
- A91 Udarbejdelse af tilbud
- A92 Andet tilbudsarbejde

Gr. 100. Aftaler og kontrakter

- A100 Udarb. af skriftlige honoraraftaler m. bygherre/samarb. partn.
- A101 Udarb. af kontrakter med bygherre/samarbejdspartnere
- A102 Udarb. af aftaler for udveksling af digitale data
- A103 Anden aftale- eller kontraktudarbejdelse

*** Gr. 110. Udveksling af digitale data**

- A110 Udveksl. af tegningsdata v. filoverførsler m. EDB-netv./modem
- A111 Udveksl. af tegningsdata v. postforsend. af disketter el.lign.
- A112 Udveksl. af beskrivelsesdata v. filoverfør. m. EDB-netv./modem
- A113 Udveksl. af beskrivelsesdata v. postfors. af disketter el.lign.
- A114 Udveksl. af beregningsdata v. filoverfør. m. EDB-netv./modem
- A115 Udveksl. af beregningsdata v. postforsend. af disketter el.lign.
- A116 Anden digital dataudveksling v. filoverfør. m. EDB-netv. el.lign.

A117 Anden digital dataudveksling v. postfors. af disketter el.lign.

*** Gr. 120. Oversættelse af modt. digitale datafiler**

- A120 Tegningsfiler modtaget med DXF filformat
- A121 Tegningsfiler modtaget med IGES filformat
- A122 Tegningsfiler modtaget med DWG filformat
- A123 Tegningsfiler modtaget med DSFL filformat
- A124 Tegningsfiler modtaget med andet filformat
- A125 a/n datafiler modtaget med ASCII filformat
- A126 a/n datafiler modtaget med WP filformat
- A127 a/n datafiler modtaget med WORD filformat
- A128 a/n datafiler modtaget med andet filformat

*** Gr. 130. Udplotning/ -printning**

- A130 CAD-tegninger
- A131 Beskrivelser
- A132 Breve og lign.
- A133 Beregninger
- A134 Produktinformationer
- A135 Andet udplotnings/ -printnings arbejde

*** Gr. 140. Tilretning af modt. digitale dokumenter**

- A140 Rette fejl i modtagne tegningsfiler (projekteringsfejl el.lign.)
- A141 Rette fejl i modtagne a/n filer (projekteringsfejl el.lign.)
- A142 Rette fejl eller tilpasse andre modtagne digitale dokumenter
- A143 Andet tilretningsarbejde af modtagne digitale dokumenter

Gr. 150. Tilretning af modt. papir dokumenter

- A150 Rette fejl på modt. tegninger (projekteringsfejl el.lign.)
- A151 Rette fejl på modt. beskrivelsessider (projekteringsfejl el.lign.)
- A152 Rette fejl/tilpasse andet modtaget projektmateriale
- A153 Andet tilretningsarbejde af modtagne papir dokumenter

*** Gr. 160. Dokumentationsarbejde**

- A160 Udarb. dokumenterende kopier af div. tegningsforsendelser
- A161 Udarb. dokumenterende kopier af div. a/n forsendelser
- A162 Andet dokumentationsarbejde i forb. m. div. forsendelser

*** Gr. 170. Arkivering, papirdokumenter**

- A170 Arkivere projektmateriale (tegninger)
- A171 Arkivere projektmateriale (andet end tegninger)

*** Gr. 180. Arkivering, digitale dokumenter**

- A180 Arkivere digitalt projektmateriale (tegninger)
- A181 Arkivere digitalt projektmateriale (andet end tegninger)

Gr. 190. Oprettelse af projektbiblioteker etc.

- A190 Opret. af projektbib. på CAD (incl. symbol- og objektbib. etc.)

- A191 Oprettelse af projektbiblioteker på øvrigt IT
- A192 Planlæg. af datastrukturering og lagring af digitale data i øvrigt

Gr. 200. Fremfinde erfaringsmateriale

- A200 Fremf. relevant erfaringsgrundlag fra tidl. projekter (papirmedie)
- A201 Fremf. relevant erfaringsgrundlag fra tidl. proj.(digitale data)
- A202 Andet søgearb. for at fremf. erfaringsgrundlag (papirdokument)
- A203 Andet søgearb. for at fremfinde erfaringsgrundlag(digitale data)

*** Gr. 210. Reproduktionsarbejde , udfra papirdok.**

- A210 Tage lustryk af tegninger (incl.foldning + pakning)
- A211 Lave andre reproduktioner af tegn.matr.(raster, skanning etc.)
- A212 Tage fotokopier (incl. evt. indbind. o.lign. samt pakning)
- A213 Andet reproduktionsarbejde af papirdokumenter

*** Gr. 220. Reprodukt.arb., udfra digitale datafiler**

- A220 Tage lustryk udfra digitale tegningsfiler (incl. foldn. og pakning)
- A221 Lave andre reprodukt. udfra digitale tegningsfiler.(raster etc.)
- A222 Backup af digitale projektdata
- A223 Andet digitalt reproduktionsarbejde

Gr. 230. Udsendelse af projektmateriale

- A230 Til bygherre
- A231 Til arkitekt
- A232 Til ingeniør
- A233 Til landinspektør
- A234 Til totalentreprenør
- A235 Til fagentreprenør
- A236 Til producent/leverandør
- A237 Til myndigheder
- A238 Til andre

*** Gr. 240. Tilsynsarbejde**

- A240 Tilsyn på pladsen
- A241 Udarbejdelse af tilsynsnotater (uden IT anvendelse)
- A242 Udarbejdelse af tilsynsnotater (med IT anvendelse)

Gr. 250. Bygge-/ anlægsregnskab

- A250 Udarbejde bygge-/ anlægsregnskab (uden IT anvendelse)
- A251 Udarbejde Bygge-/ anlægsregnskab (med IT anvendelse)

*** Gr. 260. Fejlfinding eller -retning i eget IT**

- A260 Fejlfinding eller -retning i IT-hardware
- A261 Fejlfinding eller -retning i IT-software

*** Gr. 270. Venteposition**

- A270 Ventepos. pga. manglende oplysn. fra eksterne pers./firmaer
- A271 Ventepos. pga. manglende oplysn. internt i virksomheden
- A272 Ventepos. pga. fejl i IT-hardware

Gr. 280. Kørsel/beford. i forbindelse m. projektet

- A280 Kørsel til/fra sagsmøder (projekterings-, byggemøder etc.)
- A281 Kørsel til/fra div. opmålingsarbejder
- A282 Større rejseaktivitet i ind- og udland
- A283 Andet kørsel/befordring nødv. for projektets afvikling

Gr. 290. Kvalitetssikring

- A290 Kvalitetssikring af tegninger (generelt)
- A291 Kvalitetssikring af beskrivelser (andet end tegninger)

*** Gr. 300. Sygdom, fri og andet fravær**

- A300 Fravær p.g.a. sygdom, lægebesøg el. lign.
- A301 Fravær p.g.a. afspadsering med løn
- A302 Fravær p.g.a. ferie
- A303 Fravær af anden årsag

*** Gr. 310. Pauser**

- A310 Middagspause
- A311 Anden pause

De aktivitetsgrupper der er mærket med * angiver de grupper, som er særlig behandlet i nærværende appendiks. Øvrige grupper indgår i resultatpræsentationer som del af totaler i forbindelse med procentberegninger. Det blev fra starten af forsøget tydeliggjort for deltagerne, at såfremt de havde haft en aktivitet som de var i tvivl om hvordan skulle registreres, kunne de rette henvendelse til undertegnede. Der kunne således blive påført yderligere aktiviteter til skemaet. Dette skete i et par tilfælde i starten af forsøget.

C2.2 Anonymitet

Registreringen er udført med størst mulig anonymitet overfor deltagerne. Hver medarbejder blev udbedt deres initialer på hvert udfyldt registreringskema. Initialerne blev brugt til, i den efterfølgende databehandling, at gruppere deltagerne i faggrupper og medarbejderniveauer. Dette skete ud fra et modtaget mappingskema mellem initialer og medarbejderfunktion (faggruppe og niveau) i virksomheden. Efter mappingen var foretaget i databehandlingen var initialerne herefter negligeret.

C2.3 Formål med registreringen

Formålet med denne tidsregistrering er, at kunne foretage en analysering af et projekteringsforløb, herunder at registrere i hvor høj grad den for

hånden værende IT benyttes af medarbejderne til de forskellige aktiviteter. Yderligere, at kunne registrere, i hvilket omfang en sag kører "optimalt" for de forskellige faggrupper gennem et længere tidsforløb. Endelig kan det konstateres, om sagens effektivitet påvirkes i forbindelse med et faseskift hvor der traditionelt sker en overdragelse af projektviden.

C2.4 Oversigt over deltagernes fordeling på fagområder etc.

De 19 deltagere i aktivitets-/tidsregistreringen tilhører såvel forskellige fagområder som fagplaner. En fordeling af deltagerne i forskellige fagområder og fagplaner fremgår af skema C1. I øvrigt er medarbejdernes tilhørsforhold til projektets to delprojekter, benævnt henholdsvis DP1 og DP2, indeholdt i skemaet.

Deltager nr.	Fagområde	Fagplan	Delprojekt(er) (DP)
1	LEDELSE	AL, PL	DP1+DP2
2	LEDELSE	PM, PL	DP1+DP2
3	LEDELSE	SEKR.	DP1+DP2
4	LEDELSE	SEKR.	DP1+DP2
5	KON	PL, ING	DP1+DP2
6	KON	DL, ING	DP2
7	KON	DL, ING	DP1
8	KON	ING	DP1
9	KON	TA	DP1
10	KON	TA	DP2
11	MEK	ING	DP2
12	MEK	ING	DP1+DP2
13	MEK	SEKR	DP1+DP2
14	EL	ING	DP1+DP2
15	EL	ING	DP2
16	BYGGEPLADS	BL, ING	DP2
17	BYGGEPLADS	SEKR	DP2
18	DRIFT	ING	DP2
19	ØKONOMI	ING	DP1+DP2

Skema C1. Oversigt over deltagernes tilhørsforhold til fagområder, fagplaner og delprojekter. Benyttede forkortelser: AL (Afdelingsleder), PL (Projektleder), PM (Projektmanagement), DL (Disciplin leder), TA (Teknisk assistent), BL (Byggeleder), KON (konstruktionsafdeling), MEK (installationsafdeling), EL (elafdeling).

C3. Resultatpræsentationer

Den foreliggende resultatpræsentation vil blive grupperet i fagområder og fagplaner. Sidstnævnte svarende til det medarbejderniveau, som de enkelte deltagere befinder sig på. Først præsenteres dog resultater for den samlede deltagergruppe.

Resultater er præsenteret for et udvalgt antal aktiviteter (se forrige afsnit), nemlig de, som i denne resultatpræsentation er vurderet værende mest interessante. De udvalgte aktiviteter repræsenterer så meget som ca. 75 procent af den samlede registrerede tid i hele forsøget, og de væsentligste aktivitetsgrupper er således repræsenteret.

C3.1 Den samlede gruppe

Såfremt aktivitetsgrupperne 300 og 310 som vedrører *sygdom, fri, fravær, pauser* etc. udeholdes fra den samlede registrerede tid, kan de enkelte aktivitetsgruppers andele af den samlede *effektive* registrerede forbrugte tid beregnes.

Betragtes først alle 19 deltageres samlede forbrug af tid på de forskellige behandlede (*-mærkede) aktivitetsgrupper under et, fremkommer følgende billede, vist i skema C2 på næste side.

Det ses af skema C2, at de mest anvendte aktiviteter er aktivitetsgruppen A60: Udarbejdelse af tegninger og øvrige dokumenter med IT samt aktivitetsgruppen A70: Sagsstyring etc. med henholdsvis knap 20 procent og knap 18 procent af al registreret tid. Næst efter disse aktiviteter kommer aktivitetsgruppen A40: Kladder udarbejdet uden IT-anvendelse med godt 9 procent af al registreret tid efterfulgt af aktivitetsgruppen A10: Intern informationsudveksling repræsenteret med godt 8 procent af tiden. Det er henlagt til afsnit C5 "Konklusion" for yderligere kommentarer til skemaet.

I bilag B er givet en oversigt over alle de i forsøget anvendte aktivitetsgrupper med tilhørende effektfaktorer og forbrugt tid i procent af samlet effektiv tid.

Aktivitetsgruppe	Reg. tid [min.]	Procentdel af samlede eff. tid *
Gr. 10 Intern info-udveksling	8.989	8,3 %
Gr. 20 Ekstern info-udveksling	4.454	4,1 %
Gr. 40 Kladder uden IT-anvendelse	9.908	9,1 %
Gr. 50 Rentegn./-skrivning uden IT-anvendelse	3.354	3,1 %
Gr. 60 Udarb. af tegn. og øvrige dok. med IT	21.517	19,8 %
Gr. 70 Sagsstyring etc.	19.111	17,6 %
Gr. 110 Udveksling af digitale data	154	0,1 %
Gr. 120 Oversættelse af modt. digitale datafiler	756	0,7 %
Gr. 130 Udplotning/-printning	1.256	1,2 %
Gr. 140 Tilretning af modt. digitale dokumenter	330	0,3 %
Gr. 160 Dokumentationsarbejde	25	0 %
Gr. 170 Arkivering, papirdokumenter	3.383	3,1 %
Gr. 180 Arkivering, digitale dokumenter	705	0,6 %
Gr. 210 Reproduktionsarbejde, udfra papirdok.	952	0,9 %
Gr. 220 Reproduktionsarbejde, udfra dig. datafiler	30	0 %
Gr. 240 Tilsynsarbejde	1.680	1,5 %
Gr. 260 Fejlfinding eller -retning i eget IT	185	0,2 %
Gr. 270 Venteposition	311	0,3 %
Gr. 280 Kørsel/ befodr. i forbindelse med projekt	2.590	2,4 %
Total	79.690	73,3 %

Skema C2. Oversigt over den samlede gruppes (i alt 19 medarbejdere) forbrug af tid på forskellige aktivitetsgrupper. I øvrigt er angivet den procent andel, som den registrerede forbrugte tid udgør i forhold til den samlede forbrugte effektive tid. *-mrk: Den samlede forbrugte effektive tid for alle 19 deltagere i de 15 ugers registrering, to dage om ugen, er 108.802 minutter (ca. 1.813 timer) når sygdom, fri og anden fravær er fratrasket.

C3.2 Gruppering på fagområder

Såfremt deltagerne grupperes i de fagområder der er vist i skema C1, kan de enkelte fagområders væsentligste aktiviteter findes og fagområderne kan sammenlignes indbyrdes. Der benyttes følgende grupperinger:

1. LEDELSE..... 4 deltagere (L)
2. KON.....6 deltagere (K)
3. MEK.....3 deltagere (M)
4. EL.....2 deltagere (E)
5. BYGGEPLADS2 deltagere (B)
6. DRIFT & ØKONOMI.....2 deltagere (D&Ø)

Gruppe 6 er en sammenlægning af de to fagområder drift og økonomi. Dette er gjort, idet de to fagområder er beslægtede, samt for ikke at have en gruppe der kun er repræsenteret af en enkelt deltager. I skema C3 er resultater for disse 6 grupper vist. De angivne procenter viser de andele af de samlede registrerede effektive tider som de enkelte fagområder har haft i løbet af de 15 uger. Disse samlede effektive tider er angivet i skemaets sidste række. Af skemaet fremkommer en mere nuanceret fordeling af forbrugt tid på de forskellige aktiviteter. Bemærk for eksempel det store tidsforbrug (56 hhv. 76 procent) som elafdelingen samt drift og vedligeholdelse har haft af aktivitetsgruppen A70: Sagsstyring. Ledelsen og konstruktionsafdelingen holder der imod tidsforbruget af denne aktivitet yderst beskeden med 5 til 8 procent. Yderligere kommentarer er henlagt til afsnit C5 "Konklusion".

Aktivitetsgrupper	L	K	M	E	B	D&Ø
Gr. 10 Intern info-udveksling	4 %	12 %	6 %	4 %	6 %	2 %
Gr. 20 Ekstern info-udveksling	8 %	4 %	3 %	2 %	3 %	1 %
Gr. 40 Kladder uden IT-anvendelse	6 %	13 %	10 %	5 %	4 %	1 %
Gr. 50 Rentegn./-skrivning uden IT-anv.	3 %	5 %	0 %	0 %	1 %	0 %
Gr. 60 Udarb. af tegn. og øvr. dok. med IT	23 %	19 %	23 %	15 %	21 %	7 %
Gr. 70 Sagsstyring etc.	5 %	8 %	36 %	56 %	12 %	76 %
Gr. 110 Udveksling af digitale data	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Gr. 120 Oversættelse af modt. digitale filer	0 %	2 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Gr. 130 Udplotning/-printning	1 %	2 %	1 %	0 %	0 %	0 %
Gr. 140 Tilretning af modt. digitale dok.	0 %	0 %	0 %	0 %	1 %	0 %
Gr. 160 Dokumentationsarbejde	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Gr. 170 Arkivering, papirdokumenter	7 %	3 %	0 %	0 %	1 %	8 %
Gr. 180 Arkivering, digitale dokumenter	3 %	0 %	0 %	0 %	1 %	0 %
Gr. 210 Reproduktionsarb., udfra papirdok.	1 %	1 %	0 %	0 %	2 %	1 %
Gr. 220 Reproduktionsarb., udfra dig. filer	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Gr. 240 Tilsynsarbejde	0 %	0 %	0 %	0 %	10 %	0 %
Gr. 260 Fejlfinding eller -retning i eget IT	0 %	0 %	0 %	0 %	1 %	0 %
Gr. 270 Venteposition	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Gr. 280 Kørsel/ befodr. i forb. med proj.	1 %	3 %	0 %	1 %	5 %	1 %
Samlet registreret eff. tid i 15 uger [timer]	275 t	855 t	232 t	81 t	280 t	91 t

Skema C3. Fordeling af registreret tid når der grupperes i fagområder. Den sidste række angiver den samlede registrerede effektive tid for hvert fagområde. Dette tal er benyttet som referencegrundlag ved beregning af de angivne procenter.

C3.3 Gruppering på fagplaner

Benyttes i stedet en gruppering ud fra fagplaner, det vil sige de forskellige niveauer i virksomheden som de enkelte medarbejdere kan grupperes i, kan der forventes en anden fordeling af den benyttede tid på de enkelte aktivitetsgrupper. Såfremt der benyttes en gruppering som denne:

1. LEDERE (AL, PL, PM, DL).....5 deltagere (LED)
2. INGENIØRER.....8 deltagere (ING)
3. SEKRETÆRER..... 4 deltagere (SEKR)
4. TEKN. ASSISTENTER.....2 deltagere (TA)

kan resultaterne ses i nedenstående skema C4.

Aktivitetsgrupper	LED	ING	SEKR	TA
Gr. 10 Intern info-udveksling	13 %	8 %	3 %	4 %
Gr. 20 Ekstern info-udveksling	7 %	4 %	2 %	1 %
Gr. 40 Kladder uden IT-anvendelse	15 %	11 %	1 %	0 %
Gr. 50 Rentegn./-skrivning uden IT-anvendelse	5 %	0 %	3 %	7 %
Gr. 60 Udarb. af tegn. og øvrige dok. med IT	7 %	19 %	24 %	49 %
Gr. 70 Sagsstyring etc.	9 %	28 %	18 %	10 %
Gr. 110 Udveksling af digitale data	0 %	0 %	0 %	1 %
Gr. 120 Oversættelse af modt. digitale datafiler	0 %	0 %	0 %	5 %
Gr. 130 Udplotning/-printning	0 %	0 %	1 %	6 %
Gr. 140 Tilretning af modt. digitale dokumenter	0 %	0 %	1 %	1 %
Gr. 160 Dokumentationsarbejde	0 %	0 %	0 %	0 %
Gr. 170 Arkivering, papirdokumenter	1 %	2 %	8 %	5 %
Gr. 180 Arkivering, digitale dokumenter	0 %	0 %	4 %	0 %
Gr. 210 Reproduktionsarbejde, udfra papirdok.	1 %	0 %	2 %	1 %
Gr. 220 Reproduktionsarbejde, udfra dig. datafiler	0 %	0 %	0 %	0 %
Gr. 240 Tilsynsarbejde	0 %	1 %	6 %	0 %
Gr. 260 Fejlfinding eller -retning i eget IT	0 %	0 %	1 %	0 %
Gr. 270 Venteposition	0 %	0 %	1 %	1 %
Gr. 280 Kørsel/ befordr. i forbindelse med projekt	3 %	3 %	2 %	0 %
Samlet registreret effektiv tid i 15 uger [timer]	618 t	651 t	302 t	243 t

Skema C4. Fordeling af registreret tid når der grupperes i fagplaner. Den sidste række angiver den samlede registrerede effektive tid for hvert fagplan. Dette tal er benyttet som referencegrundlag ved beregning af de angivne procenter.

Også her findes interessante resultater. Se blot de tekniske assistenters høje tidsforbrug af aktivitetsgruppen A60: Udarbejdelse af tegninger og øvrige dokumenter med brug af IT. Næsten halvdelen af deres tid benyttes til en direkte dokumentfremstilling ved computeren uden mellemstadiet "Kladde uden brug af IT" (aktivitetsgruppen A40) som de har en 0-procent brug af ! De øvrige fagplaner, og specielt gruppen "Ledere", har en væsentlig lavere produktion af dokumenter med brug af IT. Kun 7 procent af lederens tid benyttes til dokumentfremstilling med brug af IT. Hele 20 procent af lederens tid benyttes til dokumentfremstilling uden brug af IT. Se yderligere kommentarer i afsnit C5 "Konklusion".

C3.4 Aktiviteter med og uden IT-anvendelse

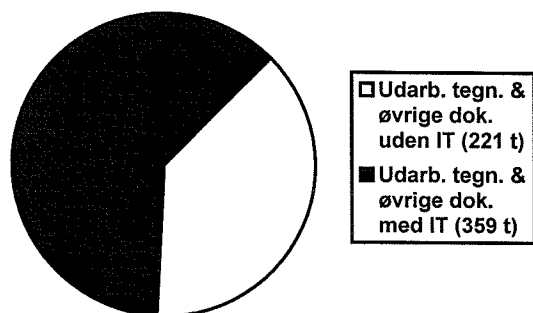
Det kunne være interessant at se lidt nærmere på fordelingen mellem aktiviteter hvori der benyttes IT, i forhold til aktiviteter der ikke inkluderer brug af IT. Der vælges de samme grupperinger af deltagerne som i afsnit C3.1, C3.2 og C3.3, det vil sige i henholdsvis én samlet gruppe, i fagområder og i fagplaner. Aktiviteter med og uden brug af IT der ønskes sammenlignet, skal naturligvis være sammenlignelige. Der er fundet følgende aktiviteter som er sammenlignelige, idet de er identiske, blot med den forskel, at den ene gruppe af aktiviteter udføres uden brug af IT og den anden gruppe udføres med brug af IT. Grupperne der sammenlignes fremgår af skema C5.

Aktivitetsgrupper uden IT-anvendelse	Aktivitetsgrupper med IT-anvendelse
Gr. 40 Kladder uden IT-anvendelse Gr. 50 Rentegn./-skrivn. uden IT-anvendelse	Gr. 60 Udarb. af tegn. og øvrige dok. med IT-anvendelse
Gr. 170 Arkivering, papirdok.	Gr.180 Arkivering, digitale dok.
Gr. 210 Reproduktionsarbejde, udfra papirdok.	Gr. 220 Reproduktionsarbejde, udfra digitale datafiler

Skema C5. Aktivitetsgrupper med og uden brug af IT. Til sammenligning.

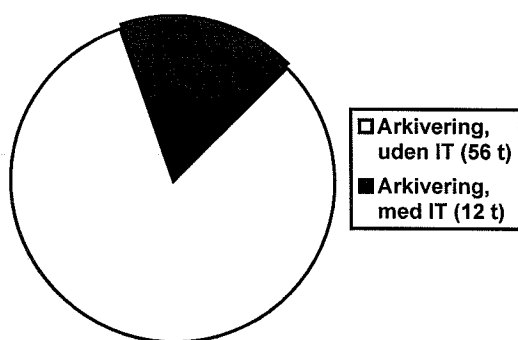
C3.4.1 Den samlede gruppe

Fordelingen, når det gælder udarbejdelse af tegninger og øvrige dokumenter, henholdsvis med og uden brug af IT, kan ses af figur 1. Det er totaltal, i timer, for den samlede deltagergruppe som er angivet i figuren.



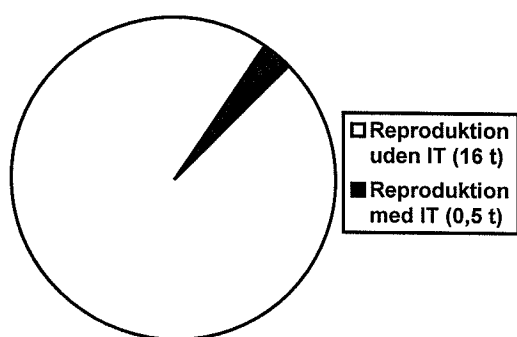
Figur C1. Sammenligning af aktivitetsgrupperne, Gr. 40 + Gr. 50 med aktivitetsgruppen, Gr. 60. Det er således en sammenligning af det samlede timetal for alle deltagere der er registreret, for aktiviteter der vedrører udarbejdelse af tegninger og øvrige dokumenter *uden* henholdsvis *med* brug af IT.

Vedrørende arkivering er tilsvarende resultater for den samlede deltagergruppe vist i figur C2.



Figur C2. Sammenligning af aktivitetsgruppe, Gr. 170 med aktivitetsgruppe, Gr. 180. Det er således en sammenligning af det samlede timetal for alle deltagere der er registreret, for aktiviteter der vedrører arkivering af dokumenter som papirmedie henholdsvis i digital form.

Endelig er sammenligningen for såvidt angår aktivitetsgruppen reproduktionsarbejde vist i figur C3.



Figur C3. Sammenligning af aktivitetsgruppe, Gr. 210 med aktivitetsgruppe, Gr. 220. Det er således en sammenligning af det samlede timetal for alle deltagere der er registreret, for aktiviteter der vedrører reproduktionsarbejde ud fra papirdokumenter henholdsvis ud fra digitale datafiler.

Det ses af figur C1, at der for aktiviteter der vedrører udarbejdelse af tegninger og øvrige dokumenter, sker en fremstilling primært ved brug af IT i forhold til en traditionel fremstilling med papir og pen. For de to andre sammenligningers vedkommende (figur 2 og 3) er der en klar overvægt af registreret tid på aktiviteterne *uden* brug af IT. Dette kan tolkes som et udtryk for, at der ikke haves tilstrækkelig mulighed for at arkivere og reproducere dokumenter med støtte fra IT *eller* (og vel mere sandsynligt) at det simpelthen tager kortere tid at udføre disse jobs med støtte fra IT. Der henvises til afsnit 5 "Konklusion" for yderligere kommentarer.

C3.4.2 Gruppering på fagområder

De i alt 6 fagområders fordeling af forbrugt tid på de enslydende aktivitetsgrupper, henholdsvis uden og med IT-anvendelse, kan ses i skema C6.

Aktivitetsgrupper m/u IT-anvendelse	L	K	M	E	B	D&Ø
Gr. 40 + Gr. 50 Tegn./Dok. uden IT	23	155	23	4	15	1
Gr. 60 Tegn./Dok. med IT	62	166	53	12	59	6
Gr. 170 Arkivering uden IT	19	26	0	0	4	7
Gr. 180 Arkivering med IT	9	0	0	0	2	0
Gr. 210 Reproduktionsarbejde uden IT	2	9	0	0	5	1
Gr. 220 Reproduktionsarbejde med IT	0	0	0	0	1	0

Skema C6. Forbrugt tid i timer, fordelt på ens aktivitetsgrupper, henholdsvis uden og med IT-anvendelse. Gruppering af deltagerne i fagområder.

Bemærkninger knyttet til figurerne C1, C2 og C3 er gældende her også, men det fremgår af skemaet, at resultaterne for de forskellige fagområder hviler på et inhomogent statistisk grundlag, idet de registrerede tider varierer meget fra fagområde til fagområde.

C3.4.3 Gruppering på fagplaner

De 4 fagplaners fordeling af forbrugt tid på de enslydende aktivitetsgrupper, henholdsvis uden og med IT-anvendelse, kan ses i skema C7.

Aktivitetsgrupper m/u IT-anvendelse	LED	ING	SEKR	TA
Gr. 40 + Gr. 50 Tegn./Dok. uden IT	121	72	11	18
Gr. 60 Tegn./Dok. med IT	45	124	71	119
Gr. 170 Arkivering uden IT	6	15	23	12
Gr. 180 Arkivering med IT	0	0	11	0
Gr. 210 Reproduktionsarbejde uden IT	5	2	5	4
Gr. 220 Reproduktionsarbejde med IT	0	0	1	0

Skema C7. Forbrugt tid i timer, fordelt på ens aktivitetsgrupper, henholdsvis uden og med IT-anvendelse. Gruppering af deltagerne i fagplaner.

C4. Projekteffekt faktorer

Dette afsnit præsenterer nogle beregnede *projekteffekt faktorer* som giver en indikation for hvor effektivt en sag kører. Effektiviteten kan til et givet tidspunkt udregnes ud fra en vægtning af de forskellige aktiviteter som deltagere netop udfører til det pågældende tidspunkt. Hver aktivitets tidsforbrug multipliceres således med en såkaldt *effektfaktor* som er et tal mellem 0 og 1. Værdien 0 tildeles aktiviteter der ikke tilfører sagen noget konstruktivt. Det kan for eksempel være en aktivitet der vedrører opretning af en modtaget fil der er leveret i et forkert filformat el. lign. Værdien 1 derimod, påføres aktiviteter som tilfører sagen egentlig værdi. Et eksempel herpå kunne være en aktivitet som "Udarbejdelse af tegninger med brug af IT". Skema C8 angiver de af COWI skønnede effekt faktorer for alle aktivitetsgrupperne. Projekteffekt faktoren kan på en given dato beregnes således:

Hver medarbejders tidsforbrug på forskellige aktiviteter den pågældende dag multipliceres med de tilhørende effektfaktorer. Den herved fremkomne værdi for en deltager summeres for alle (eller udvalgte) deltagere. Den fremkomne værdi vægtes i forhold til tidsforbrug uden effektfaktorer multipliceret. Dette resulterer i en projekteffekt faktor som antager en værdi mellem 0 og 1.

Aktivitetsgruppe	Navn	Effektfaktor
0	Mødedeltagelse	0,6
10	Intern info-udveksling	0,6
20	Ekstern info-udveksling	0,6
30	Videntilegnelse	0,8
40	Kladder uden IT-anvendelse	0,6
50	Rentegning/-skrivning uden IT	0,4
60	Udarb. af dokumenter med IT	1,0
70	Sagsstyring	0,4
80	Timeregistrering	0,1
90	Tilbudsgivning	0,2
100	Aftaler og kontrakter	0,6
110	Udveksling af digitale data	0,4
120	Oversættelse af modt. digi. data	0,2
130	Udplotning/print	0,2
140	Tilretning af modt. Digi. data	0,4
150	Tilretning af modt. Papir dok.	0,4
160	Dokumentationsarbejde	0,6
170	Arkivering, papirdokumenter	0,2
180	Arkivering, digi. data	0,2
190	Oprettelse af projektbibliotek etc.	0,2
200	Fremfindning af erfa. materiale	0,6
210	Reproduktionsarbejde udfra papir	0,2
220	Reproduktionsarbejde udfra digidata	0,2
230	Udsendelse af projektmateriale	0,2
240	Tilsynsarbejde	0,8
250	Bygge-/anlægsregnskab	0,6
260	Fejlfinding eller -retning i eget IT	0,2
270	Venteposition	0
280	Kørsel	0
290	Kvalitetssikring	0,8
300	Sygdom og andet fravær	0
310	Pauser	0
320	Skift mellem projekter	0,1

Skema C8. De af COWI skønnede effektfaktorer tilhørende hver aktivitetsgruppe.

Der er beregnet en ny projekteffekt faktor for hver eneste dag forsøget har kørt. Dette er gjort med tre konstellationer af deltagergruppen, nemlig for *den samlede gruppe*, gruppen opdelt i *fagområder* og gruppen opdelt i *fagplaner*. Altså tilsvarende opdelinger af deltagerne som i den øvrige del af dette appendiks.

Formålet med at beregne disse projekteffekt faktorer har blandt andet været at give et redskab til at kunne analysere en projekteringsproces. Herved øges muligheden for, at kunne bevæge sig fra den nuværende traditionelle projekteringsproces og frem mod en bedre, mere økonomisk fordelagtig proces, som understøttes af IT på den bedst tænkelige måde. Gennem projekteffekt faktorerne gøres det for eksempel muligt at se, hvorvidt der sker en ændring af effektiviteten henover et faseskift. Det kan på forhånd forventes, at der umiddelbart efter et faseskift, for eksempel fra dispositionsforslag til projektforslag vil ske en afdæmpning af effektiviteten. Dette set i lyset af den kendsgerning, at der fra én fase til den næste foregår en stor overdragelse af projektinformationer. Denne informationsoverdragelse kan ske mere eller mindre effektivt og med større eller mindre brug af IT. Endvidere sker der traditionelt en vis udskiftning af projektdeltagere fra én fase til den næste. Dette kan yderligere vanskeliggøre/bremse processen.

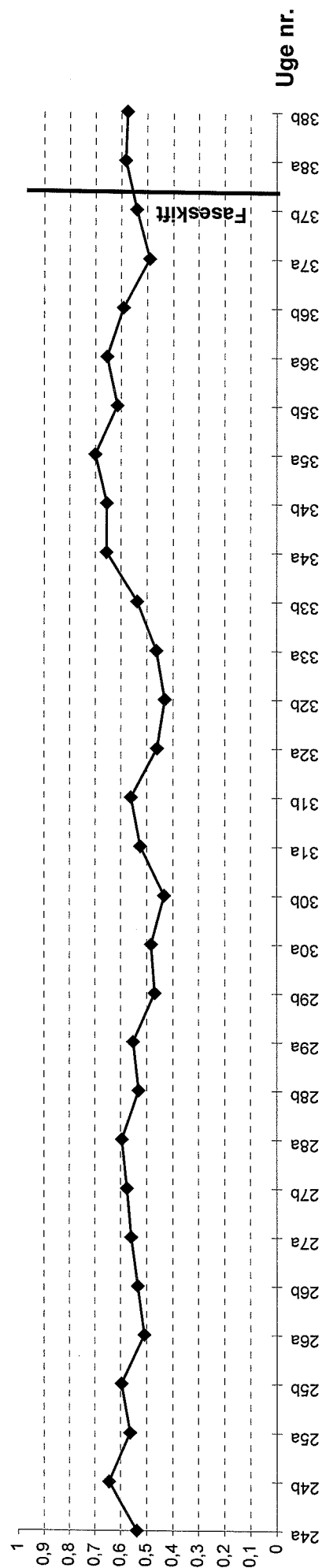
I øvrigt er afbildningen af effektiviteten for projekteringsforløbet interessant ud fra en anden IT-forskningsmæssig synsvinkel. På den måde projekteffekt faktorerne er beregnet, ud fra aktiviteter med og uden brug af IT og skønnede effektfaktorer knyttet til de forskellige aktiviteter, kan resultaterne være til stor nytte for den videre forskning og udvikling af IT-systemer til byggesektoren. Det er således vigtigt under planlægningen af nye integrerede IT-systemer at vide, hvorledes den typiske medarbejdersammensætning er i et projekteringsforløb og se i hvilket omfang de forskellige aktiviteter allerede klares med IT. Endelig kan projekteffekt faktorerne være interessante i forbindelse med at forbedre/rationalisere et projekteringsforløb internt i virksomheden.

De beregnede projekteffekt faktorer er gengivet i figur C4, C5 og C6, på tre følgende sider. De tilfælde hvor en projekteffekt faktor har resulteret i værdien 0 forårsaget af ferie, afspadsering, sygdom eller fordi en person i øvrigt ikke har arbejdet på sagen er frasorteret. Aktiviteter som er tildelt værdien 0 som effektfaktor er naturligvis medtaget ved beregningen af projekteffekt faktorerne.

Hovedlinierne i den endelige projekteringstidsplan som har været gældende for de to delprojekter er ridset op nedenfor. Efter registreringen var startet, skete der nogle forskydninger i tidsplanen. Her er de terminer det blev til:

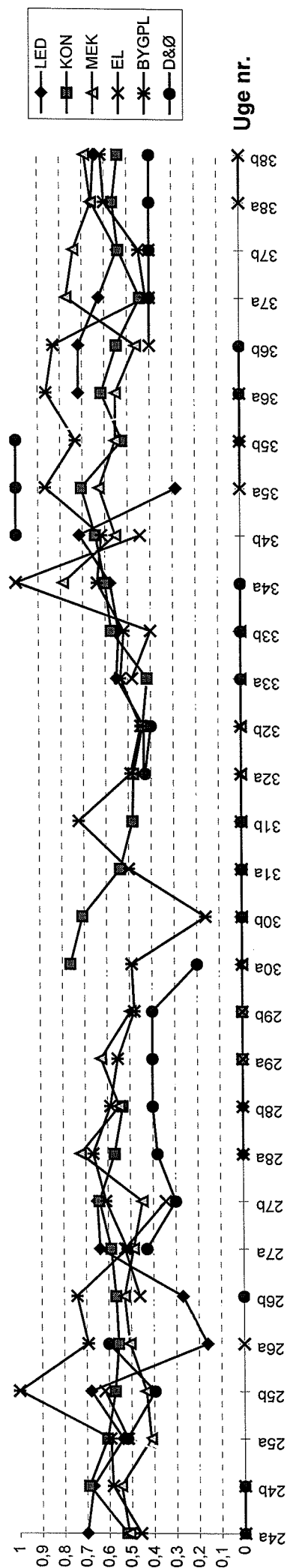
- DP1:** Dispositionsforslag frem til 15. maj 1996.
 Projektforslag fra 15. maj til 21. oktober 1996.
 Forprojekt fra 21. oktober 1996 til 1. februar 1997.
- DP2:** Dispositionsforslag frem til 15. maj 1996.
 Rev. dispositionsforslag fra 15. maj til 15. september 1996.
 Projektforslag fra 15. september til 5. december 1996.

Projekteffekt faktor, samlet gruppe



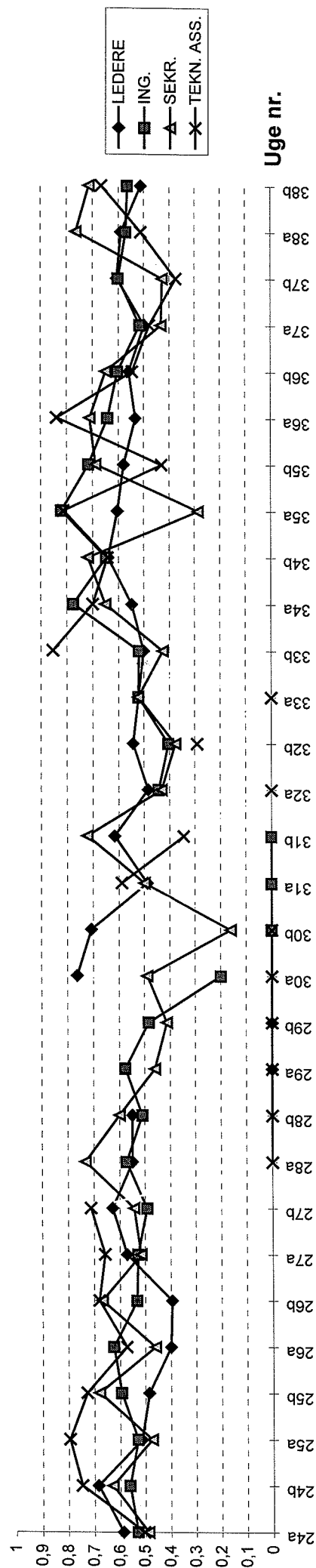
Figur C4. Projekteffekt faktor for den samlede deltagergruppe. Bemærk faseskiftet mellem uge 37b og 38a. Her skifter delprojektgruppen DP2 projektfase fra rev. dispositionsforslag til projektforslag. Ugenumre er påført som 24a, 24b, 25a etc. som angiver ugenumre i 1996 med hver to registreringsdage symboliseret ved a og b.

Projekteffekt faktor, fagområder



Figur C5. Projekteffekt faktor opdelt på fagområder. Ugenumre er påført som 24a, 24b, 25a etc. som angiver ugenumre i 1996 med hver to registreringsdage symboliseret ved a og b.

Projekteffekt faktor, fagplaner



Figur C6. Projekteffekt faktor opdelt på fagplaner. Ugenumre er påført som 24a, 24b, 25a etc. som angiver ugenumre i 1996 med hver to registreringsdage symboliseret ved a og b.

Figur C4 udviser projekteffekt faktorer for den samlede gruppe under et. Det ses, at projektføreløbet effektivitet fluktuerer gennem registreringsperioden. Minimumværdier ligger på ca. 0,4 og maksimumværdier på 0,7. En forskel på ikke mindre end 75 procent hvis minimumværdien vælges som referencegrundlag. Projektets effektivitet er altså langt fra jævnt og statisk, men et forløb der er genstand for beslutningers, informationsflowet og tidsterminers indvirkning. Alt sammen forhold der influerer på projekterings effektivitet. Ved faseskiftet mellem uge 37b og 38a findes dog ikke noget (forventet) udsving i projekteffekt faktoren; måske kan dette skyldes, at det kun er det ene delprojekt (DP2) som her skifter projektfase. Betragtes figurerne C5 og C6, findes i områder et vist omfang af næsten sammenfaldende kurver. Dette indikerer et omfang af indbyrdes interaktion mellem de enkelte faggrupper effektivitet. Dette kommenteres yderligere i afsnit C5 "Konklusion". På baggrund af de data der ligger til grund for figurerne C4, C5 og C6, kan en *gennemsnits* projekteffekt faktor beregnes dels for den samlede gruppe, dels for deltagerne opdelt i henholdsvis fagområder og fagplaner. De i skema C9 angivne gennemsnits projekteffekt faktorer er beregnet som middelværdi for hele registreringsperioden.

Gruppe opdelinger	Gennemsnits projekteffekt faktor
Den samlede gruppe	0,555
Delt på fagområder:	
LED	0,559
KON	0,570
MEK	0,575
EL	0,499
BYGPL	0,599
D&Ø	0,497
Delt på fagplaner:	
LEDERE	0,560
ING.	0,559
SEKR.	0,545
TEKN. ASS.	0,586

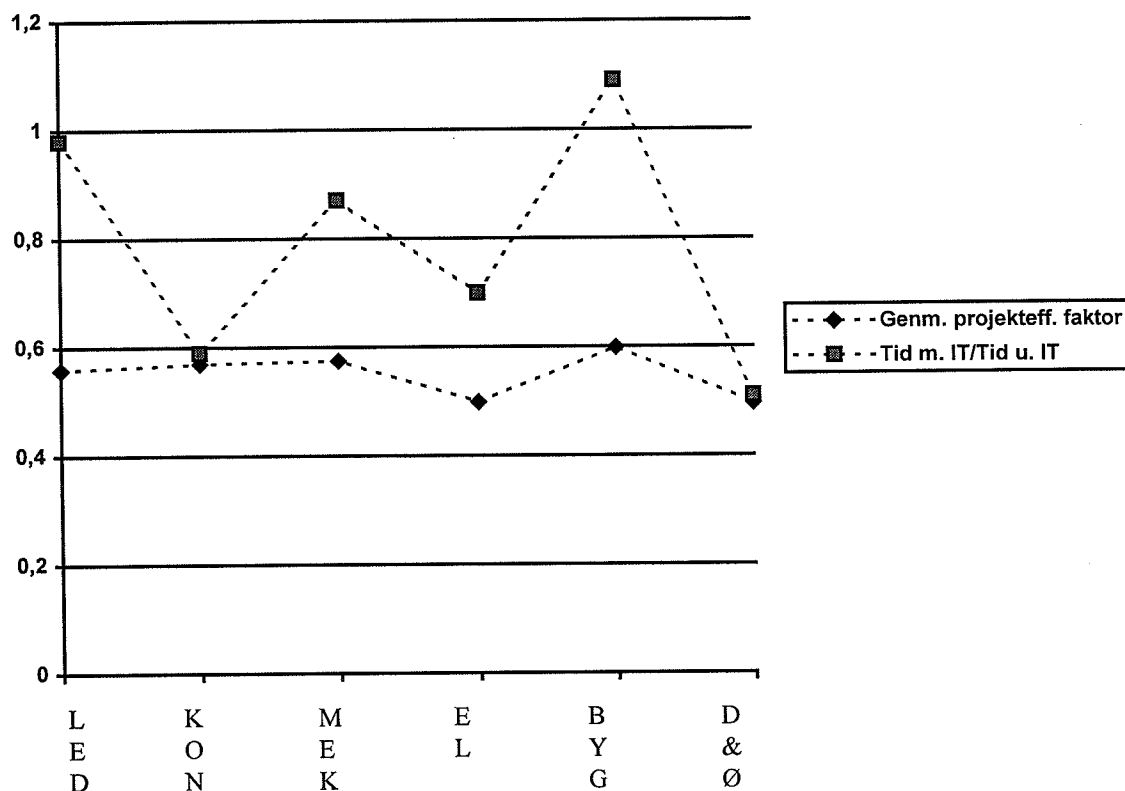
Skema C9. Beregnede gennemsnits projekteffekt faktorer baseret på den 15 ugers registreringsperiode. Opdelt i den samlede deltagergruppe, i fagområder og i fagplaner.

Såfremt der udregnes et forholdstal mellem “registreret tid med brug af IT” og “registreret tid uden brug af IT” vil der for deltagergruppen opdelt på fagområder fremkomme følgende værdier vist i skema C10.

Deltagergruppe opdelt i fagområder	“Registreret tid med brug af IT” “Registreret tid uden brug af IT”
LED	0,98
KON	0,59
MEK	0,87
EL	0,70
BYGPL	1,09
D&Ø	0,51

Skema C10. De enkelte fagområders fordeling af registreret “Tid med IT-anvendelse” i forhold til “Tid uden IT-anvendelse”.

Afbildes de beregnede gennemsnits projekteffekt faktorer angivet i skema C9 sammen med de beregnede forholdstal angivet i skema C10 fremkommer følgende billede.



Figur C7. Gennemsnits projekteffekt faktor afbildet sammen med et beregnet forholdstal mellem “registreret tid med brug af IT” i forhold til “registreret tid uden brug af IT”.

De to kurveforløb har i et vist omfang et ensartet udseende omend med en kvantitativ forskydning mellem værdier. Kurven indikerer således tilstedeværelsen af sammenhængen:

“Øget brug af IT giver en øget projekteffekt faktor”

Et resultat der ikke er overraskende set i lyset af de effektfaktorer der er tildelt de enkelte aktivitetsgrupper, vist i skema C8. Der er dog en klar afvigelse fra sammenhængen når det gælder fagområdet Ledelse (se figur C7). Der er for gruppen indikeret stor anvendelse af IT, men projekteffekt faktoren er ikke tilsvarende høj. En årsagsforklaring til dette kunne være, at ledelsesgruppen benytter sig relativt meget af aktivitetsgrupper uden IT-anvendelse behæftede med lave effektfaktorer. Eksempelvis grupperne 0 (Mødedeltagelse), 40, 50 (Kladder og rentegning), 170 (Arkivering af papirdok.) og 280 (Kørsel). Alle er aktiviteter med effektfaktorer mellem 0 og 0,6. Det vil sige, på trods af et højt tidsforbrug *med* IT trækker den forbrugte tid *uden* IT-anvendelse ned i det samlede regnskab.

Også her henvises til konklusionen, næste afsnit, for yderligere bemærkninger.

C5. Konklusion

Dette appendiks der vedrører en aktivitets-/tidsregistrering på et projekt hos COWI, udviser en række resultater omkring hvilke aktiviteter der har været mest fremherskende gennem et udvalgt projektforsløb. Tilsvarende er vist resultater for hvorledes fordelingen af forbrugt tid har været på aktiviteter med og uden brug af IT. Endelig er der i appendikset beregnet en *projekteffekt faktor* som angiver hvor effektivt sagsforløbet har været.

Generelt kan det siges, at de viste resultater ikke kan betragtes som eksakte størrelser og som karakteristiske for projekteringsforløb generelt. Til dette kræves der udført flere lignende forsøg. Et fingerpeg om fordelingen af tid på forskellige aktiviteter kan resultaterne dog give.

Resultaterne er gennemgående præsenteret for den samlede gruppe som helhed, det vil sige alle 19 deltagere under et og for deltagerne grupperet på henholdsvis fagområder og fagplaner. Konklusionen er opdelt i tre delkonklusioner som vedrører henholdsvis:

Delkonklusion 1: Fordelingen af aktiviteter og tilhørende tidsforbrug.

Delkonklusion 2: Forbrugt tid til aktiviteter henholdsvis *med* og *uden* IT-anvendelse.

Delkonklusion 3: Projektets effektivitet baseret på beregnede projekteffekt faktorer.

Delkonklusion 1:

Der er registreret et overvejende forbrug af tid på aktivitetsgruppen A60: "Udarbejdelse af tegninger og øvrige dokumenter med brug af IT". Denne tendens er generel for alle fagområder og alle fagplaner og andrager gennemsnitligt ca. 20 procent af al registreret tid. Dog med en noget ringere tendens for fagområdet "Drift og Økonomi" med kun 7 procent samt for fagplanet "Ledelse" også med 7 procent af al deres registrerede tid. Omvendt benytter tekniske assistenter sig særligt meget af IT til dokumentfremstilling. Næsten halvdelen af deres tid benyttes hertil og uden mellemstadiet "Kladder uden IT-anvendelse" (A40). Da aktivitetsgruppen A60 er tildelt en effektfaktor på 1,0 (d.v.s. max-værdi) kunne det se ud til, at grupperne "Drift og Økonomi" samt "Ledelse" bør øge brugen af IT til egentlig dokumentfremstilling. Dette skal naturligvis ses i lyset af

behovet for fremstilling af dokumenter i disse to grupper. For gruppen "Ledelse" er behovet der tilsyneladende, da i alt 27 procent af al deres registrerede tid er benyttet til dokumentfremstilling og altså kun de 7 procent er udført med IT-støtte. En anden markant tidssluger er aktivitetsgruppen A70: "Sagsstyring" med ca. 18 procent af al registreret tid. Gruppen har fået tildelt en effektfaktor på kun 0,4 så forbruget heraf bør reduceres. Her ligger fagområdet "Ledelse" til gengæld pænt med et minimalt forbrug på kun 5 procent af deres tid til sagsstyring. Konstruktionsafdelingen ligger også lavt med 8 procent af deres registrerede tid på sagsstyring. Modsat ligger elafdelingen meget højt her med 56 procent af den registrerede tid brugt på sagsstyring ! Området "Drift og Økonomi" er registreret med hele 76 procent af deres tid på sagsstyring. Denne aktivitet ligger også naturligt under dette fagområde. Aktiviteterne A10 og A20, det vil sige intern og ekstern informationsudveksling andrager tilsammen ca. 12,5 procent af al registreret tid. Med en tildelt effektfaktor på 0,6 for disse aktiviteter er der ikke noget umiddelbart behov for at øge eller reducere disse aktiviteters tidsforbrug.

Delkonklusion 2:

Der gives gennem resultaterne, en indikation for, hvorledes fordelingen af udvalgte aktiviteter er, henholdsvis med og uden brug af IT. Totalt set er der registreret mere tid *uden* brug af IT end med. Der er dog registreret en overvægt af tid *med* brug af IT når det gælder fremstilling af dokumenter (tegninger, beskrivelse, referater, beregninger etc.). Dette er samtidigt en aktivitet som vægter meget i den samlede forbrugte tid, så resultatet heraf er ikke uvæsentligt i det samlede regnskab når det erindres, at aktiviteten er påført en effektfaktor på 1,0. Det halter mere når det gælder aktiviteter som arkivering af projektdokumenter, reproduktionsarbejde og ekstern informationsudveksling. Her er der registreret en klar overvægt af forbrugt tid uden brug af IT i forhold til tid med IT-anvendelse. Aktiviteterne her vægtes kun med effektfaktorer mellem 0,2 og 0,6. Så en reduktion af tidsforbruget *uden* brug af IT for disse aktiviteter må generelt tilstræbes.

Delkonklusion 3:

Endelig er der præsenteret resultater for en beregnet *projekteffekt faktor* som er en størrelse for hvor effektivt en sag har kørt igennem et udvalgt

tidsforløb. Projekteffekt faktoren kan antage værdier mellem 0 og 1, hvor værdien 1 til et givet tidspunkt angiver, at sagen kører helt optimalt. Værdien 0 angiver det modsatte, nemlig en total ueffektivitet.

Resultaterne vedrørende projekteffekt faktorer udviser en tilsyneladende sammenhæng indbydes mellem de enkelte faggrupper og tilsvarende mellem fagplaner. Det tyder således på, at de enkelte gruppers effektivitet (og ueffektivitet) har en "afsmittende" virkning på de øvrige grupper. Dette resulterer i et nogenlunde ensartet effektivitetsforløb for alle grupperne (se f.eks. figur C6). Fænomenet har formentlig sin årsag i, at alle faggrupper og fagplaner omtrent samtidigt får adgang til nye oplysninger etc. som resulterer i en fælles øget (eller fælles reduceret) effektivitet. Hvis der for eksempel på et givet tidspunkt er omdelt et nyt sæt arkitekttegninger, så starter flere afdelinger samtidigt med at projektere videre udfra disse. Flere medarbejdere vil i en tid derefter typisk benytte de samme aktiviteter hertil. Dette resulterer igen i, at projekteffekt faktorerne for de forskellige fagområder bliver omtrent lige store. Et andet eksempel kunne være, at alle deltagere i forsøget har haft samme projekteringstidsplan. Der har således været et fælles ønske om, at udføre arbejdet inden en given tidstermin, resulterende i et fælles arbejdsmønster, fælles aktiviteter og dermed projekteffekt faktorer "der mødes".

Resultaterne udviser (se bl.a. figur C7) en tendens til, at øget brug af IT giver øget projekteffekt faktor. Dette understøttes naturligvis også af de tildelte effektfaktorer for flere af aktivitetsgrupperne (se skema C8). På baggrund af den tilsyneladende sammenhæng må det derfor tilstræbes, at der sker en øget brug af IT under projekteringen. Det er klart, at der også er registreret aktiviteter hvor IT-anvendelse trækker ned i det samlede effektivitetsregnskab. Et eksempel herpå er aktiviteterne A120: "Oversættelse af modtagne digitale data" og A260: "Fejlfinding eller retning i eget IT". Begge disse aktiviteter er i sagens natur ikke særligt befordrende for projekteringsforløbet. Begge aktiviteter er da også tilegnet effektfaktorer på 0,2. Det samlede registrerede tidsforbrug af disse to aktiviteter ligger i størrelsesordenen 1 procent af den samlede registrerede tid, og aktiviteter-nes tilstedeværelse trækker således kun minimalt ned på projekteffekt faktoren. Det negative bidrag disse to aktiviteter (og et par andre) giver er der taget højde for i resultatfremstillingen. Nettoresultatet bliver altså, at der er en tendens til at øget brug af IT giver en øget effektivitet.

COWI's projekteffekt faktorer ligger på denne sag på ca. 0,55 beregnet som en gennemsnitsværdi for den samlede gruppe. De enkelte *fagområder* svinger mellem værdier fra ca. 0,50 til 0,60 (se skema C9). Den laveste værdi har fagområderne "Drift og Økonomi" samt "Elafdelingen", begge med projekteffekt faktorer lige under 0,5. Den højeste projekteffekt faktor findes hos fagområdet "Byggeplads" med værdien ca. 0,6. På andenpladsen ligger fagområdet "Mekanik" med en faktor på knap 0,58 efterfulgt af områderne "Konstruktion" med værdien 0,57 og "Ledelse" med en værdi på knap 0,56.

Når fagplaner betragtes, ligger værdierne mere samlet, fra 0,55 til 0,59 (se skema 9). Her er det sekretærerne der ligger i bund med en faktor på knap 0,55 og de tekniske assistenter topper med en faktor på knap 0,59. Ledere og ingeniører ligger i mellem disse værdier. Det er klart, at målet må være at komme så tæt på en projekteffekt faktor 1,0 som muligt. Et resultat der eventuelt kan arbejdes imod ved:

- Øget brug af IT (benyt IT hvor muligt, evt. er yderligere IT-investeringer nødvendige for at dække aktiviteter der p.t. ikke er IT-støttede).
- Fagområdet "Drift og Økonomi" samt fagplanet "Ledelse" bør øge brugen af IT ved dokumentfremstilling.
- Bedre brug af IT (*alle* faggrupper bør forsøge at benytte den i huset værende IT på en mere hensigtsmæssig måde. Reducer behovet for at rette i digitale filer etc., benyt i højere grad IT ved intern og ekstern informationsudveksling)
- Specielt elafdelingen bør (om muligt) reducere forbruget af tid på sagsstyring.
- Reducer tidsforbruget på aktiviteterne "arkivering" og "reproduktionsarbejde". Tilsammen udgør den registrerede forbrugte tid ca. 5 procent for disse aktiviteter. Et ændret brug af IT (behold dokumenter på skærmen i stedet for at printe/plotte ud, benyt i højere grad computere/digitale lagringsmedier til projektarkivering etc.) kan reducere forbruget af tid på disse aktiviteter.

Referencer

- [1] Galle, P., *Towards integrated, "intelligent", and compliant computer modeling of buildings*. Automation in Construction 4 (1995) pp. 189-211
- [2] Eastman, C. M., *Recent developments in representation in the science of design*. Design Studies, 3 (1982) pp 45-52.
- [3] Eastman, C. M., *Managing integrity in design information flows, draft paper*. Graduate School of Architecture and Urban Planning, University of California, Los Angeles (1994).
- [4] Froese, T. M og Paulson, Jr., *Integrating Project Management Systems Through Shared Object-Oriented Project Models*. Published in Applications of Artificial Intelligence in Engineering VII. Elsevier Applied Science (1992)
- [5] Sørensen, L. S., *IT-undersøgelse i den danske byggesektor (IT-undersøgelse '95)*. CABDU News, nr. 3, december (1995). pp 2-6. Computer Aided Building Design Unit, c/o Instituttet for Husbygning, Danmarks Tekniske Universitet, 2800 Lyngby, Danmark.

BILAG A

**Aktivitets-/tidsregistreringsskema
(nedfotograferet)**

BILAG B

Oversigt over aktivitetsgrupper, effektfaktorer og forbrugt tid i procent af samlet effektiv tid. Gældende for den samlede deltagergruppe.

Aktivitetsgruppe	Navn	Effektfaktor	Procentdel af samlet effektiv tid *
0	Mødedeltagelse	0,6	17,9 %
10	Intern info-udveksling	0,6	8,3 %
20	Ekstern info-udveksling	0,6	4,1 %
30	Videntilegnelse	0,8	3,2 %
40	Kladder uden IT-anvendelse	0,6	9,1 %
50	Rentegning/-skrivning uden IT	0,4	3,1 %
60	Udarb. af dokumenter med IT	1,0	19,8 %
70	Sagsstyring	0,4	17,6 %
80	Timeregistrering	0,1	1,3 %
90	Tilbudsgivning	0,2	0,6 %
100	Aftaler og kontrakter	0,6	0 %
110	Udveksling af digitale data	0,4	0,1 %
120	Oversættelse af modt. digi data	0,2	0,7 %
130	Udplotning/print	0,2	1,2 %
140	Tilretning af modt. Digi data	0,4	0,3 %
150	Tilretning af modt. Papir dok.	0,4	0 %
160	Dokumentationsarbejde	0,6	0 %
170	Arkivering, papirdokumenter	0,2	3,1 %
180	Arkivering, digi data	0,2	0,6 %
190	Oprettelse af projektbibliotek etc.	0,2	0,2 %
200	Fremfinding af erfa materiale	0,6	0,4 %
210	Reproduktionsarbejde udfra papir	0,2	0,9 %
220	Reproduktionsarbejde udfra digi data	0,2	0 %
230	Udsendelse af projektmateriale	0,2	0,2 %
240	Tilsynsarbejde	0,8	1,5 %
250	Bygge-/anlægsregnskab	0,6	2,5 %
260	Fejlfinding eller -retning i eget IT	0,2	0,2 %
270	Venteposition	0	0,3 %
280	Kørsel	0	2,4 %
290	Kvalitetssikring	0,8	0,4 %
-	-	-	I alt: 100 %
300	Sygdom og andet fravær (incl. ferie)	0	769 timer
310	Pauser	0	53 timer
320	Skift mellem projekter	0,1	283 stk.

Skema A. Oversigt over alle de i forsøget anvendte aktivitetsgrupper med tilhørende effektfaktorer og forbrugt tid i procent af samlet effektiv tid. (Den samlede gruppe).

* Den samlede forbrugte effektive tid for alle 19 deltagere i de 15 ugers registrering, to dage om ugen, er 108.802 minutter (ca. 1.813 timer) når sygdom, afspadsering, ferie og anden fravær er fratrasket. Bemærk i øvrigt enheder (timer, stk.) på tre sidstnævnte værdier.