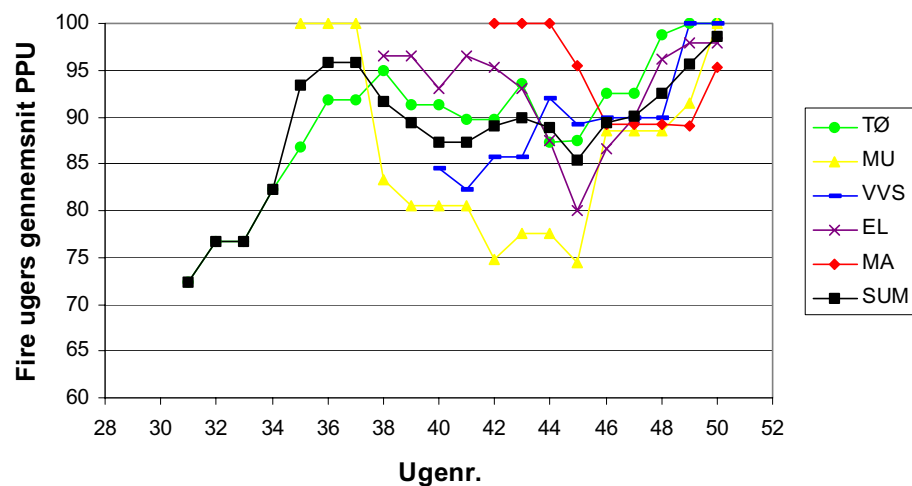


PROJEKT VÆRKTØJSKASSEN

”MATERIALESTYRING I BYFORNYELEN”

Værktøjsafprøvning i Eskildsgade 3-5

December 2001



Projekt Værktøjskassen er et udviklingsprogram støttet af Erhvervs- og Boligstyrelsen i samarbejde med Byfornyelse København



Afprøvningsrapporten er udarbejdet af:
NIRAS Rådgivende ingeniører og planlæggere AS

Afprøvningen af ”Materialestyring i byfornyelsen” er gennemført inden for det tidligere Boligministeriums forsøgspulje (nu Erhvervs- og Boligstyrelsen).

I forbindelse med gennemførelsen af et andet ministerielt støttet udviklingsprojekt ”Projekt Værktøjskassen”, er det valgt at lade forsøgsresultaterne indgå i ”Værktøjskassen” og som en del af afrapporteringen af forsøget, at udarbejde to værktøjer – Materialelogistik og Trimmet Planlægning – der indgår i værktøjskassens ”arsenal” af værktøjer.

”Projekt Værktøjskassen” er et procesorienteret udviklingsprogram, hvor hovedformålet er at udvikle produktiviteten inden for byfornyelsesområdet. Ideen er, at udvikle, afprøve, evaluere, forædle og anvende værktøjer, der medvirker til at forbedre byggeriets samlede produktivitet.

Udviklingsprogrammet løber over en årrække, med det formål at skabe en kontinuerlig udvikling af værktøjerne samt at forankre denne udvikling hos Byfornyelse København/Danmark, således at spredningen og implementeringen af programmets resultater og værktøjer sikres bredt inden for byfornyelsen.

Deltagere i Projekt Værktøjskassen er:

- Erhvervs- og Boligstyrelsen
- Byfornyelse København s.m.b.a.
- Statens Byggeforsknings Institut, By og Byg
- Sven Bertelsen, Strategisk Rådgivning ApS
- NIRAS Rådgivende ingeniører og planlæggere A/S

Udviklingsprojektet har været gennemført i forbindelse med boligforbedringsprojektet i Eskildsgade 3-5, København V med Domus Arkitekter som totalrådgiver og ansvarlig for arkitektarbejderne og med NIRAS Rådgivende ingeniører og planlæggere A/S som ansvarlige for ingeniørarbejderne og byggeledelsen. MT-Højgaard har udført byggeriet i hovedentreprise.

Ansvarlig for værktøjskassen:

Byfornyelse København, 3376 6000, ved Tenna Tychsen, tt@byforny.dk

Ansvarlig for forsøget og gennemførelsen:

NIRAS Rådgivende ingeniører og planlæggere A/S, 4810 4200.

Projektledelse: Anders Kirk Christoffersen, akc@niras.dk

Sagsmedarbejder: Annie Balle, aba@niras.dk

1.	RESUMÉ	1
2.	INDLEDNING	4
2.1	Baggrund	4
2.2	Formål	8
2.3	Problemstilling	8
2.4	Afgrænsning	11
2.5	Disponering	12
3.	BYGGESAGEN	14
3.1	Ejendommen.....	14
3.2	Sagens omfang	15
3.3	Sagens forløb.....	15
4.	ORGANISERING	17
4.1	Byggesagens organisation	17
4.1.1	Den traditionelle byggeorganisation.....	17
4.1.2	Det nye element	17
4.2	Afprøvningsorganisation	19
4.2.1	Samspillet i afprøvningsorganisation.....	19
4.2.2	Styregruppen.....	19
4.2.3	Arbejdsgruppen	20
4.3	Samspillet mellem organisationerne	20
4.3.1	Det forventede samspil	20
4.3.2	Det oplevede samspil.....	22
5.	METODER	26
5.1	Teori	26
5.1.1	Grundlag	26
5.1.2	Hovedprincipper	26
5.1.3	Byggeri som en produktion	26
5.1.4	Sunde aktiviteter	27
5.2	Tankegang	27
5.3	Værktøjerne i relation til Trimmet Byggeri	30
5.4	Beskrivelse af værktøjet	31
5.4.1	Elementer i værktøjet ”Materialelogistik”	33

5.4.2	Elementer i værktøjet ”Trimmet Planlægning”	36
5.4.3	Fælles elementer i værktøjerne ”Materialelogistik” og ”Trimmet Planlægning”	36
6.	AKTIVITETER	40
6.1	Konkrete tiltag	40
6.1.1	Produktivitetsforbedring	40
6.1.2	Holdningsbearbejdning	43
6.2	Evaluering	46
6.2.1	Hvad blev evalueret?	46
6.2.2	Hvordan blev der evalueret?	47
7.	ERFARINGER OG RESULTATER	48
7.1	Værktøjets virkning på brugerne	48
7.1.1	Værktøjets anvendelighed og brugernes adfærd	48
7.1.2	Introduktion og opfølgning	50
7.1.3	Adfærdsændring	51
7.2	Værktøjets virkning på omgivelserne	52
7.2.1	Omgivelsernes adfærd	52
7.2.2	Introduktion og opfølgning	52
7.2.3	Adfærdsændring	53
7.3	Værktøjets virkning på byggesagen	54
7.3.1	Projekt og kommunikation	54
7.3.2	Analyse af PPU og tilsynsrapporter	56
7.3.3	Intern transport og pladsproblemer	59
7.3.4	Fejlleverancer	61
7.3.5	Skader og tyveri	62
7.4	Værktøjets virkning på produktiviteten	62
7.4.1	Tidsmæssige forhold	63
7.4.2	Produktivitet	65
7.5	Forbedring af værktøjet	66
8.	ANBEFALINGER	70
8.1	De syv strømme	70
8.2	Introduktion og indførelse	71
8.3	Evalueringsmetoden	72
8.4	Det videre forløb	72

BILAG

Bilag 1:	Uddrag af udbudsmaterialet
Bilag 2:	Program for afprøvningen
Bilag 3:	Logistik på byggepladsen - Teori og Metode (afsnit 3)

- Bilag 4: Bilag til hovedentreprenørens tilbud
- Bilag 5: Vejledning i arbejdsplanlægning og registrering af produktivitetsindikatorer
- Bilag 6: Oplæg til midtvejsinterview
- Bilag 7: Oplæg til slutinterview
- Bilag 8: Spørgeskema (original og reference)
- Bilag 9: Konklusion på midtvejsinterviews
- Bilag 10: Resultat af slutinterviews
- Bilag 11: Konklusion på spørgeskemaundersøgelsen
- Bilag 12: Oversigt over aktiviteter og procesopstarter
- Bilag 13: Oversigt over tilsynsrapporter

1. RESUMÉ

Dette forsøgsprojekt omhandlede indledningsvis udviklingen af logistikplanlægningen i forbindelse med materialestyringen i byfornyelsen.

Undervejs i projektføreløbet blev projektet udvidet som følge af inspiration fra teoridannelsen omkring Lean Construction på dansk døbt Trimmet Byggeri. Udvidelsen bestod i at tænke alle byggeriets strømme (og ikke kun materialestrømmen) ind i planlægningen for at skabe sunde aktiviteter (hvor alle 7 strømme/forudsætninger for en aktivitet er gjort sunde) som forudsætning for en forbedring af byggeflowet på byggepladsen.

Dette har resulteret i udarbejdelse af to specifikke værktøjer, som indgår i Byfornyelse Københavns værktøjskasse:

- Værktøjet ”Byggelogistik” der omhandler materialestyringen.
- Værktøjet ”Trimmet Planlægning” der omhandler byggepladsens aktivitetsflow ved at arbejde med alle 7 strømme.

Værktøjet Trimmet Planlægning giver en helhedsorienteret logistikstyring, hvor der kan arbejdes med alle elementerne i at skabe sunde aktiviteter, mens værktøjet Byggelogistik arbejder mere snævert med materialestyringen. Trimmet planlægning kan derfor betragtes som en forudsætning for at anvende Byggelogistikværktøjet, mens det modsatte ikke er tilfældet.

På samme projekt blev der derudover afprøvet et værktøj kaldet ”Produktivitetsindikatorer”, som omhandler evalueringen af ugens hændelser ved måling af en lang række indikatorer parterne har aftalt på forhånd. Denne afprøvning er af-

At gøre en aktivitet sund betyder, at man sikrer at de syv forudsætninger for at aktiviteten kan udføres er opfyldt

rapporteret i en anden rapport ”Produktivitetsindikatorer, Værktøjsafprøvning i Eskildsgade 3-5”.

Værktøjet til materialestyring har tidligere hovedsageligt været afprøvet på ny-byggeri, men er i denne sag afprøvet på en byfornyelsessag.

Værktøjets hovedprincipper bygger på følgende 3 af det Trimmede Byggeri's 5 hovedprincipper

- Tilstræb jævn arbejdsrytme
- Benyt pull-logistik
- Tilstræb perfektion i alle led

Den jævne arbejdsrytme tilstræbes ved planlægningen og processen med at gøre aktiviteterne sunde. Pull-logistik benyttes ved, at byggepladsen selv tilkaller materialer og materiel, når de er klar til at modtage dem. Perfektionen tilstræbes ved løbende at evaluere planlægningen og forholde sig til årsagerne til afvigelser i planlægningen.

Afprøvningen har vist, at materialestyringsværktøjet har en positiv indflydelse på følgende forhold på byggepladsen:

- Pladsforholdene i form af mindsket oplagring og rod.
- Mængden af intern transport af materialer og materiel.
- Mængden af uplanlagte leverancer i form af færre dag til dag leverancer og selvhentede leverancer.
- Koordinering af arbejdsprocesserne i form af, at entreprenørerne ikke er gået så meget i vejen for hinanden, og det sidste fag i rækken af fag har haft bedre vilkår at arbejde under end sædvanligt

De fleste af fagentrepenørerne i sagen har været i stand til at arbejde på akkord, hvilket indikerer at processen har været effektiv. Selv det sidste fag i rækken har haft en akkord, der var højere end sædvanligt på samme type sager. Det kan derved konstateres, at der har været en produktivitetsforbedring i forhold til normalt i samme type sager.

De potentielle muligheder for at udvikle produktiviteten yderligere fremover, er primært fundet i:

- At udvide logistiktænkningen til at omfatte alle de 7 strømme/forudsætninger for sunde aktiviteter – altså en udvidelse af logistikbegrebet.
- At introducere Trimmet Planlægning i de tidlige projekteringsfaser.
- At målrette projektets informationer mod udførelsen i højere grad end det sker i dag.
- At udarbejde værktøjer for en række af de øvrige strømme/forudsætninger for sunde aktiviteter primært forsyningsstrømmene (beslutninger, informationer, mandskab og materiel).

Under afprøvningen af værktøjet er man blevet opmærksom på, at holdningsarbejdningen for at ændre adfærd hos brugerne af værktøjet og byggepladsens omgivelser, er afgørende for at opnå et godt resultat ved brugen af værktøjet. Det anbefales derfor, at denne proces gøres til et værktøj i sig selv – et kulturforandringsværktøj.

2. INDLEDNING

2.1 Baggrund

Tilbage i 1991 startede det projekt, som senere skulle vise sig at være et i en række af projekter, hvor en stram materialestyring blev indført i nybyggeriet. Ullerød-projektet eller Sophiehaven Etape I og II blev det kaldt. Projektet omfattede etablering af i alt 100 boliger og gik ud på at føre en stram materialestyring baseret på just-in-time-princippet i et samarbejde mellem projekterende og udførende (hoved- og fagentreprenører og leverandører). Der blev indført en ny rolle i organisationen, som skulle stå for materialelogistikken - nemlig ”skafferen”.

Materialekonceptet blev udviklet i forbindelse med gennemførelsen af et boligbyggeri på 100 boliger i Sophiehaven i Hillerød i 1991.

Historien omfatter også udviklingsprojekter i forbindelse med opførelse af bebyggelserne Engbuen, Stenløse og Ølstykke samt byggerier under PPU-konsortiet.

Materialestyringskoncept blev første gang afprøvet på en renoveringssag i forbindelse med ombygningen af 164 boliger for Boligselskabet AKB i 1992 i Kgs. Enghave Karré nr. 7. Her blev materialestyringen indført i forbindelse med påbygning af tårne, som i princippet svarede til nybyggeri under byfornyelsesbetingelser (trange pladsforhold m.v.), hvorimod resten af byggesagen blev udført på traditionel vis.

Efter disse to projekter var der behov for at afprøve den stramme materialestyring på en byfornyelsessag, som adskilte sig væsentligt fra nybyggeriet. Forsøgsprojektet startede oprindeligt op i forbindelse med byfornyelsessagen Absalonsgade 26, men overførtes efterfølgende til boligforbedringen Eskildsgade 3-5.

I 1995 etableredes Projekt Værktøjskassen med det sigte at arbejde for en samlet udvikling af produktiviteten inden for byfornyelse. Værktøjskassen skulle blive til en samling af værktøjer til forbedring af

Værktøjskassen er et udviklingsprogram der over en årrække skal udvikle og afprøve værktøjer til forbedring af produktiviteten inden for byfornyelsen.

byfornyelsen i form af effektivisering inden for en hel række områder spændende fra beboerkommunikation, over bygherreværdier og projektering til udførelsesforhold.

Materialestyringsprojektets resultater er blevet indlemmet som en del af Værktøjskassens konkrete værktøjer med værktøjerne "Materialelogistik" og "Trimmet Planlægning".

Materialestyringsprojektet i Eskildsgade 3-5 har været undervejs i en årrække, blandt andet som følge af at arbejdet med at finde en egnet forsøgsejendom har trukket ud.

Denne "trækken ud på tiden" har bevirket, at projektets teoretiske grundlag er blevet påvirket i positiv retning af den tæknning, der særligt er opstået i det internationale netværk "Lean Construction Initiative" på dansk oversat til "Trimmet Byggeri". Teori dannelsen bag indføringen af materialestyring/-logistik i Danmark har grundlæggende elementer tilfælles med teoridannelsen bag "Trimmet Byggeri", men hvor materialestyringen alene omfatter en specifik og begrænset del af byggeriet, giver "Trimmet Byggeri" en helhedsbaseret forståelse af byggeri som en produktion. "Trimmet Byggeri" er baseret på en teoridannelse – lånt fra fremstillingsindustrien, der søger at forklare og indordne sig efter byggeriets natur og som gennem avanceret procesforståelse og –planlægning arbejder med en konstant fokusering på og udvikling af værdibegrebet og den trimmede (slanke) produktion - de grundlæggende elementer i produktivitetsbegrebet.

Projekt Hus er By- og Boligministeriets og Erhvervsstyrelsens udviklingsprogram med visionen "dobbelt værdi til halv pris" gennemført i et samarbejde mellem byggeriets parter.

Trimmet byggeri er betegnelsen for teoridannelsen der omfatter en forståelsesmodel for byggeri som en produktion med fokus på værdiskabelse og pris.

Arbejdet i et par af temagrupperne (4 og 9) i By- og Boligministeriets og Erhvervsfremmestyrelsens stort anlagte udviklingsprogram "Projekt Hus" med visionen "Dobbelt værdi til halv pris", har tillige været inspireret af teoridannelsen bag "Trimmet Byggeri".

Dette indebærer, at resultaterne i dette udviklingsprojekt ligger på linie med anstrengelserne for at forbedre byggeriets produktivitet i programmerne:

- Projekt Hus

- Projekt Værktøjskassen
- Lean Construction netværket (Trimmet Byggeri)

Projektets resultater er blevet præsenteret ved de årlige internationale konferencer for Lean Construction initiative afholdt i San Francisco i USA sommeren 2001. Resultaterne af bl.a. dette udviklingsprojekt har medvirket til at bringe danske virksomheder (Sven Bertelsen, Strategisk Rådgivning, NIRAS og MT-Højgaard) ind som betydende parter i det internationale netværk og deltagere i den fortsatte internationale udvikling af produktionskonceptet.

Udbredelsen af Trimmet Byggeri og arbejdet med Projekt Hus var på den måde medvirkende til at logistikbegrebet, som hidtil alene havde omfattet materialestyring, blev udvidet til at omhandle en bredere funderet processtyring. Projektet fokuserede på, at forudsætningerne for at gennemføre aktiviteterne – 7 i alt - var til stede for hver enkelt arbejdsproces i et helt byggeri, eller med andre ord, at gøre aktiviteterne sunde, før de kan gennemføres.

I forbindelse med ændringen fra materialestyring til processtyring blev rollen som ”Skaffer” ændret til ”Procesleder”. Skafferen var den som stod for koordinering af materialeleverancer, og proceslederen står for koordinering af processer i en helhedsbetragtning.

Udviklingen og afprøvningen af værktøjet har derfor ændret karakter undervejs i forløbet. I nærværende afprøvningsrapport bibeholdes titlen som skaffer, men i selve værktøjerne – som bl.a. er et resultat af forsøget - er dette ændret til procesleder.

Det der startede med et logistikværktøj er undervejs i forløbet og i takt med den øgede forståelse af produktionsbegrebets processer blevet opdelt i to værktøjer henholdsvis ”Trimmet Planlægning” og ”Materialelogistik”. Hvor Trimmet Planlægning bør være en forudsætning for anvendelsen af Materialelogistikken, men ikke omvendt. Trimmet Planlægning kan derfor anvendes uafhængigt af Materialelogistikken.

Senere kan man forestille sig, at udviklingen fortsætter i retning af, at der bliver udviklet andre værktøjer som f.eks. ”Mandskabslogistik” eller ”Materiellogistik” der kan kobles til den Trimmede Planlægning.

Forsøget er gennemført på ejendommen Eskildsgade 3-5 på Vesterbro i København i et samarbejde mellem Byfornyelsesselskabet København, Domus Arkitekter a/s og NIRAS Rådgivende ingeniører og planlæggere A/S. NIRAS har

været forsøgsansvarlige. MT-Højgaard A/S har været hovedentreprenør og deltaget som aktiv part i forsøgsgennemførelsen.

Projektet er støttet af By- og Boligministeriet (nu Erhvervs- og Boligstyrelsen) ved tilsagn til afprøvning og forundersøgelse den 10. marts 1994, baseret på et program for afprøvningen dateret den 30. oktober 1992 og for forundersøgelsen dateret den 13. oktober 1993.

Forundersøgelsen: "Materialestyring i byfornyelsen, Forundersøgelse" blev af-rapporteret den 15. juni 1995 og programmet for afprøvningen er derefter ændret. Afprøvningen blev udført efter et revideret program dateret april 1998.

Det oprindelige program fra 1992 var baseret på erfaringer fra Ullerød og Kgs. Enghave-projekterne og omhandlede alene materialestyringen. Materialestyringen var udvidet til allerede at begynde i design/projekteringsfasen. De udførende og deres leverandører skulle involveres i projekteringen, således at valget af løsninger tilgodeså leverandører og udførende.

I forhold til det oprindelige program blev forsøgets omfang udvidet, således at en række andre forudsætninger for aktiviteterne blev inddraget (mangel på plads, mange uforudsete forhold, store affaldsmængder, vanskelige transportforhold i byen, og særligt tilpassede løsninger som tildannes på stedet). Disse forhold blev som udgangspunkt forsøgt løst via materialestyringen, men gennem forløbet blev fokus rettet mod byggeriets strømme og dermed processtyringen i et mere helhedsorienteret perspektiv.

Ud over afprøvningen af materialestyringsværktøjer er der på samme byggesag også afprøvet et andet værktøj: "Projekt 2.3 - Produktivitetsindikatorer". Værktøjet er med til at sætte fokus på enkelte udvalgte parametre, der indikerer noget om produktiviteten på byggepladsen. I denne sag var udvalgt følgende emner:

- rod
- stemning på byggepladsen
- hasteordrer
- logistikhændelser
- mængde af fag i hver lejlighed
- afvigelse i bemanding i forhold til det planlagte

- Procent Planlagt Udført – PPU angiver (hvor stor en andel af de planlagte aktiviteter i en given periode, der er blevet gennemført.)

Resultatet af denne afprøvning kan ses i en særskilt rapport.

2.2 **Formål**

Forsøget søger at forbedre byggeriets produktivitet ved at etablere en planlægningssystematisk for gennemførelse af byggepladsens aktiviteter og ved logistikstyring af særligt materialeflowet som én af de 7 forudsætninger for gennemførelse af sunde aktiviteter.

Forsøget fokuserer derigennem på det forbedringspotentiale, der ligger i at kunne forstå og optimere byggeriets processide.

Det er forsøgsparternes klare opfattelse, at der ligger et markant forbedringspotentiale i at:

- Etablere værktøjer til en forbedret planlægning af byggeprocessen.
- Etablere værktøjer til styring af de 7 forudsætninger for gennemførelsen af sunde aktiviteter – i dette forsøg begrænset til materialestyring.
- Kunne bruge tiden rigtigt – det vil sige på værdiskabende aktiviteter frem for ikke værdiskabende aktiviteter – som byggeriet tilsyneladende har så mange af. Tænk bare på alle de materialer vi flytter rundt på, fordi de ligger i vejen, er kommet for tidligt, er forkerte, er ødelagte osv. osv. Og det gælder bare én af de 7 forudsætninger.... Derfor er det et klart mål med projektet at udvikle værktøjer der - qua en procesbeskrivelse og planlægningssystematik - kan medvirke til at udløse og fastholde forbedringspotentialet på processiden.

Spildtid defineres i dette forsøg som den tid det ikke er nødvendigt at bruge, hvis processen er optimal (trimmet). Spildtid er således forskellen i tid mellem den traditionelle og den trimmede proces.

Ikke-værdiskabende aktiviteter kan være forberedende arbejder, såsom at skabe plads, at bestille eller hente materialer, at skaffe værktøj og andre hjælpemidler, intern transport på byggepladsen, at oplære nyt mandskab eller sætte sig ind i projekt og tegninger samt at søge informationer og godkendelser.

2.3 **Problemstilling**

Forundersøgelsen viste, at byfornyelsessager blandt andet kendetegnes ved følgende forhold:

- Begrænsede pladsforhold.
- En stor grad af uforudsete forhold (i forhold til projektet).

- Store affaldsmængder (bl.a. fra nedbrydning).
- Vanskelige transportforhold i byen.
- Behov for særligt tilpassede løsninger, som tildannes på stedet.

De begrænsede pladsforhold medfører problemer i forhold til udførelsen, fordi det ikke er muligt at oplagre store mængder af materialer, værktøj og affald på byggepladsen, uden at de er i vejen for arbejdets udførelse. Endvidere kommer man let til at være i vejen for hinanden. Som følge heraf bruges mere tid på at hente og bringe ting til og fra arbejdsstedet end i nybyggeriet.

Den store grad af uforudsete forhold giver problemer i udførelsen, fordi man ikke kan afklare alle forhold på forhånd og derfor ofte må vente på information fra de projekterende, på økonomiske beslutninger fra bygherren eller på godkendelser fra myndigheder eller andre set fra byggepladsen "udenforstående" parter.

Den store mængde affald medfører i princippet kun pladsproblemer, fordi pladsen er trang og de trafikale forhold er vanskelige. Problemerne består i, at såvel affald som affaldscontainerne optager plads på både byggepladsen og i gadebilledet. Håndteringen af affaldet fylder ligeledes mere i planlægningen end sædvanligt og dette medfører større usikkerhed i planlægningen, fordi affaldsmængden og -typen ofte ikke er kendt på forhånd, eller fordi den undervurderes. Desuden koster oplagsplads i byen ofte en afgift til kommunen, så alene dette forhold taler for en stram materialestyring.

De ofte vanskelige trafikale forhold giver problemer i forbindelse med etablering og afrigning af byggepladsen, men især med levering og aflæsning af materialer, da det er u hensigtsmæssigt at afspærre gader med intensiv trafikbelastning/alternativt fordyrende at levere materialer på skæve arbejdstider.

De særligt tilpassede løsninger, som skal tildannes på stedet, medfører problemer i udførelsen i form af, at de både kræver megen plads og meget mandskab på byggepladsen i byggeperioden. At løsningerne tildannes på stedet, er også medvirkende til, at beslutningerne ofte tages medens produktionen foregår og ikke i planlægningsfasen. Dermed kan de lettere udmønte sig i forsinkelser.

Samlet påvirkes produktiviteten i negativ retning:

- ved spildtid i form af opbremsninger i produktionen, som følge af uforudsete forhold, tilkald af fagtilsyn og siden betænkningstid ved valg af løsninger

- ved spildtid i forbindelse med levering af materialer, fordi leverandøren må give plads til forbipasserende trafikanter eller må parkere længere væk fra byggepladsen end sædvanligt på grund af trafik eller mangel på parkeringsmuligheder eller ventetid ved aflæsningen
- ved spildtid i form af intern transport på byggepladsen
- ved spildtid i form af hasteleverancer, som de udførende selv henter eller skal bruge tid på at bestille, som følge af uforudsete forhold og tilpassede løsninger
- ved spildtid som følge af fejllleverancer eller levering af færdigproducerede løsninger, som ikke passer til de virkelige forhold.

Potentialet for produktivetsforbedring ligger i at mindske den tid, som bruges på ikke værdiskabende aktiviteter. Dette forsøges opnået ved:

- at gennemføre en stram styring af materialerne og affaldet, således at så få materialer og så lidt affald som muligt bliver oplagret, og således at så lidt intern transport som muligt finder sted på byggepladsen.
- at fejllleverancer undgås og just in time leverancer af materialer til byggepladsen, så materialerne først leveres umiddelbart inden indbygning i det rette omfang. Ved mindsket oplagring af materialer på byggepladsen kan svind i form af skader på materialer før indbygning og svind i form af eksempelvis tyveri reduceres.
- at spildtiden i forbindelse med afklaring af uforudsete forhold nedbringes ved hurtig kommunikation mellem byggepladsen og de projekterende. Ideen var at kommunikere via telefon og e-mails med digitale fotos, således at kommunikationen kunne foregå hurtigt og nemt. Herved kunne tilsynet undgå at bruge unødigt tid på transport, og byggepladsen kunne derved undgå unødigt ventetid.
- at projekt materialet udformes og opbygges, således at det let lader sig overføre til materialestyringstankegang både mentalt, men også i praksis rent digitalt i form af units etc..

Alle disse tiltag skulle samlet medvirke til at:

- Reducere det totale timeforbrug på byggepladsen.
- Reducere byggetiden.

- Reducere byggepladsens omkostningsniveau.
- Give et jævnt og mere forudsigeligt planlægningsforløb i udførelsesfasen.

For at kunne udløse dette potentiale kræves imidlertid et opbrud med den vante planlægningssystematik i byggebranchen, fordi man bliver nødt til at forholde sig til:

- Byggeri som en produktion med hvad deraf følger i form af en mere præcis og avanceret produktionsplanlægning.
- En produktion hvor nøgleparametre for effektivitet er en jævn og forudsigelig arbejdsrytme, fordi varians giver lavere produktivitet.
- Processtyringens betydning for at kunne planlægge og gennemføre sunde aktiviteter, hvor de 7 forudsætninger (materialerne er én af dem) for at kunne gennemføre en aktivitet er opfyldt.

Det er disse forhold projektet handler om.

2.4 **Afgrænsning**

Værktøjet til planlægning af byggeriets processer og strømme, der er et resultat af forsøget, er primært rettet mod udførelsesfasen og den indledende planlægning af denne. Værktøjet finder dermed anvendelse i udførelsesfasen, og har kun en begrænset indflydelse på projekteringsfasen, men værktøjet rækker dog så langt tilbage i projekteringen, at projektets udformning bør tænkes, så det understøtter materialestyringens unit- og arbejdsoperationstankegang.

Værktøjet tager ikke hånd om værdibegrebet i produktet. Det håndterer altså ikke umiddelbart bygherrens og brugernes forventninger til produktet, ej heller de projekterendes evne til at indføre disse forventninger i projektet. Værktøjet vil dog indirekte kunne forbedre produktets værdi, fordi det anviser en systematik der medvirker til, at tiden i materialestyringsøjemed bruges rigtigt.

Værktøjet omhandler i det væsentligste alene planlægning af arbejdsprocesserne i udførelsesfasen og af de strømme, som er nødvendige for, at arbejdsoperationerne er sunde.

Det er dog ikke alle de syv strømme, som behandles lige indgående i værktøjet. Materialestrømmen, materielstrømmen (fælles materiel), pladsforholdene og den forudgående aktivitets afslutning, er de strømme som værktøjet primært sigter mod.

Mandskabsstrømmen og de enkelte underentreprenørers materielstrøm er forholdsvis kompleks, idet den ofte er afhængig af koblingen til andre byggepladser. Den kræver derfor en samlet koordinering i det enkelte firma, som det ikke har været muligt og ej heller hensigten at indføre i denne værktøjsafprøvning. Afprøvningen er koncentreret om projektspecifikke forhold.

Informationsstrømmen, som omfatter projekt og udførelsesmetoder samt de ydre forhold, som omfatter bygherrens beslutninger og godkendelser fra myndigheder og forsyningsselskaber, er ikke inddraget i værktøjet i særlig høj grad. Men de er behandlet på et teoretisk plan, fordi de indgår i modelkomplekset, der ligger til grund for værktøjsudformningen.

2.5 **Disponering**

Nærværende rapport er disponeret som følger:

Afsnit 3 "Byggesagen" indeholder oplysninger om byggesagens omfang og forløb samt om den ejendom som byforny's. Dette afsnit er til for at gøre læseren i stand til at afgøre om sagen kan bruges til sammenligning med andre sager, samt om der er særlige forhold i sagsforløbet, der kan have influeret på projektet.

Afsnit 4 "Organisering" omhandler byggesagens og afprøvningens organisering samt nye afprøvningselementer i organisationen.

Afsnit 5 "Metoder" giver en generel indføring i principperne bag Lean Construction/Trimmet Byggeri i udførelsesfasen.

Afsnit 6 "Aktiviteter" indeholder en beskrivelse af de konkrete aktiviteter, som er gennemført i projektet, samt af de aktiviteter der er udført for at undersøge projektets effekt, subjektivt hos de involverede parter og objektivt i form af diverse oplysninger fra byggesagen.

Afsnit 7 "Erfaringer og Resultater" omhandler værktøjets funktion i praksis og værktøjets effekt på byggesagen og de involverede parter. Endvidere tages stilling til afprøvningens relevans og resultat, og der redegøres for de erfaringer afprøvningen har givet. Til slut evalueres værktøjet med henblik på forbedringer.

Afsnit 8 "Anbefalinger" indeholder forslag til forbedringer i forbindelse med eventuelle fremtidige udviklingsaktiviteter og afprøvninger indenfor området.

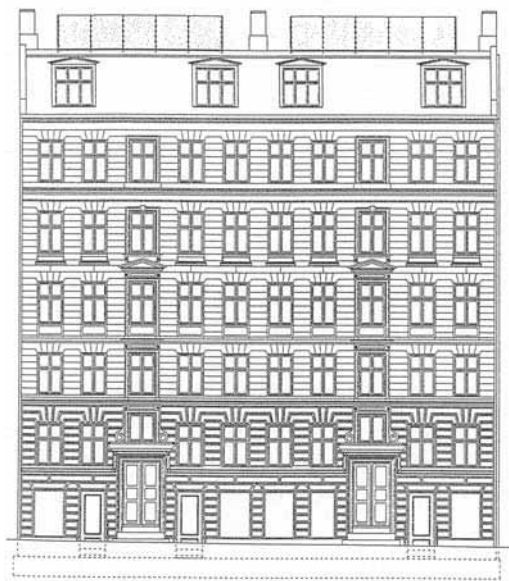
Værktøjet er beskrevet i en særskilt værktøjsbeskrivelse. Denne beskrivelse er resultatet af projektet, og den indgår som et værktøj i Byfornyelse Københavns "Værktøjskasse". For yderligere information om værktøjet henvises til denne beskrivelse.

3. BYGGESAGEN

3.1 Ejendommen

Den eksisterende ejendom er beliggende Eskildsgade 3-5, 1657 København V og er opført i år 1884. Ejendommen består af én 5-etagers bygning med kælder og udnyttet tagetage med et samlet etageareal på 1.143 m².

Ejendommen har i alt ca. 25 lejligheder, heraf 3 erhvervslejemål i kælderetagen. Bygningen har to opgange med 2 lejligheder på hver etage, bortset fra enkelte undtagelser. Tagetagen er udnyttet til bolig og indeholder i alt 2 lejligheder.



Eskildsgade 3-5

Taget er et Københavnerstag med tagpap på den flade del og naturskifer på mansarddelen. I tagetagen er der etableret kviste. Bygningen har pudsede kvaderstensfacader med gesimsbånd for hver etage og frontoner over vinduerne i trappen. Facaderne er mod gården af pudset murværk med to trappetårne.

Indvendige vægge er af henholdsvis murværk, bindingsværk og bræddeskillevægge. Etageadskillelser er af træbjælkelag med bræddegulve og pudsede lofter.

Opvarmningsformen er individuel, og enkelte lejligheder har badeværelser og de resterende har små toiletrum uden bad.

Ifølge "Bydels Atlas Vesterbro af 1991" fra Miljøministeriet er ejendommen placeret i kategorien "høj bevaringsværdig".

3.2 **Sagens omfang**

Byfornyelsesprojektet omfattede en totalreovering af ejendommen med installation af tidssvarende el-, opvarmnings-, bade- og køkkenfaciliteter og reovering af facader og tag. Byggesagens entreprisesum andrager ca. 9 mio. kr. excl. moms.

I forbindelse med reoveringen er der blevet foretaget lejlighedssammenlægninger for at få en mere tidssvarende størrelse af lejlighederne end de eksisterende 44 m² pr. lejlighed. Den ene opgang er ændret til én lejlighed pr. etage og den anden er bibeholdt med to lejligheder pr. etage. Taglejligheden er ligeledes bibeholdt med to lejligheder pr. etage. Ejendommen har i alt 17 lejligheder efter ombygningen.

I ejendommen er følgende bygningsdele udskiftet: tagbeklædning, tagkonstruktion, kviste, køkkener, badeværelser, varmeanlæg, vandanlæg, elinstallationer samt indvendige vægge, bortset fra langsgående skillevæg og vægge omkring trapperum. En del træbjælkelag og gulve er blevet udskiftet som følge af råd.

3.3 **Sagens forløb**

Projektet blev udbudt og udført i hovedentreprise og har derfor gennemgået en traditionel forslags-, projekterings- og udførelsesfase. Projekteringen fandt sted med Domus arkitekter som projekteringsleder, og udførelsen fandt sted med NIRAS som byggeleder og forsøgsleder.

Byggesagens forløb er kort ridset op nedenfor.

Projekteringsens opstart	1996 Okt.
Udbud	1998 Nov.
Tilbud	1999 Jan.
Beboernes fraflytning	2000 Marts – Maj
Udførelsens opstart	2000 Maj 1.
Mellemtermin (planlagt)	2000 Sep. (uge 37)
Mellemtermin (aktuel)	2000 Okt. (uge 43)
Afleveringsdato (planlagt)	2001 Feb. 15.

Afleveringsdato (planlagt udsat)	2001 Marts 5.
Afleveringsdato (aktuel)	2001 Marts 12.

I udførelsens tidlige faser opstod nogle uforudsete hændelser, idet projektet blev udvidet med udskiftning af store dele af etageadskillelsernes bærende dele som følge af råd og svamp, med de følgearbejder som naturligt følger heraf. Der blev også fundet asbest i forbindelse med nedrivning af installationerne, hvilket ikke var forudsat i udbudsmaterialet. Endvidere blev projektet ændret med hensyn til det bærende system, fordi et solcellestativ på taget og de nye badeværelser myndighedsmæssigt krævedes båret af BS60-konstruktioner, altså ikke-brandbare konstruktioner (stål/beton).

Mellemterminen blev udsat ca. 7 uger på grund af disse uforudsete forhold i starten af byggeperioden.

I perioden efter mellemterminen og før aflevering opstartede arbejderne i trapperummene. I den forbindelse blev den udbudte behandlingsmetode ændret som følge af uforudsete forhold med de eksisterende mange lag af maling/overfladebehandling, hvilket resulterede i et øget omfang af arbejde i trapperummene.

Afleveringsdatoen blev udsat første gang, på grund af dette øgede omfang af arbejderne i trapperummene, og herefter udsat yderligere på grund af mangler.

Udførelsesfasen er foregået uden afbrydelser, og den aktuelle varighed har været 10,5 måneder.

Projekteringen blev udført mens ejendommen var beboet, og forundersøgelserne i ejendommen var som udgangspunkt begrænset til ikke-destruktive undersøgelser, bortset fra mindre indgreb i forbindelse med gennemførelsen af de krævede geotekniske-, svampe-, asbest- og kloakundersøgelser.

Perioden mellem beboernes udflytning og byggesagens opstart blev ikke brugt på yderligere registrering i ejendommen, da den var meget kort.

Før opstart og kontrakt blev det foreslået af entreprenøren, at tagkonstruktionen skulle udskiftes, da dette skønnedes at være både billigere og hurtigere. Ændringen blev aftalt før opstart og kontrakt, så den har både økonomisk og tidsmæssigt været en del af budgettet og tidsplanen. Tagkonstruktionen var dog ikke færdigprojekteret på opstartstidspunktet, og gav som følge heraf nogle problemer i forbindelse med udførelsen.

4. ORGANISERING

4.1 Byggesagens organisation

4.1.1 *Den traditionelle byggeorganisation*

Følgende parter har været involverede i projektet:

Bygherre: København Kommune

Forretningsfører: Byfornyelse København s.m.b.a.

Totalrådgiver og arkitekt: Domus arkitekter a/s

Byggeledelse og ingeniør: NIRAS Rådgivende ingeniører og planlæggere A/S

Hovedentreprenør: HT-Højgaard A/S

4.1.2 *Det nye element*

Den nye rolle i organisationen var skafferens, som skulle stå for en detaljeret koordinering af materialeleverancer og arbejdsprocesser baseret på logistikprincipper. Skafferens rolle er beskrevet i udbudsmaterialets "Byggesagsbeskrivelse", jævnfør bilag 1 "Uddrag af udbudsmaterialet".

Skaffer

Skafferens arbejdsopgaver er, at:

- Fokuserer på den tværfaglige planlægning, således at projektet optimeres som helhed i modsætning til den enkelte fagentreprenør, som på normale byggesager laver en suboptimering af sine egne ydelser.
- Detailplanlægge byggetakten ved udarbejdelse af en udførelsestidsplan specielt med henblik på materialestrømmene.
- Planlægge levering af materialer som følge af uforudseelige hændelser.
- Udarbejde en byggepladsplan, som redegør for byggepladsens logistik og lagerdisponering samt for de enkelte units leveringssted.
- Sikre udarbejdelse af units.
- Forestå materialeafkald.
- Kontrollere, at det er de rigtige units, der leveres, og at de fordeles rigtigt på pladsen samt sikre, at underentreprenørerne foretager modtagekontrol.
- Koordinere deponering og returnering af returemballage.
- Koordinere deponering og bortskaffelse af byggeaffald.
- Koordinere fælles transport- og løftegrej.
- Deltage i byggemøderne med et fast punkt, der hedder materialeleverancer.
- I samarbejde med byggelederen udarbejde informationsplan for formidling af byggesagens informationer, herunder faste møder, information af de enkelte håndværkere, håndtering af uforudsete hændelser og formidling af erfaringer. Der skal lægges vægt på 2-vejskommunikation.
- Vurdere eventuelle forskydninger i tidsplanen og tage aktion med hensyn til justering af leverancer, midlertidig oplagring m.v.
- Sørge for, at alle parter bruger logistikværktøjerne, og bruger dem korrekt.
- Holde løbende kontakt med leverandørerne og varetage den nødvendige opfølgning blandt andet ved check af særligt følsomme leverancer.

Skafferen skulle sørge for, at leverancerne blev ordret, afkaldt, modtaget og opbevaret i henhold til tankegangen om "pull-logistik". Pull-logistik handler om, at man tilpasser leveringstidspunkterne efter arbejdets stade på byggepladsen i henhold til "just in time"-princippet, som igen handler om, at leverancerne mod-

tages umiddelbart før, de skal anvendes og ikke tidligere, så man undgår unødvendige lagre på byggepladsen. I den forbindelse var skafferen i samarbejde med hoved- og fagentreprenørerne nødt til at gennemtænke byggepladsens indretning, fælles materiel og arbejdsprocesser tidligt i forløbet.

Skafferen skulle endvidere planlægge affaldshåndteringen, herunder sortering af affald, opstilling af affaldscontainere og tømning af disse.

Skafferens rolle kan i korte træk beskrives, som planlægger af leverancer og af processer i forhold til tid og sted. Entreprenørens byggeleder, som var i samme virksomhedsorganisation som skafferen, adskiller sig fra skafferen ved at fungere som ansvarlig af de kontraktmæssige forhold (tid, kvalitet og økonomi).

Skafferen skal lette fagentreprenørerne i hverdagen med hensyn til materialestyringen og procesplanlægningen. Skafferen skal endvidere sikre, at koordineringen af materialeleverancerne og arbejdsprocesserne planlægges, både inden for det enkelte fag samt fagene imellem.

4.2 **Afprøvningsorganisation**

4.2.1 *Samspillet i afprøvningsorganisation*

Afprøvningsorganisationen har bestået af en styregruppe og en arbejdsgruppe. Styregruppen skulle sikre, at afprøvningsforløbet efter hensigten på et overordnet og mere teoretisk (ideologisk) plan, og arbejdsgruppen skulle sikre, at afprøvningsforløbet efter hensigten i dagligdagen.

Arbejdsgruppen har altså været tæt på afprøvningsforløbet og har fulgt de udførende tæt i deres arbejde med materialestyringen. Arbejdsgruppen har forsynet styregruppen med informationer fra afprøvningsforløbet, og har på styregruppemøder debatteret de udførte og fremtidige tiltag i sagen.

NIRAS havde rollen som forsøgsleder med ansvar for, at afprøvningsforløbet blev gennemført og de nødvendige tiltag i den forbindelse blev udført.

4.2.2 *Styregruppen*

Følgende parter har været involveret i arbejdet i styregruppen:

Repræsentanter fra forsøgsprojektet:

- Byfornyelse København's ansvarlige for Værktøjskassen og deltager i styregruppen: Tenna Tychsen
- NIRAS' leder af forsøgsprojektet: Anders Kirk Christoffersen
- NIRAS' deltager i styregruppen: Sven Bertelsen

- MT-Højgaards deltager i styregruppen: Direktør Peter Henningsen

Repræsentanter fra byggesagen:

- Byfornyelse Københavns projektleder: Mads Jensen
- MT-Højgaards afdelingsleder, kvalitetssikringschef, logistikchef, byggeleder/skaffer og tømrerformand henholdsvis Steen Skovgaard Christensen, Lars Bojsen Jensen, Dag Sander, Sebastian Aagaard og Jack Mortensen.

4.2.3 *Arbejdsgruppen*

Følgende parter har været involveret i arbejdet i arbejdsgruppen:

- NIRAS' medarbejdere i forsøgsprojektet: Annie Balle og Annette Moseholm Jørgensen
- MT-Højgaards skaffer: Sebastian Aagaard
- MT-Højgaards kvalitetssikringschef, logistikchef og tømrerformand henholdsvis: Lars Bojsen Jensen, Dag Sander og Jack Mortensen.

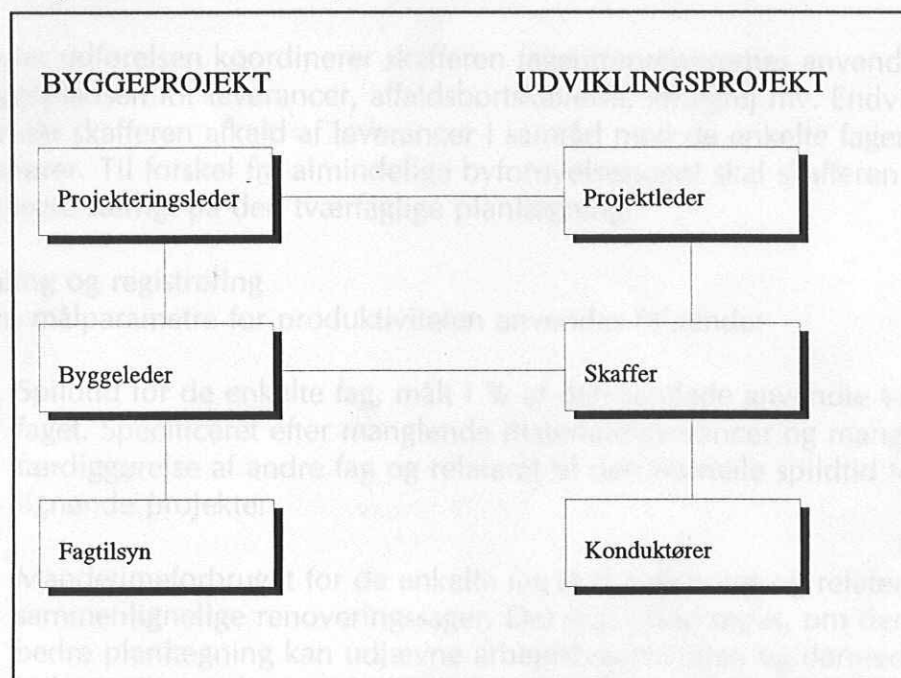
4.3 **Samspillet mellem organisationerne**

4.3.1 *Det forventede samspil*

Når man prøver at indføre et nyt element i organisationen, og i det hele taget forsøger at ændre på den traditionelle arbejdsfordeling og adfærd, kan det til tider være svært at holde fast i ideologien, fordi der traditionelt altid vil være en vis forandringstræghed over for nye tanker og metoder.

Det er vigtigt, at man er klar over at forandringsprocesser, som ændrer ved adfærd og traditioner, tager lang tid. Med lang tid menes der hverken uger eller måneder, men flere år. Da forandringsprocessen er så lang og træg, har de implicerede parter brug for opbakning og hjælp til at finde ud af, om de er på rette spor. Det er nødvendigt, at der hele tiden foregår en dialog og en erfaringsopsamling for med konstante korrigerende handlinger at kunne holde kursen og rette den til efter forholdene.

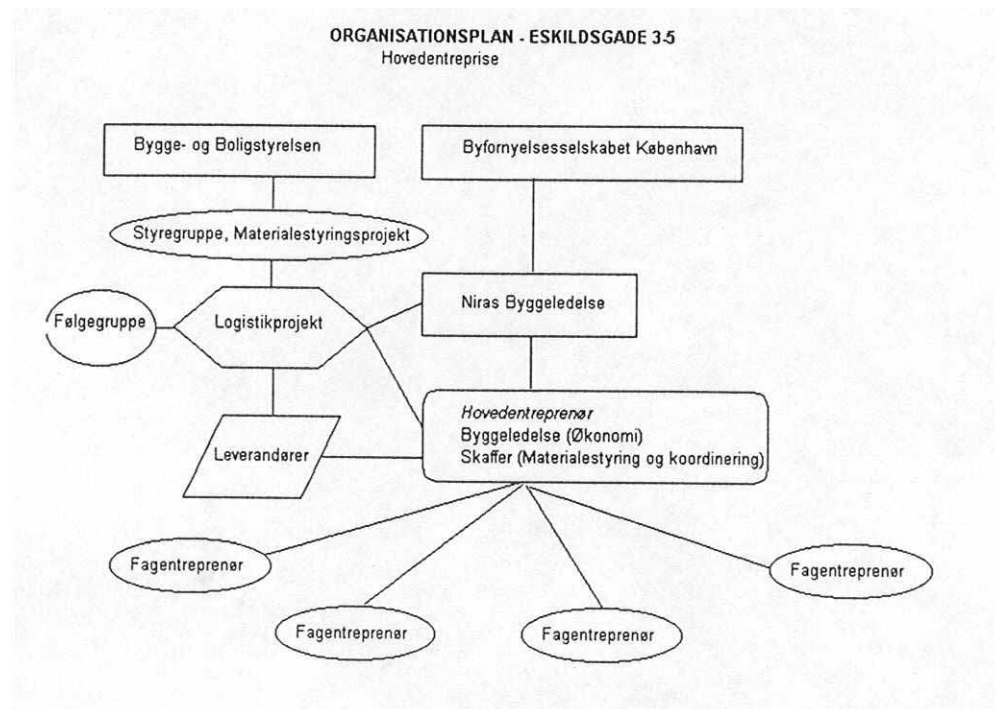
Arbejdsgruppen skulle fungere som en uvildig instans med to hovedformål. Den ene var at introducere, bakke op og inspirere hovedentreprenøren og underentreprenørerne til at deltage og engagere sig i arbejdet med logistikstyring. Den anden var at kontrollere om hovedentreprenøren og underentreprenørerne leverede hvad de skulle i henhold til udbudsmaterialet.



Organisationsplan fra forsøgsbeskrivelsen

I forsøgsbeskrivelsen var der lagt op til, at projekteringslederen og forsøgslederen skulle arbejde tæt sammen og at skafferen og bygherrens byggeledelse skulle arbejde tæt sammen se yderligere i bilag 2 ”Program for afprøvningen”.

Forsøgsledelse og projekteringsledelsen skulle arbejde tæt sammen om udformningen af projektet, så det var lettere at overføre til udførelsesfasens logistik-tænkning. Da forsøgsledelsen kendte værktøjet til udførelsesfasen, var det naturligt, at projekteringslederen anvendte disse oplysninger i udformningen af udbudsmaterialet.



Organisationsplan fra udbudsmaterialet

I udbudsmaterialet blev logistikprojektet, bygherrens byggeleder og hovedentreprisenens byggeledelse og skaffer knyttet tæt sammen. Formålet med dette har været, at alle disse parter skulle arbejde tæt sammen om at nå det fælles mål: ”at få materiale- og processtyringen til at fungere i praksis”. Tanken var, at et godt samarbejde på dette niveau i organisationen også ville smitte af på de øvrige parter i organisationen, og øge sandsynligheden for at målet blev nået.

4.3.2 *Det oplevede samspil*

Ingen af de **samarbejder**, der var beskrevet i forsøgsbeskrivelsen, har fungeret optimalt i praksis, og derfor har de heller ikke på overbevisende måde sat deres tydelige spor i projektet eller udførelsen. I virkeligheden har samarbejdet hovedsageligt foregået mellem logistikprojektet (forsøgsledelsen) og hovedentreprisenens skaffer, som gennem forløbet blev til hovedentreprisenens byggeledelse.

Dette er formentlig et generelt forhold, der kræver fokusering i forbindelse med gennemførelse af forsøgsprojekter. Ethvert forsøgsprojekt er oppe imod den vante tankegang og de indgroede vaner hos aktørerne. Derfor vil man ofte – i større eller mindre omfang – opleve, at der kører to parallelle organisationer, hvor den traditionelle organisation er ”rygmarvsorganisationen”, som parterne ubevidst falder tilbage i, hvis der ikke hele tiden fokuseres på forsøgets præmisser og mål.

Samarbejdet mellem rådgiveren og hovedentreprenøren har fungeret på flere planer:

- Et traditionelt plan, hvor sædvanlige kontraktmæssige forhold har været i fokus og hvor forsøgsprojektet ikke i nævneværdig grad har haft nogen afsmitning på adfærden. Antallet af claims og kontraktmæssige forhold har på ingen måde haft et mindre omfang end normalt, snarere tværtimod.
- Et plan hvor tilsyn og hoved- og fagentreprenører i vid udstrækning, som følge af forsøgsplanlægningen, har fungeret meget tilfredsstillende med en god dialog om løsninger.
- Et plan hvor forsøgsteamet efter en del ”startvanskeligheder” med en fuld og hel implementering af forsøget – har fungeret godt, og haft afsmitning på det oven for nævnte gode samarbejde mellem tilsyn og fagentreprenører.

Samarbejdet med *leverandørerne* er gået direkte gennem hovedentreprenøren eller fagentreprenørerne og altså i en vis forstand uden om *logistikprojektet*.

I denne sag var der i begyndelsen en *byggeleder* og en *skaffer* i hovedentreprenørens organisation. Den oprindelige byggeleder blev udskiftet, og det naturlige valg af en ny byggeleder faldt på skafferen. Sagen blev vurderet for lille til to mand, og da skafferen var godt inde i projektet og koordineringen i forvejen, blev han valgt.

At den samme person var skaffer og byggeleder har nok været medvirkende til, at det samarbejde, der skulle være mellem bygherrens byggeleder og hovedentreprenørens skaffer om projektet, blev nedprioriteret i forhold til de kontraktmæssige drøftelser, som disse parter havde.

Bevæger man sig længere ned i organisationsstrukturen til forholdet mellem *fagentreprenørernes konduktører og formænd*, støder man på store forskelle i arbejdsfordelingen mellem de to parter i de involverede firmaer. Den alsidighed i organisationsopbygning er sikkert ganske udemærket for mange andre forhold, men den vanskeliggør en overordnet og ensartet struktur i arbejdsfordelingen i forbindelse med planlægning og opfølgning.

Det var således ikke entydigt, hvem der skulle sørge for, at de syv forudsætninger var opfyldt, og hvem der skulle følge op, når forudsætningerne ikke var opfyldt. Dette gjorde det svært at definere, hvilke opgaver der skulle løses på logistikmøderne med formændene, og hvilke der skulle løses på byggemøderne med konduktørerne. Der blev ikke taget hånd om dette i afprøvningen, men erfarin-

gerne har lært os at fokusere mere på ansvarsfordeling og roller i fremtidige projekter.

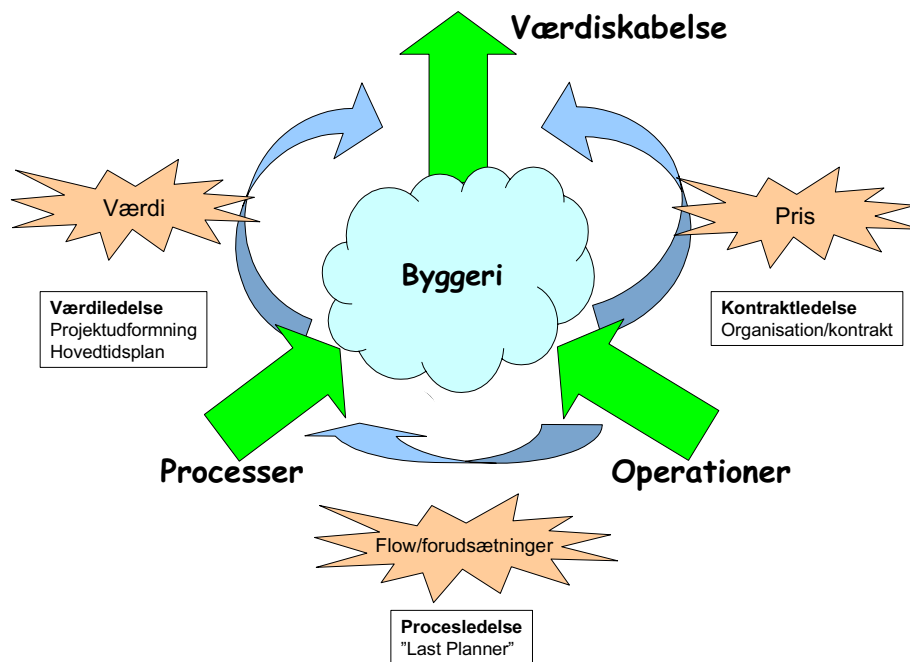
Arbejdsgruppen's "første" formål, som omhandlede introduktion, opbakning og inspiration, blev i høj grad undervurderet, idet den indledende fase skulle være fulgt meget mere intenst fra forsøgsledelsens side. Inspiration og opfølgning skulle have været meget mere massiv i den første halvdel/trediedel af udførelsesfasen. Det er som sagt vigtigt at huske deltagerne på, hvad forsøget skal gøre godt for undervejs i processen.

Arbejdsgruppens "andet" formål, som omhandlede kontrollen, var meget afhængig af hovedentreprenøren. Der var i princippet lagt op til en dobbeltrolle, hvor man på den ene side skulle motivere og på den anden side kontrollere. Dette gjorde kontroldelen vanskelig, idet man hele tiden skulle passe på ikke at gøre livet surt for deltagerne, men få fremmet forståelsen af, at kontrollen var nødvendig for at kunne ændre kurs, og rette op på forhold der kunne påvirke projektet i positiv retning.

Det overordnede formål med organisationsopbygningen var at skabe fællesskab om at nå et fælles mål og at forsøge at nedbryde nogle barrierer ved at samarbejde lidt mere utraditionelt og på tværs. Men det er igen vigtigt at huske på, at det kræver en holdningsændring at afvige fra sine faste vaner og arbejdsmønstre og derfor er en holdningsbearbejdning af væsentlig betydning før, under og efter samarbejdet.

Den organisatoriske lære af dette og en række andre forsøg kan således sammenfattes:

- Definér rollerne og de kompetencer/ansvarsområder de indebærer klart og entydigt før projektet gennemføres.
- Lær af tidligere projekterfaringer.
- Vær opmærksom på forsøgets "driftsfase", hvor der jævnligt skal motiveres, huskes på forsøgsmaal og læres af erfaringer undervejs.
- Afhold jævnlige "time-outs", hvor der kan "tales frit fra leveren" og ændres kurs om nødvendigt.
- Evaluér forløbet undervejs.



Efter gennemførelsen af dette projekt, har Sven Bertelsen (nu Strategisk Rådgivning) udarbejdet følgende model for byggeriets produktion. Modellen giver samtidig en klar adskillelse mellem rollerne i byggesagen.

Byggeri er som en produktion

Der opereres således med tre ledelsesroller i byggesagen:

- Værdiledelse
- Procesledelse
- Kontraktledelse

Hvor rolle varetager sine "fagligheder" og besidder hver sine kompetencer. Tænkes modellen ind i en forsøgsorganisering, vil den kunne medvirke til, at folk ved hvilken rolle de besidder og hvornår.

Vær opmærksom på, at den viste model er en viderebearbejdning af den i næste afsnit omtalte TFV-model. Den oven for viste VPO-model giver en bedre organisatorisk forståelse af byggeriets ledelsesformer.

5. METODER

5.1 Teori

5.1.1 Grundlag

Grundlaget for meget af værktøjskassens tænkning er teoridannelsen inden for ”Lean Construction” eller på dansk ”Trimmet Byggeri”. Trimmet byggeri er en implementering i byggesektoren af den moderne fremstillingsindustri’s tænkning og metoder.

Mere om Trimmet Byggeri findes blandt andet i Projekt Hus, Temagruppe 4’s afrapportering ”Logistik på byggepladsen - Teori og metode” se bilag 3 ”Logistik på byggepladsen – Teori og Metode (afsnit 3)”, hvor i øvrigt resultaterne fra dette forsøg er indarbejdede.

5.1.2 Hovedprincipper

Trimmet Byggeri baserer sig på fem hovedprincipper:

1. Sæt kundens – bygherrens og brugernes – værdikriterier i centrum.
2. Optimér de aktiviteter, der skaber denne værdi.
3. Tilrettelæg arbejdet, så det sker i en jævn rytme.
4. Sørg for at materialer og materiel først leveres til byggepladsen, når det skal bruges. Lagre er spild (benyt pull-logistik).
5. Tilstræb perfektion gennem en løbende forbedringsproces i alle led.

5.1.3 Byggeri som en produktion

Trimmet Byggeri opfatter byggeprocessen som en produktion, der kan fortolkes ud fra tre synsvinkler:

- Som en serie bearbejdningsprocesser – Transformationer, hvor materialerne skifter form og deres værdi øges. Dette er den normale forståelse af byggeprocessen og repræsenterer udviklingsniveauet for byggeriets sædvanlige tænkning.

- Som et **F**low der sikrer en balanceret og jævn produktion på byggepladsen, hvor de 7 strømme som forudsætninger for gennemførelse af sunde aktiviteter og hvor hele planlægningsystematikken omkring den trimmede planlægning sikrer at arbejdet planlægges i et jævnt og pålideligt flow hvor forsyningerne til byggepladsen i form af information, materialer, mandskab og materiel er til stede når de skal anvendes. Denne tænkning overses næsten altid i den traditionelle projektledelse, men den er af afgørende betydning for produktiviteten og helt nødvendig i procesledelsen.
- Som en **V**ærdiskabelse, hvor bygherrens og brugernes forventninger manifesterer sig i fysiske løsninger og dermed indfries. Værdibegrebet er nyt i forhold til den traditionelle tænkning, hvor værdi oftest tænkes som sikring af kvalitet. Men hvilken kvalitet og hvilket indhold defineres som værdi for bygherre, brugere med flere, - og af hvem ?

5.1.4 *Sunde aktiviteter*

I Trimmet Byggeri betegnes en aktivitet som sund, hvis *alle* forudsætningerne for dens udførelse er til stede. I praksis er der tale om syv slags forudsætninger:

- De forudgående arbejder skal være afsluttede
- Der skal være plads
- Mandskabet skal være til stede
- Materialerne skal være til stede
- Materiellet skal være til stede
- Tegninger og øvrig information skal foreligge
- De ydre forhold, fx godkendelser, skal være i orden

5.2 **Tankegang**

Tanken med værktøjerne er, at en detaljeret planlægning for en hel byggeperiode i bund og grund er spild af tid, fordi de forskellige forudsætninger for arbejdets udførelse løbende forandrer sig under byggeperioden. Byggeri er en kaosproces, og de skal planlægges anderledes end en traditionel lineær proces.

Ideen er altså at man skal planlægge groft på langt sigt og fint på kort sigt.

- Man skal planlægge arbejdsprocessernes forløb for hele byggeperioden, altså overskue opdelingen i arbejdsprocesser og deres indbyrdes afhængigheder tidligt i forløbet. Planlægningen viser, hvad man **bør gøre**.
- Man skal sikre, at forudsætningerne for arbejdets udførelse er til stede for en mellemlang periode. Planlægningen viser, hvad man **kan gøre**.
- Man skal planlægge detaljeret for den nærmeste fremtid. Planlægningen viser hvad man **vil gøre**.
- Man skal evaluere planlægningen når mindre dele af forløbet er gennemført, svarende til de forskellige tidshorisonter. Evalueringen viser, hvad der **blev gjort**.

<p>En arbejdsproces kan f.eks. være at male gadefacaden eller at etablere radiatorer på 4. sal i nr. 3</p>

Planlægningen gennemføres ud fra det hovedprincip, at planlægningsarbejde skal uddelegeres til dem, der har de bedste forudsætninger for at udføre planlægningen på de forskellige niveauer. Dette princip implementeres på følgende måde:

- Arbejdsprocessernes forløb skal planlægges af dem, der har projekteret, sammen med dem, der har overblik over og erfaringer med udførelsen (projekterende, byggeledelse og konduktører samt evt. formænd).
- Den mellemlange planlægning skal udføres af dem, der har ansvaret for, at forudsætningerne er til stede, når arbejdet skal udføres, sammen med dem, der er nærmest det sidste led i produktionsholdet (projekterende, fagtilsyn, byggeledelse og konduktører).
- Detailplanlægningen skal udføres af dem, der skal udføre arbejdet (formænd, sjakbajser og håndværkere).

Roller i byggesagen:

- De projekterende udarbejder projektet, og følger op på om det udføres i henhold hertil. De har også ansvaret for, at en del af de **ydre forhold** (ikke vejret men godkendelser/beslutninger) og for at den rette **information** er til stede ved arbejdets udførelse.
- Byggeledelsen (entreprenørens) har det daglige ansvar for byggepladsen, og for at projektet udføres i henhold til de indgåede aftaler. Byggeledelsen har ansvaret for at koordinere de forskellige **aktiviteter** og sørge for, at der er **plads** til deres udførelse.
- Konduktøren er virksomhedens ansvarlige i den enkelte fagentreprise og koordinerer **mandskab, materialer og materiel** til byggepladsen.
- Formanden har ansvaret for at håndværkerne/sjakkene følger planerne, og repræsenterer disse over for den enkelte fagentreprisevirksomhed repræsenteret ved konduktøren. Formanden og evt. sjakbajsen vil have ansvaret for koordineringen omkring **forudgående aktivitet** med de andre fag
- Sjakbajser har ansvaret for det enkelte sjaks arbejdsopgaver på byggepladsen (ansvar se under formand).
- Håndværkere udfører aktiviteterne.

Materialestyringen skal kobles til planlægningen således, at leverandørerne får oplysninger om leverancerne så tidligt som muligt. Leverandørerne skal endvidere opdateres om forskydninger i planlægningen, og endelig skal de tilrettelægge deres leverancer, så de tilgodeser de udførendes behov på byggepladsen.

Det sidstnævnte gøres ved, at leverancerne opdeles og leveres i units. En unit er den samling af materialer, der skal anvendes for at udføre en bestemt arbejdsproces eller en bygningsdel på et begrænset fysisk område. På den måde undgår byggepladsen unødigt oplagring.

Ved udelegering af planlægningen forventes parterne at deltage mere engageret i planlægningen og overholdelsen af samme. Håndværkerne forsøger at overholde ugeplanen, de projekterende ved, hvornår de skal have afklaret informationerne til de forskellige arbejdsprocesser, og byggeledelsen og fagentreprenørerne kan bedre og mere præcist gøre opmærksom på manglende forudsætninger, når de kun skal overskue en mellemlang periode på f.eks. 3-5 uger ad gangen.

En unit kan f.eks. være den maling der skal bruges til at male gårdfacaden eller de radiatorer, bøjninger, t-stykker, ventiler m.m. der skal til for at opsætte radiatorerne til 4. sal i nr. 3

Ved at udarbejde en procesplan for alle arbejdsprocesserne tidligt i forløbet opnås et grundigt kendskab til projektet og et godt overblik over det forestående forløb.

Den detaljerede gennemgang af arbejdsprocesser og opdelingen af leverancerne i units ansporer til, at udførelsesmetoder og den indbyrdes rækkefølge af aktiviteter overvejes grundigere end normalt, og at behovet for materialer og materiel specificeres på et realistisk grundlag.

Endvidere er det sandsynligt, at eventuelle mangler i projektet kan afdækkes allerede på dette tidlige tidspunkt, og muligheden for at finde gode løsninger bliver dermed større, end hvis de opdages lige før udførelsen.

De bygningsdele i projektet, der først kan færdigprojekteres undervejs i udførelsesfasen, kan også identificeres på dette tidspunkt, og der kan derfor planlægges med ekstra tid til afklaring omkring disse arbejdsprocesser.

5.3 **Værktøjerne i relation til Trimmet Byggeri**

Værktøjernes udformning og anvendelse baserer sig på hovedprincipperne i Trimmet Byggeri.

I forhold til TFV-modellen forholder værktøjerne sig kun til Flowet. Værktøjerne fokuserer på at sikre en jævn arbejdsrytme og konstant fremdrift samt detaljeret styring af materialestrømmen. Hverken transformationen eller værditilvæksten behandles med disse værktøjer.

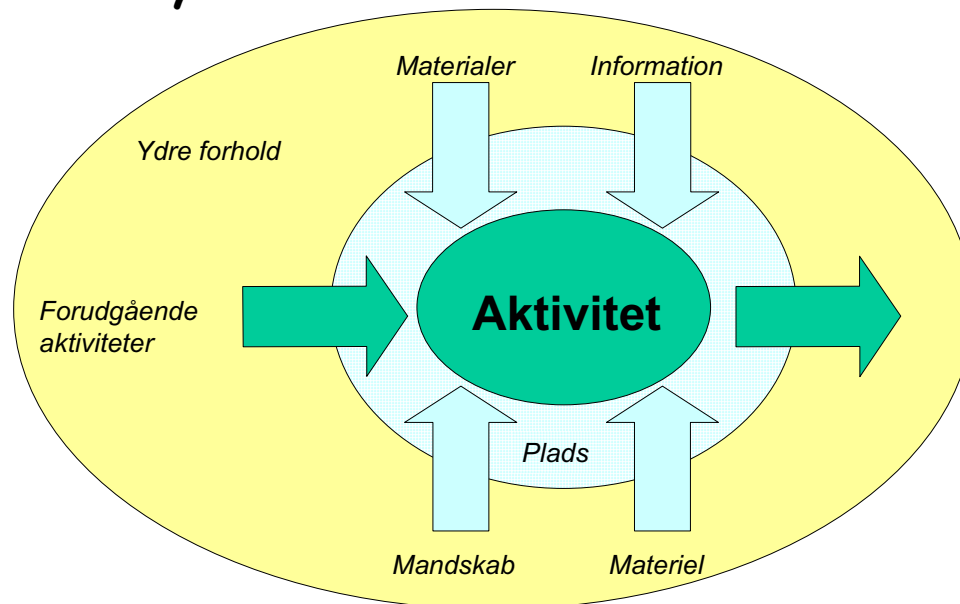
Værktøjerne forsøger at opfylde følgende af Trimmet Byggeris læresætninger:

- Tilrettelæg arbejdet, så det sker i en jævn rytme (ved hele tiden at sørge for, at der er sunde aktiviteter til korttidsplanlægningen)
- Tilstræb perfektion, gennem en løbende forbedringsproces i alle led (ved decentralisering og erfaringsopfølgning)
- Sørg for at materialer og materiel først leveres til byggepladsen, når det skal bruges (benyt pull-logistik). (ved at de yderste led i produktionskæden først trækker materialer og materiel til byggepladsen, når de har brug for dem og ved, at leverancerne tilrettelægges efter byggepladsens behov)

De forudsætninger (strømme) der skal være til stede for, at en aktivitet er sund omtales i foregående afsnit og er vist på nedenstående figur.

En sund aktivitet er en aktivitet hvor alle de syv forudsætninger for dens udførelse er til stede.

De syv strømme



Figuren viser forudsætninger for at udføre sunde aktiviteter.

Materialelogistikværktøjet varetager primært materialestrømmen, men da planlægningen på flere niveauer er en forudsætning for materialestyringen, vil flere af de øvrige strømme også blive behandlet ved brug af dette værktøj.

Materialestyringen har til formål at mindske usunde aktiviteter som følge af materialestrømmen og indirekte også som følge af pladsstrømmen (oplagres mange materialer, går det ud over pladsen).

Værktøjet "Trimmet Planlægning" varetager primært planlægningen af arbejdsprocesser med det formål at skabe et jævnt workflow ved at undgå usunde aktiviteter.

Endvidere er en flig af kaosteorien indarbejdet i værktøjet, idet naturens svar på kaos blandt andet er decentralisering og korttidsplanlægning. Netop dette element er inddraget i værktøjet i form af decentraliseret korttidsplanlægning. Både ved decentralisering og ved korttidsplanlægning øges forudsigeligheden og troværdigheden af planlægningen, når systemet er uforudsigeligt.

5.4 Beskrivelse af værktøjet

Værktøjslementerne repræsenteres ved en række skemaer, planer og et mål for planlægningens opfyldelse. Værktøjerne består af følgende 8 delelementer:

Materialelogistikværktøjet:

- Unitskemaer for bestilling af materialer hørende til en arbejdsproces på et begrænset fysisk område.
- Leveranceplan for de planlagte leverancer.
- Afkaldeplaner for de aktuelle leverancer i den nære fremtid.

Værktøjet "Trimmet Planlægning":

- Periodeplaner for identificering af forhindringer 3-5 uger frem i forløbet (mellemlang planlægning).
- Ugeplaner for koordineret arbejdsplanlægning (korttidsplanlægning).
- PPU-indikatoren (Procent Planlagt Udført) som et mål for planlægningens opfyldelse for at kunne evaluere og årsagsafdække straks.

Fælles for begge værktøjer:

- Hovedtidsplan for de overordnede bygningsafsnit.
- Procesplan for arbejdsprocessernes rækkefølge.

Planlægning på flere niveauer er en forudsætning for, at en stram materialestyring kan foregå. Man kan ikke planlægge sine leverancer uden at have en rimelig realistisk plan for arbejdets fremdrift. Derfor er anvendelsen af værktøjet "Trimmet Planlægning" en forudsætning for anvendelsen af værktøjet "Materialelogistik", men det omvendte er ikke tilfældet.

5.4.1 *Elementer i værktøjet "Materialelogistik"*

Materialeunit		Byggevarer		Side 1
Sagsnavn	Eskildsgade	Sagsnummer	0	
Entreprise	VVS	Entreprisenr.	7100	
Aktivitet	Varme	AktivitetsID	VVS.V.1:2	
Leverandør	Emil Holst	Fax		
Telefon	56651811	E-mail		
Kontaktperson	Henrik Andersen	Mobiltelefon		
Firma	Husmann VVS	Fax		
Telefon	36303000	E-mail		
Fagentrepriseleder	John Masesson	Mobiltelefon		
Formand	Henrik Thomsen	Mobiltelefon	20126683	
Unitnr.	1	Ordredato		
Beskrivelse	Radiator pr. etage	Konteringsoplysninger		
Planlagt dato	2000-09-25	Placering - Bygning	5	
Afkaldt (Ja/Nej)		Placering - etage	Kælder	
Afkaldt dato		Placering - afsnit		
Afkalde-tid		Leveringsform	Lastbil	
Læsnr.		Aflæsningsmetode	Kran til jord	
Portnr.		Emballage		
Kran/hejs nr.	Hejs 1	Returemballage		
Varenr.:	Komponenter/materialer:	Længde	Mængde:	Enhed
	Radiator Ribe 955*1000*165		4	Stk
	Radiatorventiler Rafn		4	Stk
	Bøjning nr. 1		4	Stk
	Luftskruer		4	Stk
	Vinkelradiatorforskrning		4	Stk
	Zink rørbeære		4	Stk
	½" vinkler		10	Stk
	½" stålrør		8	Lbm
	T-stykker til afgrening		8	Stk

Unitskema (fra H&S)

Unitskemaer er skemaer til leverandørerne og byggeledelsen med angivelse af komponenter til en afgrænset og lokalt placeret aktivitet/arbejdsproces. På skemaerne anføres, hvor unit'en ønskes leveret og hvordan samt hvornår, man forventer at unit'en skal leveres. Endvidere anføres hvem der skal levere, hvem der har bestilt og hvem der betaler.

Unitskemaerne skal sikre, at alle de nødvendige og tilstrækkelige materialer hørende til en arbejdsproces på et begrænset fysisk område eller en bygningsdel, bliver leveret til den konkrete arbejdsproces.

Eksempel på leveranceplan

Leveranceplan nr.: 1						Dato: 17.05.1996			
Leverandør: Hansen & Co.						Initialer: TAK/APS			
Kontaktperson: Jens Hansen						Revideret: 17.07.1996			
Tlf./fax: 66 66 66 66/77 77 77 77									
Fag: VVS									
Sag: 4501, Havrevej						Periode: Uge 25 - 32			
Unit nr.	Uge 25	Uge 26	Uge 27	Uge 28	Uge 29	Uge 30	Uge 31	Uge 32	→
VR01	1								
VR02			1						
VR03					1				
VR04							1		
VR05						1			
VS01			4			6			
VV01	6	8	8		8	8	12		

Leveranceplan (fra SBI-anvisning 191)

Via procesplanen knyttes unit's til de arbejdsprocesser, de hører til og herved opstår en leveranceplan. **Leveranceplanen** er en rullende tidsplan der viser, hvornår de enkelte units er planlagt til at skulle anvendes på byggepladsen. Denne sendes til leverandørerne, så de kan lægge leverancen ind i deres egen planlægning.

Leveranceplanen skal sikre at leverancerne er til stede hos leverandørerne på det tidspunkt, hvor byggepladsen får brug for at afkalde dem.

Undervejs i forløbet arbejdes med periodeplaner og ugeplaner og på baggrund af disse opdaterede aktivitetsplaner udarbejdes en afkaldeplan.

Afkald er en melding til leverandøren om at levere en bestilt leverance på et endeligt bestemt tidspunkt

Afkaldeplanen er en tidsplan, der viser den kommende uges afkald af leverancer samt det forventede afkald i de kommende to uger.

Afkaldeplanen skal sikre, at byggepladsen trækker materialerne fra leverandørerne, så de ankommer til byggepladsen netop på det tidspunkt, hvor den konkrete arbejdsproces skal foregå hverken for tidligt eller for sent.

Eksempel på afkaldeplan

Afkaldeplan nr.: 1						Dato 12.06.1996						
Leverandør: Petersen & Co.						Initialer: TAK/APS						
Kontaktperson: Peter Petersen						Revideret: 17.06.1996						
Tlf./fax: 88 88 88 88/99 99 99 99												
Fag: Tømrer						Periode: Uge 25 - 27						
Sag: 4501, Havrevej												
		← Afkald →					← Forventet afkald →					
		Uge 25					Uge 26					Uge
Unit	Betegnelse	ma.	ti.	on.	to.	fr.	ma.	ti.	on.	to.	fr.	27
TS 002	Remme									1		1
TS 004	Taglægter	4										
TS 006	Lægter	1										
TS 014B	Tagisolering byg. 3											1
TS 015	Eternitplader m.m.				1							
TS 017	Limtræ og søjler									1		
TS 019	Taghætter				1							
TS 026	Gangbro vær. 3	1										
TS 026A	Gangbro vær. 2	2										
TS 032	Forskalling vær. 2							2				
TS 033	Forskalling vær. 3							1				
Aflæsningssted:												
Afkastningsmetode:												
Returemballage:												
Supplerende oplysninger:												

Afkaldeplan (fra SBI-anvisning 191)

Eskildsgade 3 - 5 Logistiktidsplan 2000-14-06 Rev. 24.07.2000 Rev. 19.09.2000 Rev. 06.11.2000					
Id	Opgave	Varighed	Akt. ID	Startdato	Slutdato
251	Køkken og linoleum opgang 5	21 dage		00-12-12 11:30	01-01-16 09:00
252	Gulvafslibning	5 dage		00-12-12 11:30	00-12-19 09:00
253	Linoleum lejligheder	5 dage		00-12-19 09:00	01-01-01 15:30
254	Montage af køkkender	6 dage	Tø.K.1	01-01-01 15:30	01-01-09 11:30
255	Montage af dørblade og beslåning indiv.	3 dage	Tø.D.1	01-01-09 11:30	01-01-12 10:00
256	Montage af blandingsbatterier	5 dage	VVS.K.1	01-01-09 11:30	01-01-16 09:00
257	Synlig el-installationer	6 dage		00-12-12 11:30	00-12-20 08:30
258	Køkken og linoleum opgang 3	21 dage		01-01-01 15:30	01-01-29 12:00
259	Gulvafslibning	5 dage		01-01-01 15:30	01-01-08 12:00
260	Linoleum lejligheder	5 dage		01-01-08 13:00	01-01-15 09:30
261	Montage af køkkender	6 dage	Tø.K.1	01-01-15 09:30	01-01-22 15:30

Udsnit af proces procestidsplanen

Procesplanen er en plan over arbejdsprocesser ordnet i forhold til rækkefølgen både inden for fagene og imellem disse – typisk ordnet efter bygningsdele. De indbyrdes afhængigheder mellem arbejdsoperationerne afklares i denne planlægningsproces og unit'ene tilrettelægges efter identificeringen af arbejdsoperationerne.

Opdelingen af arbejdet i arbejdsoperationer kan være meget forskellig fra byggesag til byggesag, afhængig af hvilket arbejde der skal udføres.

Planen skal sikre, at operationerne tilrettelægges mest hensigtsmæssigt i forhold til hinanden, og at tankerne bag projektet overdrages fra de projekterende til byggepladsledelsen og håndværkerne.

Samtidig udgør procesplanen rygraden i beskrivelsen af byggesagen. Procesplanen beskriver så at sige hvordan byggeriets værdi skal realiseres, altså hvilke arbejdsoperationer der skal gennemføres for at realisere byggeriet.

Men husk at procesplanen ikke er en tidsplan i traditionel forstand, men at den angiver varigheden af hver enkelt arbejdsoperation. Hovedtidsplanens milepæle kan "trækkes" ned over procesplanen, hvis en kontrol af at hovedtidsplanen følges ønskes af projektledelsen. Procesplanen er proceslederens arbejdsredskab.

Arial, fedt

Sagsnavn:	Eskildsgade	Sagsnr.:	981095				
Entreprise:	Tømrer	Entreprisenr.:					
Uge nr.:	51	Ansvar:	Jack				
Aktivitet	Aktivitets-ID	M	T	O	T	F	Bemærkninger
Gipsvægge	Opq. 3. 5sal Opq. 3. 4sal	X	X	X			
Smedkerarbejder	Opq. 3. 5sal Opq. 3. 4sal				X	X	
Gulv træ	Opq. 3. 5sal Opq. 5. 5sal.			X	X		
Trapper bitræpper Hovedtræpper		X	X	X	X	X	okluis./Følger lejligheder.

Ugeplan

Ugeplaner er en rullende arbejdsplan for den næste uge. På ugeplanen anføres, hvilke arbejdsoperationer/aktiviteter der skal udføres i den førstkommende uge, og hvilken dag de skal udføres, samt hvem der er ansvarlig. Der må kun anføres sunde aktiviteter på ugeplanen.

Ugeplanen skal sikre, at de arbejdsoperationer der skal foregå, koordineres med hensyn til aktør, indbyrdes afhængighed, tidspunkt og sted.

PPU (Procent Planlagt Udført) er en indikator der udregnes på baggrund af aktiviteterne i ugeplanen, når ugen er omme. Indikatoren viser hvor meget man nåede af den forudgående uges planlagte arbejde. PPU udregnes som andelen af gennemførte aktiviteter i procent af de planlagte aktiviteter for den forgangne uge. Når PPU'en er lavere end 100%, skal årsagen til, at den enkelte aktivitet ikke blev udført, identificeres og noteres, så man kan forhindre, at det sker igen. Det er årsagsafklaringen der er vigtig.

Hvorfor nåede du ikke at male facaden?
- Fordi jeg ikke havde noget maling (materialer)

Hvorfor havde du ikke noget maling?
- Fordi mester ikke havde købt det (materialer)

Hvorfor havde mester ikke købt det?
- Fordi farven ikke var valgt (information)

PPU udregnes som:

$$\frac{\text{antal rettidigt gennemførte aktiviteter}}{\text{Antal planlagte aktiviteter}} \times 100$$

Årsagen til at en aktivitet ikke blev udført identificeres ved at spørge hvorfor, indtil man når frem til det rigtige svar. Da årsagerne tit involverer flere forskellige parter er det relevant at stille spørgsmålet 5 gange. Dette sker på ugeplanmødet.

PPU'en skal sikre, at aktuelle forhindringer bringes i fokus, og at de involverede parter konfronteres med forhindringerne, så de kan løses, og så de ikke sker igen.

PPU'en medvirker til at få fokus på, at forudsætningerne for at gennemføre sunde aktiviteter er opfyldte og øger samtidig, som det måske allervæsentligste, pålideligheden i planlægningen.

Hvorfor var farven ikke valgt ?
- Fordi der var fem forskellige parter, som skal spørges først og det tager tid, bl.a. myndighederne og bygherren (ydre forhold)

6. **AKTIVITETER**

6.1 **Konkrete tiltag**

6.1.1 *Produktivitetsforbedring*

Neden for er vist en kort oversigt over de logistikaktiviteter, som indgik i entreprisedebudet:

Udarbejdelse af unitskemaer	Ukendt tidspunkt
Indretning af byggepladsen	2000 Maj
Udarbejdelse af hovedtidsplan	Ukendt tidspunkt
Ugeplanlægning og PPU	2000 Juli – 2001 Jan.
Logistik på byggemøder (materialer)	2000 Maj – 2000 Okt.
Deltagelse i byggemøder	2000 Okt. – 2000 Nov.
Logistikmøder (de syv strømme)	2000 Nov. – 2001 Jan.

Projektet er så vidt vides det første i Danmark, hvor et logistikkoncept er indgået i udbudsbetingelserne.

Allerede i udbudsfasen blev materialestyringen og rollen som skaffer beskrevet, se bilag 1. Dette blev gjort i et afsnit for sig i fællesbetingelserne. Hovedentreprenøren ændrede noget i dette oplæg i form af et vedlagt bilag til tilbuddet, se bilag 4 "Bilag til hovedentreprenørens tilbud", da MT-Højgaard havde nogle erfaringer fra et projekt netop gennemført på Kalvebod Brygge (Merriott hotel og Nykredit), som de ønskede indføjede. Tillægget kom ikke til at danne kontraktgrundlag, men har dannet grundlag for en del af det, der efterfølgende er sket på byggepladsen.

Følgende værktøjslementer blev forsøgt indført på byggepladsen:

1. Unitskemaer
2. Leverance- og afkaldeplaner
3. Hovedtidsplan

4. Procesplan
5. Periodeplaner
6. Ugeplaner
7. Procent Planlagt Udført-indikatoren.

Unitskemaerne blev indført tidligt i forløbet efter opstart, hvor de enkelte fag-entreprenører, typisk den aktuelle formand i samarbejde med dennes konduktør, skulle skabe sig et overblik over entreprisens leverancer og fremkomme med oplysningerne til unitskemaerne. Herefter var det skafferen, der behandlede oplysningerne.

MT-Højgaard har udviklet et edb-system, der håndterer unitoplysninger og knytter dem til aktiviteterne i tidsplanen. Dette blev ikke brugt af fagentreprenørerne, men af skafferen.

Unitskemaerne blev fremsendt til leverandørerne, og de kunne således føre oplysningerne fra unitskemaerne ind i deres produktionsplanlægning.

Leverance- og afkaldeplaner slog aldrig rigtigt igennem, da byggesagen var så lille, at der kun var den ugentlige levering af gips og eventuelt en eller to andre ugentlige leverancer at holde styr på. I stedet blev units anført på hovedtidsplanen ud for de aktiviteter, de skulle bruges til.

Skafferen havde tidligt i forløbet i forbindelse med indsamling af data til unitskemaerne og tilrigning af byggepladsen planlagt arealfordelingen på byggepladsen og undersøgt behovet for fælles materiel i form af stillads og hejs, behovet for skurvogne og materialecontainere samt behovet for affaldscontainere. Skafferen stod med andre ord for hele byggepladsens indretning.

Skafferen udarbejdede en meget stor og meget udførlig hovedtidsplan i A1-format, med angivelse af procesopstarter og de leverancer (units), som hørte til aktiviteterne. Denne tidsplan var i princippet både en *hovedtidsplan* og en *procesplan* på een gang.

Periodeplanerne blev ikke udtrukket af hovedtidsplanen. Dette skyldtes en eller flere af følgende årsager:

- At hovedtidsplanen var så omfattende og detaljeret, at det ikke var nødvendigt.
- At skafferen havde godt overblik over processerne.

- At edb-programmet ikke kunne udskrive uddrag af tidsplanen.

Under alle omstændigheder blev periodeplanerne ikke anvendt rigtigt i projektet. Den sandsynligste årsag til dette var skafferens arbejde med den detaljerede hovedtidsplan/procesplan og en "top down" tænkning i forhold til selve planlægningssystemet. Altså, at man tænkte processer og aktiviteter én gang for alle, og så efterfølgende oplevede, at man måtte ændre den store plan adskillige gange.

Det ligger netop i den underliggende kaostænkning, at denne fremgangsmåde ikke er optimal, og det resulterede derfor også i denne løbende revision af sagens aktivitetsbudget som procesplanen rettelig er. I stedet havde det været mere hensigtsmæssigt, at erkende kaosprocessen og følge oplægget i Trimmet Byggeris planlægningssystematik, hvor procesplanen ikke ændres, men hvor ændringer foretages i forbindelse med de aktive dokumenter periodeplanen og særligt ugeplanen (så kloge blev vi først langt senere ved gennemførelse af andre projekter).

Midtvejs i forløbet blev afholdelse af jævnlige logistikmøder med formændene opstartet. Dette skete i forbindelse med, at materialestyringen blev udvidet til at omfatte alle de syv strømme. Det var tanken, at dette møde skulle være med til at gøre aktiviteterne sunde.

Periodeplanerne blev udarbejdet to gange i løbet af afprøvningen i samarbejde mellem arbejdsgruppen og formændene, uden at det dog havde nogen umiddelbar effekt. Konduktørerne især mente, at forholdet med at gøre aktiviteterne sunde, blev varetaget på byggemøderne mellem hovedentreprenøren og underentreprenørerne eller i forbindelse med procesopstarter. Denne opfattelse har efterfølgende også vist sig at være forkert, hvor anbefalingen klart er at adskille byggemøder og produktionsplanlægningsmøder.

Ugeplanerne blev udarbejdet af formændene i samråd med skafferen. Skafferen havde det store overblik over de aktiviteter, der kunne indføres i ugeplanen, og over hvor på byggepladsen der var plads til den enkelte fagentreprenør.

Ugeplanens detaljeringsgrad var meget forskellig fra entreprenør til entreprenør og fra aktivitet til aktivitet. Men det blev tilstræbt at planlægge for hver hele eller halve manddag, hvad der skulle foregå, hvornår og hvor.

Ugeplanerne blev udarbejdet næsten alle uger i opbygningsfasen. Nedrivningsfasen og mangeludbedringsfasen blev dog ikke planlagt via ugeplaner.

Midtvejs i forløbet påbegyndtes, som tidligere nævnt, afholdelsen af ugentlige logistikmøder med formændene. Dette blev - set i relation til ugeplanlægningen - gjort for at opsamle forrige uges erfaringer, og for at udføre den tværfaglige planlægning i et samlet forum. Forskellen fra den tidligere planlægning var, at alle formænd var til stede på samme tid, og dette har måske medført en større forpligtigelse de deltagende parter imellem.

Der var dog ikke den store forskel i arbejdsfordelingen i forhold til den tidligere planlægning, da det var skafferen, der havde overblikket til at koordinere de indbyrdes aktiviteter og ikke formændene.

Forskellen fra den tidligere planlægning ligger i, at det ikke er skafferen der styrer, hvem der skal gøre hvad, hvor og hvornår, men at skafferens kompetence til at korttidsplanlægge videregives i denne proces, således at formændene begynder at planlægge mere bevidst og struktureret. Ligeledes er processen medvirkende til, at de forskellige formænd kommer til at lytte mere til hinanden og dermed lærer af hinanden, hvilket fremmer det gode samarbejde.

PPU'en blev optalt ugentligt af skafferen eller formændene og oplyst til forsøgsledelsen. PPU'en blev afbildet i et såkaldt "Harlekinskema" sammen med en række andre produktivetsindikatorer, og ophængt på byggepladsens opslagstavle, jævnfør værktøjsafprøvningen af værktøjet "Produktivetsindikatorer". På opslaget var angivet de oplyste årsager til afvigelser i PPU'en. Det var således åbenlyst for alle på byggepladsen, hvilke bristede forudsætninger der var årsag til nedgang i produktiviteten (PPU'en) for de enkelte fag.

Før man begyndte at afholde logistikmøder, begyndte en repræsentant fra forsøgsledelsen at deltage i de interne byggemøder mellem hovedentreprenøren og underentreprenørernes konduktører for at følge byggeforløbet (transformationen) tættere. Dette var nødvendigt for at kunne forholde sig til PPU'en og årsagerne til udsvingene i PPU målingerne. Det var endvidere nødvendigt for at forstå sammenhængen mellem logistikstyringen og de konkrete arbejder, der foregik på byggepladsen. Den organisatoriske opbygning på byggepladsen og forretningsgangen blev mere tydelig efter deltagelsen i byggemøderne.

Herefter begyndte man at afholde logistikmøder, hvor årsagerne til udsvingene i PPU'en blev drøftet, hvis de ikke allerede var afklaret på byggepladsen mellem de involverede parter (hvilket de ofte var).

6.1.2 *Holdningsbearbejdning*

Da dette værktøj er med til at ændre på de implicerede vaner og traditioner, er det vigtigt at følge forandringsprocessen medens den sker, således at man kan sætte ind med nye tiltag, når aktørerne er parate til det og ikke før. Tilføjer man

alt for mange nye tiltag på én gang, vil de implicerede parter have en tendens til at afslå det hele, fordi forandringen bliver for massiv, hvis der ændres på for mange forhold på én gang.

Det er ligeledes vigtigt, at de involverede parter får fornemmelsen af, at de selv er med til at finde på de nye tiltag, eller at de i det mindste får en forståelse af det rigtige i ideologien bag tiltagene. Hvis de får en fornemmelse af, at de selv er med til at drive udviklingen frem, vil de formentlig også deltage mere engageret i arbejdet med at ændre på forholdene.

Dialog og samarbejde om at indføre værktøjet er derfor meget vigtig i et projekt som dette.

Nedenfor er vist en kort oversigt over de aktiviteter, som fandt sted for at bearbejde holdningen:

Forberedelsesmøde med hovedentreprenøren	2000 Mar.
Introduktionsmøde med fagentreprenørerne	2000 Aug.
Skriftlig vejledning i brug af værktøj	2000 Sep.
Deltagelse i byggemøder	2000 Okt.
Logistikmøder	2000 Okt.
Midtvejsinterview	2000 Nov.
Spørgeskemaundersøgelse	2001 Mar.-Apr.
Slutinterview	2001 Mar.-Apr.

Efter tilbud og før opstart blev der afholdt et *forberedelsesmøde* med den valgte hovedentreprenør og dennes skaffer (marts 2000). Her blev de konkrete aktiviteter og udbudsmaterialets afprøvningsmæssige indhold drøftet. Mødet skulle endvidere inspirere og motivere hovedentreprenøren til at følge tankegangen i afprøvningen.

Nogle måneder efter udførelsens opstart blev der afholdt et *introduktionsmøde* med underentreprenørernes konduktører og formænd (august 2000). Her blev idégrundlaget præsenteret med en række konkrete eksempler, som illustrerede tankegangen. Værktøjet blev endvidere præsenteret og brugen af det blev forklaret.

Efter introduktionsmødet blev der udsendt en *skriftlig vejledning* i brug af værktøjet (september 2000), jævnfør bilag 5 ”Vejledning i brug af logistikværktøjer og produktivitetsindikatorer”.

Midtvejs i forløbet (oktober 2000) begyndte en repræsentant fra forsøgsledelsen at deltage i de interne byggemøder mellem hovedentreprenøren og underentreprenørernes konduktører, for at følge det punkt på dagsordenen som hed logistik og udvide opfattelsen af logistik til at omhandle de syv strømme. Formålet med *deltagelsen i byggemøderne* var endvidere at afdække om værktøjelementerne blev brugt, samt om konduktørerne forholdt sig til logistikstyringen (om de var engagerede).

Deltagelsen i byggemøderne gav den rådgivende del af arbejdsgruppen en bedre forståelse af, hvordan værktøjet blev og kunne anvendes i virkeligheden, og det åbnede op for en bedre dialog internt i arbejdsgruppen.

Deltagelsen i byggemøderne mandede ud i en række *midtvejsinterviews* med underentreprenørernes konduktører og formænd. Disse interviews havde omtrent samme formål som deltagelsen i byggemøderne. Men det, at interviewene blev holdt med hver underentreprenør for sig, gjorde at samtalen blev friere. Samtalerne handlede om anvendelsen og effekten af værktøjet samt indstillingen til og engagementet i logistikstyringen.

Midtvejsinterviewene havde endvidere til formål, at motivere de deltagende parter og bakke dem op i brugen af værktøjet, samt at få en dialog om planlægningen af de syv strømme.

Efter midtvejsinterviewene blev opfattelsen af logistik ændret fra materialestyring til at omfatte de syv strømme på nogenlunde lige fod. Efter midtvejsinterviewene begyndte der også at blive afholdt *logistikmøder* med formændene og skafferen hver uge, for at lægge ugeplaner og følge op på den foregående uges aktiviteter.

Forsøgsledelsen deltog i det første logistikmøde og et igen en måneds tid efter (fredag uge 44 og mandag uge 49). Dette var medvirkende til, at de af formændene som ikke havde været med til introduktionsmødet i august, blev lidt mere klar over, hvad formålet var med logistikken. De øvrige formænd blev nok bare lidt mere overbeviste om, at ugeplanen var et godt værktøjelement.

Holdningsmæssigt har mødet måske givet logistikken en fysisk referenceramme set fra formændenes side, idet et logistikmøde er mere konkret end et tilfældigt ugeskema de skal udfylde alene, og så ligner det et formandsmøde, som de kender i forvejen.

Spørgeskemaundersøgelsen blev udført omkring afleveringstidspunktet, hvor det stort set kun var maleren, der var tilbage på byggepladsen. Undersøgelsen havde det delformål at få fagentreprenørerne til at tænke over, hvordan sagen

var gået og hvilke forudsætninger de oftest havde haft problemer med at få opfyldt.

Slutinterviewene blev udført omkring afleveringstidspunktet. De omhandlede såvel værktøjet som arbejdsgruppens indsats med at udbrede ideologien og motivere formændene og konduktørerne til deltagelse. Her blev en del barrierer erkendt, og entreprenørerne fik selv lov til at sætte ord på deres opfattelse af introduktionen, opbakningen og anvendelsen af værktøjet.

Undervejs i hele forløbet har arbejdsgruppen *jævnligt besøgt byggepladsen*, for at se den efter for rod og materialeoplag. Dette har været medvirkende til, at arbejdsgruppen har fået et indtryk af stemningen på pladsen, og har haft dialog med formænd og håndværkere på byggepladsen om værktøjsafprøvningen og dens formål. Formændene og håndværkerne har i den forbindelse især fået øjnene op for, hvad det betyder for arbejdet, at byggepladsen er ryddelig og fremkommelig.

6.2 **Evaluering**

6.2.1 *Hvad blev evalueret?*

Neden for er angivet en række spørgsmål, som falder naturlige i forbindelse med afslutningen af en værktøjsafprøvning som denne. Efterfølgende er angivet en række parametre, som man forventede at yde indflydelse på ved anvendelse af værktøjet.

Følgende forhold ønskede vi at evaluere:

- Om produktiviteten var blevet bedre i form af tidsmæssige eller økonomiske forhold?
- Om værktøjet var anvendeligt?
- Om introduktion og opfølgning m.m. var tilstrækkelig?
- Om der skete et holdningsskift undervejs i processen?

Følgende parametre ønskede vi at øve indflydelse på :

- projektmaterialer
- hurtig kommunikation med fagtilsyn
- intern transport
- pladsproblemer

- fejlleverancer
- skader på materialer
- tyveri af materialer
- byggeperiodens varighed
- mandtimeforbruget
- spildtid

6.2.2 *Hvordan blev der evalueret?*

Som redskab til at evaluere ovenstående forhold er afholdt interviews med underentreprenørerne midtvejs og til slut i forløbet. Interviewguides til midtvejs- og slutinterviewene fremgår af bilag 6 "Oplæg til midtvejsinterview" og bilag 7 "Oplæg til slutinterview".

Til slut i forløbet er udført en spørgeskemaundersøgelse blandt de håndværkere, formænd og konduktører, som har arbejdet med byggesagen i længere tid. Spørgeskemaundersøgelsen skulle afdække hyppigheden af forhindringer, som følge af fraværet af hver af de syv strømme. Det er alene hyppigheden af forhindringerne der måles, og altså ikke om forhindringerne rent faktisk mindskede produktiviteten. Spørgeskemaet fremgår af bilag 8 "Spørgeskema (original og reference)".

Der er endvidere gennemført en spørgeskemaundersøgelse på en lignende byggeplads på Gasværksvej 8. Denne undersøgelse skulle fungere som referencemåling på en lignende byfornyelsessag, hvor der ikke var anvendt nogen særlige værktøjer til produktivitetsforbedring. Bygherren er den samme, men hovedentreprenøren var en anden (Søtoftegård).

Byggesagens VVS-ingeniør og arkitekt har deltaget i en samtale om byggesagens forløb generelt for at afklare om byggesagen har kørt anderledes end en "normal" byggesag (hvis en sådan overhovedet eksisterer).

Udvalgte dokumenter fra byggesagen hos bygherrens byggeledelse er gennemgået og udvalgte oplysninger er udleveret fra hovedentreprenørens byggeledelse. Sagsdokumenterne er gennemset for at skabe et grundlag for sammenligning med andre sager på et senere tidspunkt. Forskellige mængder og antal af diverse forhold i byggesagen er opgjort i forbindelse med dette arbejde.

7. ERFARINGER OG RESULTATER

7.1 Værktøjets virkning på brugerne

Dette afsnit beskriver brugernes oplevelse af værktøjet og afspejler de reaktioner, der fremkom til de forskellige interviews, der blev afholdt gennem perioden, med særlig vægt på slutinterviewene. Konklusionen på midtvejs- og slutinterviewet kan findes i henholdsvis bilag 9 "Konklusion på midtvejsinterviews" og bilag 10 "Resultat af slutinterviews". Endvidere beskriver nærværende afsnit arbejdsgruppens opfattelse af brugernes adfærd og adfærdsændring.

Brugerne af værktøjet er f.eks. skafferen, fagentreprenørernes virksomhedsledere, konduktører, formænd og håndværkerne

7.1.1 *Værktøjets anvendelighed og brugernes adfærd*

Nogle entrepriser benyttede sig ikke af muligheden for at lade skafferen stå for materialestyringen via **unitskemaer**. Men de formænd, som benyttede sig af det syntes, at det var en fordel at udfylde skemaerne een gang for alle, og så i grove træk ikke længere skulle bekymre sig mere om dette.

Skafferen betragtede arbejdet med unitskemaer som en udvidet projektgennemgang, og så dette som en mulighed for at "tvinge" formændene til at gå projektet igennem ("Tvinge" skal her forstås i positiv forstand, idet det vil være godt for alle parter, hvis projektet gennemgås seriøst og grundigt tidligt i forløbet).

Leverance- og afkaldeplaner har ikke været anvendt i sagen, og der er lidt uklarhed om, hvem der reelt afkaldte materialerne. Men det har nok været lidt forskelligt fra entrepriser til entrepriser og afhængigt af om, der var udarbejdet unitskemaer for den enkelte leverance.

Hovedtidsplanen blev udarbejdet af skafferen og opdateret jævnligt, hvilket gav enkelte entreprenører besvær med planlægningen af mandskab. Hovedtidsplanen (som også fungerede som procesplanen) var svær at overskue, fordi den var meget omfattende (A1-format), men fordi skafferen havde arbejdet så detaljeret med den, havde han et godt overblik over den. Skafferen udtalte dog selv, at det

ville være praktisk, hvis den kunne udskrives i mindre udgaver, eventuelt for en uge ad gangen eller for hvert fag for sig eller lignende.

Periodeplanerne blev kun udarbejdet to gange, men der var ikke overskud og engagement nok til at få den ordentligt indarbejdet. Muligvis havde den heller ikke den rette udformning. Periodeplanen blev udarbejdet af formændene, og den kom ikke længere end dertil, men tanken med den var, at den skulle være sendt rundt i systemet til konduktørerne og eventuelt videre til fagtilsyn og bygherre, så de kunne have taget aktion på forhindringerne.

De sunde aktiviteter blev i stedet skabt på mere traditionel vis, men alene det at fokusere på forudsætningerne havde betydning for processen.

- Ydre forhold og informationsstrømmen blev således afklaret via byggemøder mellem de to byggeledelser og via fagtilsynet.
- Forudgående aktivitet og pladsstrømmen blev varetaget af hovedentreprenørens byggeledelse og fagentreprenørerne.
- Materiale- og mandskabsstrømmen blev varetaget af fagentreprenørerne.
- Materielstrømmen blev delt mellem hovedentreprenørens byggeledelse og fagentreprenørerne på sædvanlig vis, ved at hovedentreprenøren stod for fælles materiel som stillads og hejs, og ved at fagentreprenørerne stod for håndværktøj, stiger m.m.

De formænd, som deltog i introduktionsmødet (august 2000), havde en god forståelse for meningen og fordelene ved *ugeplanlægningen*. Men de formænd, som var kommet til pladsen senere end introduktionsmødet, brugte ikke ugeplanen i deres arbejde.

De sidstnævnte formænd havde også opfattelsen af, at der manglede konsekvens når ugeplanen ikke blev overholdt, og måske derfor brugte de den ikke. Men det kan også blot være en dårlig undskyldning for ikke at bruge den.

I den praktiske gennemførelse skrev skafferen for nogle af formændene, og undervejs i forløbet blev der ansat en praktikant, som skulle hjælpe formændene med at udfylde ugeplanerne.

Flere af formændene syntes, at det var svært at udfylde ugeplanen. Der er flere typer af arbejde, som kan være svære at anslå omfanget af, især i renoveringssager, herunder pudsreparation, reparation af murværk og afrensningsarbejde før malerarbejde. Det kan være vanskeligt at planlægge, hvor længe man er om at

udføre en lejlighed, et trapperum eller en etage på en facade. Selv når arbejdet er startet, kan omfanget variere undervejs.

De fleste af formændene syntes, at de var mere motiverede for at overholde ugeplanen, fordi den var skriftlig, og fordi man - når ugen var omme - satte sig ned og gjorde op, hvad man havde nået, og hvad man ikke havde nået.

PPU'en har været nem at gå til, men årsagsforklaringerne og opfølgningen på disse har manglet. Dette kan skyldes at logistikmødernes forum ikke var stort nok til at evaluere årsagerne til bunds. Man kan ikke spørge "hvorfør?" ret mange gange, når det kun er formanden der er til stede, da årsagerne ofte findes uden for byggepladsen.

Hvis årsagerne hidrører fra byggepladsens omgivelser, bør skafferen forfølge årsagerne til den rigtige årsag er fundet og melde dette tilbage til byggepladsen på næste formandsmøde. Dette har dog ikke fundet sted i denne sag, da praksis omkring opfølgningen på årsagerne og vigtigheden af denne opfølgning ikke stod klart for alle parter igennem forløbet.

7.1.2 *Introduktion og opfølgning*

Introduktionsmødet havde en effekt, idet de formænd, som deltog var meget mere engagerede i planlægningen og værktøjet, end de som ikke deltog i introduktionsmødet.

Skafferen fik megen ros for sit arbejde med at motivere og vejlede formændene, herunder at rykke dem for ugeplaner og evalueringsskemaer. Formændene ønskede tilsyneladende, at nogen holdte dem til ilden og kontrollerede dem i deres arbejde med værktøjet. Men de havde samtidig stor respekt for, at skafferen respekterede, at de havde travlt.

Forsøgsledelsen fik også ros for at motivere og vejlede formændene på de afholdte logistikmøder. De formænd som ikke deltog i introduktionsmødet fik meget ud af den vejledning de fik på logistikmøderne, og de som havde deltaget i introduktionsmødet virkede mere overbevist om, at værktøjet kunne bruges til noget fornuftigt efter logistikmøderne.

Flere af formændene mente ikke, at de havde opbakning i deres eget firma til at bruge tid på logistikstyring (planlægning). Den manglende opbakning blev begrundet i, at logistikarbejdet ikke var indkalkuleret i tilbudet. Opfattelsen var dog imod udbudet, hvor logistikarbejdet skulle være indregnet.

I princippet burde den tid, man anvender på planlægning, blive sparet i udførelsen og derfor burde det ikke være nødvendigt at afsætte et beløb i tilbudet til brugen af værktøjet.

Det må i stedet tolkes sådan, at tilbudsbetingerne ikke var videreformidlet i alle firmaerne, selv om det var en del af udbuds- og kontraktgrundlaget mellem bygherren og hovedentreprenøren.

Kontrollen af om de kontraktmæssige forhold blev leveret, har været sekundær i forhold til at forklare og motivere deltagerne til at bruge værktøjet ud fra betragtningen om, at man måske nok kan tvinge hesten til truget, men at man ikke kan tvinge den til at drikke. Formålet var at modtage realistisk udfyldte skemaer eller planer, der afspejlede virkeligheden.

Nogle af formændene mente dog, at en øget kontrol ville øge motivationen, idet man står i et dårligt lys i forhold til forsøgsledelsen, byggeledelsen og skafferen, hvis man ikke prøver at deltage lidt engageret i arbejdet med værktøjet.

7.1.3 *Adfærdsændring*

Det har umiddelbart været vanskeligt at måle en adfærdsændring, men neden for er foretaget en vurdering i forhold til besvarelserne og de deltagendes attitude til interviewene.

Kun de *fagentreprenørers virksomhedsledere*, som var konduktører eller formænd, har arbejdet med værktøjet, og det er derfor kun dem, der har ændret adfærd.

De øvrige virksomhedsledere er der ikke foretaget interviews med, så vurderingen af deres adfærdsændring baseres på interviewene med deres medarbejdere. Disse virksomhedsledere har ikke ændret adfærd i forbindelse med anvendelsen af værktøjet.

De fleste *fagentreprenørers formænd og konduktører* mente ikke selv, at de arbejdede anderledes med planlægningen, end de altid havde gjort, jævnfør indledningen i bilag 3 Logistik på byggepladsen - Teori og Metode (afsnit 3).

Arbejdsgruppen er dog ikke enig i dette, da ugeplanen for flere entreprenørers vedkommende blev udført skriftligt og koordineret mellem fagene, samt at formændene i forbindelse med PPU-målingen og produktivitetsindikatorerne blev sat til at evaluere sig selv. Arbejdsgruppen mener, at dette har været medvirkende til at synliggøre nogle forhold for formændene, som de så har søgt at optimere.

Nogle af fagentreprenørerne er blevet opmærksomme på vigtigheden af den koordinering, der foregår i forbindelse med ugeplanlægningen og opfølgningen på denne, når den ikke overholdes.

Fagentreprenørerne er blevet mere opmærksomme på pladsforholdene på byggepladsen - både i forbindelse med materialestyringen, opryddeligheden og affaldshåndteringen.

Hovedentreprenøren er blevet mere opmærksom på planlægningsprocessen og på vigtigheden af koordineringen mellem aktiviteter og plads i ugeplanen.

Alle entreprenørerne er blevet meget opmærksomme på, at informationsstrømmen er en forudsætning for deres arbejde, og at den skal være sund for, at de kan udføre det. Dette var de formentlig opmærksomme på i forvejen, men arbejdet med værktøjet og evalueringen af byggesagen har været medvirkende til, at de er blevet endnu mere bevidste om det.

De fleste formænd og konduktører samt hovedentreprenørens skaffer var villige til at arbejde med værktøjet igen på en anden sag.

7.2 Værktøjets virkning på omgivelserne

Dette afsnit beskriver omgivelsernes adfærd i forbindelse med byggepladsens brug af værktøjet. Det baserer sig på nogle korte samtaler med repræsentanter fra omgivelserne samt styregruppens og arbejdsgruppens opfattelse af omgivelsernes adfærd.

Byggepladsens omgivelser er f.eks. bygherre, myndigheder, leverandører, arkitekter, ingeniører og bygherrens byggeledelse.

7.2.1 *Omgivelsernes adfærd*

Byggepladsens omgivelser har ikke arbejdet med selve værktøjet, idet værktøjet primært havde med udførelsesplanlægningen at gøre.

Overdragelsen af projektet til de udførende er sket på traditionel vis ved projektgennemgange og procesopstarter.

Byggepladsens omgivelser har ikke deltaget aktivt i planlægningsarbejdet med opdelingen af projektet i arbejdsprocesser eller rækkefølgen af disse.

Flere af omgivelsernes repræsentanter viste ikke interesse for værktøjet eller dets anvendelse, og kun bygherreadministratoren og forsøgsledelsen deltog i styregruppemøderne gennem hele byggeperioden.

7.2.2 *Introduktion og opfølgning*

Bygherrens administrator var igangsætter af værktøjskassen og kendte derfor til hele udviklingsforløbet frem til værktøjsafprøvningen.

Både arkitekt- og ingeniørfirmaet var medansøgere til afprøvningen af værktøjet, og havde derfor have et godt kendskab til værktøjets opbygning og idégrundlag.

De projekterende og fagtilsynet blev introduceret til værktøjet og dets anvendelse i projekteringsfasen via møder og afsnittet i byggesagsbeskrivelsen, der omhandlede værktøjsafprøvningen.

Leverandørerne blev introduceret til værktøjet via henholdsvis hovedentreprenøren og fagentreprenørerne.

7.2.3 *Adfærdsændring*

Umiddelbart har der ikke været en tydelig adfærdsændring hos de projekterende, fagtilsynet eller bygherrens byggeledelse.

Der er foretaget analyse af to byfornyelsessager (Eskildsgade 3-5 og en sag gennemført på en naboejendom), så en række forhold (eller rettere indikationer på sådanne) har kunnet analyseres. I den forbindelse skal man tage sammenligningerne med et ”gran salt”, fordi ikke to sager er ens, og fordi der ikke i tilstrækkeligt omfang har kunnet gennemføres årsagsafklaringer.

Spørgeskemaundersøgelsen viste, at der i Eskildsgade 3-5 byggesagen var færre tilfælde af manglende bygherrebeslutninger end i den anden byfornyelsessag, men til gengæld flere tilfælde af manglende information i form af projektafklaringer. Entreprenørerne har ved interviewene oplyst, at det ofte var arkitekten, som manglede at afklare projektf forhold og sjældent VVS-ingeniøren. Det skal nævnes, at de rådgivende i den forbindelse ikke er blevet spurgt om deres oplevelser af informationsstrømmen.

Én af årsagerne til, at der er konstateret større beslutningsdygtighed på dennesag kan have været den positive effekt af at værktøjet fokuserer på beslutningsstrømmen, men det kan naturligvis også bunde i, at Bygherren måske har været særlig opmærksom på dennes ansvar over for byggepladsen i netop denne sag, fordi der var tilknyttet en værktøjsafprøvning.

Rådgiverne i de to sager har ikke været de samme. Men enkelte parter i denne gruppe af rådgivere er måske blevet opmærksomme på vigtigheden af hurtige informationer i udførelsesfasen.

Bygherrens byggeledelse har ikke ændret adfærd, idet denne stadig opfatter sig selv som administrator af de kontraktlige forhold.

Det kan ikke vurderes, om leverandørerne har ændret adfærd i forbindelse med denne sag. Men der pågår en udvikling hos nogle leverandører, der bevæger sig i

retning af, at leverandøren foretager både opmåling, detailprojektering og leverance i units, når byggepladsen er klar til det.

7.3 **Værktøjets virkning på byggesagen**

Dette afsnit beskriver hvilken virkning arbejdet med værktøjet har haft på byggesagen. Virkningen vurderes ud fra de parametre, man ved hjælp af værktøjet forventede og ønskede at øve indflydelse på. Vurderingen af dette udføres på baggrund af arbejdsgruppens oplevelse af byggesagen samt resultatet af spørgeskemaundersøgelsen på denne og en tilsvarende byggeplads. Konklusionen på spørgeskemaundersøgelsen kan ses i bilag 11 ”Konklusion på spørgeskemaundersøgelsen”.

7.3.1 *Projekt og kommunikation*

Projektmateriale er opbygget i henhold til BPS standardbeskrivelsesafsnit, bortset fra at projektet qua en oversættelsesnøgle blev opdelt i henhold til byfornyelsens 20-punktskema - altså efter bygningsdele.

BPS standardbeskrivelsesafsnit er rettet mod materialestyringen i den forstand, at der er en bygningsdelsbeskrivelse med angivelse af alle de materialer, der er krav til fra de projekterendes side. Denne kan være med til at danne grundlag for udarbejdelsen af unitskemaer.

Ligeledes er BPS standardbeskrivelsesafsnit rettet mod udførelsen i form af, at der er en arbejdsbeskrivelse, som sammen med tegningsmaterialet, burde være nok til at udføre arbejdet.

Opdelingen efter bygningsdele gør det lettere for de projekterende at få det hele med, men overlader en hel del arbejde til hovedentreprenøren med at fordele de forskellige arbejder til de forskellige fag. Bygningsdelsopdelingen går på tværs af entreprenørernes opdeling efter fag, hvorfor der med den nuværende organisering af byggeriet foretages et i princippet unødvendigt merarbejde med at oversætte bygningsdelsinformationerne i 20-pkt.-skemaet til fagentrepriserne.

Udbudsmaterialet blev udformet traditionelt, bortset fra et afsnit i byggesagsbeskrivelsen om materialestyringen. Dette afsnit indeholder alle de informationer, som er nødvendige for at kunne give pris på arbejdet med logistikken.

Flere af underentreprenørerne oplyser dog efterfølgende, at de ikke har medtaget udgifter til logistikstyring, interview eller evaluering i deres tilbud. Dette kan skyldes, at hovedentreprenøren formentlig ikke har videresendt denne del af udbudsmaterialet og dermed har forpligtet sig selv til at levere hele denne ydelse. Hvis man vil holde tilbudspriserne nede, er det muligvis en fornuftig handling, men da værktøjet i høj grad handler om decentralisering og forståelsen af

tankegangen i værktøjet, er det ikke hensigtsmæssigt at undlade at videregive disse informationer. Det bør derfor være et krav, at informationerne om processtyringen videregives til alle deltagende parter før tilbud.

Kommunikationen mellem fagtilsynet og fagentreprenørerne er delvis gået via hovedentreprenørens byggeledelse/skafferen, og delvis mellem fagtilsynet og fagentreprenørerne, og den har kun af og til været baseret på digital kommunikation i form af e-mails og digitale fotos.

Beslutninger er gået via hovedentreprenøren.

Den digitale kommunikation har af og til foregået via hovedentreprenøren, da denne har været udstyret med en computer og et digitalt kamera. Men for det meste har kommunikationen foregået på traditionel vis ved almindelige tilsynsaktiviteter og ved procesopstarter.

Procesopstarterne har været medvirkende til, at tidlig afklaring af projektforhold har været mulig.

En procesopstart anmeldes til byggeledelsen og fagtilsynet en uges tid før den skal finde sted, så de har mulighed for at deltage og tage stilling til projektforholdene

Der var delte meninger om **mængden af tilsynsrapporter**. Fagtilsynet og bygherrens byggeledelse mente ikke at antallet var stort. Hoved- og fagentreprenørerne mente til gengæld at antallet var urimeligt stort, og at projektet skulle være rettet op undervejs i forløbet.

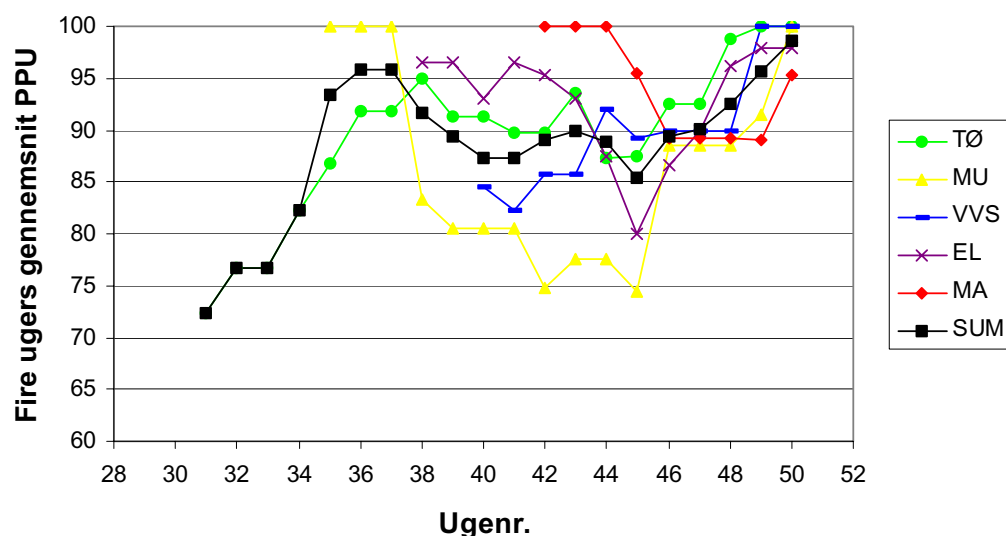
Da hovedentreprenøren samtidig opdagede, at PPU'en faldt i forbindelse med de mange tilsynsrapporter, har arbejdsgruppen foretaget en analyse af mængden af tilsynsrapporter som følger herefter.

7.3.2 *Analyse af PPU og tilsynsrapporter*

I Eskildsgade har PPU'en ligget over de 80% for den samlede byggeplads i næsten hele den periode, hvor den blev opgjort. Periodens yderzoner er ikke målt og dermed ikke medtaget på kurven. PPU-skema og PPU-kurven for de fem fagentrepriser og for byggesagen samlet er vist nedenfor:

Uae	TØ	MU	VVS	EL	MA	SUM
28	67			100		84
29	100			100		100
30	50					50
31						
32	80	100				90
33	100	100				100
34	67	100				84
35	100	100		100		100
36	100	100		100		100
37	100	100	80	86		73
38	80	33	83	100		59
39	85	89	100	100	100	95
40	100	100	75	86	100	92
41	94	100	71	100	100	93
42	80	10	97		100	72
43	100	100	100		100	100
44	100	100	100	75	100	95
45	95	88	60	85	82	82
46	100	66	100	100	75	88
47	100	100	100	100	100	100
48	100	100	100	100	100	100
49	100	100		92	81	93
50	100	100		100	100	100
51						0
52						0
1	100	100	100	100	100	100
2						0
3						0

PPU måles i andre lande end Danmark og disse målinger viser, at en almindelig PPU på byggepladser med nybyggeri ligger i størrelsesorden 50-70%. En PPU på over 80% i en byfornyelsessag må derfor vurderes at være meget høj.



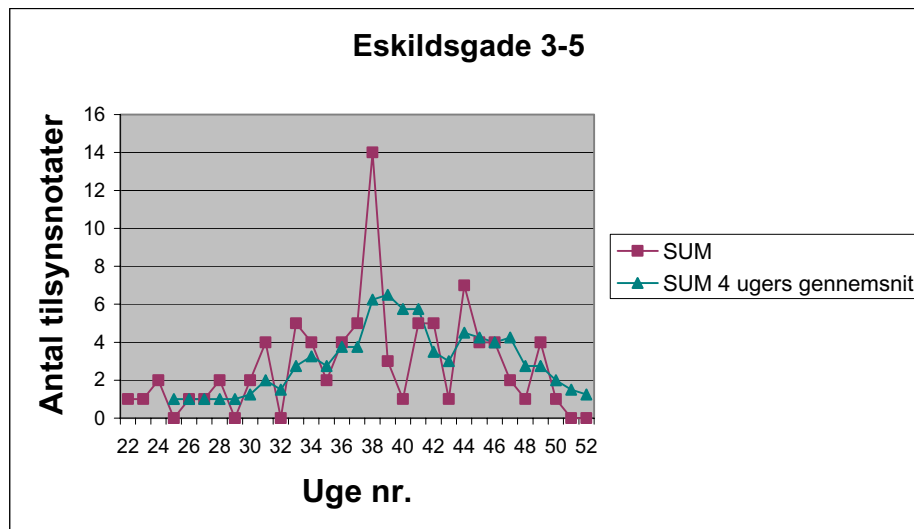
I den periode hvor mængden af tilsynsnotater toppede, var der et fald i PPU'en. **Niveauet for PPU'en** for den samlede byggeplads var i den nævnte periode nede mellem ca. 60-75 %, når det var lavest. I forhold til de udenlandske opgørelser er dette et rimeligt normalt niveau.

Perioden med lav PPU strækker sig ca. fra uge 37 til og med uge 46. I denne periode blev en del nye aktiviteter startet op (facade mod gård, gennemgående aktiviteter, lejligheder og badeværelser) og en del aktiviteter gik ind i den afsluttende fase (tagkonstruktion og komplettering, gavl og facade mod gade), jævnfør bilag 12 "Oversigt over aktiviteter og procesopstarter". **Mængden af aktiviteter** i perioden var altså høj. Der foregik stort set aktiviteter overalt i og omkring bygningen - bortset fra i trapperummene.

Alene på baggrund af de mange aktiviteter i perioden, kan det store antal tilsynsrapporter forklares, idet de berettiger en del projektafløring og almindeligt tilsyn. Den forholdsvis store mængde af procesopstarter i perioden, og afslutningen af arbejder inden mellemterminen, udløser også en del tilsynsrapporter.

Mængden af tilsynsrapporter, var i uge 38 oppe på 14, som en højdespringer i analysen. Antallet af tilsynsnotater kan være udtryk for en række forhold, herunder:

- manglende projektoplysninger fra de projekterende.
- manglende forståelse af projektinformationer fra de udførende.
- mangelfuld udførelse, der kræver et udvidet tilsyn.
- udvidet "kommunikation" mellem de udførende og de projekterende på baggrund af forsøgets fokusering på forudsætninger for sunde aktiviteter.



Oversigt over mængden af tilsynsrapporter

Tilsynsrapporterne er gennemgået generelt for at få overblik over *hvilken slags tilsyn*, der er udført. Der er en tendens til, at tilsynsaktiviteterne starter med en del projektændringer, senere foretages almindelige tilsynsaktiviteter, hvor arbejdet ses efter og omfang defineres, og til sidst omhandler tilsynsaktiviteterne fejl i arbejdets udførelse, som enten accepteres eller skal rettes - jævnfør bilag 13 ”Oversigt over tilsynsrapporter”.

For perioden uge 37- 46 er der omtrent lige så mange tilsynsrapporter, der omhandler projektændringer, som der er tilsynsrapporter, der omhandler fejl i udførelsen. Man kan måske slutte af det, at de projekterende og de udførende i denne periode har været årsag til lige mange tilsynsrapporter.

Den intensive aktivitet på hele byggepladsen må også i sig selv være medvirkende til at PPU’en falder, da det bliver sværere at undgå at være i vejen for hinanden, når der er mange håndværkere på byggepladsen. Det burde være muligt at koordinere sig ud af problemet via ugeplanerne, men værktøjet var stadig forholdsvis nyt for alle parter, og ikke fuldstændig indført for alle entrepriser på dette tidspunkt. Særligt ikke for dem der var under opstart.

PPU’en er ikke et direkte mål for produktiviteten, men et mål for *planlægningens sundhed/pålidelighed* - altså hvor godt planlægningen holdt i virkeligheden. PPU’en vil falde, såfremt man planlægger aktiviteter, som ikke er sunde. Indirekte er der dog formentlig en sammenhæng mellem PPU og produktivitet.

Mellemterminen blev udsat fra uge 37 til uge 43, og i den periode har der sandsynligvis været en del aktiviteter, som var nødt til at foregå for at entreprenøren kunne overholde mellemterminen. Det er altså sandsynligt, at nogle aktiviteter

er blevet planlagt, selv om de ikke var sunde på planlægningstidspunktet. Dette kan have været medvirkende til, at PPU'en var lavere end sædvanligt i denne periode.

Nedenfor er de formodede årsager til den store mængde af tilsynsrapporter og den periodevis lavere PPU ridset op. Niveaut for PPU'en var ikke unormalt lav, blot lavere end den resterende del af byggeperioden:

- Aktiviteten på byggepladsen var meget høj i perioden – der startede mange fag op, med deraf følgende risiko for mangel på plads, manglende koordinering imellem fagene indtil de forstod betydningen af planlægningen og øget tilsynsaktivitet.
- Mængden af tilsynsrapporter var usædvanlig høj.
- Tilsynsrapporterne skyldtes i lige høj grad projektforhold som udførelsesforhold.
- Planlægningen var ikke fuldstændig indført, og kravet til at ugeplanerne kun måtte indeholde sunde aktiviteter – var således ikke fuldstændig klart for alle parter.

7.3.3 *Intern transport og pladsproblemer*

Unitskemaerne blev kun anvendt til fysisk store leverancer, hvor imod de mindre materialeleverancer blev indkøbt i større mængder og oplagret i kælderen i Eskildsgade eller i materialecontainere på byggepladsen. Mange mindre leverancer blev indkøbt fra dag til dag, eller blev leveret fra entreprenørens interne mellemlagre.

Maleren købte ikke ind i units, men købte materialer fra dag til dag.

Elektrikeren købte ikke ind via units, men havde selv målt op og leverancerne blev koordineret i henhold til tidsplanen.

VVS'eren købte rør, radiatorer, sanitet og badeværelsesudstyr via unitskemaer.

- Rørene kom opdelt på opgange, men hyppigheden af leverancerne var for høj til arbejdstempoet, og der var derfor lagre på byggepladsen i en periode.
- Radiatorerne kom til en hel bygningsetage ad gangen.
- Saniteten blev leveret i units, men blev ikke placeret i den aktuelle lejlighed fordi hejsen var væk på det tidspunkt. Saniteten blev derfor båret op ad trappeperne til hver lejlighed.

- Badeværelsestilbehøret kom i en kasse til hvert badeværelse, dog manglede håndklædeholderne, som måtte monteres efterfølgende.

Mureren købte mursten og mørtel ind via unitskemaer, men omfanget var ikke afklaret på bestillingstidspunktet, så der måtte bestilles igen. Mureren købte cement til udstøbning af stålkar ind via unitskemaer, men i én samlet unit da aktiviteten skulle foregå i løbet af ganske få dage. Fliserne til badeværelserne var opmålt til hvert enkelt badeværelse, men ved en fejl blev alle leveret på én gang.

Tømreren købte træ til svampeskader, gips til vægge, lofter og skråvægge, isolering til lejligheder og tag, stålsøjler, stålkar til bad, krydsfinér til bad, spær, lægter, undertag, kviste, dørkarme, dørblade og vindueslysninger via unitskemaer.

- Stålsøjler, spær, kviste og dørblade blev leveret ad en gang, og ikke som de øvrige leverancer i mindre units.
- Fodlister, indfatninger og skruer blev leveret løbende på grund af ukendte mængder.
- Gipsen blev leveret uge for uge i de aktuelle lejligheder. Midtvejs i forløbet blev al gipsen til tagetagen dog leveret på én gang, fordi taget skulle lukkes, så også her blev der oplagret, og senere blev der så flyttet rundt på det.

Alt i alt blev en stor andel af leverancerne bestilt via unitskemaer, og leveret i units til byggepladsen. Den stramme materialestyring lykkedes således for de fleste og største leverancers vedkommende.

Endvidere fandt skafferen i samarbejde med fagentreprenørerne et naturligt leje for, hvor langt ned i detaljen det kunne svare sig at anvende værktøjet i en byfornyelsessag.

Der var enkelte leverancer, som forårsagede pladsproblemer og unødigt intern transport på byggepladsen, men dette var minimalt i forhold til den trange plads projektet var underlagt. Minimering af intern transport og oplagring lykkedes således ved brug af værktøjet.

Af spørgeskemaundersøgelsen fremgår det, at byggesagen i Eskildsgade har haft **bedre plads og færre flytninger** af materialer og materiel end den tilsvarende byfornyelsessag på Gasværksvej. Dette indikerer, at værktøjet formentlig har været medvirkende til mindre oplagring på byggepladsen, mindre intern transport og færre pladsproblemer.

I forbindelse med arbejdsgruppens jævnlige besøg på byggepladsen, er det vurderet hvor meget **rod** der var på byggepladsen. Formændene har oplyst deres opfattelse af dette i forbindelse med afprøvningen af produktivitetsindikatorer på samme sag. Spørgeskemaundersøgelsen har endvidere understøttet dette. Det bekræftes i alle undersøgelserne, at mængden af rod på byggepladsen har været som en normal eller bedre end en normal byggeplads gennem hele forløbet.

Rod kan være oplagring af materialer, materiel eller affald på byggepladsen

For det meste har der kun været **flere fag i samme lejlighed**, hvis arbejdet har krævet et tæt samarbejde om opgaven, eller hvis noget arbejde er blevet forsinket, så det skulle indhentes eller arbejdets omfang blev øget. Det var dog sjældent, at det planlagte arbejde ikke blev nået som følge af, at der arbejdede repræsentanter fra flere entrepriser i samme lejlighed.

Pladsproblemerne i denne sag har hovedsageligt bestået i, at badeværelserne blev forsinkede og dermed fik maleren ikke en hel lejlighed for sig selv som planlagt. Både tømrer, VVS, el og murer skulle på skift gå i badeværelser og skakte, medens maleren malede lejligheden. Men det har egentlig ikke generet arbejdet væsentligt, bortset fra arbejdet i mellemgangen umiddelbart uden for badeværelset.

7.3.4 *Fejlleverancer*

Antallet af fejlleverancer er ikke kendt, men antallet af fejlleverancer, som udmøntede sig i, at noget arbejde ikke blev udført som planlagt (PPU lavere end 100 %), blev angivet i forbindelse med afprøvningen af produktivitetsindikatorerne.

Der blev i alt registreret 3 tilfælde i byggeperioden, hvor en forkert eller manglende leverance medførte, at en aktivitet ikke kunne udføres som planlagt. Det drejede sig om tømrerens spær, som var udført forkert og tømrerens kviste, som ikke passede til spærene samt en enkelt leverance, som mureren ikke modtog, som følge af en leverandørfejl.

Som oftest løstes problemerne med leverancerne ved hjælp af hasteordrer, dag til dag leverancer, eller ved at formanden selv hentede materialerne.

Af spørgeskemaundersøgelsen fremgår det, at byggesagen i Eskildsgade har haft **færre dag til dag leverancer eller selvhentede materialer** end den tilsvarende byfornyelsessag på Gasværksvej. Værktøjet har altså formentlig betydet færre problemer med leverancer og færre uplanlagte leverancer.

7.3.5 *Skader og tyveri*

Mængden af tyveri fra byggepladsen og mængden af skader på udført arbejde har været minimal og langt bedre end forventet, hvilket kan skyldes flere faktorer.

- Minimal oplagring og intern transport på byggepladsen.
- Fast mandskab gennem hele byggeperioden.
- Godt naboskab med beboere i gaden og vægteraftale, med en respekteret vicevært i nærheden, om at se efter byggepladsen uden for normal arbejdstid.

Følgeskader af tyveri, såsom ødelagte vinduer og døre, har af den grund heller ikke belastet sagen.

Det kan ikke entydigt konkluderes, at værktøjet har været årsag til den lave grad af skader og tyveri, men det har sandsynligvis været medvirkende til det.

7.4 **Værktøjets virkning på produktiviteten**

Værktøjets sigte ligger på prissiden af produktivitetsbegrebet med eventuelle påvirkninger af værdisiden som sekundære effekter (øget kvalitet af arbejdet). Vurderingen af værktøjets effekt ligger derfor på tids- og prisparametrene frem for på værdiparametrene.

Det har – som altid – været vanskeligt at få helt klare og entydige tal for eventuelle produktivitetsevinster, men der har dog været nogle klare indikationer på, at værktøjet og den planlægningsmæssige tilgang til projektet har haft en betydelig effekt. De væsentligste indikatorer har været:

- Positive udsagn fra fagentreprenører om indtjeningen.
- Aflønningsformen har – imod sædvanlig praksis – været akkordbaseret frem for timelønsbaseret. Den normale praksis med timeafłønning i ombygnings-sager, bygger netop på det uforudsigelige planlægningsselement.
- Det reducerede materialespild.

Der er ikke gennemført registreringer på totaltimeforbruget på byggepladsen hos hovedentreprenøren og fagentreprenørerne, så de anførte tal er alene indikatorer på forbedret indtjening hos fagentreprenørerne.

Hovedentreprenørens gevinst har primært ligget i en mere forudsigelig proces med mulighed for et reduceret forbrug af funktionærtimer.

7.4.1 *Tidsmæssige forhold*

Ved brug af værktøjet forventede man at mindske spildtiden og dermed mandtimeforbruget. Ved et nedsat mandtimeforbrug forventede man at nedsætte byggeperiodens varighed.

Den samlede **byggeperiodes varighed** har været ca. 10,5 måned inklusive diverse projektændringer og uforudsete hændelser som asbest, svamp og myndighedskrav. Dette vurderes at være en normal byggeperiode for en sag af denne størrelse.

Byggeperiodens varighed har i denne sag ikke været nedsat i forhold til det sædvanlige eller i forhold til det aftalte og planlagte. Dog foreslog hovedentreprenøren, at reducere byggetiden med ca. 2 måneder. Dette blev afvist fra bygherreside, da indflytning alligevel ikke kunne ske før det aftalte.

Det kan diskuteres om mindsket spildtid vil udmønte sig i en kortere byggeperiode, lavere priser, bedre kvalitet eller flere af disse dele.

Ved at gennemføre pålidelig planlægning og derigennem mindske spildtiden forventede man både at kunne **nedsætte og udjævne mandtimeforbruget** over hele byggeperioden.

Mandtimeforbruget har ikke hverken været opgjort undervejs eller til slut i forløbet. Det kan derfor ikke umiddelbart vurderes om mandtimeantallet har været nedsat i forhold til normalt ved anvendelsen af værktøjet.

Mandtimeforbruget har ikke været udjævnet over byggeperioden, fordi aktiviteterne ikke har været jævnt fordelt over byggeperioden. Som tidligere omtalt var der en del aktiviteter som sluttede, og en del aktiviteter som startede op i perioden fra uge 37-46. I denne del af byggeperioden har bemanningen og dermed mandtimeforbruget formentlig været højere end i den øvrige del af byggeperioden.

Spildtiden har hverken været opgjort undervejs eller til slut i forløbet. Det kan derfor ikke umiddelbart vurderes, om spildtiden har været mindsket i forhold til den traditionelle byggeplads ved anvendelsen af værktøjet.

Spildtid er en underlig størrelse at gøre op, da den er forskellen mellem hvor lang tid processen traditionelt kunne have taget og hvor lang tid den egentlig tog. Potentialet for yderligere besparelser i tidsforbrug kunne findes ved at sammenligne den tid det egentlig tog, med den tid det kunne have taget hvis processen havde været trimmet. De tre tidsforbrug er illustreret nedenfor i en figur.

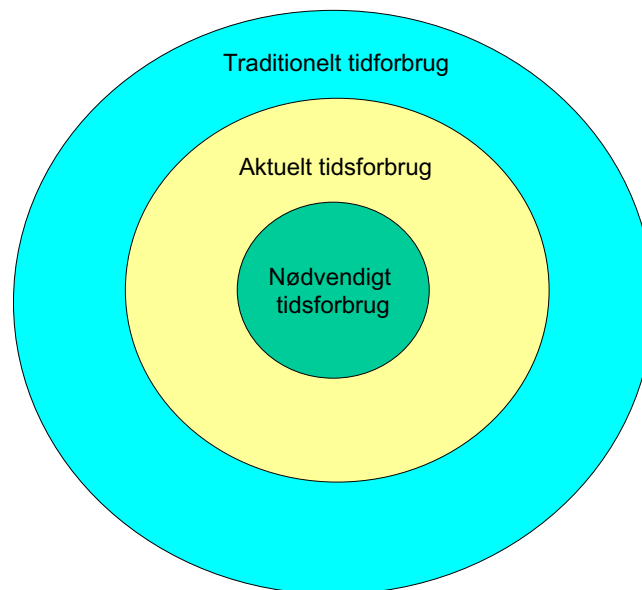


Illustration af spildtid (det blå areal illustrerer den spildtid, man har sparet, og den det gule areal illustrerer den spildtid, det er muligt at spare)

Vi kender ikke størrelsen af nogen af de tre cirkler og vi er derfor ikke klar over om der er sparet nogen tid, eller hvor meget tid det er muligt at spare. Spildtid opfattet på den måde er meget vanskelig at opgøre eksakt, og vi afholder os derfor fra at forsøge at gøre dette.

I stedet kan vi forholde os til nogle af de forhold, som har været medvirkende til at planlægningen ikke blev fulgt i virkeligheden. Det vil sige mængden af de **potentielle muligheder for at mindske spildtid fremover.**

Ifølge entreprenørerne var en hyppig årsag til spildtid i byggeperioden **informationsstrømmen** fra arkitekten. I PPU-målingen forekommer det kun 4 gange, at informationsstrømmen er årsag til at planlagt arbejde ikke bliver udført. Dette kan skyldes, at aktiviteterne ikke planlægges før de er sunde, og det dermed ikke registreres i målingen af PPU. Havde man arbejdet mere med periodeplanen, havde problemerne med informationsstrømmen formentlig været tydeligere der.

At strømmene ikke bliver gjort sunde, kan have indflydelse på om hovedtidsplanen overholdes. Hvis der ikke er nogle sunde aktiviteter at planlægge i ugeplanen går arbejdet i stå. Der bør derfor foretages en løbende registrering af, om langtidsplanen (fasetidsplanen) overholdes.

Ifølge PPU-målingen var en hyppig årsag til spildtid i byggeperioden afvigelser i **mandskabsstrømmen** i forhold til det planlagte. I PPU-målingen forekom det 13 gange i byggeperioden, at mandskabsstrømmen var årsag til, at planlagt arbejde ikke blev udført.

Mandskabsstrømmen er meget afhængig af fagentreprenørernes styring af mandskabet, og da denne er afhængig af forholdene på andre byggepladser og uforudsete forhold som sygdom m.m., bliver planlægningen ganske kompliceret.

7.4.2 *Produktivitet*

For at vurdere hvordan produktiviteten har været på sagen, er det nødvendigt at opgøre arbejdstiden, materialeforbruget m.m. i forhold til et kendt gennemsnit for tilsvarende sager. Men et sådant benchmark-mål haves ikke, så det er ikke umiddelbart muligt at opgøre produktiviteten i denne sag på denne måde.

<p>Produktivitet defineres som produktion i forhold til indsats af arbejdstid, materiel, materialer m.m., jævnfør Gyldendals fremmedordbog.</p>
--

I stedet må produktiviteten tolkes på basis af **entreprenørernes økonomiske resultat** af sagen. Dette er ikke blevet oplyst, og denne vej er derfor ikke farbar i dette projekt.

I stedet baseres vurderingen på de indikationer, der har været fra fagentreprenørerne om, at man har haft en fornuftig akkord. Et eventuelt stort tidsespild ville have bevirket en dårligere akkord.

Fagentreprenørerne oplyste på interviewtidspunktet, at sagens økonomi havde været rimelig for dem. Både tømrer, elektriker og VVS'er har haft medarbejdere på akkord. Mureren har kun haft medarbejdere på timeløn og maleren har haft medarbejdere på en blanding af timeløn og akkord. Akkorderne var dog ikke endelig opgjort på interviewtidspunktet.

At så mange fag har kunnet arbejde på akkord, vidner om en sund byggeplads med en god produktivitet. Til sammenligning kan det oplyses, at håndværkerne på Gasværksvej 8 entydigt oplyste, at de naturligvis var på timeløn. Andet var ikke muligt i en renoveringssag.

Tømreren har siden oplyst, at akkorden blev 7 kr. højere end firmaets gennemsnit og maleren har oplyst at akkorden blev 10 kr. højere end sædvanligvis på byfornyelsessager. De øvrige entrepriser har ikke ønsket at oplyse akkorden.

Men det faktum, at maleren, som det sidste fag i fagenes parade, har kunnet arbejde på ak-

kord, og at akkorden har været højere end normalt vidner om, at værktøjet har virket positivt i forhold til produktiviteten. Selv om maleren stort set ikke selv har brugt værktøjet, har denne mærket virkningen af, at de øvrige entreprenører har brugt værktøjet. Der er således indikationer på, at der er sket en produktivitetsforbedring ved anvendelsen af værktøjet.

Fagenes parade er et billede på de enkelte fag, der følger lige efter hinanden som soldater i parade. Er den første lige ved at "snuble", men når at rette sig op igen, går det alligevel ud over de efterfølgende, for de snubler alligevel.

7.5 **Forbedring af værktøjet**

Dette afsnit beskriver de forslag til forbedringer, som brugerne har foreslået i forbindelse med de forskellige interviews, samt styregruppens og arbejdsgruppens forslag til forbedringer.

Procesplanen har i denne byggesag været benyttet som en tidsplan, hvor anbefalingerne fra brugerne har gået på, at det kan blive lettere at udtrække oplysninger fra planen rent edb-mæssigt, således at man kan udskrive et udvalgt uddrag af tidsplanen uden at få hele tidsplanen skrevet ud - f.eks. uge 9-12 for tømrerentreprisen. Dette vil gøre det lettere og tidsmæssigt mere hensigtsmæssigt i forbindelse med udarbejdelse af periodeplaner.

Efterfølgende er vi dog blevet opmærksomme på, at adskillelsen mellem procesplanlægning og tidsplanlægning bør være mere klar, for at der ikke optræder en u hensigtsmæssig sammenblanding af roller omkring kontraktforhold og procesforhold. Derfor anbefales det, at lade milepælene fra hovedtidsplanen udgøre rammerne for procesplanen, og derefter sørge for at styre processen inden for denne. Det kan ikke anbefales at lave et sammenhængende IT-baseret system, hvor trækket af aktiviteter til de andre planer sker via procesplanen. I stedet er det vigtigt, at de enkelte planer får "lov til" at fungere mere uafhængigt af hinanden.

Periodeplanen skal finde sin form. Det anbefales ikke umiddelbart at lade arbejdsoperationerne fra procesplanen rulle ind i periodeplanen på 3-6 ugers sigte, i hvert tilfælde skal man være meget opmærksom på, at periodeplanen repræsenterer en yderligere detaljering af arbejdet, og at den udarbejdes på baggrund af et mere detaljeret vidensniveau end procesplanen, og at der derfor kan forekomme andre/ændrede arbejdsoperationer i periodeplanen i forhold til procesplanens aktivitetsbudget.

Det er vigtigt, at proceslederen er ansvarlig for at skabe sunde aktiviteter, samt udpege hvem der er ansvarlig for hvilke strømme, for at den enkelte aktivitet kan gøres sund.

Ugeplanerne fungerede godt for dem, der brugte dem. Det der skal arbejdes med, er ikke ugeplanen som værktøjsselement, men *holdningsbearbejdningen* for at få formændene til at bruge dem. Der skal gøres mere ud af at introducere ugeplanerne og tilpasse brugen af dem til den enkelte. Ugeplanerne som værktøjsselement er meget fleksible, idet den enkelte bruger i en hvis udstrækning selv kan bestemme hvor detaljeret de udfyldes. Nogle af formændenes barrierer mod at bruge ugeplanen skal afdækkes, så ugeplanen kan komme endnu mere i brug.

Såfremt formændenes barrierer handler om, at de ikke kan lide at skrive, må man finde en anden løsning, så formændene ikke behøver at skrive. Skafferen kan f.eks. skrive for dem, som det fandt sted i denne sag.

Det er erfaringen, at ugeplanen bør være temmelig detaljeret særligt for de aktiviteter, der er forudgående aktiviteter for andre aktiviteter. Dette bør ske af hensyn til at frigive sunde aktiviteter til de efterfølgende fag, hvilket er med til at forkorte byggeperioden eller til at skabe luft i planlægningen for de efterfølgende fag og dermed mindske spildtid. Det anbefales samtidig, at afsluttende ugeaktiviteter løbende afmærkes på planer opsat i byggepladsskuret, så alle kan se, at nu er der klar til næste aktivitet. Dette får samtidig skabt fokus på troværdigheden af planlægningen.

PPU'en er god nok til at måle på sundheden/pålideligheden af planlægningen, men den måler ikke produktiviteten direkte. Den er kun en indikator for produktiviteten, og det skal man være klar over, når man tolker resultaterne.

PPU'ens væsentligste funktion er at skabe en pålidelig og troværdig planlægning, så arbejdet kan skride frem i et jævnt og på kort sigt forudsigeligt miljø.

PPU'en og værktøjet i øvrigt virker – rigtigt brugt – som et ”selvstyringsværktøj” der får fagene til at:

- Erkende og afdække indbyrdes afhængigheder og arbejdsgange.
- Fokuserer på forudsætningerne for gennemførelse af aktiviteterne.
- Koordinere og lave troværdig planlægning sammen.
- Holde fokus på processerne.

PPU'en vil typisk ligge på 50%-60% på en normal arbejdsplads, og effekten af at øge PPU'en til 70+-90% er betragtelig.

PPU'en er et relativt mål for planlægningen, og det er derfor muligt at blive gode sammen undervejs, og at "hæve niveauet" for antal ugentligt gennemførte aktiviteter, hvis man bliver "for gode".

Planlægningen bag PPU'en kan så at sige blive overhalet, hvis aktivitetsniveauet bliver for lavt. PPU-tal over 100% (altså at man nåede flere aktiviteter end planlagt) er et tydeligt tegn på succesfuld planlægning, men også på at flere aktiviteter kan planlægges i de kommende ugeplaner.

Planlægges meget få aktiviteter i ugeplanerne, kan man opleve store udsving i PPU'en. Det skal derfor tilstræbes, at der planlægges minimum 10-15 aktiviteter pr. uge pr. fag under hensyntagen til arbejdets karakter og afhængighed af de øvrige fag. En øget detaljeringsgrad i ugeplanlægningen vil være medvirkende til at eventuelle forhindringer bliver mere synlige i planlægningsfasen og eventuelle årsager til fald i PPU vil blive mere tydelige.

Den nuværende evaluering af planlægningen omhandler alene korttidsplanlægningen. Det kan måske forbedre værktøjet, hvis fasetidsplanen løbende evalueres på en tilsvarende måde. Denne evaluering bør finde sted for at holde øje med om forhindringerne for de sunde aktiviteter bliver løst, så der ikke hober sig en række usunde aktiviteter op, så ugeplanen ikke kan udarbejdes og arbejdet dermed går i stå.

Logistikmøderne er udmærkede til ugeplanlægning på tværs af fagene og koordineringen af pladsen. Men aktiviteten med at **gøre strømmene sunde**, skal på en eller anden måde videreformidles, så oplysningerne om hvilke aktiviteter der er sunde, er til stede på logistikmødet. Dette må ske via skafferen, konduktørerne og byggeledelsen. Men formen for det er ikke færdigudviklet endnu. Det vil dog være oplagt at skafferen har ansvaret for at gøre strømmene sunde og at oplysningerne formidles på byggemøderne.

I forbindelse med evalueringen af planlægningen skal der tages stilling til, hvor meget **konsekvens** der skal være, når ugeplanen ikke overholdes. Der skal findes en balance, hvor der er konsekvens nok til at formændene forsøger at overholde det de har lovet i ugeplanen, men ikke så meget at de ikke vil give ærlige besvarelser af årsagerne til ikke-udførte aktiviteter.

Hvis decentralisering skal fungere, er parterne nødt til at være engagerede. For at opnå mere **engagement** i anvendelsen af værktøjet, er introduktionen, opbakningen og vejledningen meget vigtig. Der skal være meget mere dialog mellem arbejdsgruppen og formændene og konduktørerne - især i forbindelse med opstart af de enkelte entrepriser på byggepladsen.

Byggepladsens omgivelser og fagentreprenørernes virksomhedsledere skal også inspireres af ideerne bag værktøjet, for at få *opbakningen i firmaerne* til at være til stede og denne del af arbejdet bør ikke undervurderes.

8. ANBEFALINGER

8.1 De syv strømme

Værktøjet Trimmet Planlægning der - sammen med Logistikstyringsværktøjet - er resultatet af dette projekt, tager sig af logistikken i hele aktivitetsflowet, og behandler alle de 7 strømme som forudsætninger for arbejdsflowet.

Logistikstyringsværktøjet varetager kun sundheden af primært materialestrømmen og til dels arbejdsflowet, men ikke sundheden af alle byggeriets syv strømme. Logistikværktøjet anviser veje til en detaljeret måde at kommunikere på imellem de projekterende, de udførende og leverandørerne, så værktøjet kan tjene som et eksempel på tilgangen til den detaljering der er nødvendig, hvis man vil arbejde mere detaljeret med de øvrige af de 7 strømme. Særligt materiel- og mandskabsstrømmene kunne formentlig håndteres på lignende vis, mens informations- og beslutningsstrømmene bør dyrkes i forbindelse med en analyse af arbejdet i de tidlige projektfaser.

Erfaringen fra dette projekt viste os, at PPU'en er meget sårbar over for udsving i mandskabsstrømmen, og det vil derfor være nærliggende at udvikle et værktøj til styring af denne. Det er dog ikke ligetil, idet mandskabet som oftest anvendes på flere forskellige byggepladser og de besidder samtidig forskellige kompetencer. Der er derfor en del forhold på andre byggepladser, som influerer på mandskabsstrømmen på den konkrete sag, samt uforudsete forhold som ikke umiddelbart lader sig planlægge, såsom eksempelvis sygdom.

Styring af mandskabsstrømmen handler om, at de rette personer, med de rette kompetencer er på det rette sted på det rette tidspunkt. Dette kan måske løses ved andre typer samarbejdsformer så som faste samarbejder i leveranceteamet med en fælles ressourceudjævning eller ved, at der kalkuleres med faste vikarteams, med mange kompetencer, som kan træde til ved sygdom og andet fravær eller evt. ved anvendelse af tværfagligt orienterede sjak. Den konstant opdaterede planlægning vil, såfremt den anvendes på mange byggepladser, også være medvirkende til at lette styringen af mandskabsstrømmen for den enkelte byggeplads.

Også informationsstrømmen har vist sig at være en af de meget afgørende og kritiske strømme i sagen. En metode til håndtering af denne strøm vil forventeligt medvirke positivt på produktiviteten. Der er to hovedemner i informationsstrømmen:

- Projektets form og opbygning i forhold til henholdsvis prissætning og udførelse.
- Informationsstrømmen undervejs i udførelsesfasen.

Behandlingen af projektets form i forhold til prissætning og udførelse hører ind under Flowet i TFV-modellen, men projektet som helhed hører også til under T'et (transformationen) og V'et (værdien). Dette vil ikke blive drøftet nærmere her, bortset fra at det skal nævnes, at projekterne må kunne udformes mere udførelsesvenligt, end det er tilfældet i dag med fokus på informationsstrømmen evt. i informationspakker der følger beslutninger og bygningsdele. En tidlig identifikation af informationsbehovet i de forskellige faser og til de forskellige aktører og en præcis informationsstrøm vil formentlig være nøgleelementer i en forbedring af informationsflowet.

En del af informationsstrømmen i udførelsesfasen omhandler uforudsete forhold, og netop denne del af strømmen er der arbejdet med i værktøjskassens udviklingsprojekt "Planlægning af uforudsete hændelser". Her skal blot nævnes, at bedre forundersøgelser, flere destruktive undersøgelser, bedre udnyttelse af tiden mellem beboernes fraflytning og opstart af udførelsesfasen og tidlige procesopstarter kan have en positiv effekt på sundheden af informationsstrømmen.

Selve kommunikationen mellem fagtilsyn og fagentreprenører kræver nok mere end blot et værktøj. Der skal formentlig nogle nye samarbejdsformer og en holdningsbearbejdning til for at samarbejdet kan blive mere konstruktivt, den gensidige forståelse kan blive større og kommunikationen kan foregå hurtigere.

8.2 **Introduktion og indførelse**

Erfaringerne i denne byggesag har vist, at selvom værktøjet er til stede og selvom organisationen hævder at være klar til at afprøve det, kan der stadig være barrierer rundt om i organisationen, som skal bearbejdes og fjernes.

Der kunne udvikles en metode til introduktion og indførelse af værktøjer i byggesager. Da værktøjet skal være med til at ændre brugernes adfærd, vil det være fornuftigt at arbejde med, hvordan man mest hensigtsmæssigt indfører sådanne nye elementer i en traditionel organisation og i dagligdagen.

8.3 **Evalueringsmetoden**

Spørgeskemaundersøgelsen kunne udvikles og afprøves som værktøj til måling af strømmenes sundhed undervejs og til slut i forløbet. Spørgeskemaundersøgelsen er naturligvis subjektiv, og der er derfor en risiko for at besvarelsene er manipulerede. Det kan ikke kontrolleres om besvarelsen er udtryk for ægte holdninger, da det er et spørgsmål om, hvordan den enkelte opfatter sagens forhindringer. Formålet med spørgeskemaundersøgelsen er primært at finde ud af, hvilket niveau forhindringerne optræder på i forhold til en "normal byggesag", og hvilke billeder de enkelte aktører har af byggepladsen og samarbejdet.

For at sammenholde resultaterne af afprøvningen med byggesagens virkelige forløb, anbefaler vi at der i slutningen af et afprøvningsforløb afholdes et afsluttende møde med alle de involverede parter, for at evaluere sagens forløb og finde frem til forbedringsmuligheder til en anden gang. Dette vil medvirke til erfaringstilbageførsel i byfornyelsen.

8.4 **Det videre forløb**

Det anbefales, at der udvikles et værktøj til introduktion og drift af nye værktøjer på byggepladsen og i byggepladsens omgivelser, og at det er fokuseret på at arbejde med kulturen. Hele introduktionsforløbet med nedbrydning af barrierer og motivering af værktøjets brugere og deres omgivelser (primært rådgiverne), er utrolig vigtig for et vellykket forløb og det må derfor ikke undervurderes. I denne sag har denne del af opgaven på trods af et stort fokus ikke fungeret med optimalt resultat. Dette skyldes formentlig, at vigtigheden af at arbejde med kulturelementet i forhold til værktøjsimplementeringen først er blevet fuldt erkendt undervejs.

Det anbefales endvidere at gå ind i styringen af flere af de andre forsyningsstrømme til byggepladsen, og udarbejde værktøjer for disse (beslutninger, informationer, mandskab og materiel).

Endelig vil det være relevant at se hvad introduktionen af planlægningssystematikken i værktøjet Trimmet Planlægning kunne betyde for projekteringsprocessen.