

Last Planner System

En proces til kontinuerlig forbedring af byggeprocessen gennem undersøgelse af de hyppigste begrænsninger fra de syv strømme

Kandidatspeciale
Palle Sand Laursen Kristian Kvottrup

**Aalborg Universitet
Institut for Mekanik og Produktion
Foråret 2014
4. semester, Byggeledelse**

Titel:

Last Planner System - En proces til
kontinuerlig forbedring af byggepro-
cessen gennem undersøgelse af de
hyppigste begrænsninger fra de syv
strømme

Projektperiode:

BL4, forårssemesteret 2014

Udarbejdet af:

Kristian Kvottrup

Palle Sand Laursen

Vejleder:

Søren Munch Lindhard

Synopsis:

Dette specialeprojekt omhandler produktionstyringssystemet 'Last Planner System' og hvordan dette kan være medvirkende til at øge produktiviteten i en byggeproces. Projektet fokuserer på teorien omkring Last Planner System, og hvordan teorien i praksis kan bruges til at fremme byggeprocessen igennem en forbedring af antallet af færdiggjorte opgaver ift. antallet af planlagte opgaver (PPU). Det er undersøgt gennem to casestudier, hvilke af de 7 strømme der typisk begrænser arbejdsopgaverne i at blive udført som planlagt. Ydermere er der fundet grundårsager til hvorfor arbejdsopgaverne ikke blev udført som planlagt og konsekvenserne af dette. Med udgangspunkt i de fundne resultater er der givet en række forbedringsforslag som kan være medvirkende til at forbedre byggeprocessen fremadrettet.

- Oplagstal: 4
- Sidetal: 104
- Appendiksantal: x sidst i rapporten
- Afsluttet den: 03/06 2014

Rapportens indhold er frit tilgængeligt.

Abstract

1

Unlike other industries, the building industry has now for some time experienced a stagnation in the labour productivity. The reasons for this are found in the building process which, unlike many other industries, is subject to an unpredictable and chaotic process, thus making it difficult to implement already known production philosophies such as lean production.

This report deals with the production planning system *Last Planner System* (LPS) which is a theory that seeks to optimize the building process by reducing the unpredictability and seeking continuous improvements.

The reduction of the unpredictability is done by ensuring that the planned work tasks that 'should' be done also 'can' be done and thus 'will' be done. Unlike traditional planning where the planned work tasks prior to the project are planned in a master schedule and afterwards followed, the work tasks in LPS are only included in the weekly work plans if the activities are sound. This is done by having focus on the coming work tasks in the look-ahead schedule and removing any constraints that might hinder the activity in being done, before including these work-task in the work plan. By doing this it is possible to make the work tasks sound before including them in the weekly work plans and thus making sure that any planned work tasks in fact can be finished on time.

Another important aspect of the LPS is the seeking of continuous improvements. By measuring the percent of completed planned work tasks (Percent Planned Completed, PPC) it is possible to measure the quality of the planning. By then identifying the reasons for non-completion it is found which root causes have the greatest impact on the planning. These root causes are dividing into the seven preconditions, which include: Information, material, crew, materiel, space, previous activities and external conditions (which can be further divided into weather, safety and surroundings). By identifying the root causes and either minimizing or eliminating these in the future it is possible to avoid similar errors.

This report includes two case studies, where the project team has observed the planning of two companies and measured the PPC and identifying the root causes for non-completed work tasks. The purpose of this was to determine whether any patterns in the reasons for non-completion could be found. These reasons were identified relative to the seven preconditions. The effects were found for each of the seven preconditions in terms of both frequency and consequence. By measuring both frequency and consequence it was possible to identify which preconditions had the hugest impact on the project and thus which precondition would be most profitable to look into and prevent in the future.

It was found that the precondition 'information' to a greater extent was the reason why planned work tasks were not completed on time and that this same precondition had the overall biggest effect on the two cases. This was backed up by similar result from different studies and by accounts from the anticipating constructions managers on the two cases.

Bases on these results there are given several suggestion for improvement for the two cases.

These suggestions primarily deals with an deeper implementation of the LPS in practise.

Forord 2

Følgende rapport er udarbejdet af Palle Sand Laursen og Kristian Kvottrup fra 4. semester på Byggeledelsesuddannelsen, ved Aalborg Universitet, Det Teknisk-Naturvidenskabelige Fakultet. Rapporten er skrevet i perioden d. 03/02-2014 til d. 03/06-2014.

Formålet med kandidatspecialet er at give de studerende viden inden for specialiseringen på højeste internationale niveau og at være i stand til at vurdere og analysere inden for specialiseringens område. Ligeledes skal der være forståelse for specialiseringens forskningsområde samt forskningsetik. (De Ingeniør-, Natur- og Sundhedsvidenskabelige Fakulteter, Aalborg Universitet, 2010)

Rapporten er skrevet på baggrund af to casestudier med hhv. Enemærke & Petersen og MT Højgaard. Disse virksomheder har bidraget i form af relevant materiale, interviews og mulighed for at snakke med alle involverede i deres respektive byggeprocesser. Der skal fra projektgruppen lyde en stor tak til Enemærke & Petersen og MT Højgaard for villigheden til at samarbejde, og på denne måde gøre det muligt at udarbejde dette speciale.

Projektgruppen takker alle, som har bidraget til projektet, heriblandt vejleder Søren Munch Lindhard for god og konstruktiv vejledning. Ligeledes skal der lyde en stor tak til procesleder Simon Ederved Jakobsen fra Enemærke & Petersen og proceskoordinator Jakob Ørsted Pedersen fra MT Højgaard for at stille tid til rådighed i deres ellers pressede arbejdsdage til projektgruppen.

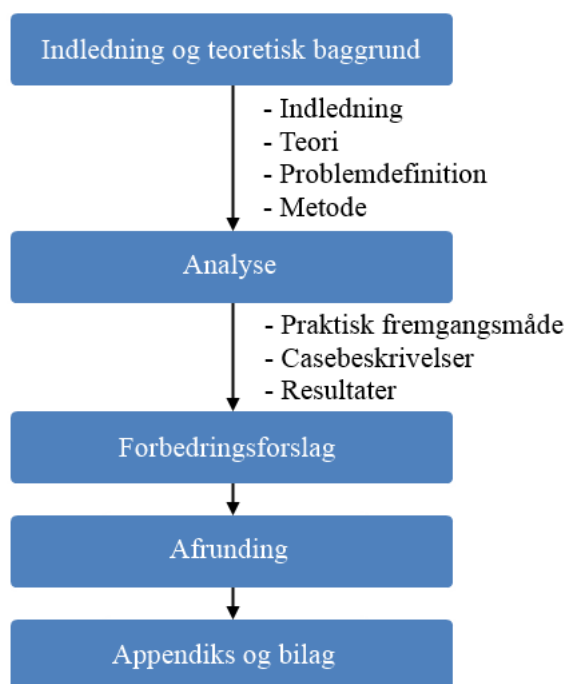
Indholdsfortegnelse

1	Abstract	5
2	Forord	7
3	Læsevejledning	11
I	Indledning og teoretisk baggrund	13
4	Indledning	15
4.1	Lean	16
5	Last Planner System	19
5.1	Teori	19
5.1.1	Koordinering af arbejdsforløbet	22
5.1.2	Styring af arbejdsopgaver	29
5.2	Afrunding	30
6	Problemdefinition	33
7	Metode	35
7.1	Casestudie	35
7.2	Interview	40
7.3	Kildekritik	40
7.4	5 why's	41
7.5	Risikovurdering	42
II	Analyse	47
8	Praktisk Fremgangsmåde	49
8.1	Opstart	49
8.2	Udvælgelse af cases	49
8.3	Udarbejdelse af redskaber og protokoller	50
8.3.1	Interview	51
8.3.2	Årsagsanalyse og konsekvensvurdering	52
8.4	Anskaffelse af data	52
8.4.1	Case 1	53
8.4.2	Case 2	53
8.5	Analyse af data	54
9	Casebeskrivelser	55
9.1	Case 1	55
9.1.1	Praktisk brug af LPS	56
9.1.2	Sammenligning af Case 1's brug af LPS og den generelle teori for LPS	58
9.2	Case 2	59
9.2.1	Praktisk brug af TrimByg	60
9.2.2	Sammenligning af Case 2's brug af TrimByg og LPS	63

10 Resultater	65
10.1 Case 1	65
10.1.1 Kritisk analyse	68
10.2 Case 2	70
10.2.1 Kritisk analyse	73
10.3 Sammenfatning	74
 III Forbedringsforslag	 77
11 Forslag til forbedringer	79
11.1 Case 1	80
11.1.1 Mangelfuld kommunikation	80
11.1.2 Tidskrævende LPS-møder	80
11.1.3 Manglende materialer	82
11.1.4 Ingen kontinuerlige forbedringer	82
11.1.5 Opsummering	83
11.2 Case 2	83
11.2.1 Kontrollerbare risici	83
11.2.2 Ukontrollerbare risici	84
11.3 Implementeringsplan for LPS	85
11.3.1 Implementeringsplan for igangværende projekter	85
11.3.2 Implementeringsplan for case 1	87
11.3.3 Implementeringsplan for case 2	89
 IV Afrunding	 91
12 Diskussion	93
12.1 Case 1	93
12.2 Case 2	94
12.3 Fælles	95
13 Konklusion	97
14 Perspektivering	101
Litteratur	103
 V Appendiks	 105
15 Appendiks A - Spørgeark	107
16 Appendiks B - Standardark	109
17 Appendiks C - Begrænsningsanalyse	111
18 Appendiks D - Årsagsanalyse, case 1	113
19 Appendiks E - Årsagsanalyse, case 2	143

Læsevejledning 3

Rapporten er, foruden det indledende formalia, delt op i fire dele og efterfulgt af appendiks og bilag. Rapportstrukturen er illustreret på figur 3.1



Figur 3.1. Oversigt over rapportens struktur.

Kildehenvisninger i rapporten er angivet efter Harvardmetoden, og referencerne i teksten ser således ud: (Forfatters efternavn, årstal). Kilderne findes i litteraturlisten sidst i rapporten, hvor der er opgivet forfatter, titel, ISBN-nr., udgave samt forlag for bøger, mens internetsider er angivet med forfatter, titel, dato for download og URL.

Figurer, billeder og tabeller brugt i rapporten har kildehenvisninger i figurteksten, som ligeledes er efter Harvardmetoden. Er figuren, billedet eller tabellen angivet uden nogen kilde, er projektgruppen selv ophavsmand til dette.

Figurer, billeder og tabeller i rapporten er navngivet efter, hvilket kapitel de står i, og hvilket nr. figuren, billedet eller tabellen er i dette kapitel. F.eks. hedder den første figur i kapitel 1 [1.1] og den anden figur [1.2] osv..

I rapporten vil der blive refereret til 'underentreprenører' flere gange. Med 'underentreprenører' menes der de udførende parter i byggesagen, altså typisk enkelte håndværksfag. Der vil dog flere gange blive refereret til 'underentreprenører' selvom den udførende rent teknisk er en del af en virksomheds egenproduktion, f.eks. i form af en tømrerdivision.

Den udførendes funktion er dog i praksis det samme som en underentreprenørs, hvorfor disse også vil blive refereret til som 'underentreprenører'.

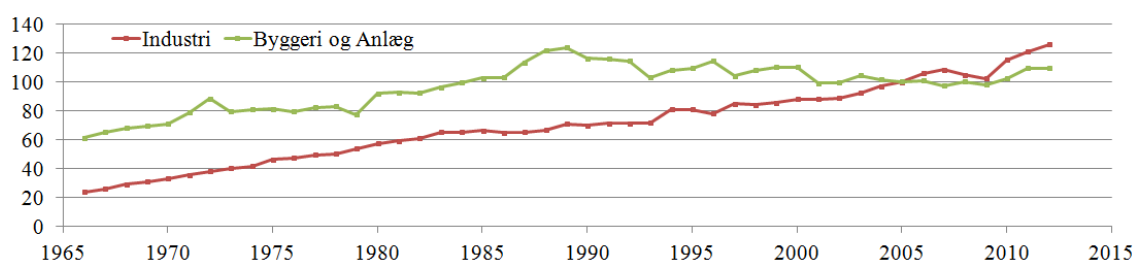
Del I

Indledning og teoretisk baggrund

Denne del giver en generel indledning til rapporten samt giver et indblik i den generelle teori om produktionsstyringssystemet LPS. Dernæst er retningen af den resterende del af rapporten indsnævret og formålet med rapporten kort beskrevet. Sidst i delen er de empiriske metoder, der er anvendt i rapporten til at opnå formålet, gennemgået

Indledning 4

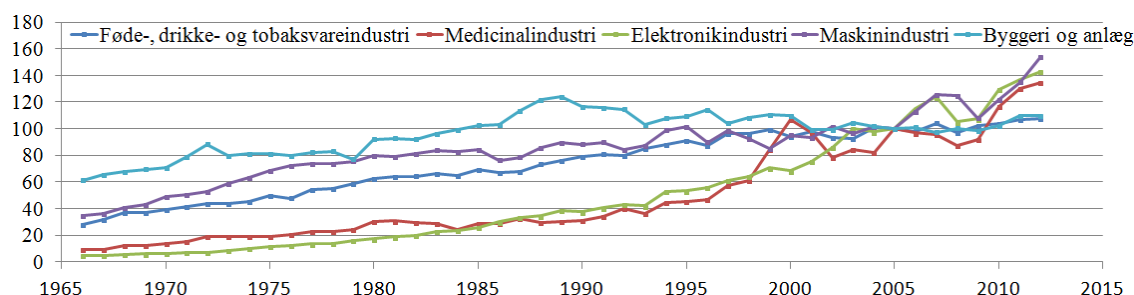
Den danske byggebranche beskyldes ofte for ikke at have haft en udvikling i arbejdskraftproduktiviteten. I takt med den teknologiske udvikling har langt de fleste industrier oplevet en produktivitetsfremgang. Dette er dog ikke tilfældet for den danske byggebranche. Den danske byggebranche har tværtimod oplevet en stagnation af arbejdskraftproduktiviteten siden midt 80'erne til trods for den teknologiske udvikling. Forskellen mellem arbejdskraftproduktiviteten i den generelle industri og bygge- og anlægsbranchen er vist i figur 4.1. (Statistikbanken)



Figur 4.1. Forskellen i udviklingen i arbejdskraftproduktiviteten for hhv. den generelle industri og bygge- og anlægsbranchen. Arbejdskraftproduktiviteten beregnes som forholdet mellem værditilvæksten og indsatsen af arbejdskraften, med 2005 som index-100. (Statistikbanken)

På figur 4.1 ses forskellen i udviklingen for både den generelle industri og bygge- og anlægsbranchen ift. index-100 i 2005. Figuren skal ikke tolkes som om, at der er et stort gab mellem arbejdskraftproduktiviteten mellem de to brancher, men som en illustration af bygge- og anlægsbranchens manglende evne til at forbedre sin arbejdskraftproduktivitet ift. den generelle industri. Altså skal figuren ikke tolkes som om, at arbejdskraftproduktiviteten er meget lavere for den generelle industri end for bygge- og anlægsbranchen, men blot, at der er sket en stor udvikling. Figur 4.1 viser tydeligt, at industrien har oplevet en markant fremgang i arbejdskraftproduktiviteten i modsætning til bygge- og anlægsbranchen.

På figur 4.2 på den følgende side er udviklingen i bygge- og anlægsbranchens arbejdskraftproduktivitet sat ift. udvalgte brancher i den generelle industri. Som ved forrige figur er graferne udelukkende et udtryk for udviklingen i arbejdskraftproduktivitet for udvalgte brancher og er således ikke et udtryk for, at visse brancher er mere produktive end andre.



Figur 4.2. Forskellen i udviklingen i arbejdskraftproduktiviteten for hhv. udvalgte brancher inden for den generelle industri og bygge- og anlægsbranchen. Arbejdskraftproduktiviteten beregnes som forholdet mellem værditilvæksten og indsatsen af arbejdskraften, med 2005 som index-100. (Statistikbanken)

Det ses tydeligt på figur 4.2, at de enkelte brancher har oplevet en massiv udvikling i deres arbejdskraftproduktivitet, hvorimod at bygge- og anlægsbranchens arbejdskraftproduktivitet står i stampe. Dette illustreres også af tabel 4.1 der viser udviklingen af arbejdskraftproduktivitet i procent henover årtierne.

Branche	1970-1980	1980-1990	1990-2000	2000-2010	1966-2012
Generel industri	73,66 %	21,91 %	26,25 %	30,71 %	430,84 %
Føde-, drikke- og tobaksvareindustri	60,51 %	26,13 %	18,89 %	10,68 %	283,14 %
Medicinalindustri	124,14 %	2,16 %	241,65 %	9,56 %	1341,76 %
Elektronikindustri	165,18 %	117,29 %	81,90 %	89,29 %	3004,77 %
Maskinindustri	63,43 %	10,74 %	7,63 %	27,85 %	341,17 %
Bygge og anlæg	29,86 %	26,36 %	-5,46 %	-6,86 %	79,37 %

Tabel 4.1. Udviklingen i arbejdskraftproduktivitet i forskellige industrier gennem årtierne samt samlet for perioden 1966-2012. Procentangivelserne er et udtryk for stigningen i procent over en tiårig periode ift. starten af perioden. (Statistikbanken)

Som før beskrevet har bygge- og anlægsbranchen oplevet en stagnation af arbejdskraftproduktiviteten siden midten af 80'erne, hvilket underbygges af tabel 4.1. Bygge- og anlægsbranchens udvikling i arbejdskraftproduktiviteten i hele perioden er på 79,37 %, hvorimod den industrien generelt har oplevet en fremgang på 430,84 % svarende til en fremgang, der er mere end fem gange så stor. (Statistikbanken)

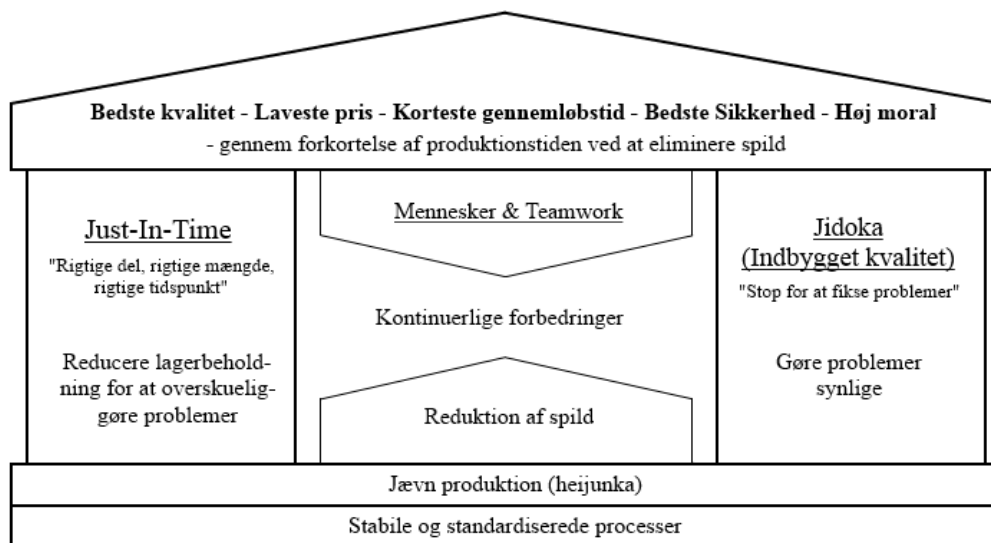
Det er meget påfaldende at udviklingen i arbejdskraftproduktiviteten i bygge- og anlægsbranchen er så markant lavere - specielt i de senere år - end industrien generelt og er et tydeligt tegn på, at der er behov for udvikling inden for byggebranchen for at øge arbejdskraftproduktiviteten.

4.1 Lean

En af grundene til, at den generelle industri har oplevet en stor udvikling i arbejdskraftproduktiviteten, skyldes indførslen af nye produktionsfilosofier. En af de første virksomheder til at fravige den traditionelle masseproduktionsfilosofi var Toyota, som i efterkrigstiden indførte en lang række produktionsfilosofier til at øge deres produktivitet. Disse produktionsfilosofier blev samlet under betegnelsen Toyota Production System som

senere dannede grundlag for Lean. Selvom baggrunden for Lean har eksisteret siden efterkrigstiden, er det dog først i de senere år, at Lean er blevet veldefineret som et begreb. (Liker og Morgan, 2006)

Toyota oplevede stor succes med denne produktionsfilosofi, og der er næsten ingen produktionsvirksomheder, som ikke har indført elementer af Lean i deres produktion. Principperne bag Toyota Production System medførte, at Toyotas produkter opnåede bedre kvalitet til mindre pris end deres konkurrenter og deraf opnåede en bedre indtjening. Princippet centrerer sig om at fjerne alle dele i produktionsprocesserne, der ikke skaber værdi for kunden. I Lean er det dermed essentielt, at spild elimineres, således at værdien for kunden maksimeres. Blandt de indførte principper var bl.a. Just-In-Time, som ændrede det ellers anvendte skubbe-princip med store lagre til et trække-princip med et minimalt behov for lagre. Principperne bag Toyota Production System kan ses på figur 4.3. (Liker og Morgan, 2006)



Figur 4.3. Principperne bag Toyota Production System, som skabte grundlaget for Lean, som det kendes i dag. (Liker og Morgan, 2006)

Lean har vist sig at være et vigtigt redskab, der giver store besparelser og øget kvalitet i produktionen, hvor alle processer og interne afhængigheder i produktionen er velkendte og gentagende. Det har dog vist sig sværere at implementere i byggebranchen, da byggeprocessen i høj grad er varierende, uforudsigelig og kaotisk. Pga. udfordringerne vedrørende implementeringen af Lean i byggeprocessen er der skabt en række initiativer til at fremme indførslen af Lean. Bl.a. er Lean Construction Institute, som fokuserer på at udvikle og tilpasse leanprincipperne til byggebranchen under navnet Lean Construction, blevet oprettet. (Lean Construction Institute)

Erkendelsen af, at byggeprocessen er kaotisk, og at det deraf kan være svært at planlægge meget længere end en uge frem har været medvirkende til udviklingen af produktionsstyringssystemet Last Planner System, som er en del af Lean Construction. I det følgende kapitel er Last Planner Systems historie og teori gennemgået.

Last Planner System

5

Last Planner System blev første gang nævnt af Glenn Ballard i 1993. Igennem en række studier observerede Glen Ballard, at en stor del af de planlagte aktiviteter i byggeprocessen ikke bliver udført. I et enkelt projekt observerede han, at mere end 30 % af ingeniørmæssige projektleverancer var forsinkede med gennemsnitligt 56 dage. Til trods for dette, blev det observerede projekt stadig færdig inden for den planlagte tidsramme og med bygherrens tilfredshed. (Ballard, 1993)

Glen Ballard konkluderede heraf, at projekter accepterer, at sådanne forsinkelser vil opstå, og at der dermed er taget højde for dette i tidsplanlægningen og budgetteringen. Hermed accepteres det indirekte, at projekter indeholder store mængder af spild. (Ballard, 1993)

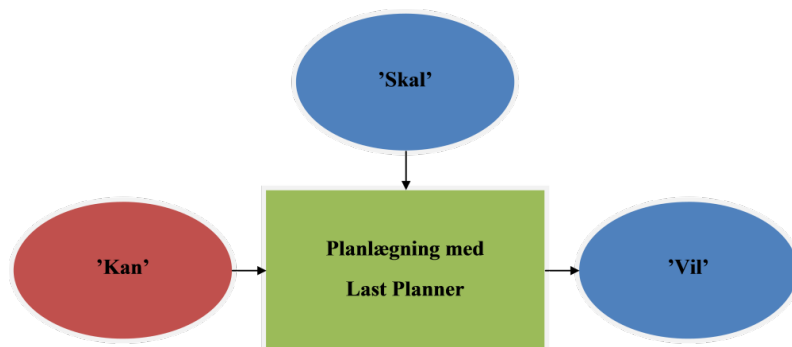
På baggrund af denne erkendelse forsøgte Glen Ballard at overvåge den mængde af opgaver, der blev løst, ift. den mængde, der blev planlagt i arbejdsplanen af 'last planner'. 'Last planner' skal forstås som den person, der som sidste led planlægger det direkte arbejde til udførelse. Dermed forsøgte Glen Ballard at identificere de grundlæggende årsager til, hvorfor arbejdsopgaverne ikke blev løst som planlagt, for dermed at kunne eliminere disse. Han fandt hurtigt ud af, at andelen af løste opgaver ift. de planlagte lå så lavt som 35 % - 50 %. (Ballard, 1993)

Denne store mængde af planlagte arbejdsopgaver, der ikke bliver løst, vidner om en stor usikkerhed i byggeprocesserne. Glen Ballard argumenterede for, at ved at reducere usikkerheden i byggeprocessen på 'last planner'-niveauet, bliver der brugt mindre tid og ressourcer på at slukke brande, og der kan dermed bruges mere tid på værdiskabende processer. På dette grundlag udviklede han Last Planner System (LPS), som i det følgende vil blive gennemgået. (Ballard, 1993)

5.1 Teori

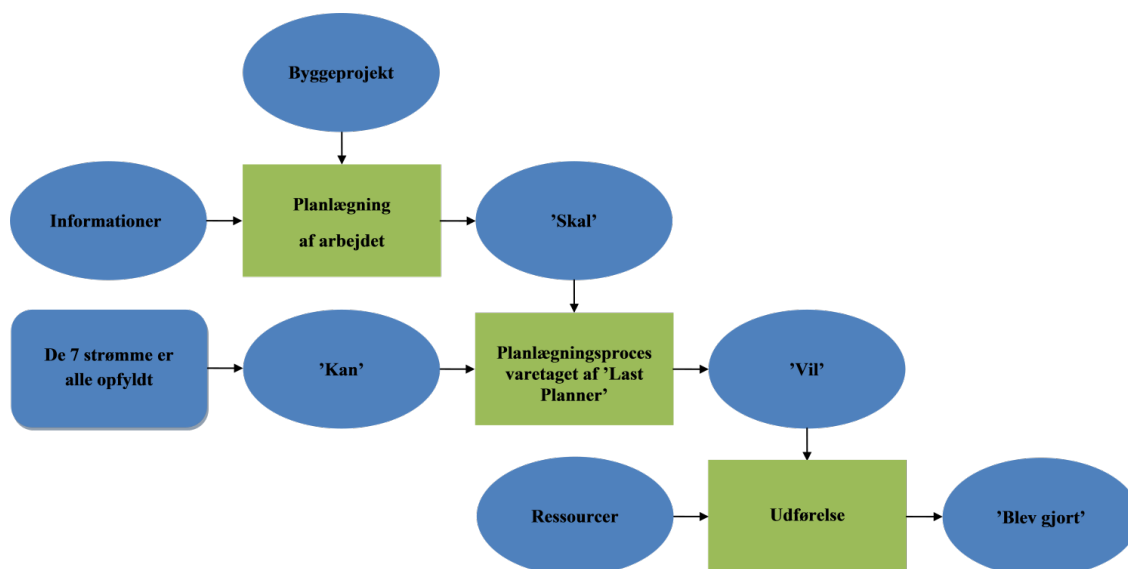
I et traditionelt byggeri er der ofte fokus på tidsplanen og de elementer, som er planlagt at skulle udføres. Der er dermed stor fokus på det, der 'skal' udføres ifølge planen. Der vil derfor ofte være mindre fokus på det, der rent konkret i den pågældende situation 'kan' udføres. Da det, der 'kan' udføres, ikke er i fokus, er det dermed ikke sikkert, at det er muligt at udføre det, der ifl. planen, 'skal' udføres. Der vil derfor ikke længere være sammenhæng imellem det der 'skal' udføres og det, der 'vil' blive udført. Dette skyldes, at der ofte ikke differentieres mellem det, der 'kan' og det, der 'skal'. Der bliver derfor lagt stor vægt på det, der er medtaget i tidsplanen, i stedet for at tage udgangspunkt i det, der reelt er muligt at udføre. Dette resulterer i, at selvom det samlede byggeri fortsat kan udføres til tiden, vil de enkelte arbejdsopgaver inden for byggeriet ofte opleve forsinkelser. Som nævnt før resulterer dette ofte i et stort spild af tid og ressourcer. (Ballard, 1993, 2000)

LPS er et produktionsstyringssystem, der gør op med denne traditionelle forståelse af planlægningen. I LPS er udgangspunktet dermed i modsætning til traditionelt byggeri, at kun opgaver, der både 'kan' og 'skal' udføres, bliver inddraget i den ugentlige arbejdsplan. Dette er illustreret på figur 5.1, hvor de blå felter udgør planlægningen for den typiske traditionelle byggeproces, mens det røde felt 'kan' illustrerer tilføjjelsen ift. LPS. (Ballard, 2000)



Figur 5.1. Illustration af konceptet bag planlægningsprocessen i Last Planner System. Det røde felt illustrerer LPS' tilføjjelse ift. den typiske traditionelle byggeproces. (Ballard, 2000; Anlægsteknikforeningen i Danmark, 2011)

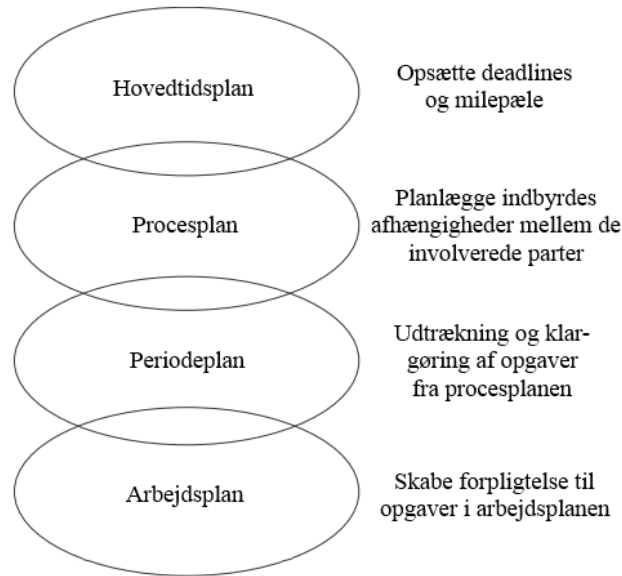
På denne måde behandler LPS ikke kun de arbejdsopgaver, der skal udføres, men binder ligeledes disse arbejdsopgaver sammen med det arbejdsforløb, der skal udføres, for at arbejdsopgaverne kan udføres til tiden. Dette er illustreret på figur 5.2. (Ballard, 2000; Anlægsteknikforeningen i Danmark, 2011)



Figur 5.2. Illustration af sammenkoblingen mellem arbejdsforløbet og de opgaver der skal udføres. (Ballard, 2000)

Ved ikke at styre byggeprocessen proaktivt og hele tiden tage højde for de variationer, der opstår i byggeriet, vil byggeprocessen blive præget af usikkerhed og manglende mulighed for at planlægge arbejdsprocesserne på en ordentlig måde. LPS er et system, der flytter fokus fra kontrol af arbejderne til kontrol af arbejdsforløbet, og som dermed

giver redskaberne til at implementere denne ændring af fokus i praksis for dermed at øge pålideligheden af arbejdsplanerne. I LPS gøres dette ved at opdele den traditionelle hovedtidsplan i fire forskellige tidsplaner. De fire tidsplaner og deres korrelationer er illustreret på figur 5.3. De fire tidsplaner samt deres tilknytning til LPS kan ses i tabel 5.1. (Ballard, 2000; Forbes og Ahmed, 2010)



Figur 5.3. Illustration af de fire tidsplaner og deres indbyrdes korrelationer. (Forbes og Ahmed, 2010)

Tidsplan	Funktion	Tilknytning til LPS
Hovedtidsplan	Den overordnede aktivitetsplan for det pågældende projekt. Fastlægger projektets hovedterminer, og vil typisk indgå i kontrakten. Hovedtidsplanen skal ikke benyttes som et styringsværktøj, men snarere som et værktøj til at vurdere, om projektet er på rette vej.	SKAL
Procesplan	Formålet med denne er at præcisere hovedtidsplanen og detaljere den i forhold til det aktuelle arbejde, således at det ideelle flow af de enkelte aktiviteter sikres.	BØR
Periodeplan	Fungerer som en løbende plan med en tidshorisont, der afhænger af projektets størrelse. Typisk vil dette være 3-12 uger. Planen skal sikre, at de arbejdsopgaver der skal løses inden for nærmere fremtid kan løses uden forhindringer - dvs., at de er sunde.	KAN
Arbejdsplan	En arbejdsplan, der viser hvilke aktiviteter, der kan gennemføres på byggepladsen i den kommende uge. Kun sunde opgaver medtages i denne ugentlige arbejdsplan.	VIL

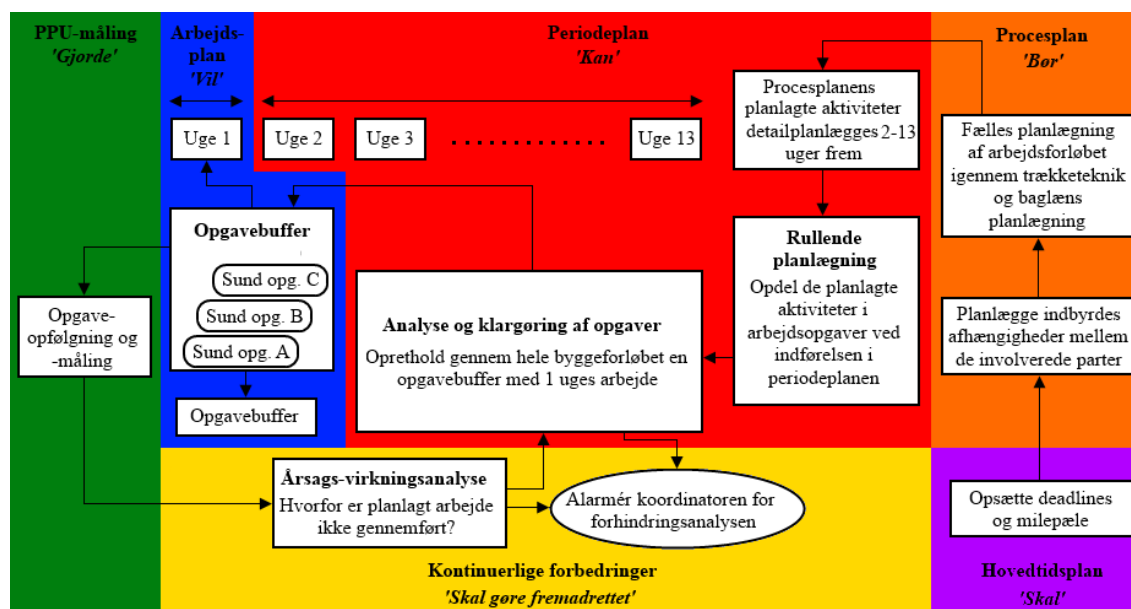
Tabel 5.1. LPS' hierarkiske nedbrydning af den traditionelle hovedtidsplan. (Anlægsteknikforeningen i Danmark, 2011)

LPS kan deles op i to komponenter: Koordinering af arbejdsforløbet og styring af arbejdsopgaver. Koordinering af arbejdsforløbet omhandler de fire forskellige tidsplaner og deres indbyrdes afhængigheder, mens styring af arbejdsopgaver primært omhandler en læringsproces, hvor der forsøges at opnå kontinuerlige forbedringer i byggeprocessen. Disse to komponenter er beskrevet herefter. (Ballard, 2000)

5.1.1 Koordinering af arbejdsforløbet

Koordinering af arbejdsforløbet handler generelt om at sikre, at arbejdet bliver udført i den bedst mulige rækkefølge og i det optimale omfang. Koordinering af arbejdsforløbet centrerer sig omkring koordineringen af arbejdsopgaverne mellem alle fag på byggepladsen. I modsætning til traditionelt byggeri, hvor tidsplanlægningen kun fokuserer på, hvad der 'skal' laves, har tidsplanlægningen i LPS flere funktioner. (Ballard, 2000)

Som tidligere nævnt inddrager LPS fire forskellige tidsplaner: Hovedtidsplan, procesplan, periodeplan og arbejdsplan. Disse fire tidsplaner har indbyrdes korrelationer og 'trækker' informationer ud af hinanden fra første- til sidstnævnte. De fire tidsplaner og deres roller i LPS kan ses på figur 5.4. (Ballard og Howell, 2003a,b)



Figur 5.4. Oversigt over planlægningsprocessen i LPS. Frit efter (Ballard, 2000; Anlægsteknikforeningen i Danmark, 2011)

De fire tidsplaner og processerne, der ligger bag dem, er gennemgået herefter.

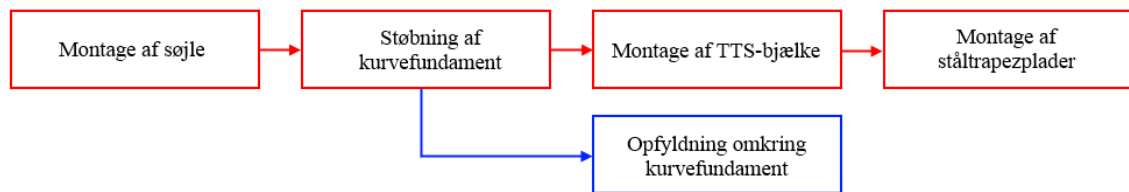
Hovedtidsplanen

Hovedtidsplanen skal ses som værktøj til at fastlægge de overordnede rammer for byggeprocessen. Hovedtidsplanen udarbejdes sædvanligvis af totalentreprenøren eller bygherrerådgiveren ud fra bygherrens præmisser og ønsker. De overordnede rammer for byggeprocessen vil typisk være i form af en eller flere deadlines typisk fastlagt af bygherre. Nogle projekter vil udelukkende have en afleveringsdato, som dermed er eneste deadline, men mange projekter vil have flere deadlines undervejs, f.eks. i form af delvise afleveringer af projektet. Hvis den øvrige planlægning fejler, anvendes hovedtidsplanens milepæle til at fastlægge en revurderet plan for færdiggørelsen. Derfor vil det bedste resultat forekomme,

såfremt hovedtidsplanen består af tilstrækkeligt mange milepæle - afhængigt af projektets størrelse. (Ballard og Howell, 2003b)

Procesplanen

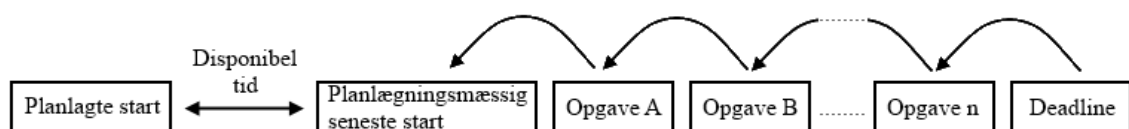
Procesplanen udarbejdes på baggrund af milepælene i hovedtidsplanen. Her mødes repræsentanter for de involverede parter i byggeprocessen, hvor disse igennem trækketeknik og fællesplanlægning fastlægger arbejdets forløb i en baglæns tidsplanlægning. Hermed skal forstås, at arbejdsopgaverne planlægges således, at de udføres så sent som muligt - dvs., at de planlægges fra senest mulige sluttidspunkt og bagud. Ved planlægningen skal der være fokus på koordinering mellem de arbejdsopgaver, som 'skifter hænder'. Hermed skal forstås arbejdsopgaver, som udføres af forskellige parter, og som er indbyrdes afhængige. Her skal fokus desuden ligge på de arbejdsopgaver, som ved deres færdiggørelse frigiver arbejde til den næste. Dette er illustreret på figur 5.5. (Ballard og Howell, 2003b)



Figur 5.5. Illustration af et praktisk arbejdsforløb. Fokus skal i dette tilfælde ligge på at få monteret TTS-bjælkerne i stedet for at opfylde omkring kurvefundamentet, da dette frigiver arbejde.

Den tid opgaverne planlægges at tage for at kunne blive færdige skal være realistiske. Dette vil sige, at der ikke må være indarbejdet 'buffere' i opgaverne, omend dette kan være svært at undgå i praksis. På denne måde findes det ud af, hvornår projektet eller fasen planlægningsmæssigt senest skal starte. Ved at subtrahere dette tidspunkt fra det fastlagte starttidspunkt i hovedtidsplanen, findes den disponible tid, der er til overs. (Ballard og Howell, 2003b)

Dette er illustreret på figur 5.6.



Figur 5.6. Illustration af den disponible tid, når intervallet mellem den planlagte start og den planlægningsmæssige seneste start er fundet igennem trækketeknikken.

Denne ekstra tid kan bruges på tre måder (Ballard og Howell, 2003b):

1. Tiden kan påføres til opgaver, der vurderes tidsmæssige usikre eller variable
2. Starttidspunktet kan flyttes til senere, således at der kan bruges mere tid på planlægning og frigivelse af (nye) vigtige informationer såsom tegningsmateriale, arbejdsbeskrivelser m.m.
3. Sluttidspunktet skubbes frem således, at projektet eller fasen bliver færdig før den oprindelige planlægningsmæssige deadline (i praksis vil denne mulighed dog sjældent blive benyttet)

Fællesplanlægningen udføres ved at samle repræsentanter for alle involverede i udførelsen af arbejdsopgaverne i projektet eller fasen. I praksis vil dette typisk være projektleder og/eller formænd for de involverede entrepriser. Det anbefales, at byggeledelsen igangsætter processen, men lader entrepriserne styre den efterfølgende planlægning. Her vil der typisk blive benyttet post-it metoden, hvor alle de involverede i byggeprocessen skriver deres arbejdsopgaver på post-its. Alle de forskellige arbejder og disses indbyrdes afhængigheder kan dermed nemt visuelt illustreres ved at hænge disse post-its op i procesrækkefølgen. Dette er illustreret på figur 5.7. (Ballard og Howell, 2003b; Lean Construction-DK, 2009)



Figur 5.7. Illustration af, hvordan fællesplanlægningen kan gøres med post-it metoden. (Lean Construction-DK, 2009)

Formålet med hele planlægningsprocessen er at kvantificere og allokere tidsplansmæssige usikkerheder på en måde, så værdiskabelsen maksimeres, mens alle de involverede parter er indforstået og bakker op om tidsplanen. Dette muliggør samtidig, at de planlagte arbejdsopgaver efterfølgende kan klargøres i en proces, hvor der hele tiden ses fremad. (Ballard og Howell, 2003b)

Periodeplanen

Periodeplanen i LPS er en mere detaljeret planlægning end procesplanen. Formålet med periodeplanen er at klarlægge samtlige opgaver inden de inddrages i den ugentlige arbejdsplan. Periodeplanen detailplanlægger en periode på mellem 3 og 12 uger (typisk 5-6 uger), alt afhængigt af projektets type og størrelse, men også leverancelængder, både i form af informationer, materialer, arbejdskraft og udstyr. (Ballard, 2000; Ballard og Howell, 2003a; Lean Construction-DK, 2009)

Periodeplanen udarbejdes med udgangspunkt i at belyse en række punkter som benævnt herefter (Ballard, 2000):

- Identificering og analyse af begrænsninger
- 'Trække'-princip i forbindelse med leverancer
- Tilpasning af belastning og kapacitet

Disse punkter er i det efterfølgende gennemgået.

Identificering og analyse af begrænsninger

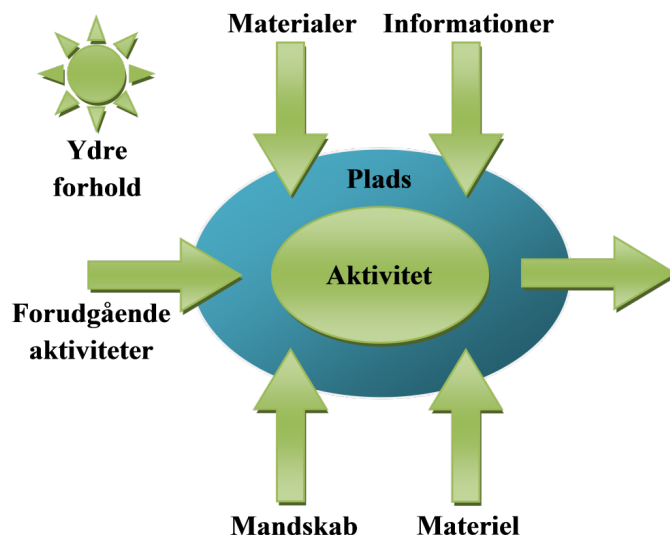
Først analyseres samtlige af procesplanens opgaver igennem en fuldstændig beskrivelse af

alle de enkelte arbejdsopgaver for at få en klar definition af, hvordan arbejdsopgaverne skal løses. Dette kan dermed tilstedekomme andre delopgaver, som skal udføres, før den oprindelige opgave kan fuldføres. For hver enkelt delopgave udarbejdes en begrænsningsanalyse for at belyse, hvordan opgaven proaktivt kan klargøres inden for periodeplanens tidshorisont. Formålet er, at der kun medtages opgaver, som byggeledelsen vurderer realistisk at kunne laves. Opgaver, som der er tvivl omkring, hvorvidt de kan løses inden for tidshorisonten, udskydes til et senere tidspunkt. (Ballard, 2000)

Begrænsningsanalysen har også til opgave at belyse de behov, som de enkelte opgaver har, for at disse kan udføres. Dette gøres i form af de 7 strømme. De 7 strømme kan ses i figur 5.8 på næste side. (Ballard, 2000; Koskela, 2000)

Strømmen, 'de ydre forhold', kan deles op i tre underpunkter for at sikre øget opmærksomhed og dermed forsøge at undgå, at begrænsningerne glemmes eller ignoreres. Selvom der således i praksis samlet er 9 strømme, vil teorien dog blive henvist til som 'de 7 strømme' fremover i rapporten. De 7 strømme samt underpunkter er beskrevet herefter. (Lindhard og Wandahl, 2013b; Koskela, 2000; Anlægsteknikforeningen i Danmark, 2011)

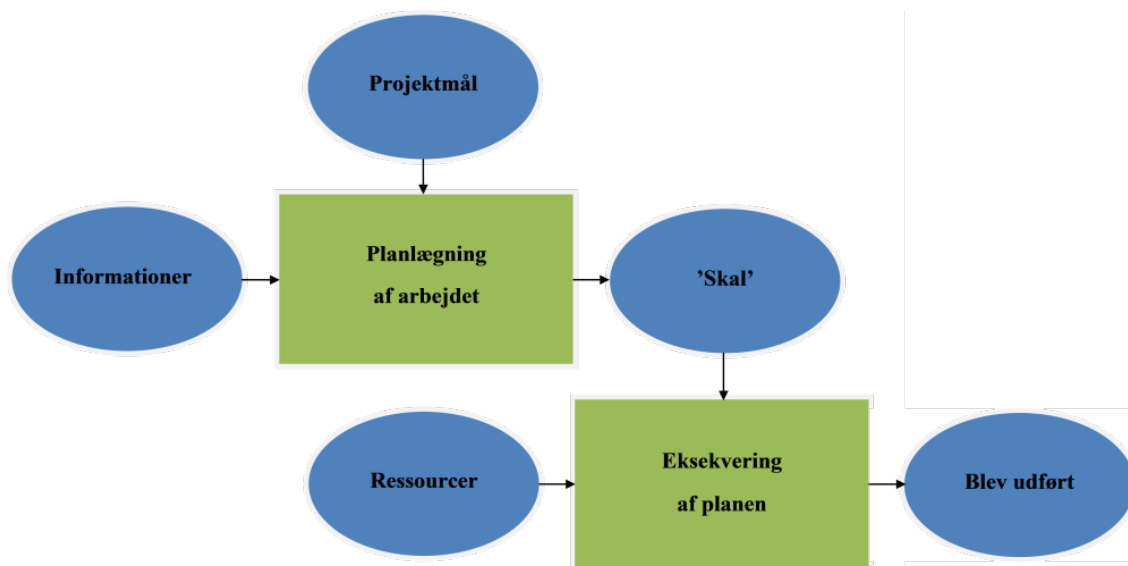
- | | | |
|---|---|-------------------|
| 1. Information: Korrekte planer, skitser, specifikationer o.l. skal være til stede | } | Ressource strømme |
| 2. Materialer: Materialer og komponenter skal være til stede | | |
| 3. Mandskab: Mandskab skal være til stede | | |
| 4. Materiel: Udstyr og maskineri skal være til stede | | |
| 5. Plads: Tilstrækkeligt plads til at opgaven kan udføres skal være til stede | } | Indre strømme |
| 6. Forudgående aktiviteter: Alle forudgående aktiviteter skal være færdiggjort | | |
| 7a. Vejr: De klimatiske forhold skal være acceptable | } | Ydre strømme |
| 7b. Sikkerhed: De sikkerhedsmæssige foranstaltninger skal overholde gældende lovgivninger | | |
| 7c. Omgivelser: De omkringværende forhold skal være kendte for at undgå pludselige udfordringer | | |



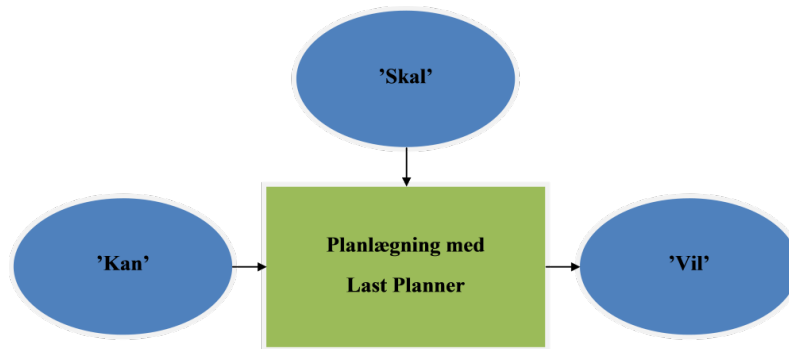
Figur 5.8. De 7 strømme. (Koskela, 2000; Lean Construction-DK, 2009)

'Trække'-princippet i forbindelse med leverancer

Ved udarbejdelsen af periodeplanen 'trækkes' opgaverne ud fra procesplanen. Som beskrevet før, trækkes der kun opgaver ind i periodeplanen, som byggeledelsen vurderer er realistiske at kunne gennemføres inden for tidshorisonten. I LPS tages der dermed udgangspunkt i både hvad der 'kan' og 'skal' udføres. På figur 5.9 og 5.10 på næste side kan forskellen mellem traditionelt byggeri og LPS ses. (Ballard, 2000)



Figur 5.9. Traditionel byggeproces ('skubbe'-princippet). (Ballard, 2000)



Figur 5.10. byggeproces, som benytter LPS ('trække-princip'). (Ballard, 2000)

I en traditionel byggeproces benyttes primært et 'skubbe'-princip, hvor materialer, leverancer, osv. leveres på pladsen ifølge tidsplanen. I en byggeproces, der benytter LPS, leveres dette ifølge periodeplanen, som tager højde for, om opgaven er klar. Dette er et 'trække'-princip, hvormed det bedste resultat opnås, da behov for lagre og opmagasinerung minimeres, hvilket i sidste ende skaber værdi for kunden. Periodeplanen skal tage højde for forskellige leveringstider, og det er således nødvendigt, at denne har en tidshorisont, som er længere end eventuelle leveringstidspunkter, da der ellers kan opstå en flaskehals. Dermed kan det også sikres, at leverancer til arbejdsopgaver som er forsinkede bliver udskudt, indtil den aktuelle arbejdsopgave er klar. (Ballard, 2000)

Tilpasning af belastning og kapacitet

For at sikre produktiviteten på byggepladsen skal det sikres, at arbejdsbelastningen stemmer overens med kapaciteten eller omvendt. Dermed udnyttes ressourcerne bedst muligt. Dette kræver, at belastningen på de enkelte produktionsenheder og hvordan produktionsenhederne håndterer disse belastninger estimeres. I praksis vil dette på en byggeplads betyde, at der skal estimeres, hvor mange ressourcer en produktionsenhed skal bruge på en opgave, og hvor lang tid disse ressourcer er om at udføre opgaven. Ud fra en given belastning kan kapaciteten tilpasses, og omvendt. Typisk vil der være tale om en kombination. (Ballard, 2000)

Det er byggeledelsens opgave konstant at foretage en tilpasning af kapaciteten og belastningen. Enten kan byggeledelsen udskyde eller accelerere arbejdsopgaverne, eller der kan tilføjes ekstra ressourcer i form af ekstra mandetimer. Af praktiske grunde vil det oftest forsøges at opretholde en nogenlunde stabil arbejdsstyrke på pladsen, men det kan dog være nødvendigt at tilføje flere ressourcer, hvis en milepæl eller deadline skal nås. (Ballard, 2000)

Arbejdsplanen

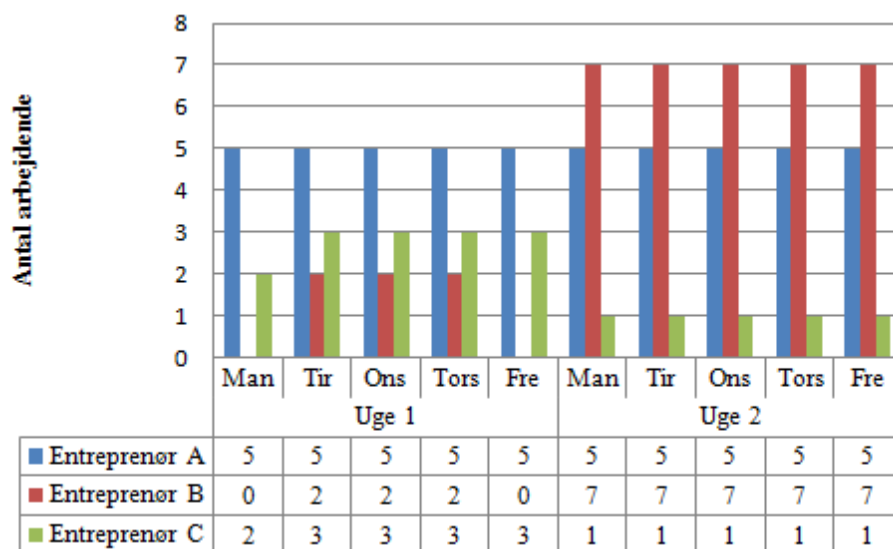
Arbejdsplanen udarbejdes ved at 'trække' sunde aktiviteter fra periodeplanen. Med en sund aktivitet skal forstås, at aktiviteten er gennemgået og godkendt for alle 7 strømme. Altså er alle forudsætninger for at aktiviteten kan udføres til stede. I arbejdsplanen er der således ikke planlagt nogle aktiviteter, som ikke er sunde og derved i teorien ikke kan udføres. Det er vigtigt at bemærke, at en aktivitet, som kræver en given ressource for at kunne udføres, men som ikke får ressourcen leveret før den skal udføres, reelt er usund, men skal betragtes som sund i udarbejdelsen af arbejdsplanen. Dette kan betyde, at der er en risiko forbundet med sådanne opgaver, da der kan ske fejl ved leverancen, f.eks. i forbindelse med forsinkelser eller fejlliverancer. En sådan opgave med en indbygget risiko benævnes 'at risk activity'. Disse opgaver kan sagtens medtages i arbejdsplanen, men med det forbehold, at opgaverne er forbundet med risici ift. den mulige udførelse, og der derfor

skal være særligt fokus på disse aktiviteter. (Liu og Ballard, 2008; Ballard, 2000)

I praksis vil den ugentlige arbejdsplan blive udarbejdet i samspil mellem byggeledelsen og formændene for de involverede parter. Her vil de involverede parter binde sig til den ugentlige arbejdsplan, således at der er enighed om, hvad der kan nås, og hvad der reelt skal udføres. Der laves her aftaler om, hvad der skal laves og hvornår. Det er vigtigt, at alle aftaler overholdes, således at disse ikke overskrides i løbet af ugen. (Lean Construction-DK, 2009; Lindhard og Wandahl, in press)

Ved udarbejdelsen af arbejdsplanen 'gemmes' et antal sunde opgaver, som kan bruges såfremt nogle af opgaverne i arbejdsplanen, trods intentionerne, ikke kan udføres som planlagt. På denne måde øges produktiviteten, da arbejdsforløbet er mere jævnt, og der undgås tidsspild. Typisk gemmes der et antal sunde opgaver svarende til en uges arbejde. Denne ekstra uges arbejde kaldes en 'opgavebuffer'.

Det kan dog være svært i praksis at opretholde en arbejdsbuffer på fem arbejdsdage, da der ikke altid er samme og jævn bemanning fra uge til uge. Denne problematik er illustreret på figur 5.11. Her ses et eksempel på tre underentreprenører, der arbejder på en byggesag. De tre underentreprenører har et varierende antal arbejdende på byggesagen fra dag til dag. For entreprenør A er det ikke noget problem at opretholde en buffer på en uges arbejde, da dennes antal arbejdende på byggesagen er konstant. For entreprenør C er det noget mere vanskeligt, da den i uge 2 gennemsnitligt har en del færre antal arbejdende på byggesagen. Er opgavebufferen udarbejdet på grundlag af antal medarbejdende for uge 1, er det dog ikke noget problem, da der således er mindst en uges arbejde i opgavebufferen til uge 1. Anderledes forholder det sig med entreprenør B, der har langt flere antal arbejdende i uge 2 end uge 1. Er arbejdsbufferen udarbejdet på grundlag af uge 1, vil der således ikke være tilstrækkeligt med opgaver i arbejdsbufferen til, at der er en uges ekstra arbejde. Dermed risikeres det, at arbejdsproduktiviteten falder, hvis der opstår vanskeligheder i de planlagte aktiviteter i ugens arbejdsplan.



Figur 5.11. Illustration af tre entreprenører med varierende antal arbejdende på en byggesag fra dag til dag i to uger. De angivne tal er et udtryk for bemanningen for de pågældende dage.

Opgaver, der er sunde, men som ikke har nogen indbyrdes afhængigheder til senere

opgaver, kan gemmes som sunde opgaver i opgavebufferen. Dermed sikres det, at de arbejder, der primært arbejdes med, er arbejdsopgaver, der ved fuldførelse frigiver arbejde til andre. (Ballard, 2000; Forbes og Ahmed, 2010)

5.1.2 Styring af arbejdsopgaver

Formålet med styring af arbejdsopgaverne er at sikre, at de tidsplaner, der bliver lavet, er kvalitetsmæssige i orden. Ved at undersøge og måle på, om de mål, der bliver opsat i tidsplanerne, bliver overholdt, er det muligt at sikre kontinuerlige forbedringer i byggeprocessen. Dette stiller en række krav til de udvalgte aktiviteter i arbejdsplanen (Ballard, 2000):

- Opgaven er veldefineret
- Der er valgt den rigtige rækkefølge af arbejdsopgaverne
- Der er valgt den rigtige mængde arbejde
- Arbejdet, der er valgt, kan udføres (er sundt)

Ved direkte at måle på, hvor stor en del af de planlagte opgaver, der bliver udført som planlagt i løbet af ugen, er det muligt indirekte at bestemme kvaliteten af planlægningen. Dette forhold kaldes Procent Planlagt Udført (PPU). Forholdet regnes ved formel (5.1) (Ballard, 2000).

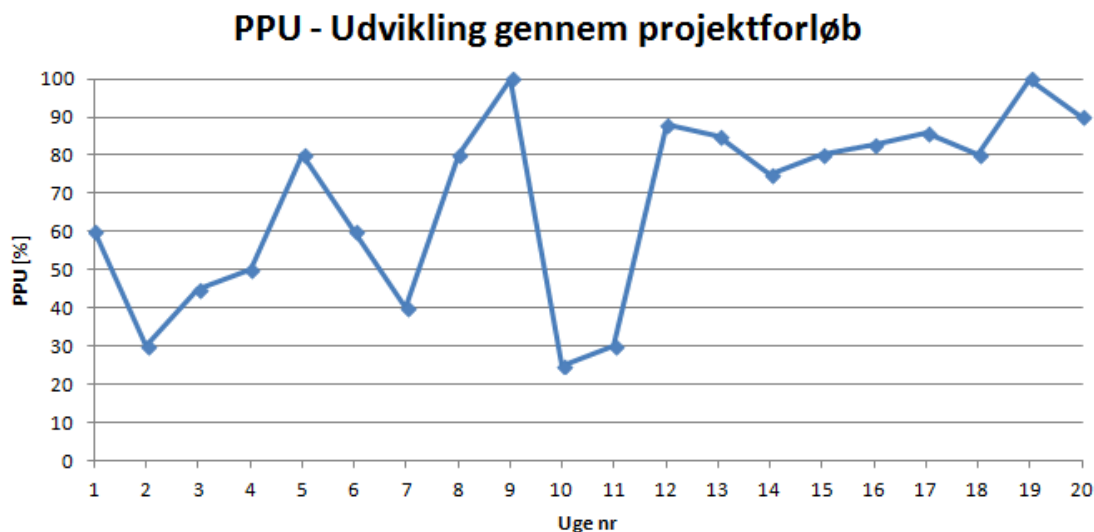
$$PPU = \frac{\text{Antal arbejdsopgaver udført som planlagt}}{\text{Samlet antal arbejdsopgaver planlagt}} \cdot 100 \quad (5.1)$$

PPU'en siger således ikke noget om produktiviteten i byggeprocessen, men udelukkende noget om kvaliteten af planlægningen. Ved at finde grundårsagerne til, hvorfor de enkelte opgaver ikke blev udført som planlagt, er det muligt i fremtiden at forebygge lignende fejl og dermed sikre kontinuerlige forbedringer. Dermed muliggøres det i fremtiden at sikre en forøgelse af produktiviteten i byggeprocessen. En forbedring af byggeprocessen skal altså ske på baggrund af de grundårsager der bevirker, at arbejdsopgaver ikke udføres som planlagt, og som findes på baggrund af PPU'en. En forbedring af byggeprocessen burde dermed ligeledes give udslag på PPU'en, som gerne skulle blive forbedret. En forbedring af PPU'en kan dermed siges at kunne ske på alle niveauer i en virksomhed, og kan dermed ligeledes danne baggrund for gennembrydende initiativer internt. (Ballard, 2000)

Når årsagerne til, hvorfor planlagte arbejdsopgaver ikke bliver udført, skal findes, kan disse årsager deles ud på de 7 strømme. Hermed kan findes den/de typiske strømme, som er årsag til, at opgaverne ikke blev løst. Dette kan give en god indikator for, hvor det primære fokus fremadrettet skal være. Her skal det samtidig bemærkes, at fokus ikke blot skal være på at forhøje PPU for 'sportens' skyld. Ved kun at have fokus på at forhøje PPU for 'sportens' skyld, kan der opstå suboptimering, som kan have negativ virkning på f.eks. arbejdsplanerne, hvor belastningen på arbejdsenhederne mindskes for dermed at øge sandsynligheden for, at alle arbejdsopgaverne bliver udført til tiden. Dermed sandsynliggøres en forhøjelse af PPU'en, selvom det i praksis vil betyde, at der bliver udført mindre arbejde. PPU'en skal altså udregnes på baggrund af en realistisk arbejdsplan, hvor belastningen matcher kapaciteten. (Ballard, 2000; Lean Construction-DK, 2009)

En afbildning af PPU'en ift. de 7 strømme kan foretages henover hele byggeprocessens periode. Dermed kan den gennemsnitlige PPU samt den forbedring/tilbagegang, der har

været ses, samt om evt. indgreb har haft en indflydelse. Et eksempel på en sådan afbildning er vist på figur 5.12.

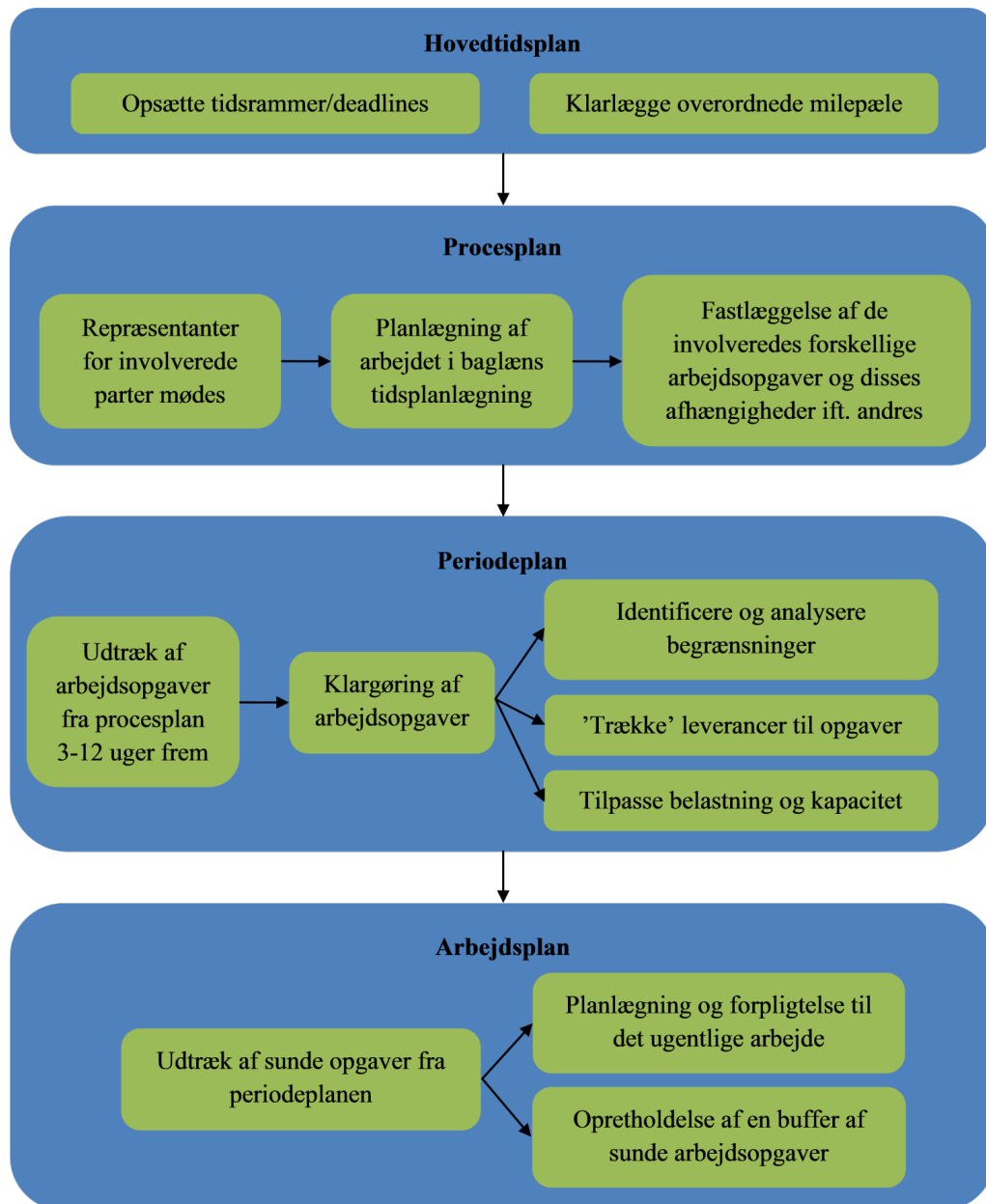


Figur 5.12. Illustration af afbildning af PPU gennem et projektforsløb. (Lean Construction-DK, 2009)

5.2 Afrunding

Som beskrevet i indledningen halter arbejdsproduktiviteten i traditionelle byggeprocesser bagud ift. andre brancher. Der har ikke været de store forbedringer at spore over de sidste ca. 30 år. Årsagen hertil bunder i, at byggeprocessen generelt er svær at planlægge på forhånd, da produktionen ikke på samme måde på forhånd er retningsbestemt som ved f.eks. produktionsvirksomheder. På denne basis beskriver Lean Construction byggeprocessen som værende kaotisk og varierende. (Ballard, 2000)

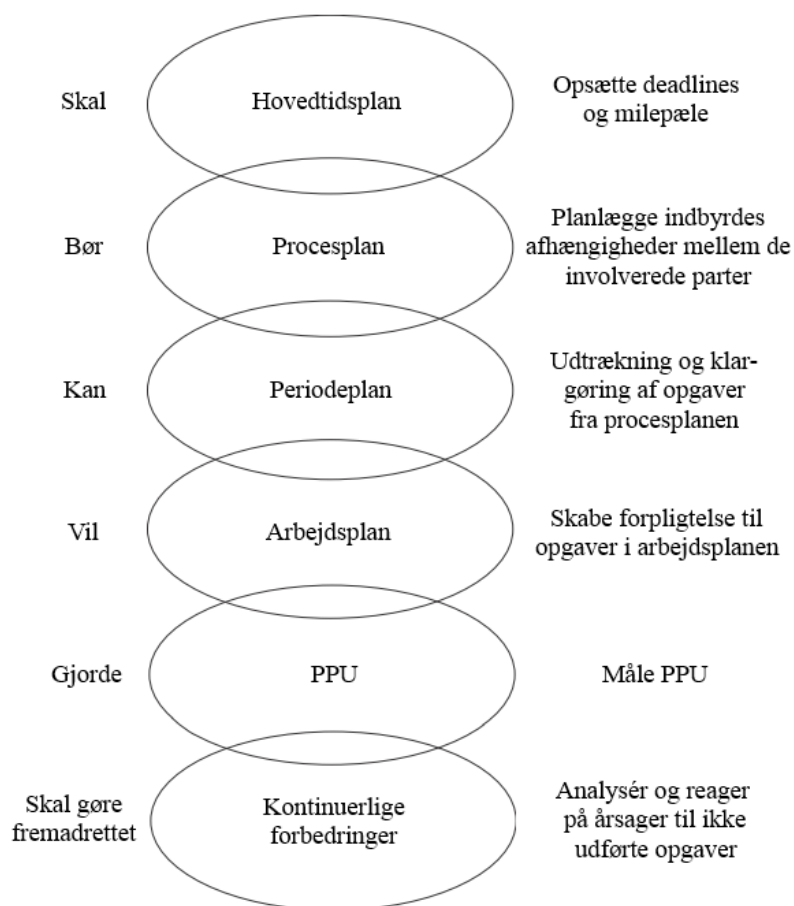
En metode til at håndtere denne problemstilling er ved at ændre sin byggeproces fra at fungere som et skubbe-system til at fungere som et trække-system. Ved at anvende produktionsstyringssystemet LPS er det muligt at implementere denne ændring i praksis. LPS centrerer sig omkring en hierarkisk nedbrydning af den traditionelle tidsplan, således at denne opdeles i fire tidsplaner med forskellige funktioner og indbyrdes afhængigheder. Dette er illustreret på figur 5.13 på modstående side. (Ballard, 2000; Ballard og Howell, 2003b; Lean Construction-DK, 2009)



Figur 5.13. Illustration af de fire tidsplaner, disses indhold samt de indbyrdes afhængigheder.

Ved at forhøje andelen af fuldførte arbejdsopgaver ift. det planlagte, øges produktiviteten på byggesagen. Denne andel af fuldførte arbejdsopgaver ift. de planlagte kaldes PPU. I traditionelle byggeprocesser viser studier, at PPU'en typisk ligger på 35-50 %. Ved anvendelse af LPS i praksis, kan PPU'en forbedres til omkring 70 %. For få PPU'en op over de 70 %, er det nødvendigt at foretage kontinuerlige forbedringer, hvor årsagerne til, hvorfor arbejdsopgaver ikke blev udført korrekt, findes. Hermed muliggøres det i fremtiden at komme på forkant af lignende problemstillinger og dermed hæve PPU'en. (Ballard, 2000; Lindhard og Wandahl, in press).

For at få det maksimale ud af LPS er det derfor nødvendigt at foretage kontinuerlige forbedringer i forlængelse en god og korrekt planlægningsproces. Dette er illustreret på figur 5.14 på næste side.



Figur 5.14. Illustration af det samlede forløb i LPS. Udarbejdet med inspiration fra (Forbes og Ahmed, 2010)

Figuren illustrerer sammenhængen mellem de fire forskellige tidsplaner, opfølgningen på arbejdsplanen i form af PPU samt de efterfølgende kontinuerlige forbedringer der kan gøres på baggrund af PPU'en. Tanken er, at planlægningen i LPS sikrer, at det der 'skal' og 'kan' udføres også 'vil' blive udført. PPU'en redegør dernæst for, hvad der rent faktisk blev gjort. Det der rent faktisk blev gjort - og mere interessant det, der ikke blev gjort - er dog ikke en meget bevendt viden, med mindre dette benyttes til at sikre kontinuerlige forbedringer i fremtiden. Dette gøres ved at identificere grundårsagerne til, hvorfor arbejdsopgaverne ikke blev udført, som dermed danner basis for, hvad der i fremtiden skal gøres, for at lignende problemstillinger ikke vil gentage sig.

Problemdefinition

6

I dette kapitel er projektets overordnede mål defineret. Der er her beskrevet, hvilket fokus rapporten har og hvorfor.

Som beskrevet i afsnit 5 på side 19 er det vigtigt at have fokus på, hvilke årsager der er til, at et problem opstår for at byggeprocessen kan blive bedre i fremtiden. Hele denne årsags-/virkningsanalyse danner baggrund for at opnå kontinuerlige forbedringer i fremtiden og er dermed et vigtigt redskab.

I denne rapport er fokuset på netop dette område. Der er således arbejdet med at finde årsager til, hvorfor en arbejdsopgave ikke bliver løst som planlagt. Denne analyse af grundårsager vil blive gjort på baggrund af data fra casestudier, hvor projektgruppen i samarbejde med udvalgte virksomheder laver undersøgelsen på basis af konkrete byggesager.

Ud fra denne analyse er det forsøgt at finde generelle sammenhænge og mønstre, der kan indikere, at særligt visse punkter under de 7 strømme typisk vil sætte en begrænsning for udførelsen af planlagte arbejdsopgaver. Der er ligeledes forsøgt at foretage en risikovurdering, hvor konsekvensen af, at en arbejdsopgave ikke udføres som planlagt, bestemmes. Både hyppigheden og konsekvensen vil blive bestemt med udgangspunkt i de konkrete cases. Ved at sammenligne både hyppigheden og konsekvensen er det fundet, hvilken en strøm der vil have den største negative effekt på byggeprocessen, og dermed hvor det bedst kan betale sig at have fokus på at minimere denne effekt.

For at opnå brugbare resultater er der benyttet en række metoder med det formål at sikre validiteten og anvendeligheden af de indsamlede data. Disse metoder er gennemgået i det følgende.

Metode 7

Dette kapitel omhandler de forskellige metoder, der er anvendt ved udarbejdelsen af denne rapport.

7.1 Casestudie

Formålet med casestudiet er at indsamle virkelighedstro oplysninger fra byggepladser, der anvender LPS i praksis. Dette gøres for at få undersøgt den praktiske tilgang og for at få virkelighedstro data. På denne måde skabes der et realistisk billede af LPS-processen og de medfølgende problematikker i praksis. Dette danner grundlaget for en empirisk fremgangsmåde, som er med til at styrke validiteten af de fundne resultater.

Metoden til at foretage casestudier bygger på (Eisenhardt, 1989). (Eisenhardt, 1989) foreslår en metode til at foretage casestudier med otte punkter. Disse punkter er gennemgået i det følgende og er opsummeret i tabel 7.1 på side 39.

Opstart

I opstarten defineres der indledningsvist et forskningsspørgsmål for dermed at målrette indsamlingen af data, således at der kommer fokus på det, der er relevant ift. det, der undersøges. På denne måde undgås det, at den indsamlede datamængde bliver for stor og uoverskuelig. Det skal bemærkes, at det oprindelige forskningsspørgsmål undervejs kan ændre sig afhængig af de fundne informationer.

Det er ligeledes vigtigt, at forskningsspørgsmålet udarbejdes uden hensyntagen til en bestemt eller forudindtaget hypotese. I modsat tilfælde risikeres det, at forskningen begrænses af de forudindtagne hypoteser.

Udvælgelse af cases

Udvælgelse af en sigende population er vigtigt, da det er ud fra denne population, at teorien bliver dannet. Dette er desuden med til at kontrollere variationen i de fundne data samt definere grænserne for generaliseringen af fundene.

Eksempeltvis vil en undersøgelse af gældende forhold ved en anlægsentreprenør ikke nødvendigvis være signende om forholdene for en entreprenør, der arbejder med renovering. Skal der dannes en generel teori ud fra en hel branche, skal der altså være en population, der i tilstrækkelig grad repræsenterer denne branche.

Udarbejdelse af redskaber og protokoller

Udarbejdelse af redskaber og protokoller omhandler måder hvormed data indsamles samt hvilken form for data, der ønskes indsamlet.

Typisk vil måder hvormed data indsamles dreje sig om interviews, observationer og arkiverede informationer, selvom det dog ikke er begrænset udelukkende til dette. Ved at anvende flere forskellige måder at indhente data på, styrkes grundlaget for teorien.

Det anbefales at anvende en kombination af kvalitative og kvantitative informationer, da dette kan skabe en synergieffekt. Kvantitative informationer kan give en indikation af sammenhænge, som ellers ikke virkede vigtige for forskeren. Desuden kan det forhindre forskeren i at blive revet med af falske forestillinger i de kvalitative informationer. De kvalitative data er brugbare ift. forståelsen for de rationelle eller teoretiske underliggende sammenhænge fundet i de kvantitative data.

I forbindelse med interviews af relevante personer, kan det være fordelagtigt at have flere interviewere. Dermed styrkes det kreative potentiale af studiet samt indsigten for de forskellige interviewere komplementeres af hinanden grundet deres forskellige perspektiver.

Anskaffelse af data

Anskaffelsen af data samt analysen af data anbefales i nogen grad at gøres samtidigt. Ved at overlappe disse to punkter muliggøres det at starte analysen af data hurtigere, samtidig med at dataindsamlingen kan tilpasses, såfremt særlige muligheder opstår. F.eks. kan der tilføjes ekstra spørgsmål til kommende interviews, der komplementerer de nye fundne resultater og dermed tager fordel af de opståede muligheder.

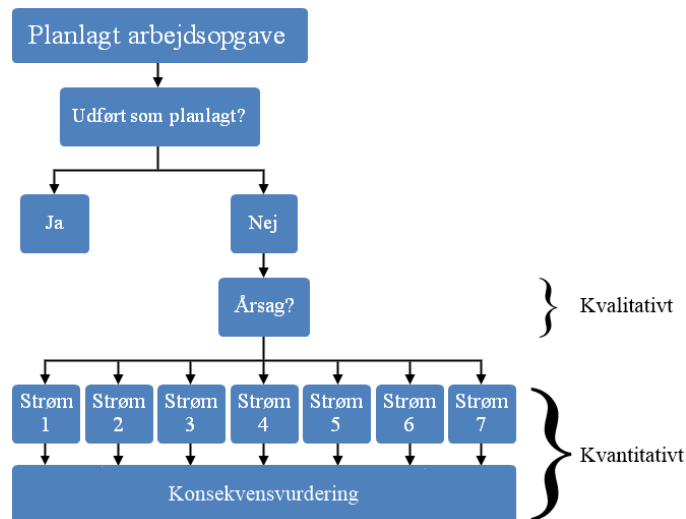
Data anskaffes igennem en række forskellige dataindsamlingsmetoder. Der kan både indsamles data på en kvalitativ og en kvantitativ metode eller en kombination af begge. Mens den kvantitative metode omhandler målbare generelle oplysninger (typisk tal eller grader af holdninger), hvor konklusionerne drages ud fra statistikker over svarene, er den kvalitative metode i højere grad meningspræget, hvor den interviewedes egne holdninger kommer til udtryk.

Generelt kan dataindsamlingen nedbrydes i tre forskellige stadier: Dataindsamling, analyse og fortolkning. Alle disse tre stadier kan hver håndteres på både en kvalitativ og en kvantitativ måde, hvormed forskellige varianter opnås. (Trost og Jeremiassen, 2010)

F.eks. vil et interview typisk være rent kvalitativt, mens et almindeligt spørgeskema typisk vil være rent kvantitativt. I dette projekt blev der anvendt både kvalitative og kvantitative indsamlingsmetoder. Der blev foretaget kvalitative interviews med udvalgte personer for at få skabt et indblik i de pågældende byggesager på de cases, som er en del af rapporten. Disse interviews blev foretaget som beskrevet i det kommende afsnit vedrørende interviews i afsnit 7.2 på side 40.

Der er ligeledes blevet anvendt kvantitative indsamlingsmetoder i rapporten. Her er der tale om indsamling af større datamængder, hvor det er undersøgt, om der kan findes sammenhænge og mønstre i konsekvensvurderinger for ikke-udførte arbejdsopgaver. Her bliver samtlige arbejdsopgaver målt ud fra forskellige parametre, hvorefter arbejdsopgaverne inddeles ift. omfanget af konsekvensen. Dette bliver nærmere beskrevet i afsnit 7.5 på side 42 omhandlende risikovurderingen.

Selve analysen af de arbejdsopgaver, der ikke er udført som planlagt, bygger på en kombination af en kvalitativ og en kvantitativ metode. Her beror dataindsamlingen på en registrering af, om arbejdsopgaver er udført som planlagt eller ej samt den dertilhørende årsag til, hvorfor arbejdsopgaven ikke er udført som planlagt. Denne del af indsamlingen er kvalitativ, da den bygger på interviews af de ansvarlige personer. De efterfølgende registreringer bygger på en kvantitativ metode, hvor årsagerne inddeles ift. de 7 strømme. Dette er illustreret på figur 7.1.



Figur 7.1. Illustration af den kvalitative og kvantitative undersøgelse af årsager til, hvorfor opgaver ikke er udført som planlagt.

Da der bliver anvendt kvalitative såvel som kvantitative dataindsamlingsmetoder, er der dermed tale om triangulering. Hermed skal der forstås, at der anvendes både kvalitative og kvantitative dataindsamlingsmetoder til at svare på det samme forskningsspørgsmål. Dette kan f.eks. ske i forbindelse med en undersøgelse, hvor det ønskes at finde ud af, hvilke former for arbejdsopgaver, der typisk vil blive forsinket på en byggeplads, og hvorfor. Her kan benyttes kvantitative undersøgelser til at finde ud af, hvilke arbejdsopgaver, der bliver forsinket (f.eks. igennem registrering og optælling), mens der formentligt vil være behov for kvalitative undersøgelser i form af interviews for at afdække, hvorfor disse arbejdsopgaver bliver forsinket.

Analyse af data

Ved analyse af de indsamlede data kan det være nødvendigt at opdele mængden af data på de forskellige cases og dermed analysere disse enkeltvist. Herefter kan mønstre fra de forskellige cases efterfølgende sammenlignes. På denne måde undgås det, at forskerne overvældes af den store mængde af information.

Ved at analysere de enkelte cases hver for sig, bliver forskeren bekendt med de forskellige cases som 'selvstændige' cases. Dermed muliggøres det at finde de unikke mønstre inden for hvert case, inden der laves en tidlig generalisering.

Når informationer skal sammenlignes på tværs af flere cases, er det vigtigt ikke blot at danne konklusioner ud fra førstehåndsindtrykket. Det er vigtigt at opretholde objektivitet og undgå fejlagtige konklusioner dannet på baggrund af forudindtagede forestillinger.

Hypotesedannelse

Igennem analyser af data fra pladsen, sammenligninger af information mellem flere cases samt overordnede indtryk kan koncepter eller egentlige mønstre begynde at vise sig selv. Disse koncepter eller mønstre skal sammenlignes med hver enkelt case, for at på denne baggrund belyse, hvorvidt der er sammenhæng til den enkelte case. Dermed foregår hypotesedannelsen ved en iterativ proces, hvor teori og data konstant sammenlignes, og hvor hypotesen derfor hele tiden ændres mod en teori, som passer til dataene.

Der bliver hermed gjort brug af induktion. Med dette menes der, at den information, der er fundet under dataindsamlingen (interviews samt de kvantitative indsamlingsmetoder), analyseres og bearbejdes. Ud fra dette vil det muligvis vise sig, at selvom resultaterne ikke er fuldstændig entydige, vil der stadig vise sig visse mønstre. Disse mønstre anvendes i hypotesedannelsen til at konkludere, at de findes, og vil dermed danne baggrund og hypoteser og teorier. (Trost og Jeremiassen, 2010)

Omfatning af litteratur

Når hypotesen og teorien er færdigudviklet er det næste skridt, at sammenligne denne med lignende teorier fra eksisterende litteratur. Dette indebærer at finde litteratur, der supplerer, at finde litteratur der modsiger og finde årsagerne til hvorfor.

Ved at sammenholde resultater med modsigende litteratur tvinges forskeren til at forholde sig kritisk til resultaterne og dermed opnå dybere indsigt i både egne resultater samt i den modsigende litteratur. Samtidig styrkes validiteten af egne resultater ved at sammenligne egne resultater med lignende resultater fra uafhængige undersøgelser.

Afslutning

Når der ikke længere opnås mærkbare forbedringer af hypotesen eller teorien ved at fortsætte den iterative proces, giver det ikke mening at fortsætte. På dette tidspunkt skal det søges at afslutte casestudiet.

Hvornår casestudiet typisk afsluttes handler normalt om, hvorvidt der er flere ressourcer tilgængeligt, eller om der kan opnås mærkbare forbedringer af hypotesen eller teorien ved at fortsætte.

Punkt	Aktivitet	Grund
1. Opstart	• Definition af forsknings-spørgsmål • Ingen forudindtagede hypoteser	• Fokusering af indsats • Opretholder teoretisk fleksibilitet
2. Udvælgelse af cases	• Specificerede populationer	• Begrænser irrelevante variationer og skærper ekstern validitet
3. Udarbejdelse af redskaber og protokoller	• Metoder til at opsamle data fra adskillige cases • Kombination af kvalitative og kvantitative dataindsamlinger • Flere interviewere	• Styrker grundlaget for teori ved krydsundersøgelser • Skaber synergieffekt ved at benytte en kombination af kvalitative og kvantitative dataindsamlinger • Muliggør flere perspektiver på samme sag
4. Anskaffelse af data	• Overlapning af dataopsamlinger og analyse af feltnoter • Fleksible dataopsamlingsmetoder	• Accelererer analyser og afslører hjælpefulde tilpasninger til dataopsamling • Tillader interviewerne at tage fordel af temaer og unikke caseegenskaber som dukker op undervejs
5. Analyse af data	• Analyse af de enkelte cases • Analyse af mønstre på tværs af cases	• Få fortrolighed med data og foreløbige hypoteser/teorier • Tvinger interviewerne til at se bag de initierende indtryk og se beviser gennem flere linser
6. Hypotesedannelse	• Iterative opsætninger af beviser • Gentagelse af forsøg - logik mellem casene • Søg årsager blandt sammenhænge	• Skærper definition, validitet og målbarhed • Bekræfter, forlænger og skærper hypotesen/teorien • Opbygger intern validitet
7. Omfatning af litteratur	• Sammenligning med modstridende litteratur • Sammenligning med lignende litteratur	• Skærper intern validitet, teoretisk niveau og definitioner • Danner grundlag for at generalisere og skærpe teoretisk niveau og definitioner
8. Afslutning	• Teoretisk gennemtrængning når muligt	• Afslutter casestudie når der kun kan opnås marginale forbedringer

Tabel 7.1. Opsummering af metode til at foretage et casestudie ud fra (Eisenhardt, 1989).

7.2 Interview

Teoretisk baggrund

En undersøgelse kan enten være kvalitativt eller kvantitativt, hvor et interview typisk vil være kvalitativt. Kvalitative spørgsmål er kendetegnet ved at være åbne og enkle med komplekse og indholdsrigt svar. (Trost og Jeremiassen, 2010)

I dette projekt blev interviewene bl.a. anvendt til at sammenligne de medvirkende virksomheders anvendelse af Last Planner System i praksis med teorien bag Last Planner System. Til dette blev der benyttet kvalitative interviews da projektgruppen var interesseret i at få de interviewedes meninger og holdninger, og da der kun blev interviewet enkeltpersoner, og det således ikke er muligt at foretage kvantitative interviews. (Trost og Jeremiassen, 2010)

I dette projekt var interviewene udarbejdet som rent kvalitative interviews, men en form for semikonstrueret kvalitativt interview. Ved at foretage et semikonstruktureret interview opnås der en høj strukturgrad i interviewet, men med åbne svarmuligheder for at komme frem til de interviewedes meninger og holdninger. Et rent kvalitativt interview frembringer også rent kvalitative svar, og der kan således med et begrænset antal respondenter ligeledes kun analyseres rent kvalitativt. De fundne mønstre er derfor subjektive for de enkelte interviewede. Det samme gør sig gældende i bearbejdningen. Interviewene er således udarbejdet som rent kvalitative. (Trost og Jeremiassen, 2010)

7.3 Kildekritik

Metoden til kildekritik handler om at vurdere validiteten af de benyttede kilder. Dette gøres ved at vurdere troværdigheden af en kilde med henblik på, om kilden er tilstrækkeligt god til at kunne anvendes.

Det er i denne rapport primært forsøgt at benytte førstehåndskilder, da andenhåndskilder er kilder der allerede er tolket én gang, og derfor kan variere fra førstehåndskildens originale og korrekte informationer. (Ankersborg, 2007)

Der er i dette projekt vurderet kildevaliditet ud fra ophavsperson og ophavssituation. Dette vil sige, at kildernes validitet er vurderet ud fra hvem, der har forfattet dem, og i hvilken situation disse er forfattet. I praksis betyder dette, at der er forsøgt primært at benytte kilder, der er forfattet i forskningsøjemed og publiceret i anerkendte tidsskrifter.

Der er dog i denne rapport benyttet andre kilder end forskningsartikler. Der er i sådanne tilfælde nødvendigt at vurdere kildens validitet for at sikre troværdigheden og anvendeligheden.

For hver kilde er der gennemgået følgende punkter for at fastslå troværdigheden og anvendeligheden (Københavns Universitet):

- Er kilden første- eller andenhåndskilde?
- Hvilken type kilde er det? (en lov, et uddrag af en dagbog, en artikel, en afhandling, en tidsskrift, etc.)

- Hvornår er kilden publiceret? En nyere kilde kan inddrage nyere forskningsresultater og kan således være mere korrekt.
- Hvem har forfattet kilden? Har forfatteren tilstrækkelig forståelse inden for området?
- Hvem er kilden henvendt til, og har dette en betydning (og hvilken betydning)?
- Er kilden præget af en bestemt subjektiv holdning? Hvis dette er tilfældet, hvilke argumenter bruges i kilden? Denne subjektive holdning kan være afspejlet i de anvendte argumenter i kilden, der dermed kan være ukorrekte eller ugyldige.

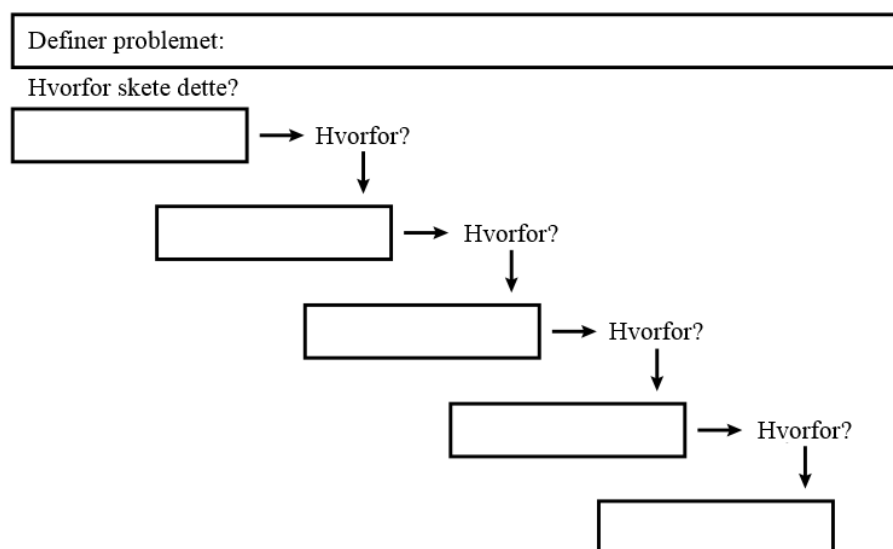
De anvendte bøger er udgivet af anerkendte forlag, og vurderes derfor som værende valide kilder, da forfatterne må formodes at have høj faglig ekspertise indenfor deres område.

Med henblik på udvælgelse af kilder til teorien bag LPS, er der valgt at bruge en kombination af den oprindelige forskning og nyere forskning. Der er valgt at inddrage den oprindelige forskning, da denne giver et godt indblik i de oprindelige tanker og idéer. Da der ligeledes er tale om førstehåndskilder, vurderes validiteten høj. Det er forsøgt at finde nyere forskning af samme forfatter som den oprindelige forskning, da dette er en udvikling af den oprindelige forskning. Ligeledes er der benyttet anden ny forskning fra andre forfattere for at sikre validiteten gennem sammenligninger med lignende litteratur. Inddragelse af ny forskning fra andre forfattere giver et bredere perspektiv, og er således medvirkende til at videreudvikle LPS.

7.4 5 why's

5 why's er en simpel teknik der benyttes til at udforske en problemstillings underliggende årsags-/virkningssammenhænge og dermed til at finde de grundlæggende årsager til, hvorfor en problemstilling er opstået. (Lindhard, 2014; Serrat, 2009)

Metoden går grundlæggende ud på at identificere grundårsagerne ved at spørge 'hvorfor' fem gange. På denne måde kan grundårsagen findes og dermed kan denne forbedres ved at minimere eller eliminere årsagen fremadrettet. Det skal dog bemærkes, at det ikke altid er enten nødvendigt eller tilstrækkeligt at spørge fem gange hvorfor. Princippet er, at der skal spørges indtil grundårsagen er fundet, hvad enten dette indebærer eksempelvis fire eller seks gange hvorfor. Teknikken er illustreret på figur 7.2 på næste side. (Lindhard, 2014; Serrat, 2009)

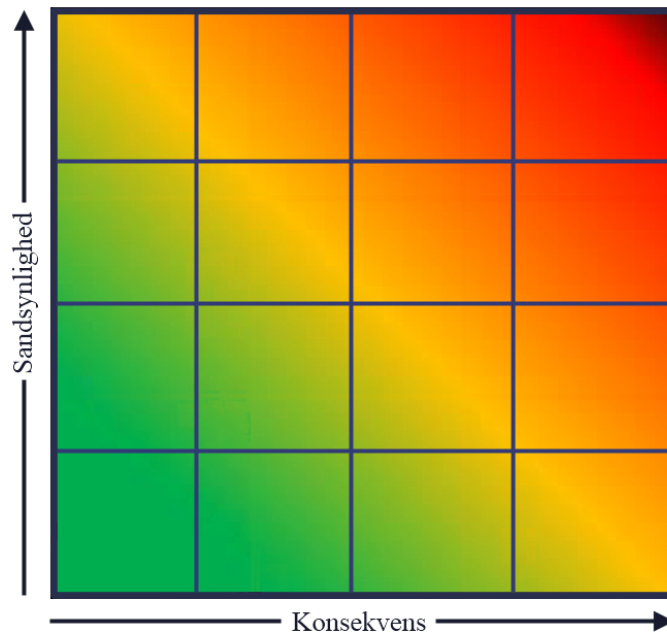


Figur 7.2. Illustration af teknikken bag '5 why's'. (Serrat, 2009)

I dette projekt er 5 why's metoden brugt til at identificere grundårsagerne for, hvorfor planlagte aktiviteter ikke udføres som planlagt. Metoden blev brugt ved at spørge aktørerne bag en opgave, der ikke blev udført som planlagt. Dette kunne f.eks. være i forbindelse med et LPS-møde, hvor der er registreret hvilke opgaver, der ikke er blevet udført som aftalt på det forrige møde. Der skal dog gøres opmærksomhed på, at fremgangsmåden mhp. at registrere de ikke-udførte arbejdsopgaver kan variere fra case til case afhængig af de interne processer i virksomheden. Den praktiske fremgangsmåde for begge cases er skrevet i afsnittet vedr. den praktiske fremgangsmåde i afsnit 8 på side 49.

7.5 Risikovurdering

Risikovurderingen tager udgangspunkt i en risikomatrix, hvor arbejdsopgaver inddelt efter de 7 strømme vurderes ift. konsekvens og sandsynlighed. På denne måde kan det vurderes, hvilke arbejdsopgaver inden for de 7 strømme, der ud fra definerede kriterier, er mest kritiske. Dette er illustreret på figur 7.3 på næste side.



Figur 7.3. Illustration af risikomatrix.

Effekten findes som et produkt af sandsynligheden og konsekvensen, hvilket visualiseres i risikomatrixen.

Sandsynlighed

Arbejdsopgaverne inddeles ift. de 7 strømme. Sandsynligheden findes ud fra, hvor stor sandsynligheden er for, at en given planlagt arbejdsopgave falder ind under en af de 7 strømme. På denne måde sikres det dermed, at resultaterne kan sammenlignes fra projekt til projekt.

Konsekvens

Den samlede konsekvens for en given strøm findes ved at tage gennemsnittet af konsekvenserne for de enkelte ikke-udførte arbejdsopgaver, der falder under denne strøm. Med dette menes der, at konsekvensen for alle ikke-udførte arbejdsopgaver, der falder under en given strøm analyseres, og gennemsnittet af disse analyser bliver gældende for den aktuelle strøm.

Når konsekvensen for de enkelte arbejdsopgaver skal analyseres, gøres dette ud fra tre parametre: Økonomi, tid og kvalitet. Disse tre parametre inddeles i fem intervaller med stigende konsekvens.

Den økonomiske parameter vurderes ift. den økonomiske indvirkning af, at opgaven ikke bliver løst som planlagt. Konkret måles dette ud fra den økonomiske konsekvens ift. den samlede entreprisesum for projektet. De fem intervaller for vurderingen af den økonomiske konsekvens er vist i tabel 8.2 på side 51. De anførte intervaller er valgt på baggrund af den vurdering, at der på byggeprojekter typisk opereres med et dækningsbidrag på omkring 2-3 % af den samlede entreprisesum. Formålet med intervallerne er således at afspejle de økonomiske konsekvenser for dette dækningsbidrag. Desuden er det vurderet, at det

på denne baggrund af nemmere at sammenligne resultater fra forskellige projekter med forskellige anlægspriser. Større projekter vil typisk operere med arbejdsopgaver til større summer, hvorfor det kan argumenteres for, at de økonomiske konsekvenser ligeledes typisk vil være større. Bliver der ikke taget højde for dette i en sammenligning, kan resultaterne blive misvisende.

Konsekvens-vurdering	Beskrivelse	Interval [% af enterprisesum]
0	Ingen indvirkning på økonomien	0%
1	Lille eller ubetydelig indvirkning på økonomien	0-0,03 %
2	Moderat indvirkning på økonomien	0,03-0,1 %
3	Betydelig indvirkning på økonomien	0,1-0,25 %
4	Stor indvirkning på økonomien	1 % og opefter

Tabel 7.2. Værdier for vurdering af en opgaves økonomiske konsekvens.

Den tidsmæssige konsekvens af, at en opgave ikke bliver udført som planlagt, måles på samme vis som ved det økonomiske parameter. Her inddeles konsekvensen ligeledes i fem intervaller, hvor hvert interval er defineret som en procentvis forsinkelse ift. den samlede anlægstid. Med dette menes der, at hvis et projekt er planlagt til at vare 100 dage, og en ikke-udført opgave forårsager en forsinkelse på 10 dage, vil denne procentsats blive beregnet til 10 %. De fem intervaller for vurderingen af den tidsmæssige konsekvens er vist i tabel 7.3. Det er valgt at gøre intervallerne afhængige af den samlede anlægssum med samme argument, som ved den økonomiske konsekvens. Ved større projekter, hvor arbejdsopgaverne kan være mere omfattende end ved mindre projekter, og hvor der kan være langt flere afhængigheder samt konsekvenser for det senere arbejde, er det vurderet, at tidsforsinkelserne typisk vil være større. De konkrete procentsatser er valgt med udgangspunkt i de indsamlede data.

Konsekvens-vurdering	Beskrivelse	Interval [% af samlet anlægstid]
0	Ingen indvirkning på tidsplanen	0%
1	Lille eller ubetydelig indvirkning på tidsplanen	0-5 %
2	Moderat indvirkning på økonomien	5-10 %
3	Betydelig indvirkning på tidsplanen	10-20 %
4	Stor indvirkning på tidsplanen	20 % og opefter

Tabel 7.3. Værdier for vurdering af en opgaves tidsmæssige konsekvens.

Kvaliteten er et sværere begreb at definere end økonomi og tid. På dette grundlag er det svært at definere et interval for, hvordan der skelnes mellem de forskellige grader på samme måde, som det er gjort ved økonomi og tid. Vurderingen af kvaliteten vil derfor blive gjort på grundlag af en subjektiv vurdering på baggrund af interview af formænd, projektledelse eller byggeledelse. Der er i dette projekt blevet defineret fem grader af betydningen for kvaliteten, som formændene, projektledelsen eller byggeledelsen skulle give deres bedste bud på, hvor den ikke-udførte opgave falder under. Graderne kan ses i tabel 7.4 på modstående side.

Konsekvens vurdering	Beskrivelse
0	Ingen indvirkning på kvaliteten
1	Lille eller indvirkning betydning på kvaliteten
2	Moderat indvirkning på kvaliteten
3	Betydelig indvirkning på kvaliteten
4	Stor/katastrofal indvirkning på kvaliteten

Tabel 7.4. Værdier for vurdering af en opgaves kvalitetsmæssige konsekvens.

Desuden er kvaliteten svær at definere i tilfælde, hvor kvaliteten af flere efterfølgende arbejdsopgaver påvirkes, hvis en given opgave ikke bliver færdig til tiden. Her er der således brug for en metode til at vurdere, hvordan en effekt på kvaliteten for forskellige arbejdsopgaver samlet skal vurderes. I denne rapport er det valgt at imødekomme denne problemstilling, ved at beregne den samlede konsekvens for kvaliteten ud fra formel (7.1).

$$\text{Samlet effekt på kvalitet} = \sum (\text{Værdier for alle påvirkede arbejdsopgaver}) \quad (7.1)$$

Værdierne, der benyttes til beregningen, afhænger af betydningen for kvaliteten for de enkelte arbejdsopgaver. Værdierne for de forskellige konsekvensvurderinger er listet i tabel 7.5.

En arbejdsopgaves konsekvens- vurdering	Værdi brugt til beregning af sam- let konsekvens
0	0
1	3
2	9
3	27
4	81

Tabel 7.5. Værdier brugt til beregning af den samlede indvirkning på kvalitet ved tilfælde, hvor flere arbejdsopgaver er påvirket kvalitetsmæssigt.

Efter beregningen anvendes intervallerne i tabel 7.6 til at bestemme, hvilken samlet konsekvensvurdering der er tale om.

Interval	Konsekvensvurdering
0-3	0
3-9	1
9-27	2
27-81	3
81 og opefter	4

Tabel 7.6. Intervaller for bestemmelse af den samlede konsekvens for indvirkning på kvaliteten ved tilfælde, hvor flere arbejdsopgaver er påvirket kvalitetsmæssigt.

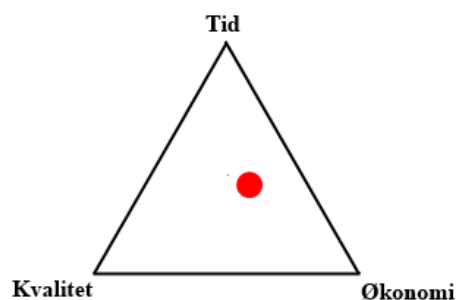
Eksempelvis er fire forskellige underentreprenører påvirkede af, at en arbejdsopgave ikke bliver udført til tiden. Her vurderer underentreprenør A og B, at den kvalitetsmæssige konsekvens for deres arbejder falder under hhv. kategori 1 og 2, mens underentreprenør C og D vurderer konsekvensen til 3 og 3. Den samlede kvalitetsmæssige betydning kan

dermed regnes ud fra formel (7.1) og med hjælp fra tabel 7.5 på foregående side til:

$$\text{Samlet effekt på kvalitet} = 3 + 9 + 27 + 27 = 66 \quad (7.2)$$

Ved at sammenholde dette med intervallerne i tabel 7.6 på forrige side ses det, at den samlede betydning falder under kategori 3.

Der er i dette projekt valgt ikke at vægte de økonomiske, tidsmæssige og kvalitetsmæssige konsekvenser lige højt. I en byggeproces er der sammenhæng mellem tiden, kvaliteten og økonomien, som illustreret på figur 7.4 (Atkinson, 1999). Det er dog vurderet, at økonomien og tiden i praksis af entreprenøren oftest vil blive vægtet højest på bekostning af kvaliteten, hvorfor det samme bliver gjort i denne rapport.



Figur 7.4. Sammenhængen mellem tid, kvalitet og økonomi. Den omtrentlige placering af den valgte vægtning mellem de tre konsekvenser er illustreret med rød. (Atkinson, 1999)

Vægtningen, der er valgt i dette projekt, kan ses i tabel 7.7 og er illustreret på figur 7.4.

Vægtning	
Økonomi:	40 %
Tid:	40 %
Kvalitet:	20 %

Tabel 7.7. Værdier for vægtning af de økonomiske, tids- og kvalitetsmæssige konsekvenser.

Begrundelsen for denne vægtning skal findes i, at med tidens store konkurrence blandt entreprenørerne er priserne presset så meget, at der er behov for en stram økonomistyring for at undgå tab på projekterne. Tiden er ligeledes vigtig, da en overskridelse af denne kan medføre en overskridelse af den endelige deadlines, som igen kan medføre store økonomiske og prestigemæssige konsekvenser. I langt de fleste projekter er tidsplanen så presset, at der, analogt med økonomien, er behov for en stram tidsstyring.

Formlen for beregning af den vægtede konsekvens bliver således som i ligning (7.3).

$$\text{Konsekvens} = \text{Økonomi} \cdot 0,4 + \text{Tid} \cdot 0,4 + \text{Kvalitet} \cdot 0,2 \quad (7.3)$$

En arbejdsopgave, der forårsager en øget samlet omkostning på 2 %, og som forsinket projektet med 10 % og har en kvalitetsmæssig konsekvens på 4, vil således samlet have en samlet konsekvens på 2,8, som beregnet i formel (7.4).

$$\text{Konsekvens} = 3 \cdot 0,4 + 2 \cdot 0,4 + 4 \cdot 0,2 = 2,8 \quad (7.4)$$

Del II

Analyse

I denne del er der foretaget en analyse af de anvendte cases i rapporten. Den praktiske fremgangsmåde vedrørende behandling af disse cases er gennemgået først. Dernæst er de enkelte cases gennemgået, hvorefter resultaterne er gennemgået. Slutteligt er der lavet en fælles opsummering af resultaterne på tværs af casene.

Praktisk Fremgangsmåde

8

I dette kapitel er den praktiske tilgang til casestudiet fra afsnit 7.1 på side 35 beskrevet. Her er således redegjort for de valg, der er truffet, og hvorfor. Denne beskrivelse af fremgangsmåden for casestudiet følger de første fem punkter i tabel 7.1 på side 39. Fremgangsmåden og valgene for de fem punkter er beskrevet herefter.

8.1 Opstart

Definitionen af forskningsspørgsmålet målretter sig til det område, som projektgruppen ønskede at forske i. Projektgruppen ønskede at undersøge, hvorfor planlagte arbejdsopgaver ikke bliver udført som planlagt, og hvad konsekvensen for dette er, alt sammen med udgangspunkt i produktionsstyringssystemet LPS. Dette er dermed afspejlet i det formulerede forskningsspørgsmål:

Hvorfor bliver arbejdsopgaver planlagt med LPS ikke udført som planlagt, og hvad er konsekvensen af dette?

Hermed ønskes det at finde ud af, hvorfor planlagte arbejdsopgaver ikke bliver udført til den planlagte tid med udgangspunkt i de 7 strømme, og hvilke konsekvenser dette har.

8.2 Udvælgelse af cases

Udvælgelse af cases har i dette projekt afhængt af en række præmisser, som har sat rammerne for, hvilke og hvor mange cases, det har været muligt at inddrage. Disse præmisser kan ses i tabel 8.1 på den følgende side.

Præmis	Begrundelse
Brug af LPS	Da projektet omhandler arbejdsopgaver planlagt med LPS, var det første præmis under udvælgelse af cases, at LPS benytttes til en vis grad på projekterne.
Lokation	For at gøre det muligt at være på byggepladsen så ofte som muligt, er der kun søgt efter cases i Danmark, dog med prioritering af cases så tæt på Aalborg som muligt.
Antal	Det var ønsket at have fire cases, som skulle danne baggrund for indsamlingen af data på projektet. Det var ønsket at få fire cases for at få en vis variation af projekter. På denne måde ville der efterfølgende være et større grundlag for at få dannet en mere generel hypotese grundet den øgede datamængde og projektvariation. Ideelt set havde flere cases været at foretrække, men grundet den begrænsede tidshorisont var fire cases var vurderet til at være den øvre grænse for, hvad der praktisk set var tidsmæssigt muligt.
Byggeri	Grundet det begrænsede antal mulige cases, og for at få data inden for det samme område, blev det valgt at fokusere udelukkende på projekter omhandlende byggeri og renoveringsarbejde.
Størrelse af projekt	Det blev bestemt, at de medvirkende cases skulle have en vis størrelse for at have interesse. Denne størrelse af ikke været præcist defineret, men er blevet vurderet fra case til case. Grunden til, at det var ønsket, at casene skulle have en vis størrelse var, at det blev vurderet, at der således var større sandsynlighed for, at der kunne indhentes tilstrækkeligt med relevante informationer.
Tilknytning til Lean Construction - DK	Der blev søgt efter cases hos virksomheder som stod for byggeledelsen, som havde tilknytning til 'Lean Konstruktion - DK'. Denne præmis var med til at øge sandsynligheden for, at den pågældende virksomhed ville have en interesse i at deltage, og at samarbejdet dermed ville blive mere udbytterigt.

Tabel 8.1. Præmisser for udvælgelse af cases.

Oprindeligt var der indgået aftale med to virksomheder, som havde to projekter hver, som projektgruppen kunne benytte som cases, hvilket ville have været ideelt. Grundet forskellige omstændigheder på et sent tidspunkt blev det kun muligt at følge to cases, én hos hver virksomhed. Grundet det sene tidspunkt var det ikke realistisk at få fundet nogle nye cases. Det endelige antal cases på projektet blev derfor to hos forskellige virksomheder.

8.3 Udarbejdelse af redskaber og protokoller

De udarbejdede redskaber og protokoller henvendte sig specifikt til, hvordan indsamlingen af data skulle foregå ved de to cases. De udarbejdede redskaber og protokoller var således med til at sikre, at projektgruppen fik anskaffet sig de ønskede informationer og fik disse

på korrekt vis - altså, at den bagvedliggende metode var korrekt anvendt.

8.3.1 Interview

Før interviewene blev foretaget, blev der taget stilling til, hvilke informationer interviewet skulle afgive. Ud fra dette blev spørgsmålene til interviewet udformet. Ved at gøre det på denne måde blev det i højere grad sandsynliggjort, at de informationer, der blev opnået, kunne anvendes. Spørgsmålene blev udarbejdet på en sådan måde, at de var åbne og ikke-ledende, således at det i større grad blev den interviewedes egne holdninger der kom til udtryk.

Ved udarbejdelsen af spørgsmålene blev der først udarbejdet et forskningsspørgsmål. Dette forskningsspørgsmål var det overordnede spørgsmål, som projektgruppen ville have besvaret. Ud fra dette forskningsspørgsmål blev der udarbejdet mindre delforskningsspørgsmål, hvorudfra der blev udarbejdet en række interviewspørgsmål. Interviewspørgsmålene er med til at sikre, at alle væsentlige aspekter af forskningsspørgsmålet bliver dækket, og at der dermed opnås et tilfredsstillende dækkende svar på dette. Dette er illustreret i tabel 8.2. (Kvale og Brinkmann, 2010)

Delforskningsspørgsmål	Interviewspørgsmål
Hvordan benyttes LPS, og hvad er forskellen på den måde, hvormed den anvendes i praksis, ift. teorien?	Hvordan foregår tidsplanlægningen i praksis?
	Hvilke typer tidsplaner benyttes?
	Hvordan benyttes disse tidsplaner i praksis?
	Hvordan udarbejdes disse tidsplaner?
Er der en mangelfuld indsigt i teorien bag LPS, og kommer dette til udtryk i form af en ringere anvendelse i praksis?	Hvordan bliver I uddannet i brug af LPS?
	Mener du, at der er forskel, på den måde I anvender LPS ift. teorien?

Tabel 8.2. Eksempel på forskellen mellem delforskningsspørgsmål og interviewspørgsmål. Delforskningsspørgsmålene og interviewspørgsmålene er et udtræk fra første interview på case 1.

Et eksempel på det fulde spørgegeark, benyttet under et af interviewene, kan ses i appendiks A på appendiks-CD'en eller i kapitel 15 på side 107.

En dagsorden blev udarbejdet og sendt til den interviewede, efter at spørgsmålene til interviewet var blevet udarbejdet. På denne måde fik den interviewede mulighed for at forberede sig forinden mødet og indhente evt. materiale eller information.

Til interviewet deltog to personer som interviewende. En fungerede som ordstyrer, mens den anden tog noter samt stillede uddybende spørgsmål hvor nødvendigt. Ved at have to interviewere opnås der større nuancering, da disse supplerer hinanden. Dette er en særligt god idé, hvis den interviewede er en positionsindehaver, som er tilfældet i udarbejdelsen af denne rapport (Trost og Jeremiassen, 2010).

Udover, at der blev taget referat, blev alle de foretagne interviews optaget med

diktafon. Interviewene blev optaget først og fremmest for at sikre den information, som projektgruppen opnåede. Hermed skal forstås, at projektgruppen således efterfølgende kunne tjekke op på alle de svar, der blev givet. Ydermere blev dette gjort for at dokumentere denne information.

Efter interviewet blev der efterrationaliseret over de informationer og sanseindtryk, der blev opnået. Dette blev gjort for dermed at forholde sig kritisk til de informationer, der blev opnået, for at vurdere troværdigheden af de informationer, der blev givet. Dette kan bl.a. gøres ved at krydstjekke oplysningerne ift. andre troværdige kilder eller ved at forholde sig til den interviewedes fremtoning - f.eks., om vedkommende virkede usikker ved svar på spørgsmålene. (Trost og Jeremiassen, 2010)

Da der blev benyttet kvalitative interviews, var det vigtigt ikke at have en fast spørgeramme, altså ingen låst rækkefølge af de på forhånd formulerede spørgsmål. Det er den interviewede der bestemmer rækkefølgen af spørgsmålene, og det er interviewerens opgave at være smidig og sørge for, at spørgsmålene følger svarene og ikke omvendt. Derfor er det vigtigt, at det udarbejdede spørgeark er let overskueligt så strukturen kan tilpasses under interviewet. Ligeledes kan det være en god idé at revurdere spørgearket efter interviewene for at udvikle det, så det passer bedre til, til de fremtidige interviews. (Trost og Jeremiassen, 2010)

8.3.2 Årsagsanalyse og konsekvensvurdering

Til årsagsanalysen blev metoden til 5-whys, som er beskrevet i afsnit 7.4 på side 41, anvendt. For at nemt og overskueligt at kunne anvende 5-why analysen for de enkelte registrerede ikke-udførte arbejdsopgaver, blev der udarbejdet et standardark, hvor arbejdsopgaven først blev indekseret for overskuelighedens skyld. Herefter blev arbejdsopgaven kort beskrevet, og de udførende fag samt område blev noteret, hvorefter 5-why's analysen blev foretaget. I samme ark var der desuden plads til at notere de tidsmæssige, økonomiske og kvalitetsmæssige konsekvenser af, at arbejdsopgaven ikke blev udført som planlagt. Dette standardark kan ses i appendiks B på appendiks-CD'en eller i kapitel 16 på side 109.

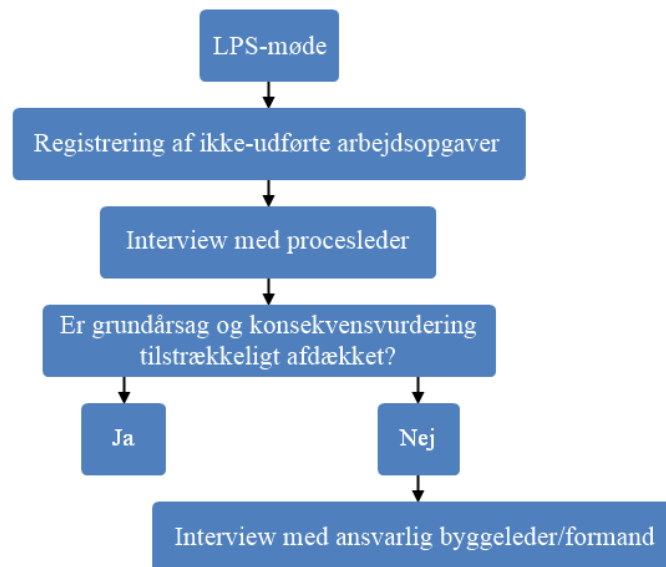
8.4 Anskaffelse af data

Metoden til anskaffelse af data er forskellig for de to cases, da den måde hvormed ikke-udførte arbejdsopgaver registreres er forskellig. Fremgangsmåden til anskaffelsen af data for hver af de to cases er beskrevet herefter.

De økonomiske, tidsmæssige og kvalitetsmæssige konsekvenser er forsøgt fundet og sammenfattet for alle involverede parter ved en arbejdsopgave som beskrevet i afsnit 7 på side 35 vedr. metode. I praksis viste dette sig dog svært. Specielt når arbejdet skifter hænder og flere er involverede, har det været svært at gøre de samlede konsekvenser op. Det er dog forsøgt at vurdere de samlede konsekvenser så vidt muligt, selvom det specielt for de kvalitetsmæssige konsekvenser har været meget vanskeligt.

8.4.1 Case 1

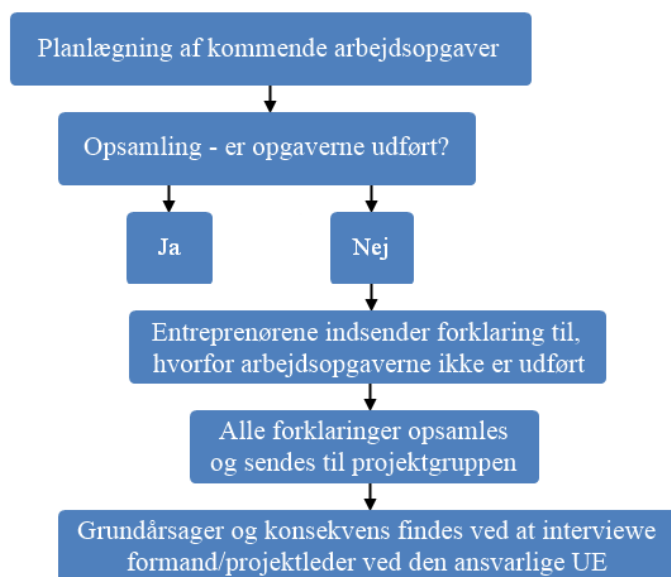
På case 1 bliver alle planlagte arbejdsopgaver for en given uge gennemgået på et ugentligt LPS-møde den efterfølgende uge. Før dette efterfølgende møde havde projektgruppen fået udleveret tidsplanerne, hvor de planlagte arbejdsopgaver var noteret. Under mødet, hvor opgaverne blev gennemgået, noterede projektgruppen hvilke opgaver, der ikke var blevet udført som planlagt, og hvilke årsager, der var hertil. Efter mødet gik projektgruppen i dialog med proceslederen, hvor der med udgangspunkt i det udarbejdede standardark, blev forsøgt at identificere grundårsagerne ved en 5-why's analyse samt de dertilhørende konsekvenser. Ved de arbejdsopgaver, hvor proceslederen ikke kunne give et tilstrækkeligt fyldestgørende svar, blev de ansvarlige formænd og/eller byggeledere opsøgt for at få afdækket grundårsagen og konsekvensvurderingen. Fremgangsmåden for case 1 er illustreret på figur 8.1.



Figur 8.1. Fremgangsmåde for anskaffelse af data på case 1.

8.4.2 Case 2

På case 2 blev alle kommende arbejdsopgaver planlagt på et ugentligt møde. Disse planlagte arbejdsopgaver bliver sidenhen samlet op på inden det næste møde. Alle underentreprenører, som havde arbejdsopgaver, der ikke blev udført som planlagt, skulle efterfølgende give en grundig forklaring for, hvorfor dette var tilfældet. Denne opsamling samt de dertilhørende forklaringer blev sendt til projektgruppen, som dermed havde mulighed for at gennemgå disse. Herefter tog projektgruppen ud på byggepladsen, hvor arbejdsopgaverne blev gennemgået med formændene og/eller projektlederne hos underentreprenørerne hos de ansvarlige. Fremgangsmåden for case 2 er illustreret på figur 8.2 på næste side



Figur 8.2. Fremgangsmåde for anskaffelse af data på case 2.

8.5 Analyse af data

Analysen af data er sket på baggrund af de indsamlede data fra de to cases, og blev gjort løbende. Her blev der tolket på de informationer, der blev fundet ved de pågældende cases. De ikke-udførte opgaver blev inddelt ift. de 7 strømme, og de tidsmæssige, økonomiske og kvalitetsmæssige konsekvenser blev vurderet ud fra de svar, der blev givet og noteret. Her blev der desuden taget forbehold for indbyrdes afhængigheder imellem opgaver, og hvilke betydninger dette kunne have for økonomien og tiden. Dette blev gjort ud fra tidsplaner fra casene og ud fra samtale med proceslederen/-koordinatoren.

Når en arbejdsopgave henføres til en af de 7 strømme, gøres dette logisk nok ud fra hvilken strøm, der har sat en begrænsning - også selvom grundårsagerne såvidt kan være meget forskellige. Et eksempel herpå kan være en arbejdsopgave, hvor kommunikationen imellem byggelederen og underentreprenøren har været mangelfuld, hvorfor underentreprenøren ikke har udført sin arbejdsopgave. F.eks. kan forholdene omkring udførelsen af en arbejdsopgave (A) (hvornår og hvordan) have ændret sig og været aftalt intern mellem to parter, dog uden at den efterfølgende underentreprenør, der efterfølgende skal lave en arbejdsopgave (B), og som er afhængig af færdiggørelsen af arbejdsopgave (A), har fået besked om denne ændring, hvorfor han pludselig ikke kan udføre denne til planlagt tid. Grundårsagen her er manglende kommunikation mellem parterne, som derfor henføres under strømmen 'information'.

Casebeskrivelser 9

I dette kapitel er de to cases beskrevet nøjere. Projekterne og virksomhederne er beskrevet, hvorefter der er foretaget en analyse af den måde, hvormed de anvender LPS i deres praktiske planlægning. Denne måde at anvende LPS på er for hver af casene sammenlignet med teorien bag LPS beskrevet i afsnit 5 på side 19.

9.1 Case 1

Case 1 omhandler Enemærke & Petersens renovering og ombygning af Sønderparken i Fredericia.

Enemærke og Petersen (E&P) er et datterselskab til MT Højgaard. E&P blev grundlagt i 1975, og har primært beskæftiget sig med renovering. De har dog i de senere år begyndt at varetage en større andel af nybyggeri. Enemærke og Petersen har gennemsnitligt beskæftiget godt 350 medarbejdere de sidste fem år og har haft en nettoomsætning på ca. 1 mia. kr.. (Enemærke & Petersen A/S)

Arbejdet vedr. renoveringen og ombygningen af Sønderparken består i en totalrenovering af fem blokke og en ombygning (inkl. renovering) af yderligere to blokke. Renoveringen af de fem blokke består i at blokkene skal have nye facader, nye køkkener, nye badeværelser, nye vinduer og døre, ny ventilation og delvist nye gulve. Ombygningen består af de samme elementer som renoveringerne, hvor der dog yderligere tilføjes en elevatorskakt samt en del af altanen tilføjes til lejligheden. Den samlede entreprisesum er på ca. 160 mio. kr. og byggeriet beskæftiger ca. 100 mand. (Jakobsen)

Blokkene som de ser ud under renoveringen kan ses på figur 9.1 på næste side.



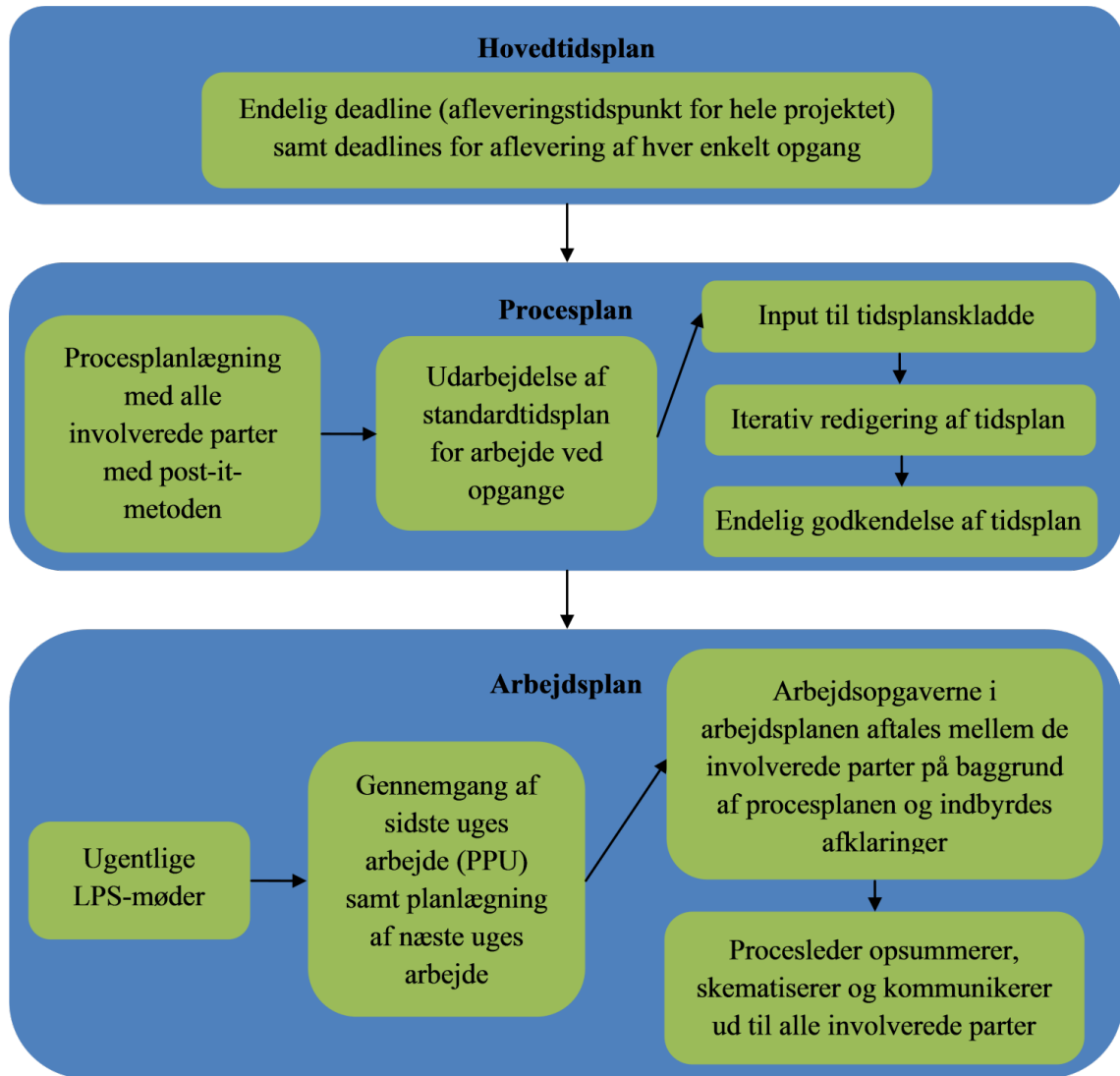
Figur 9.1. De renoverede blokke i Sønderparken som de ser ud under renoveringen.

Da alle lejligheder i de enkelte blokke er identiske, er arbejdsopgaverne i høj grad præget af gentagelser. Der benyttes af denne grund den samme tidsplan for alle opgangene i blokkene. Fra opstart til aflevering af en opgang går der lige over 40 dage, hvor beboerne genhuses imens. Det, at beboerne genhuses når byggeriet står på, stiller en række krav til færdiggørelsestidspunktet som er meget lidt fleksibelt. Byggeriet havde opstart i februar 2013 og forventes færdigt i december 2014. (Jakobsen)

9.1.1 Praktisk brug af LPS

I dette afsnit er Enemærke & Petersens praktiske brug af LPS i Case 1 beskrevet.

Planlægningsprocessen er delt op i tre dele som illustreret på figur 9.2 på modstående side.



Figur 9.2. Illustration af Case 1's planlægningsproces. (Jakobsen)

Hovedtidsplan

Hovedtidsplanen består både af et endeligt afleveringstidspunkt for hele projektet, men også af mange mindre deadlines i form af afleveringstidspunkter for hver enkelt opgave. Disse mindre deadlines danner nogle stort set ufravigelige afleveringstidspunkter, hvor dele af projektet skal afleveres. Dette har stor indvirkning på udarbejdelsen af de senere tidsplaner. (Jakobsen)

Procesplan

I procesplanlægningen blev der udarbejdet en detaljeret tidsplan for en enkelt opgave i projektet. I denne proces blev de involverede parter inviteret til et møde, hvor denne tidsplan blev udarbejdet ved en dialog angående de indbyrdes afhængigheder mellem de forskellige arbejdsopgaver og ved hjælp af post-its metoden. Dette udmundede i, at der blev udarbejdet en tidsplan fra byggeledelsens side på baggrund af mødet, der efterfølgende blev sendt rundt til de involverede parter, således at disse kunne komme med eventuelle kommentarer hertil. Efter en iterativ proces, hvor tidsplanen løbende blev redigeret ift. kommentarerne, blev denne endelig godkendt af alle. Da arbejdsopgaverne for de enkelte opgange, som beskrevet ovenfor, var identiske, blev denne detaljerede

tidsplan en standardtidsplan gældende for hver opgang og dannede således grundlaget for tidsplanlægningen ved samtlige opgange. (Jakobsen)

Arbejdsplan

Der blev ugentligt på projektet afholdt LPS-møder, hvor alle involverede i sagen blev indkaldt. Her blev den forgangne uges arbejde gennemgået, således at der fulgt op på, hvorvidt aftalerne fra det forrige møde var blevet overholdt ligesom der blev udarbejdet en PPU på baggrund af dette. Hernæst blev arbejdet for den kommende uge aftalt på baggrund af den udarbejdede standardtidsplan i procesplanlægningsprocessen samt på baggrund af indbyrdes afklaringer ved mødet. (Jakobsen)

9.1.2 Sammenligning af Case 1's brug af LPS og den generelle teori for LPS

I dette afsnit er den praktiske tilgang af metoden, hvormed LPS anvendes på byggepladsen sammenlignet med teorien bag LPS beskrevet i afsnit 5 på side 19. Formålet med denne sammenligning er at belyse, hvilke forskelle der er mellem anvendelsen af LPS i praksis og LPS som beskrevet i teorien. Dette er brugt til senere at undersøge, om eventuelle forskelle kan have en indflydelse på de data, der indsamles (f.eks. om de er retvisende eller ej), og om bedre eller mere korrekt anvendelse af LPS kan være en løsning i sig selv.

For en hurtig og overskuelig måde til at sammenligne den praktiske brug med teorien kan figur 9.2 på forrige side sammenlignes med figur 5.13 på side 31. I det følgende er forskellene beskrevet for koordineringen af arbejdsforløbet og styringen af arbejdsopgaverne.

Hovedtidsplan

Der er her ingen væsentlige forskelle.

Procesplan

Teorien bag LPS beskriver, at procesplanlægningen skal benyttes til at bestemme indbyrdes afhængigheder af arbejdsopgaverne imellem de involverede parter samt planlægge i baglæns tidsplanlægning for at finde den disponible tid, som efterfølgende bl.a. kan bruges på at minimere risikoen ved risikable arbejdsopgaver. Disse arbejdsopgaver bliver sidenhen en del af periodeplanen, hvor arbejdsopgaverne klargøres.

Procesplanen er på case 1 brugt til at udarbejde en samlet tidsplan for en enkelt opgang, som sidenhen er brugt som en standardtidsplan for de øvrige opgange i projektet. Den væsentligste forskel på case 1 ift. teorien er dermed, at der ikke er anvendt baglæns tidsplanlægning til at finde den disponible tid. Ved at der ikke benyttes baglæns tidsplanlægning, kan der potentielt gås glip af mulig disponibel tid, der kan bruges som buffer. I praksis ville dette formodentligt dog ikke have været tilfældet, da tidsplanen er meget presset.

Periodeplanen

På case 1 anvendes der ikke en periodeplan. Hermed mangler en stor del af teorien, og en af grundkerne i LPS, nemlig, at kommende arbejdsopgaver ikke løbende bliver klargjort ift. de 7 strømme. Dette bevirker, at der ikke foretages en klargøring af de kommende arbejdsopgaver mhp., at lave en forhindringsanalyse. Dette betyder f.eks., at der ikke opnås den store overskuelighed ift. materialeleverancer, som en periodeplan ville have givet, og det risikeres derved, at kommende arbejdsopgaver ikke kan blive løst til tiden pga. manglende materialer. At der ikke benyttes en periodeplan, øger risikoen for, at kommende arbejdsopgaver ikke kan påbegynde til planlagt tid ift. procesplanen.

Arbejdsplan

I arbejdsplanen er forskellen, at arbejdsopgaverne ikke er trukket fra periodeplanen, og dermed ikke er vurderet sunde ift. de 7 strømme. Arbejdsopgaverne her bliver derimod planlagt ud fra procesplanen. Dette betyder, at risikoen for, at der medtages arbejdsopgaver i den ugentlige arbejdsplan, der ikke kan udføres til tiden, øges. Dermed risikeres det, at arbejdsflowet på projektet forringes, hvilket har en indvirkning på produktiviteten.

Desuden er der ikke opretholdt en buffer af arbejdsopgaver, som kan påbegyndes, såfremt andre opgaver mod forventning ikke kan udføres. Dette betyder, at såfremt de planlagte arbejdsopgaver ikke udføres som planlagt, er der ingen ekstra arbejdsopgaver i bufferen, der kan påbegyndes. Dette bevirker, at underentreprenørerne kan have svært ved at finde andre arbejdsopgaver, der kan påbegyndes, og derved risikeres der en del ressourcespild i form af mandetimer.

PPU og kontinuerlige forbedringer

På projektet bliver der foretaget PPU-målinger af arbejdsopgaverne. Der bliver dog ikke fulgt op på, hvorfor disse arbejdsopgaver ikke bliver udført som planlagt, og konsekvensen heraf findes ligeledes ikke. Der bliver derfor ikke foretaget årsagsanalyser, og der mangler derfor at blive lavet kontinuerlige forbedringer. Ved ikke at lave kontinuerlige forbedringer går der glip af store muligheder for at forbedre byggeprocessen. Helt specielt for denne case er, at der kan opnås store forbedringer ved at lave opfølgninger på udførte arbejder, da arbejdsprocesserne går igen mange gange i de forskellige opgange. Mange af de problemer, der opstod ved den enkelte opgang, kan dermed undgås på de senere opgange.

9.2 Case 2

Case 2 omhandler MT Højgaards byggeri af BESTSELLER's nye bygning på Aarhus Havn der kommer til at rumme kontorer, administration showrooms m.m..

MT Højgaard er en af Danmarks største bygge- og anlægsentreprenører, og beskæftiger sig med en lang række arbejder, herunder projektering, rådgivning, byggeri, renovering og anlæg. MT Højgaard blev til ved en fusion mellem virksomhederne Højgaard & Schultz og Monberg & Thorsen, som blev grundlagt i hhv. 1918 og 1919. I 2001 fusionerede de to virksomheder og blev til MT Højgaard, som det kendes i dag. (MT Højgaard A/S)

MT Højgaard har haft en årlig nettoomsætning de sidste fem år liggende imellem 7 og 10 mia. kr. og med et gennemsnitligt antal medarbejdere på 5000 de sidste fem år, som dog har været dalende siden 2011. (MT Højgaard A/S)

Byggeriet af BESTSELLER's nye bygning omfatter 22.000 m² kontorer og 24.000 m² parkering og anlæg i kælderen. Når byggeriet forventeligt står færdigt i januar 2015, vil det rumme ca. 800 af BESTSELLER's arbejdspladser. Bygningen består af en række sammensatte bygningsdele, der ligger forskudt ift. hinanden. Da der primært er tale om en kontorbygning, er byggeprocessen i høj grad præget af mange gentagelser, da kontorer og toiletkerner er bygget op på samme måde gennem hele bygningskomplekset. Entrepresesummen er på ca. 530 mio. kr.. (Pedersen; C.F. Møller A/S)

Projektet blev opstartet af det tidligere E. Pihl & Søn, men pga. dennes konkurs i slutningen af August 2013, overtog MT Højgaard projektet til færdiggørelse i slutningen af 2014. Da MT Højgaard overtog projektet stod råhuset stort set færdigt, og det var

således færdiggørelsen, der primært manglede. Opstarten har således været meget præget af, at der er blevet brugt mange ressourcer på at sætte sig ind i projektet og få planlagt den resterende del af færdiggørelsen på baggrund af staderapporter. Den første tid efter overtagelsen har derfor i højere grad været præget af brandslukning indtil planlægningen kom på plads. (Pedersen)

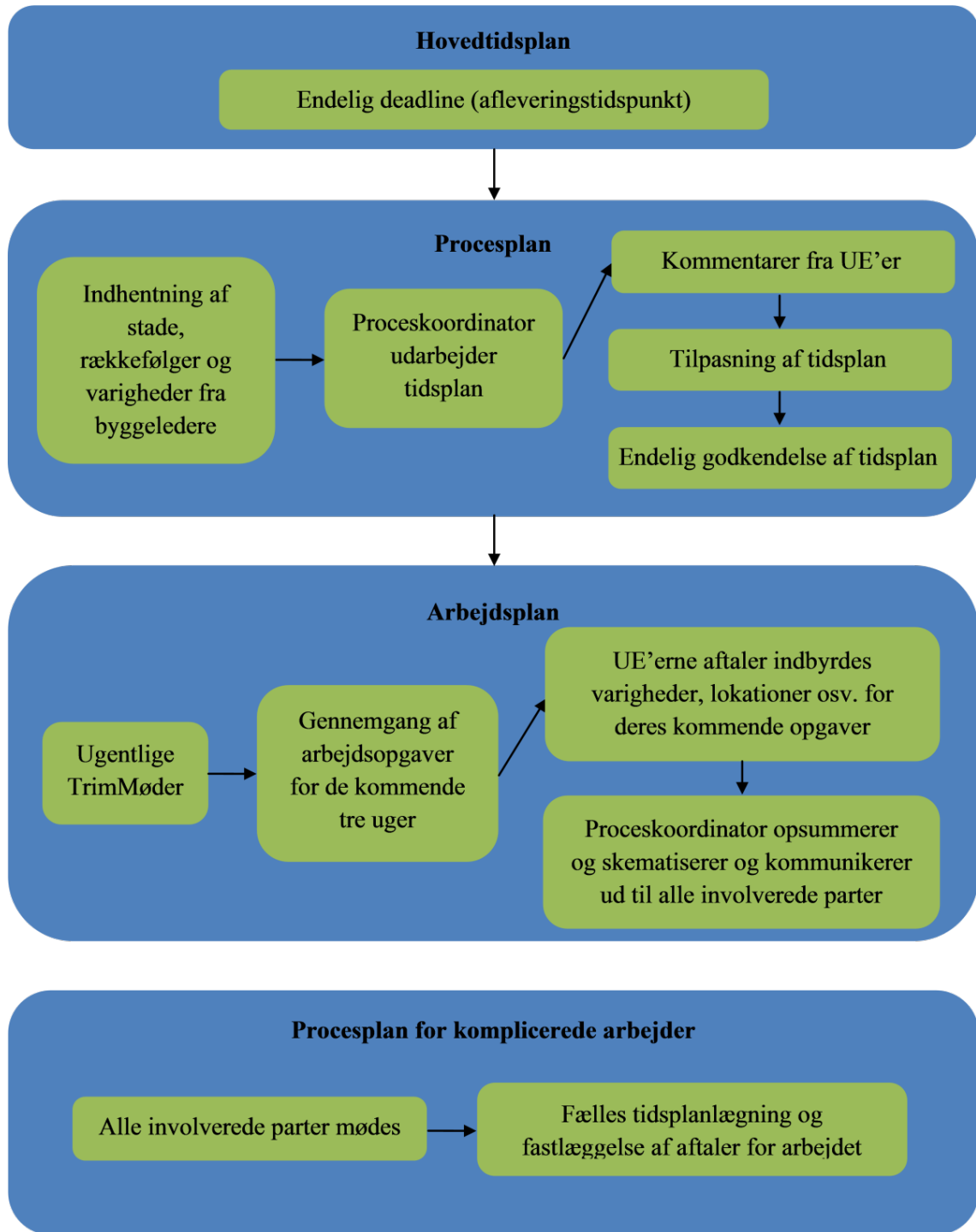


Figur 9.3. Illustration af BESTSELLER's kommende bygning som den kommer til at se ud når den står færdig. (C.F. Møller A/S)

9.2.1 Praktisk brug af TrimByg

I dette afsnit er MT Højgaards praktiske brug af TrimByg i Case 2 beskrevet.

Planlægningsprocessen er delt op i fire dele som illustreret på figur 9.4 på modstående side.



Figur 9.4. Illustration af Case 2's planlægningsproces. (Pedersen)

De fire dele af planlægningsprocessen er gennemgået herefter.

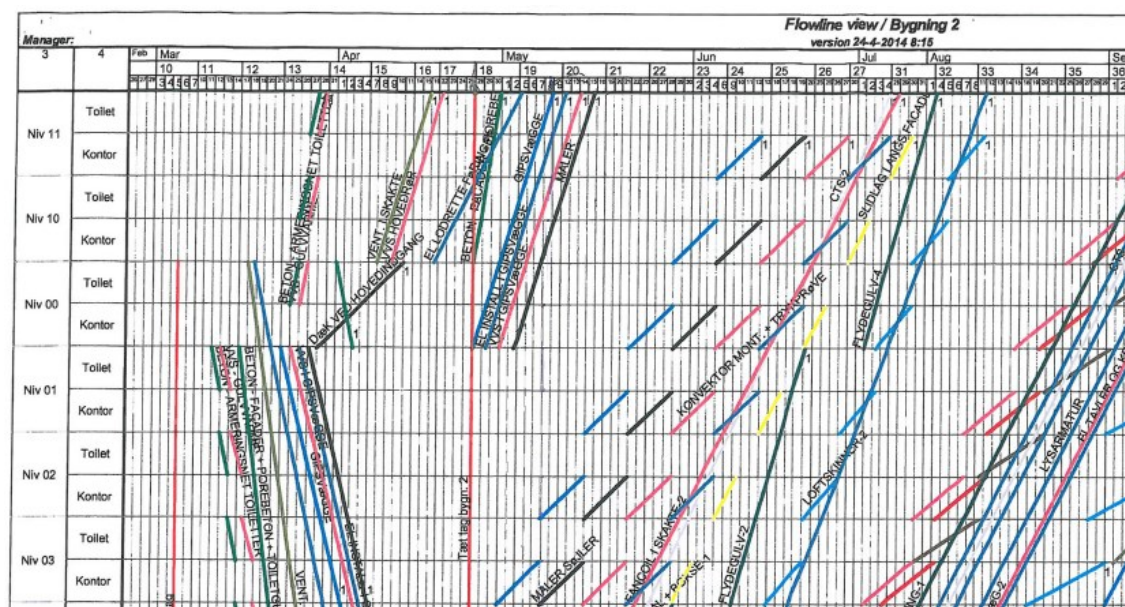
Hovedtidsplan

Case 2's hovedtidsplan består udelukkende af den endelige deadline, som er analogt med afleveringstidspunktet. Der benyttes ikke delvise afleveringer eller milepæle i planlægningen. (Pedersen)

Procesplan

Case 2's procesplan er meget lig det der normalt forbindes med en traditionel hovedtidsplan. Hermed skal forstås, at tidsplanen er udarbejdet af byggeledelsen for hele projektets periode. MT Højgaard betragter ligeledes denne tidsplan for en hovedtidsplan.

Der er udarbejdet en områdebaseret tidsplan (cyklogram) for hvert af de forskellige bygningsdele. Tidsplanerne for bygningsdelene løber over hele perioden fra start til den endelige deadline. Et eksempel på den områdebaserede tidsplanlægning kan ses i figur 9.5.



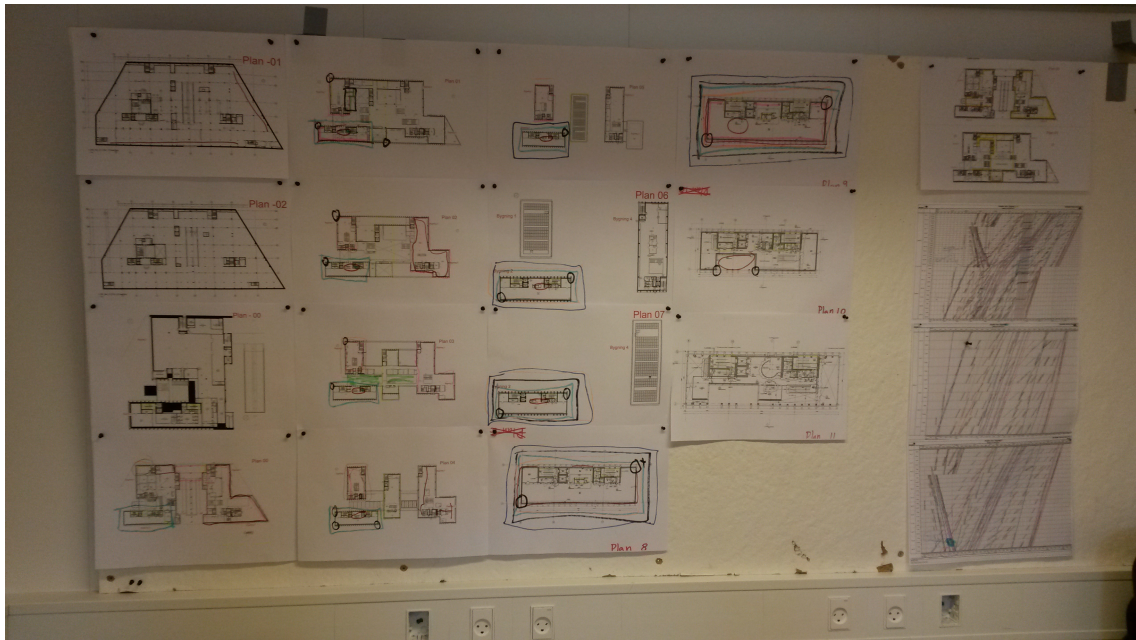
Figur 9.5. Udsnit af den områdebaserede tidsplanlægning benyttet i case 2. (Pedersen)

Det specielle ved dette byggeri er, som beskrevet før, at MT Højgaard har overtaget projektet fra E. Pihl & Søn efter dennes konkurs. Det har derfor været nødvendigt at foretage stadeopgørelser over det aktuelle udførte arbejde, som tidsplanerne dermed er udarbejdet efter. Dernæst er kommende arbejder planlagt ud fra rækkefølger og varigheder på baggrund af et samspil mellem proceslederen, byggeledelsen og underentreprenørerne. I praksis betød dette, at proceslederen udarbejdede et udkast til procesplanen på baggrund af informationer fra byggeledelsen. Dette udkast blev forelagt for alle involverede parter, som efterfølgende har kommenteret på dette, hvorefter tidsplanen blev rettet til i en form for iterativ proces indtil alle involverede havde givet deres accept til procesplanen.

Arbejdsplan

Der afholdes ugentlige Trimmøder hvor formændene fra de forskellige involverede parter mødes og diskuterer samt klarlægger deres indbyrdes arbejder. Denne klarlægning tager udgangspunkt i hvor og hvornår de enkelte parter arbejder, og hvor lang tid de enkelte arbejder tager.

I praksis gøres dette ved, at de enkelte formænd på skift fremlægger de kommende tre ugers arbejde og farvelægger de områder, hvor arbejdet skal udføres. På denne måde ses det hurtigt om nogle af aktørernes arbejde overlapper hinanden, og om der dermed er behov for mere dybdegående indbyrdes aftaler. Et eksempel på dette kan ses på figur 9.6 på modstående side. De enkelte aktører har tildelt en speciel farve, som også går igen i procesplanens cyklogram, som illustreret på figur 9.5.



Figur 9.6. Eksempel på farvelægning af plantegninger på et ugentligt Trimmøde på Case 3.

Ud fra dette udarbejdes en arbejdsplan gældende for en uges arbejde, ligesom det forventede arbejde i yderligere to uger frem gennemgås. Det arbejde, der bliver planlagt for den kommende uge er arbejde, som de enkelte aktører 'binder' sig til at udføre, hvorimod de to yderligere uger er arbejde, som forventes at blive udført.

Efter mødet udarbejder proceslederen en skematisk opsummering af ugens arbejder, disses lokationer og tidspunkter og kommunikerer dette ud til alle på byggepladsen. Senere på ugen bliver der afholdt et internt møde ved MT Højgaard, hvor der bliver fulgt op på de arbejdsopgaver, der blev planlagt på ugens Trimmøde. Arbejdsopgaver, der ikke kan løses til tiden som planlagt, bliver skrevet ned, og det er efterfølgende underentreprenørernes opgave, at informere proceslederen om årsagen hertil.

Procesplan for komplicerede arbejder

Specielt for Case 2's byggeri er, at der går mange gentagelser igen igennem arbejdet. Til de arbejder der er af mere kompliceret karakter, udarbejdes en procesplan for hele arbejdets varighed. Dette foregår ved at alle de involverede parter mødes og aftaler hele arbejdets forløb ved brug af post-it's. Dermed bliver disse opgaver tilnærmelsesvist detailplanlagt.

9.2.2 Sammenligning af Case 2's brug af TrimByg og LPS

I dette afsnit er den praktiske tilgang af metoden, hvormed LPS anvendes på byggepladsen sammenlignet med teorien bag LPS beskrevet i afsnit 5 på side 19. Formålet med denne sammenligning er at belyse, hvilke forskelle er der mellem anvendelsen af LPS i praksis og LPS som beskrevet i teorien. Dette er brugt til senere at undersøge, om eventuelle forskelle kan have en indflydelse på de data der indsamles (f.eks. om de er retvisende eller ej), og om bedre eller mere korrekt anvendelse af LPS kan være en løsning i sig selv.

For en hurtig og overskuelig måde til at sammenligne den praktiske brug med teorien kan figur 9.4 på side 61 sammenlignes med figur 5.13 på side 31. I det følgende er forskellene beskrevet for koordineringen af arbejdsforløbet og styringen af arbejdsopgaverne.

Hovedtidsplan

Der er her ingen væsentlige forskelle.

Procesplan

Under procesplanlægningen er der i praksis ikke blevet gjort brug af fællesplanlægning. Her har byggelederen selv på grundlag af tilbagemeldinger udarbejdet en tidsplan, der er gældende for hele byggeperioden. Dette står i skarp kontrast til teorien, hvor fællesplanlægningen er væsentlig. Ved ikke at inddrage underentreprenørerne i procesplanlægningen går der glip af den ekspertise, underentreprenørerne råder over inden for deres eget felt. Selve kvaliteten af planlægningen, herunder f.eks. tid og indbyrdes afhængigheder, kunne være væsentligt bedre og mere præcis, såfremt underentreprenørerne var inddraget. Yderligere ville en inddragelse af underentreprenørerne være med til at skabe en større ansvarsfølelse hos disse, da de har været med til at udarbejde procesplanen.

Periodeplanen

Som på case 1 anvendes der ligeledes ikke en periodeplan på case 2. Hermed mangler en stor del af teorien, og en af grundkerne i LPS, nemlig, at kommende arbejdsopgaver ikke løbende bliver klargjort ift. de 7 strømme. Dette bevirker, at der ikke foretages en klargøring af de kommende arbejdsopgaver mhp., at lave en forhindringsanalyse. Dette betyder f.eks., at der ikke opnås den store overskuelighed ift. materialeleverancer, som en periodeplan ville have givet, og det risikeres derved, at kommende arbejdsopgaver ikke kan blive løst til tiden pga. manglende materialer. At der ikke benyttes en periodeplan, øger risikoen for, at kommende arbejdsopgaver ikke kan påbegynde til planlagt tid ift. procesplanen.

Arbejdsplan

Arbejdsopgaverne i arbejdsplanen baseres på procesplanen. Her planlægges arbejdsopgaverne indbyrdes ift. område og varigheder og som et uddrag fra procesplanen. Der bliver således, ligesom på case 1, ikke taget stilling til, om arbejdsopgaverne er sunde eller ej ud fra de 7 strømme. Dette betyder, at risikoen for, at der medtages arbejdsopgaver i den ugentlige arbejdsplan, der ikke kan udføres til tiden, øges. Dermed risikeres det, at arbejdsflowet på projektet forringes, hvilket har en indvirkning på produktiviteten.

Ligeledes opretholdes der ikke et antal af sunde opgaver som buffer, som kan påbegyndes, såfremt andre opgaver mod forventning ikke kan udføres. Dette betyder, at såfremt de planlagte arbejdsopgaver ikke udføres som planlagt, er der ingen ekstra arbejdsopgaver i bufferen, der kan påbegyndes. Dette bevirker, at underentreprenørerne kan have svært ved at finde andre arbejdsopgaver, der kan påbegyndes, og derved risikeres der en del ressourcospild i form af mandetimer.

PPU og kontinuerlige forbedringer

Der bliver ikke foretaget registreringer af arbejdsopgaver, der ikke udføres som planlagt, og der bliver derfor ligeledes ikke fulgt op på sådanne arbejdsopgaver. Ved ikke at registrere en PPU er der ikke mulighed for, at få indikationen af kvaliteten af planlægningen, og dermed er det svært at gøre planlægningen bedre fremadrettet.

I forlængelse af, at der ikke registreres en PPU, bliver årsager til at arbejdsopgaverne ikke bliver udført til tiden ikke fundet, hvormed der ikke er grundlag for at lave kontinuerlige forbedringer. Hermed går der glip af store muligheder for at forbedre byggeprocessen fremadrettet.

Resultater 10

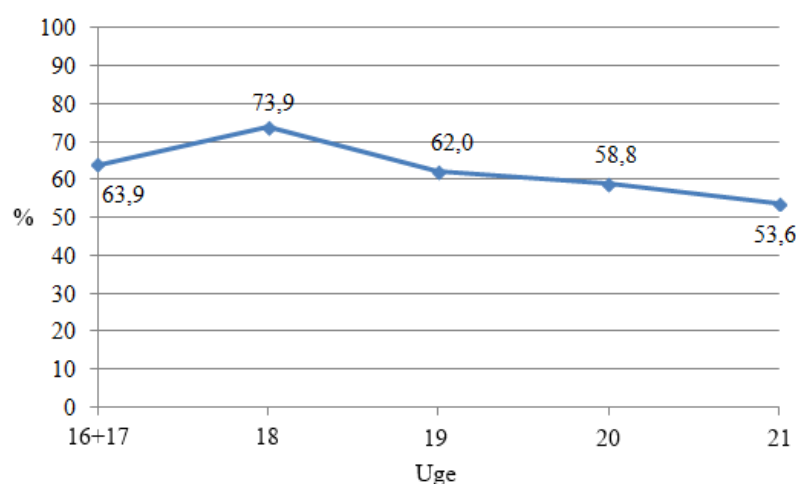
I dette kapitel er resultaterne for de to cases præsenteret og gennemgået. Resultaterne bygger på hhv. metoderne samt den praktiske fremgangsmåde beskrevet i kapitlerne 7 på side 35 og 8 på side 49. For hver af casene er der efterfølgende foretaget en kritisk analyse af de fundne resultater. Kapitlet afsluttes med en opsummering, hvor der foretages en sammenligning af resultaterne for de to cases.

10.1 Case 1

PPU'en for case 1 er fundet på baggrund af deltagelse i de ugentlige LPS-møder. Her har projektgruppen noteret sig, hvilke arbejdsopgaver der er udført som planlagt eller ej. Ud fra denne notering, der har strukket sig over seks uger, er PPU'en blevet beregnet. I tabel 10.1 ses antallet af opgaver anvendt til beregning af PPU'en samt den gennemsnitlige beregnede PPU. På figur 10.1 ses PPU'en hen over de observerede uger.

Antal observerede arbejdsopgaver	273
Antal planlægningsmæssig udførte arbejdsopgaver	168
Gennemsnitlig PPU for hele perioden	61,5 %

Tabel 10.1. Tabellen viser det samlede antal planlagte arbejdsopgaver i løbet af de seks uger, antallet af planlægningsmæssig korrekt udførte arbejdsopgaver samt den beregnede gennemsnitlige PPU.



Figur 10.1. Den beregnede PPU inddelt for hver uge på case 1.

Det ses, at den gennemsnitlige PPU ligger på godt 62 %. Dette passer godt med teorien, som siger, at PPU'en kan komme op på omkring 70 % med anvendelse af LPS, men at det

er nødvendigt at foretage kontinuerlige forbedringer for at få den højere op. At PPU'en ikke ligger højere end den gør til trods for, at der er mange gentagne arbejdsopgaver i byggeprocessen, kan skyldes, at LPS ikke bliver brugt fuldt ud korrekt ift. teorien. Der bliver ikke foretaget en klargøring af arbejdsopgaverne, og der vil derfor naturligt også opstå flere tilfælde, hvor planlagte arbejdsopgaver rent faktisk ikke kan løses. En PPU på 62 % vidner derfor også om, at der er grundlag for at forbedre planlægningsprocessen for dermed at optimere byggeprocessen. Alle beregningerne for PPU'en kan ses i appendiks G på appendiks-CD'en.

De registrerede ikke-udførte arbejdsopgaver er blevet delt ud på de 7 strømme. Dette er gjort for at give et billede af hyppigheden for, hvorfor arbejdsopgaverne ikke bliver udført som planlagt. Da projektgruppen ikke havde mulighed for at følge op på samtlige 168 opgaver, der ikke blev udført til tiden, er sandsynligheden for, at en given arbejdsopgave ikke bliver løst til tiden delt ud på de 7 strømme beregnet ud fra de opgaver, som projektgruppen har registreret. Dette er gjort ved at skalere andelen af de registrerede ikke-udførte arbejdsopgaver inden for de respektive strømme op, således at det samlede antal svare til antallet, af ikke udførte arbejdsopgaver på 168. Dette er gjort ved en simpel matematisk beregning, hvor antallet af de registrerede ikke-udførte arbejdsopgaver er multipliceret med forholdet $(273-168)/28$ (antallet af ikke-udførte arbejdsopgaver divideret med antallet af registrerede ikke-udførte arbejdsopgaver).

Antallet af registrerede arbejdsopgaver ikke udført til tiden, antallet skaleret op samt sandsynligheden for, at en arbejdsopgave falder ind under en givet strøm er vist i tabel 10.2.

Antal arbejdsopgaver ind-delt ift. de 7 strømme			
Strøm	Antal	Skaleret	Procent
Informationer	9	33,8	12,4 %
Materialer	7	26,3	9,6 %
Mandskab	7	26,3	9,6 %
Materiel	0	0,0	0,0 %
Plads	1	3,75	1,4 %
Forudgående aktiviteter	1	3,75	1,4 %
Vejr	1	3,75	1,4 %
Sikkerhed	1	3,75	1,4 %
Omgivelser	1	3,75	1,4 %

Tabel 10.2. Tabellen viser de registrerede arbejdsopgaver, der ikke er udført som planlagt, delt ind under de 7 strømme samt antallet efter skaleringen. Hyppigheden i procent ud af alle planlagte opgaver er beregnet med de skalerede værdier for hver enkelt strøm ift. det samlede antal registrerede arbejdsopgaver på 273.

Det ses, at der er en overvægt af antal arbejdsopgaver ikke udført som planlagt for ressourcestrømmene, med undtagelser af manglende materiel. Specielt mange arbejdsopgaver falder under manglende information, som hele 12,4 % af samtlige arbejdsopgaver falder ind under.

De tidsmæssige, økonomiske og kvalitetsmæssige konsekvenser er fundet for hver enkelt arbejdsopgave. Ud fra dette er der beregnet et gennemsnit for konsekvenserne inden for de enkelte strømme. De gennemsnitlige tidsmæssige, økonomiske og kvalitetsmæssige registrerede konsekvenser er vist i tabel 10.3 på modstående side. I tabel 10.4 på næste side ses de maksimale, mindste samt gennemsnitlige værdier for hver strøm.

Konsekvensberegningen samt inddelingen under de 7 strømme for de forskellige arbejdsopgaver kan ses i appendiks F på appendiks-CD'en. Alle data fra de forskellige undersøgte ikke-udførte arbejdsopgaver kan ses i appendiks D på appendiks-CD'en eller i kapitel 18 på side 113. Resultaterne for dette kan ses i tabel 10.5.

Resultater for konsekvenserne						
Strøm	Konsekvens					
	Tid [dage]		Økonomi [kr.]		Kvalitet [-]	
	Gns.	Total	Gns.	Total	Gns.	Total
Informationer	3,4	31	9.722	87.500	0,0	0,0
Materialer	5,6	39	25.000	175.000	0,0	0,0
Mandskab	3,1	22	1.786	12.500	0,0	0,0
Materiel	-	-	-	-	-	-
Plads	2,0	2	12.500	12.500	0,0	0,0
Forudgående aktiviteter	10,0	10	12.500	12.500	0,0	0,0
Vejr	10,0	10	275.000	275.000	0,0	0,0
Sikkerhed	7,0	7	20.000	20.000	0,0	0,0
Omgivelser	1,0	1	12.500	12.500	0,0	0,0

Tabel 10.3. Tabellen viser de registrerede tidsmæssige, økonomiske og kvalitetsmæssige konsekvenser angivet både som total og som gennemsnit delt ud på de 7 strømme.

Resultater for konsekvenserne						
Strøm	Konsekvens					
	Tid [dage]			Økonomi [kr.]		
	Min	Maks	Gns.	min	Maks	Gns.
Informationer	2	8	3,4	0	25.000	9.722
Materialer	2	10	5,6	0	50.000	25.000
Mandskab	1	10	3,1	0	12.500	1.786
Materiel	-	-	-	-	-	-
Plads	2	2	2,0	12.500	12.500	12.500
Forudgående aktiviteter	10	10	10,0	12.500	12.500	12.500
Vejr	10	10	10,0	275.000	275.000	275.000
Sikkerhed	7	7	7,0	20.000	20.000	20.000
Omgivelser	1	1	1,0	12.500	12.500	12.500

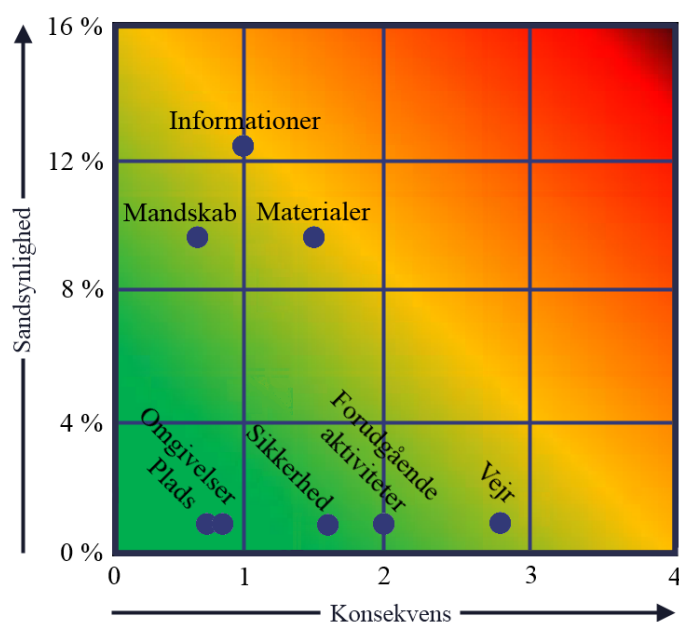
Tabel 10.4. Tabellen viser de registrerede tidsmæssige, økonomiske og kvalitetsmæssige konsekvenser angivet både som minimum, maksimum og gennemsnit delt ud på de 7 strømme.

Resultater for konsekvenserne				
Strøm	Konsekvens			
	Tid	Økonomi	Kvalitet	Samlet konsekvens [-]
Informationer	1,9	0,7	0,0	1,0
Materialer	2,7	1,1	0,0	1,5
Mandskab	1,7	0,1	0,0	0,7
Materiel	-	-	-	-
Plads	1,0	1,0	0,0	0,8
Forudgående aktiviteter	4,0	1,0	0,0	2,0
Vejr	4,0	3,0	0,0	2,8
Sikkerhed	3,0	1,0	0,0	1,6
Omgivelser	1,0	1,0	0,0	0,8

Tabel 10.5. Tabellen viser de beregnede gennemsnitlige tidsmæssige, økonomiske og kvalitetsmæssige konsekvenser for case 1 delt ud på de 7 strømme. Sidst er den samlede beregnede konsekvens beregnet for hver af de 7 strømme.

Det ses, at enkelte strømme har en høj konsekvens. F.eks. har forudgående aktiviteter en høj konsekvens. Grunden hertil er dog, at der ikke er observeret særlig mange tilfælde under disse strømme, og at de observerede arbejdsopgaver har haft en høj konsekvens. Hvis der havde været flere punkter kunne det sagtens tænkes, at konsekvensen dermed ville ligge lavere. F.eks. er der kun et enkelt observeret punkt under forudgående aktiviteter, hvorfor konsekvenserne for denne ene arbejdsopgave vil blive repræsenteret som konsekvensen for den samlede strøm.

Ud fra disse beregninger er der udarbejdet en risikomatrix, hvor konsekvenserne og hyppighederne sammenholdes for hver af de 7 strømme. Hermed er det let og overskueligt at se hvilke af de 7 strømme, der har den største negative effekt, og som der derfor specielt skal være fokus på. Risikomatrixen kan ses i figur 10.2.



Figur 10.2. Risikomatrix for case 1.

Det ses, at specielt informationer og materialer ligger nært det røde felt. Strømmen informationer er samlet den mest kritiske, mens materialer kommer lige efter. Grunden til, at informationer er den mest kritiske skal findes i, at det er den strøm, der opstår flest gange. Strømmen materialer er den næst kritiske grundet kombinationen af høj hyppighed og relativ høj konsekvens.

Det ses desuden, at strømmen 'vejr' ligger relativt højt. Effekten for denne strøm er dog baseret udelukkende på en enkelt arbejdsopgave, hvor konsekvensen var rigtig høj, hvorfor resultatet af effekten for denne strøm er diskutabel.

10.1.1 Kritisk analyse

Som beskrevet i forrige afsnit, afhænger validiteten af resultaterne af, at alle de informationer projektgruppen har indhentet, har været korrekte. Det kan dog diskuteres, hvorvidt denne antagelse til alle tider er korrekt. I dette afsnit er der foretaget en kritisk analyse af resultaterne for case 1, hvor gyldigheden af disse resultater diskuteres.

Beregning af PPU

Den fundne PPU er som beskrevet beregnet på baggrund af deltagelse i de ugentlige LPS-møder. Det kan dog diskuteres, hvorvidt noteringerne af de ikke-udførte opgaver altid har været korrekte. F.eks. er det blevet erfaret, at der ofte har været fokus på, om en pågældende arbejdsopgave har været udført eller ej, og ikke om den har været udført som planlagt. Dette kan dermed ofte give udslag i en fejlkilde ved f.eks. arbejdsopgaver, der udføres før tid, men bliver registreret som en arbejdsopgave udført til tiden. Dette vil dermed give en forhøjet PPU. Denne fejlkilde er svær at undgå, med mindre hver enkelt arbejdsopgave efterfølgende gennemgås med de pågældende underentreprenører. Denne proces vil imidlertid være ret omfattende, og er derfor blevet fravalgt af projektgruppen, da fokus var lagt andetsteds.

Desuden havde møderne en varighed på godt halvanden time. Det blev fra projektgruppens side noteret, at flere af de deltagende specielt efter en time havde et dalende engagementsniveau. Dette gav sig til udtryk ved, at det generelle fokus skiftede fra at være proaktivt og engageret til, at de deltagende bare at ville være færdige. Hermed blev der nogle gange mere eller mindre talt efter munden på proceslederen, og arbejdsopgaver blev således til tider noteret som udførte, selvom dette ikke nødvendigvis var tilfældet. Ligeledes blev den fremadrettede planlægning hastet igennem, hvorfor denne ikke altid var retvisende, og dermed ville give udslag på den kommende uges PPU.

Den af projektgruppen beregnede PPU bygger kun på seks ugers registrering ved LPS-møderne, hvorfor PPU'en derfor ikke nødvendigvis er sigende for den generelle planlægning for casen grundet det korte tidsinterval. F.eks. kan projektet i den målte periode være udsat for nogle særlige udslagsgivende forhold der gør, at PPU'en kan være anderledes, end den normalt ville være. Det kan desuden være en periode, hvor der er opstået ganske få uforudsete problematikker eller omvendt. For at få en mere retvisende PPU er det derfor nødvendigt at måle over en længere periode. Det har dog ikke været muligt at beregne en korrekt PPU for hele projektets varighed, da de tilgængelige informationer ikke har været tilstrækkelige.

PPU'en er dog blevet beregnet af proceslederen på casen fra uge til uge. Det er dog valgt ikke at benytte denne PPU, da projektgruppen af forskellige årsager har vurderet den misvisende. Generelt har projektgruppens beregnede PPU ligget lavere. I tabel 10.6 ses en sammenligning af de beregnede PPU-værdier for tre opgange fra ugerne 16-21.

Sammenligning af de beregnede PPU-værdier			
	Opgang		
	18	174	176
Proceslederens beregnede PPU	81,8 %	76,8 %	70,6 %
Projektgruppens beregnede PPU	62,0 %	71,4 %	55,3 %
Forskel	24,2 %	7,0 %	13,8 %

Tabel 10.6. Tabellen viser en sammenligning af de beregnede PPU-værdier for uge 16-21 fra hhv. proceslederen på case 1 og projektgruppen.

Sidst er case 1 et projekt, hvor der er rigtig mange gentagelser af arbejdet. De forskellige blokke er identiske, og arbejdet er derfor det samme. Denne gentagelse af arbejdet burde have et positivt udslag på PPU'en, da det arbejde, der skal udføres, er kendt og gennemprøvet fra tidligere. Da projektgruppens måling påbegyndte, havde Enemærke & Petersen således allerede afleveret flere af de renoverede blokke, og burde således have fået belyst flere af de problemstillinger, der var ved dette arbejde.

Den beregnede PPU bruges i rapporten til at give en indikator for, hvor god planlægningen ved casen er. Selvom beregningen af PPU'en ikke er præcis, giver den dog et godt indblik heri.

Konsekvensvurdering

Konsekvensvurderingen bygger i høj grad på de interviewedes egne udtalelser. Den tidsmæssige konsekvens er forholdsvis simpel at måle, mens den økonomiske konsekvens er rigtig svær at overskue for en konkret arbejdsopgave. Her bygger den økonomiske konsekvensvurdering på udtalelser fra de interviewede, og der er således ofte tale om et kvalitativt gæt, som dog ikke nødvendigvis er korrekt. Det er dog vurderet, at denne måde at gøre det på er den bedste måde, da det er de personer, der har stort kendskab til de konkrete arbejdsopgaver, der har mest indsigt i konsekvenserne, og dermed kan give det bedste estimat.

Samme problemstilling gør sig gældende for de kvalitetsmæssige konsekvenser. Her bygger vurderingen på udtalelser fra de personer, der har kendskab til arbejdsopgaverne. Det har dog endvidere vist sig, at ingen vil erkende, at der vil være kvalitetsmæssige konsekvenser ved, at arbejdsopgaverne ikke udføres som planlagt. Det må dog formodes, at dette ikke altid vil være tilfældet. Når tiden er presset, og der ikke tilføjes ekstra ressourcer i form af f.eks. ekstra mandskab, kunne dette formodes at få betydning for kvaliteten. En metode til at vurdere, om der er gået på kompromis med kvalitet, er ved f.eks. at måle antallet af fejl og mangler i et område, som tidsmæssigt har været presset. Dette område kan sammenlignes med et tilsvarende område, hvor tiden ikke har været presset. Hvis antallet af fejl og mangler i området, som har været tidsmæssigt presset er væsentligt højere, kunne dette være en indikation af, at kvaliteten har været nedprioriteret. Denne metode er dog omfattende, og strækker sig over en længere tidsperiode, hvorfor det ikke har været muligt for projektgruppen at gøre dette.

Da projektgruppen altså ikke har haft mulighed for tjekke, om kvaliteten har været forringet ved arbejdsopgaver, der ikke er udført som planlagt, er de interviewedes ord taget for gode vare.

10.2 Case 2

I dette afsnit er resultaterne for case 2 gennemgået.

Som beskrevet i kapitel 9 på side 55 i afsnittet omhandlende sammenligningen af case 2's måde at anvende LPS på ift. teorien, bliver der ikke foretaget PPU beregninger eller registreringer, der kan anvendes til beregning af PPU'en. Det har derfor ikke været muligt at beregne PPU'en for denne case.

De registrerede ikke-udførte arbejdsopgaver er blevet delt ud på de 7 strømme. Dette er gjort for at give et billede af hyppigheden for, hvorfor arbejdsopgaverne ikke bliver udført som planlagt. Denne opdeling kan ses i tabel 10.7 på næste side.

Antal arbejdsopgaver ind- delt ift. de 7 strømme	
Strøm	Antal
Informationer	16
Materialer	0
Mandskab	0
Materiel	0
Plads	1
Forudgående aktiviteter	2
Vejr	0
Sikkerhed	0
Omgivelser	0
Andet	0

Tabel 10.7. Tabellen viser de registrerede arbejdsopgaver, der ikke er udført som planlagt, delt ind under de 7 strømme.

Det ses, at der er en klar overvægt af arbejdsopgaver, der falder under strømmen 'informationer'. Dette vidner om et projekt, hvor der er klar mangel på projektafklaringer samt på kommunikation imellem de involverede parter. Af samme grund til, at PPU'en ikke har kunnet måles, har det ikke været muligt at beregne andelen af det samlede antal arbejdsopgaver, der ikke bliver udført til tiden, og som falder under strømmen informationer.

De tidsmæssige, økonomiske og kvalitetsmæssige konsekvenser er fundet for hver enkelt arbejdsopgave. Ud fra dette er der beregnet et gennemsnit for konsekvenserne inden for de enkelte strømme. De gennemsnitlige tidsmæssige, økonomiske og kvalitetsmæssige registrerede konsekvenser er vist i tabel 10.8. I tabel 10.9 på næste side ses de maksimale, mindste samt gennemsnitlige værdier for hver strøm.

Konsekvensberegningen samt inddelingen under de 7 strømme for de forskellige arbejdsopgaver kan ses i appendiks J på appendiks-CD'en. Alle data fra de forskellige undersøgte ikke-udførte arbejdsopgaver kan ses i appendiks E på appendiks-CD'en eller i kapitel 19 på side 143. Resultaterne for dette kan ses i tabel 10.10 på næste side.

Resultater for konsekvenserne					
Strøm	Konsekvens				
	Tid [dage]		Økonomi [kr.]		Kvalitet [-]
	Gns.	Total	Gns.	Total	Gns.
Informationer	58,8	925	83.281	1.332.500	0,9
Materialer	-	-	-	-	-
Mandskab	-	-	-	-	-
Materiel	-	-	-	-	-
Plads	15,0	15	12.500	15.000	0,0
Forudgående aktiviteter	35,0	70	57.500	115.000	0,5
Vejr	-	-	-	-	-
Sikkerhed	-	-	-	-	-
Omgivelser	-	-	-	-	-

Tabel 10.8. Tabellen viser de registrerede tidsmæssige, økonomiske og kvalitetsmæssige konsekvenser angivet både som total og som gennemsnit delt ud på de 7 strømme. Ved de kvalitetsmæssige konsekvenser er kvaliteten angivet med et gennemsnit samt med den laveste og højeste indflydelse en ikke-udført arbejdsopgave har haft på kvaliteten.

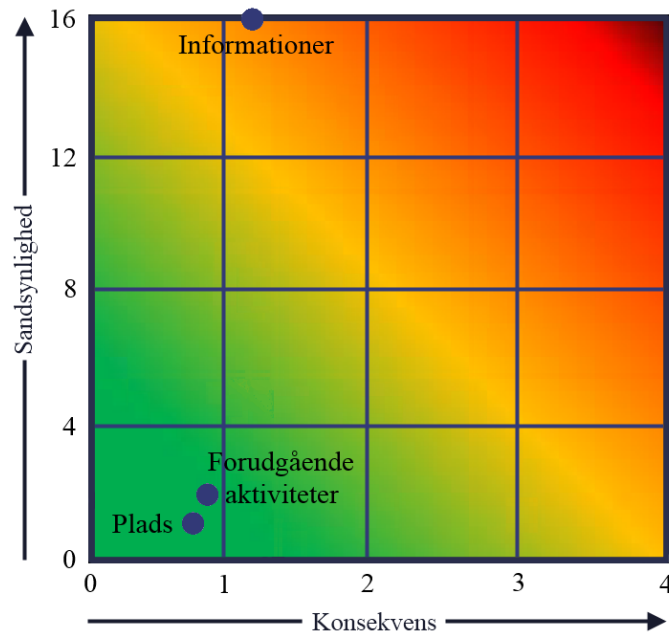
Resultater for konsekvenserne									
Strøm	Konsekvens								
	Tid [dage]			Økonomi [kr.]			Kvalitet [-]		
	Min	Maks	Gns.	min	Maks	Gns.	min	Maks	Gns.
Informationer	5	80	58,8	0	400.000	83.281	0	3	0,9
Materialer	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mandskab	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Materiel	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plads	15	15	15,0	15.000	15.000	15.000	0	0	0,0
Forudgående aktiviteter	0	70	35,0	15.000	100.000	57.500	0	1	0,5
Vejr	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sikkerhed	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Omgivelser	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 10.9. Tabellen viser de registrerede tidsmæssige, økonomiske og kvalitetsmæssige konsekvenser angivet både som minimum, maksimum og gennemsnit delt ud på de 7 strømme.

Resultater for konsekvenserne				
Strøm	Konsekvens			
	Tid	Økonomi	Kvalitet	Samlet konsekvens [-]
Informationer	1,6	0,9	0,9	1,2
Materialer	0,0	0,0	0,0	0,0
Mandskab	0,0	0,0	0,0	0,0
Materiel	0,0	0,0	0,0	0,0
Plads	1,0	1,0	0,0	0,8
Forudgående aktiviteter	1,0	1,0	0,5	0,9
Vejr	0,0	0,0	0,0	0,0
Sikkerhed	0,0	0,0	0,0	0,0
Omgivelser	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabel 10.10. Tabellen viser de beregnede gennemsnitlige tidsmæssige, økonomiske og kvalitetsmæssige konsekvenser for case 1 delt ud på de 7 strømme. Sidst er den samlede beregnede konsekvens beregnet for hver af de 7 strømme.

Ud fra disse beregninger er der udarbejdet en risikomatrix, hvor konsekvenserne og hyppighederne sammenholdes for hver af de 7 strømme. Hermed er det let og overskueligt at se hvilke af de 7 strømme, der har den største negative effekt, og som der derfor specielt skal være fokus på. Risikomatrixen kan ses i figur 10.3 på modstående side.



Figur 10.3. Risikomatrix for case 2.

Det ses ud fra figuren, at strømmen informationer er den klart mest kritiske strøm. Grunden hertil skal findes i hyppigheden hvormed strømmen opstår, som er langt højere på denne case end for de øvrige otte strømme. Den samlede effekt bliver derfor langt større.

10.2.1 Kritisk analyse

Som beskrevet i forrige afsnit, afhænger validiteten af resultaterne af, at alle de informationer projektgruppen har indhentet, har været korrekte. I dette afsnit er der foretaget en kritisk analyse, hvor gyldigheden af de fundne resultater for case 2 er diskuteret.

Konsekvensvurdering

På samme måde som ved case 1, bygger de tidsmæssige, økonomiske og kvalitetsmæssige konsekvenser på vurderinger ud fra de interviewedes egne udtalelser. Ved vurdering af de økonomiske og kvalitetsmæssige konsekvenser vil der ofte være tale om et godt kvalitativt bud, som dog ikke nødvendigvis svarer nøjagtigt til de egentlige konsekvenser. Af samme grund som ved case 2, er det dog ikke muligt at foretage denne vurdering anderledes.

På case 2 benyttes der ikke egentlig planlægning på samme måde, som teorien foreskriver. Den egentlige planlægning er baseret på hovedtidsplanen, hvorfor planlægningen af arbejdsopgaver og disses varigheder følger hovedtidsplanen. Dette har betydet, at de tidsmæssige konsekvenser, der bliver målt på arbejdsopgaver, der ikke er udført som planlagt, bliver målt på tidsforsinkelse ift. hovedtidsplanen. Da projektet hurtigt kom bagud tidsmæssigt, er mange arbejdsopgaver påvirket af denne forsinkelse, og mange af de registrerede opgaver er derfor målt med en tidsmæssig konsekvens, svarende til den forsinkelse der er på projektet. Da registrering af arbejdsopgaverne påbegyndte, var projektet bagud med ca. 3-4 måneder. De registrerede arbejdsopgaver er derfor blevet noteret med en rigtig stor tidsmæssig konsekvens. Dette er dog ikke den realistiske tidsmæssige forsinkelse, men er snarere et udtryk for, at arbejdsopgaver bliver planlagt, selvom det vides, at det er urealistisk, at de bliver udført.

Mange projektændringer

Der blev lavet en årsagsanalyse på baggrund af interviews med underentreprenørerne på case 2. Her blev det erfaret, at langt størstedelen af de opgaver, der ikke bliver løst som planlagt, skyldes manglende projektafklaringer. Det var imod projektgruppens forventning, at der ville forekomme en så stor mængde af grundårsager, der knyttede sig til manglende projektering. Der blev derfor spurgt ind til, hvordan dette kunne være tilfældet. Det blev fundet ud af, at bygherren ofte ændrer mening ift., hvordan bygningen skal se ud. Et eksempel herpå er kælderens, hvor der var aftalt, at loftet skulle males. Efter loftet var blevet malet, havde bygherren imidlertid skiftet mening, og ville hellere have et nedsænket loft. Det blev derfor erfaret ud fra samtaler med hhv. byggeledelsen og underentreprenørerne, at rigtig mange arbejdsopgaver ofte blev nødt til enten at afvente eller laves om, da bygherren har skiftet mening ift. allerede indgåede aftaler. Dette faktum har været med til at gøre, at der opleves en stor skævvridning af grundårsagerne ift. de 7 strømme, end hvad der ellers ville kunne forventes. De opnåede resultater må derfor forventes i nogen grad at være unikke for dette projekt, hvorfor de er svære at sammenligne med resultater fra andre projekter.

10.3 Sammenfatning

I dette kapitel er resultater på tværs af casene præsenteret.

Generelt set er det svært at sammenligne de to projekter, da de er så markant forskellige, og specielt case 2 har nogle grundlæggende problemer, som er meget unikke for denne ene case. Dog tegner der sig et billede på tværs af de to cases, at specielt manglende informationer er et gennemgående problem. Ligeledes er mangel på materialer også et større problem. Dette bakkes ligeledes op af (Ballard og Howell, 1994), som konkluderer at omkring 80 % af de planlagte opgaver, der ikke blev udført til tiden, på fem forskellige projekter, skyldtes manglende informationer eller manglende materialer. Ligeledes viser (Lindhard og Wandahl, in press) også, at manglende informationer og materialer er blandt de strømme, som oftest er skyld i, at en arbejdsopgave ikke bliver udført til tiden. Det er også projektgruppens egen opfattelse fra de mange virksomhedsbesøg, at specielt manglende informationer og dårlig kommunikation er en hyppig årsag til, at arbejdsopgaver ikke bliver udført til tiden.

Ses der på de fundne konsekvenser, viser risikomatrixene på figur 10.2 på side 68 og 10.3 på forrige side, at informationer er blandt de forudsætninger fra de 7 strømme som har de største effekter ved ikke at være opfyldt. Gennemsnitsprisen for en arbejdsopgave som ikke bliver udført til tiden pga. manglende informationer ligger for case 1 på ca. 10.000 kr. og på ca. 80.000 kr. for case 2 samtidig med, at hyppigheden for begge cases er høj. Disse beløb dækker dog kun over de direkte omkostninger, men dertil kommer også en lang række indirekte konsekvenser, som kan få en økonomisk betydning (Love, 2002). Disse indirekte konsekvenser kan ses i figur 10.4 på næste side.



Figur 10.4. Skitsering af de indirekte konsekvenser forbundet med genarbejde. (Love, 2002)

Disse indirekte konsekvenser er svært at koble direkte økonomiske konsekvenser på, men der ingen tvivl om, at der potentielt ligger en ikke-ubetydelig økonomisk post, helt op imod 3-6 gange de direkte målbare omkostninger (Love, 2002). Det er derfor relevant at se på metoder til at forbedre planlægningsprocessen og forebygge gentagende fejltagelser og problemstillinger.

LPS kan bruges som en metode til at forbedre planlægningsprocessen. Hvis det ønskes at benytte LPS og drage den fulde udnyttelse af systemet, er det dog vigtigt, at alle aspekter af LPS benyttes, og ikke kun brudstykker. På begge cases benyttes der, som redegjort for i kapitel 9 på side 55 omhandlende casebeskrivelserne, kun delelementer af LPS. Ved at implementere LPS fuldt ud vurderes der at være en gevinst at hente for begge cases.

Der er i det efterfølgende kommet forslag til forbedringer på baggrund af de i dette afsnit beskrevne problemstillinger.

Del III

Forbedringsforslag

I denne del er der gennemgået de forskellige forslag til forbedringer udvalgt på baggrund af de fundne resultater.

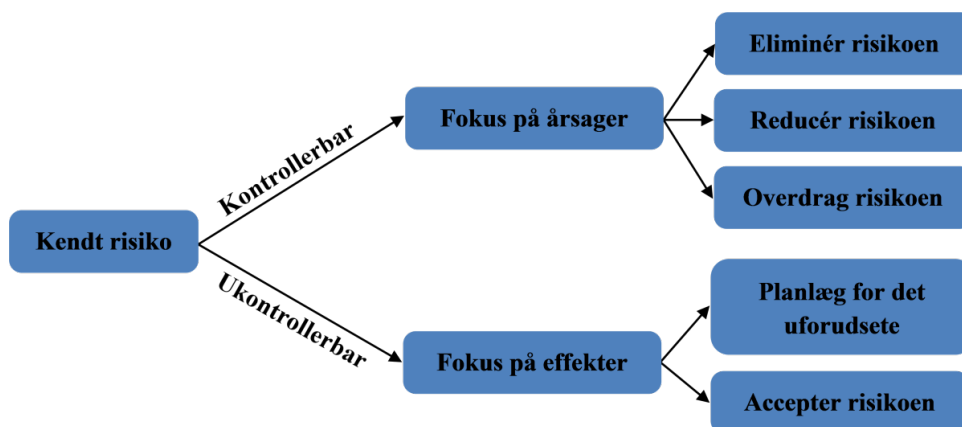
Forslag til forbedringer

11

I dette kapitel er der foreslået en række konkrete forbedringsforslag der kan afhjælpe problemstillingerne gennemgået i resultatsammenfatningen i afsnit 10.3 på side 74.

Som det ses i sammenfatningen, opstår de største problemstillinger generelt inden for strømmene 'information' og 'materiale'. Desuden bliver LPS ikke anvendt fuldt ud, hvilket som beskrevet betyder, at fordelene ved LPS ikke opnås fuldt ud. Løsningerne i dette afsnit vil dermed tage udgangspunkt i disse to strømme samt i en beskrivelse af, hvordan LPS bedre kan anvendes på de to separate cases.

Der tages forbehold for de kontrollerbare og ukontrollerbare risici. Med dette menes der, at der på casene er observeret forhold, der har haft en betydning for udførelsen af de planlagte arbejdsopgaver, som både har været mulige og umulige at undgå. Speciel case 2 har været præget af svære ukontrollerbare forhold, som når bygherren eksempelvis midt i projektet skifter holdning til noget planlagt, og vil have en ny løsning til noget allerede udført. Den måde de kontrollerbare og ukontrollerbare forhold behandles på er vidt forskellige. Ved de kontrollerbare risici handler det om at behandle årsagerne for dermed at minimere eller eliminere risikoen for, at forholdene opstår. I modsætning omhandler de ukontrollerbare risici om at acceptere, at risiciene vil opstå, og har derfor fokus på at minimere effekterne. Dette er illustreret på figur 11.1. (Kendrick, 2009)



Figur 11.1. Forskellen på, hvordan kontrollerbare og ukontrollerbare forhold skal behandles. (Kendrick, 2009)

Desuden skal det så vidt muligt forsøges at gøre de ukontrollerbare forhold kontrollerbare. Dette er nemmest at gøre under de indledende faser i projektet, da det er rigtig svært under udførelsen af tage forbehold for mangler eller fejl, der er planlagt i planlægningsfasen. I tilfælde af, at dette ikke er muligt eller ikke er blevet gjort, er det essentielt, at konsekvenserne i stedet minimeres. Som det ses på figuren er der forskellige måder hvormed de hhv. kontrollerbare og ukontrollerbare risici kan behandles. Hvordan projektgruppen

foreslår løsninger til de konkrete belyste problemstillinger er yderligere belyst under de to respektive cases. Under kontrollerbare risici er det dog svært at overføre risikoen til en tredjepart, da dette i praksis kun vil flytte problemet videre, men ikke løse det. Fokus er derfor at finde forbedringsforslag, der ligger inden for de to andre punkter.

11.1 Case 1

I dette afsnit er forbedringsforslagene til case 1 gennemgået.

11.1.1 Mangelfuld kommunikation

Som det er redegjort for i afsnit 10.3 på side 74, har manglende informationer og mangelfuld kommunikation i flere tilfælde været skyld i, at en given arbejdsopgave ikke kunne blive udført til tiden. I flere tilfælde kunne et simpelt telefonopkald eller en dialog mellem parterne have imødekommet dette problem, og dermed minimeres risikoen for, at arbejdsopgaven blev forhindret i at kunne løses. Et eksempel herpå kan findes i opgave C1_009, som kan ses i appendiks D på appendiks-CD'en eller i kapitel 18 på side 113, hvor en byggeleder egenrådig besluttede, at en arbejdsopgave skulle udskydes til et senere tidspunkt. Den efterfølgende arbejdsopgave kunne dermed ikke færdiggøres til tiden. Dette gav en økonomisk omkostning ift. allokering og spildtid af ressourcer samt en mindre tidsmæssig konsekvens. Dette kunne være undgået ved at byggelederen havde deltaget i den fremtidige planlægning på LPS-mødet eller ved, at byggelederen havde videregivet denne information.

Løsningen hertil er i sagens natur forholdsvis simpel. Det gælder om at definere, hvem der har ansvaret for, at der kommunikeres rundt til de involverede ved en given arbejdsopgave, hvilke parter, der er involverede, og hvordan deres indbyrdes afhængigheder gør sig gældende. Dette kan gøres i form af skemaer, der viser de indbyrdes afhængigheder mellem arbejdsopgaver, informationer der er behov for, at arbejdsopgaverne kan løses og hvilken byggeleder der har ansvaret for den overordnede kommunikation. Hermed bliver de indbyrdes afhængigheder mellem underentreprenørerne klargjort, således at disse ved, hvem de skal informere, hvis der sker en ændring eller lignende, og hvilken byggeleder de skal have fat i, hvis dette bliver nødvendigt grundet eventuelle problemstillinger. Desuden klarlægger det for byggelederen, hvad der for den pågældende arbejdsopgave er behov for at få kommunikeret ud, og hvem der skal kommunikeres ud til. (Lindhard, 2013)

11.1.2 Tidskrævende LPS-møder

Det er tidligere redegjort for, at længden af LPS-møderne i sig selv kan give fejl i planlægningen, da de involverede parter efter ca. en time mister fokus. Dette betyder, at den sidste del af planlægningen har en generel lavere kvalitet. Det anbefales derfor klart, at LPS-møderne afholdes på under en time. Det er observeret på møderne, at der specielt er meget tidsspilde inden for følgende punkter for LPS-møderne:

- Registrering og opsummering af PPU-målinger for den sidste uges arbejde
- Flere af de deltagende er ufokuserede og skeptiske omkring LPS-møderne
- Udarbejdelse af arbejdsplanen, herunder koordinering og planlægning, er utrolig tung og omfattende

Registreringen og opsummeringen af PPU-målingerne for den forgangne uges arbejde er dels en tidssluger, og bliver dels ikke gjort korrekt ift. teorien. Specielt i starten af møderne bliver der brugt lang tid på at snakke frem og tilbage ved de arbejdsopgaver, der ikke er udført til tiden. Grunden hertil vurderes at kunne henføres til underentreprenørerne, der i nogen grad går i defensiven, når de forklarer, om arbejdsopgaverne er udført til tiden eller ej og hvorfor. Når PPU'en skal måles, er en simpel registrering med et ja/nej tilstrækkeligt, hvormed tidsforbruget reduceres. Årsagen kan derefter findes individuelt efter mødet - dette bliver behandlet senere i kapitlet. Det er derfor vigtigt, at underentreprenørerne har forståelse for, at PPU-målingen udelukkende anvendes som et redskab til at måle kvaliteten af planlægningsprocessen, og ikke til at måle kvaliteten af underentreprenørernes arbejde. For at skabe en visuel forståelse for dette i praksis, kan det være nødvendig med en stadeopgørelse parallelt med PPU-målingerne. Hvis en arbejdsopgave dermed er færdig, men ikke blev færdig til tiden, kan den dermed registreres som færdig på stadeopgørelsen, mens den under PPU-målingen noteres som forkert planlagt. Således bliver forskellen mellem arbejdets stade og planlægningsprocessen adskilt, og på denne måde tydeliggøres det, at det er planlægningen, og ikke underentreprenørens arbejde, der har været mangelfuld.

Under deltagelsen i LPS-møderne har projektgruppen observeret, at flere af de deltagende enten er ufokuserede eller deciderede skeptiske omkring LPS-møderne. Denne holdning sætter et præg på fokuset og dermed intensiteten og er med til, at møderne tager længere tid end nødvendigt. Denne skepsis over for LPS-møderne kan til dels skyldes en uforståenhed over for hvorfor, disse LPS-møder er nødvendige, og hvad underentreprenørerne reelt set får ud af det. Manglen på fokus vurderes at skyldes den generelle løse struktur i afholdelsen af mødet, og vurderes derfor at kunne imødekommes ved at mødelederen sørger for, at mødet styres med hårdere hånd for dermed at få det mere målrettet. Ligeledes skal al unødvendigt snak, der ikke bidrager til processen, skæres væk. Dette kan i sig selv også være med til at afhjælpe den skepsis, der er ift. LPS-møderne.

Udarbejdelsen af arbejdsplanen for den kommende uges arbejde virker utrolig tung. Specielt koordineringen og planlægningen tager lang tid. Der går til tider lang tid med at koordinere og planlægge arbejdet for enkelte underentreprenører, som ikke er til gavn for andre. Det virker til, at underentreprenørerne til tider selv ikke er klar over hvad de skal lave, og dette manglende engagement i at sætte sig ind i eget arbejde er reflekteret i lange tidskrævende dialoger underentreprenører og byggeledelsen imellem. Det virker desuden ikke til, at de forskellige underentreprenørerne har fuldstændig styr på de indbyrdes afhængigheder, og hvad dette har af betydning for de enkelte. Ift. den generelle teori om LPS burde dette være afklaret i periodeplanen. Da periodeplanen ikke bliver benyttet, er det naturligt, at de problemstillinger der burde være afklaret i periodeplanen, bliver taget på LPS-mødet. Det samme gør sig gældende for klargøringen af arbejdsopgaverne, som derfor ikke sker fremadrettet, men som der først bliver taget stilling til enten ved møderne, eller når arbejdsopgaverne er planlagt til at skulle påbegynde.

Dette tidsspilde kan minimeres ved at udarbejde og anvende en periodeplan, hvor arbejdsopgaverne løbende klargøres. Det vurderes dog svært umiddelbart at implementere dette i praksis på case 1, da byggeprocessen allerede er langt fremme, hvorfor det er anbefalet som en kortsigtet løsning i første omgang, at underentreprenørerne i større grad skal tage ansvar for egne opgaver. Hermed menes der, underentreprenørerne op til et LPS-møde i større grad skal forberede sig, således at de er klar over, hvilke opgaver de ifl. den overordnede tidsplan samt de aktuelle forhold skal lave, og om forudsætningerne for, at disse opgaver kan laves, er til stede. Er disse forudsætninger ikke til stede, kan de manglende forudsætninger belyses igennem en begrænsningsliste som vist i tabel 11.1 på næste side.

ID	Arbejdsopgave	Start	Information	Materiale	Mandskab	Materiel	Plads	Fornudgående	Ydre		
									Vejr	Sikkerhed	Omgivelser
1	A	02/01/14	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	B	02/01/14	✓	✓	Ikke på pladsen	✓	✓	Ikke afsluttet	✓	✓	✓
3	C	02/01/14	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	D	09/01/14	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	E	12/01/14	✓	✓	✓	Mangler	✓	✓	✓	✓	✓

Tabel 11.1. Eksempel på en begrænsningsliste. (Anlægsteknikforeningen i Danmark, 2011)

Dette ark kan findes i appendiks C på appendiks-CD'en eller i kapitel 17 på side 111.

På denne måde kan hver enkelt arbejdsopgave hurtigt gennemgås. Dette er desuden med til at eliminere eller minimere risikoen for, at en given arbejdsopgave ikke kan udføres til den planlagte tid. En mere holdbar og langsigtet løsning vil dog være at implementere en fuldstændig brug af LPS i større grad på projektet. En konkret implementeringsplan for LPS kan ses sidst i kapitlet i afsnit 11.3 på side 85.

11.1.3 Manglende materialer

På case 1 er det flere gange observeret, at en arbejdsopgave ikke kan påbegyndes grundet manglende materialer. Dette stemmer desuden fint i tråd med resultaterne for case 1. Grunden hertil skal formentlig findes i den manglende forståelse for, hvornår arbejdsopgaverne skal udføres og dermed hvornår materialerne senest skal bestilles hjem, for at være tilgængelige på pladsen ved arbejdets påbegyndelse. Dette kan imødekommes på samme måde som før, ved udarbejdelse af en periodeplan. Da dette som nævnt ikke er realistisk på kort sigt, er løsningen den samme som før, at underentreprenørerne skal have fokus på egne opgaver, og om disse kan løses (herunder om de har materialerne). Ved at have øget fokus på egne opgaver og hvilke forhindringer der er til, at kommende arbejdsopgaver kan løses, kan eventuelle problemstillinger løses på forkant før arbejdsopgaven skal udføres.

11.1.4 Ingen kontinuerlige forbedringer

På case 1 benyttes der en PPU, men der bliver ikke foretaget en årsagsanalyse af de problemstillinger der gør, at arbejdsopgaverne ikke bliver udført. Dermed undlades et vigtigt aspekt af LPS, nemlig kontinuerligt at forbedre byggeprocessen. Det foreslås derfor, at der i forlængelse af LPS-møderne følges op på arbejdsopgaver, der ikke udføres til tiden, og få undersøgt, hvilke årsager der ligger til grund for dette. Dette er ikke anbefalet at gøre på mødet grundet dettes allerede lange varighed, men snarere efter mødet, hvor proceslederen selv opsøger underentreprenørerne.

11.1.5 Opsummering

I tabel 11.2 er der vist en handlingsplan for de forbedringsforslag, der er blevet gennemgået.

Emne	Handlingsplan
Mangelfuld kommunikation	Internt møde i byggeledelsen hvor problemet og dets konsekvenser belyses. Hvis nødvendigt et enkelt selvstændigt møde mellem byggeledelse og underentreprenører, hvor kommandovejen og det formelle aftales (for at styrke kommunikationen mellem underentreprenørerne) Et skema eller et diagram over arbejdsopgaver, deres afhængigheder til andre underentreprenører, ansvarlige byggeledere og ansvarlige for viderebringelse af vigtig information
PPU-målinger	Afholde møde, hvor forståelsen for, hvad der skal bruges og hvorfor belyses. Adskilde årsagsanalyse og PPU måling
Manglende fokus og skepsis omkring møderne	Målrette og strukturere mødet og styre det med hårdere hånd Skabe en forståelse for nødvendigheden af møderne
Udarbejdelse af arbejdsplan tager lang tid	Kortsigtet: Underentreprenørerne skal forberede sig til møderne: Hvad skal de lave og kan de lave det? (begrænsningsanalyse) Langsigtet: Indførelse af periodeplan i planlægningen
Manglende materialer	Kortsigtet: Fokus på egne kommende arbejdsopgaver og begrænsningsanalyse af disse Langsigtet: Indførelse af periodeplan i planlægningen
Ingen kontinuerlige forbedringer	Opfølning på årsager efter mødet til, hvorfor arbejdsopgaver ikke er blevet udført til tiden

Tabel 11.2. Oplistet handlingsplan for de forskellige problemstillinger.

11.2 Case 2

Modsat case 1 er case 2 i høj grad påvirket af, at mange risici ikke kan indflydes. Derfor vil der på case 2 blive givet bud på forbedringsforslag til både de ukontrollerbare og kontrollerbare problemstillinger.

11.2.1 Kontrollerbare risici

Som på samme vis som case 1, har manglende kommunikation flere gange sat en begrænsning for, at en arbejdsopgave ikke blev udført til tiden. Et eksempel herpå er et tilfælde, hvor LH Rørbyg skulle montere gulvvarme i bygning 2. Der manglende imidlertid adgang til hele den pågældende etage, og LH Rørbyg kunne derfor ikke påbegynde arbejdsopgaven. Denne problemstilling kunne være undgået, hvis der var foretaget en simpel begrænsningsanalyse samt hvis kommunikationen imellem parterne havde været bedre. Havde LH Rørbyg eller MT Højgaard foretaget en begrænsningsanalyse, ville problemet være blevet belyst inden det opstod, og dermed imødekommet.

Det er erfaret, at der på case 2 ikke benyttes en begrænsningsanalyse af planlagte arbejdsopgaver. Det er anbefalet i fremtiden, at i større grad gøre brug af dette,

da det er en relativ simpel måde at fange sådanne problemstillinger, før de opstår. Begrænsningsanalysen kan med fordel enten foretages af de respektive underentreprenører eller de ansvarlige byggeledere for hver kommende arbejdsopgave, og kan se ud som i tabel 11.1 på side 82. Når de forskellige begrænsninger er identificeret, kan der efterfølgende skrives til handling. Hermed elimineres eller minimeres risikoen for, at opgaven ikke kan udføres til tiden. Begrænsningslisten kan findes i appendiks C på appendiks-CD'en eller i kapitel 17 på side 111. På samme måde som ved case 1, vil en mere holdbar langsigtet løsning dog være en fuldstændig implementering af LPS på projektet, som er beskrevet i afsnit 11.3 på næste side.

De kontrollerbare risici kan i nogen grad minimeres fremadrettet ved at have fokus på, hvilke årsager der ligger til grund for, at en arbejdsopgave ikke kunne påbegyndes som planlagt. Dette kræver dog, at der er fokus på at identificere disse grundårsager. Det er erfaret, at der ikke bliver gjort dette på case 2, og det anbefales derfor at gøre dette i fremtiden, da dette er grundlaget for at implementere kontinuerlige forbedringer og derved effektivisere byggeprocessen.

11.2.2 Ukontrollerbare risici

En stor årsag til, at mange af arbejdsopgaverne på case 2 bliver forsinkede er, at bygherren ofte kommer med projektændringer der gør, at hele processer skal laves om eller planlægges fra ny. Dette har givet store konsekvenser både for tiden, økonomien og kvaliteten, som redegjort for i afsnit 10 på side 65 vedr. resultaterne. Da alle disse projektændringer kommer sent i udførelsesfasen, er der tale om ukontrollerbare risici, hvor fokus dermed skal være på at minimere konsekvensen af disse ændringer. Disse ukontrollerbare risiko kunne dog have været gjort mere kontrollerbare, hvis de var blevet behandlet eller afklaret allerede i projekteringsfasen. Som det er nu bliver projekteringsfasen og udførelsesfasen i nogen grad blandet sammen, hvilket resulterer i mange løbende ændringer undervejs. Havde de derimod været adskilt, kunne sådanne ændringer efter udført arbejde have været undgået, og risiciene havde dermed været mere kontrollerbare. På dette projekt har det været svært fuldstændig at undgå, da projektet er overtaget fra en anden totalentreprenør midt i projektet. Der rådes dog fremover til, at projekteringsfasen og udførelsesfasen holdes adskilt, og at arbejdsopgaver, hvor projekteringen ikke er færdig, ikke påbegyndes.

Ved tilfælde af, at sådanne ændringer opstår, er det derfor nødvendigt at belyse de samlede konsekvenser ændringen vil have, for dermed at kunne redegøre for bygherren, hvad ændringen præcist vil have af betydning for økonomien, tidsplanen og kvaliteten af det udførte. Ved at redegøre for disse konsekvenser af en ændring, gøres bygherren bevidst om konsekvenserne hans beslutning har. Dermed bliver en senere diskussion om ret til tidsfristforlængelse samt meromkostninger i forbindelse med byggeriet imødegået tidligt. Det kan dermed også samtidig være, at bygherren fortryder en sådan ændring, hvis han er bevidst omkring konsekvensen på forhånd.

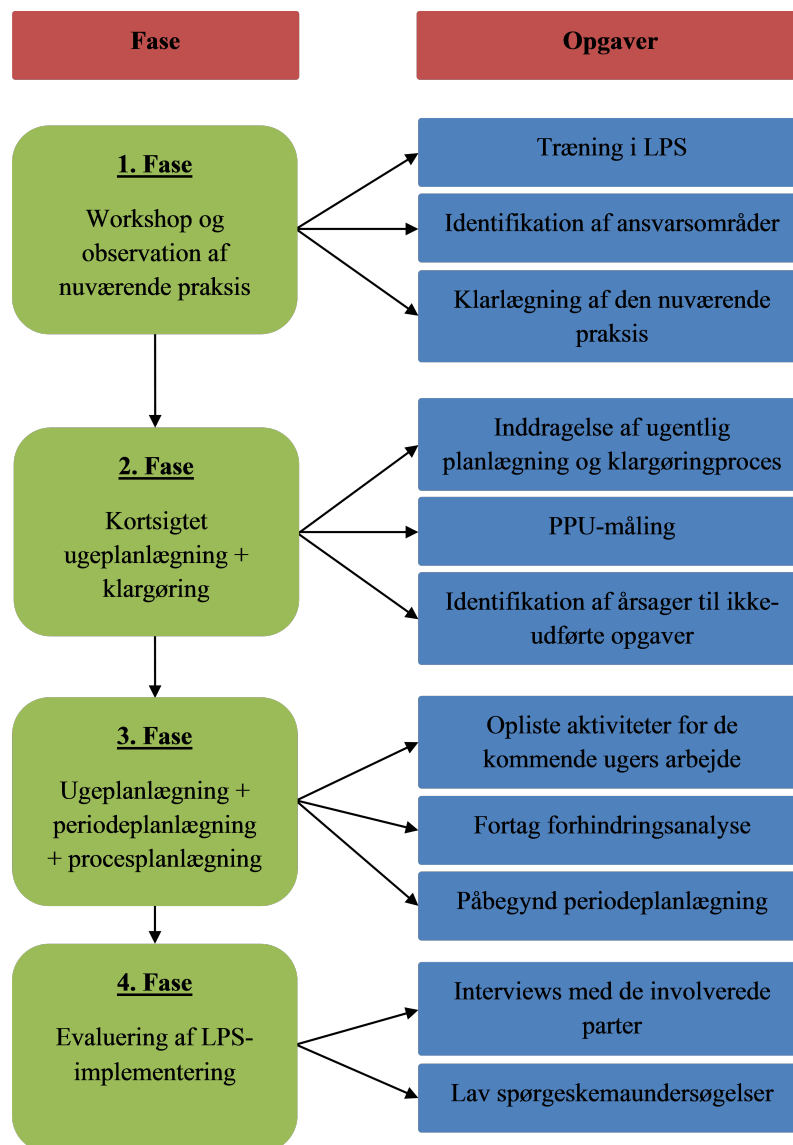
Såfremt bygherren accepterer konsekvenserne, er det nødvendigt med en revideret tidsplan for den pågældende proces, der skal ændres. Her er alle involverede underentreprenører nød til at mødes og udarbejde en procesplan for den pågældende proces. Formålet hermed er at klarlægge den tidsmæssige betydning for ændringen, for dermed at udarbejde en ny aktuel gældende procesplan. Dermed har underentreprenørerne mulighed for at revidere deres bemanding samt leverancebestillinger, således at konsekvensen af ændringen minimeres.

11.3 Implementeringsplan for LPS

Da LPS er vurderet til enten at være forkert eller mangelfuldt implementeret på de to cases, vil der i det følgende blive givet forslag til, hvordan en mere fuldendt implementering kan finde sted. Dette tager udgangspunkt i, hvordan LPS i praksis kan implementeres fra bunden af på et igangværende projekt. Denne implementering tager udgangspunkt i erfaring fra (Koskela et al., 2009), hvor LPS er blevet implementeret på to projekter, som allerede var i gang. Dernæst er der gennemgået en implementeringsplan konkret for de to cases, hvor projektgruppen har givet deres bud på, hvad der kan gøres for at implementere LPS bedre og i større grad. Dette tager dermed udgangspunkt i de aktuelle situationer, og hvordan LPS rent konkret blev anvendt.

11.3.1 Implementeringsplan for igangværende projekter

Implementering er delt op i fire faser, som vist på figur 11.2.



Figur 11.2. Illustration af implementeringen af LPS delt op i fire faser. (Koskela et al., 2009)

De fire faser er forklaret i det følgende.

Fase 1

Fase 1 omhandler en klargøring af LPS. Her skal de forskellige involverede parter oplæres i, hvordan LPS skal anvendes i praksis. Desuden gælder det om at skabe en forståelse for, hvorfor LPS med fordel kan anvendes. De forskellige involverede parter og deres ansvarsområder skal defineres, således at alle involverede ved, hvad deres rolle er i den nye planlægningsproces. Da selve beregningen af PPU'en og den efterfølgende årsagsanalyse er relativ tung, anbefales det, at der senere afsættes en person, der har denne opgave som primær fokusområde, når dette intensiveres i fase 2. Det er dog vigtigt, at PPU-målingen og årsagsanalysen har det primære fokus, da dette danner muligheden for kontinuerligt at forbedre byggeprocessen.

Fokus i denne fase skal være på:

- Oplæring i LPS og teorien herom
- Klarlægge fordelene for underentreprenørerne og dermed grunden til, hvorfor LPS med fordel kan anvendes
- Identifikation af ansvarlige og disses ansvarsområder inden for LPS - både ift. byggeleder samt underentreprenører
- Klargøring af PPU-målinger

Fase 2

Fase 2 påbegynder, når alle involverede parter på byggesagen er blevet informeret og oplært i teorien omkring LPS, og når de forskellige ansvarlige er blevet bekendt og tryk med deres ansvarsområder.

I fase 2 anvendes en større del af teorien bag LPS. Her inddrages den ugentlige planlægning og klargøring af arbejdsopgaverne (begrænsningsanalysen) på et ugentligt møde, og årsagerne til, hvorfor arbejdsopgaverne ikke bliver udført til tiden registreres. Her er det vigtigt, at personen, der har dette som ansvarsområde, har tid nok, til at få det gjort, da det er en essentiel del af den kontinuerlige forbedring.

Begrænsningsanalysen kan med fordel gøres i samarbejde mellem underentreprenørerne og den ansvarlige person for registrering af grundårsager, men kan alternativt gøres af underentreprenørerne alene. Det er dog i sidste tilfælde vigtigt, at underentreprenørerne får udarbejdet begrænsningsanalysen korrekt, og at resultaterne herfra kommunikeres videre.

Fokus i denne fase skal være på:

- Arbejdsopgaverne planlægges på ugentligt basis på et møde, hvor alle repræsentanter mødes
- De planlagte arbejdsopgaver klargøres ved brug af en begrænsningsanalyse
- Der foretages PPU-beregning af alle planlagte arbejdsopgaver
- Årsagsanalyse foretages af alle arbejdsopgaver, der ikke er udført til tiden

Fase 3

Fase 3 begynder, når der er opnået en generel forståelse og fortrolighed ved den ugentlige planlægning samt klargøringen af arbejdsopgaverne, og når dette fungerer i praksis på et fornuftigt niveau.

I fase 3 introduceres procesplanen og periodeplanen. Først mødes alle involverede parter og gennemgår hovedtidsplanen, og på denne måde får udarbejdet en procesplan som

beskrevet i afsnit 5 på side 19 vedr. teorien om LPS. Hernæst bliver periodeplanen indført, og der afholdes et ekstra ugentligt møde, hvor kommende arbejdsopgaver gennemgås og klargøres. Det er vigtigt, at formændene fra de forskellige underentreprenører deltager, da det er disse, der har det indgående kendskab til deres egne arbejdsopgaver. Det er vigtigt for mødets varighed, at de involverede parter har forberedt for egne arbejdsopgaver på forhånd.

Fokus i denne fase skal være på:

- Få afholdt en procesplanlægning, hvor alle de involverede deltager og får planlagt den samlede byggeproces
- Introduktion og indførelse af periodeplan og et dertilhørende ekstra ugentligt møde, hvor arbejdsopgaverne og evt. forhindringer gennemgås
- Klargøring af alle kommende arbejdsopgaver på baggrund af det ugentlige periodeplanmøde

Fase 4

Fase 4 begynder, når alle processerne i fase 3 fungerer, og når de ansvarlige er fortrolige med processerne og deres ansvarsområder.

Fase 4 handler om at forbedre hele LPS-planlægningsprocessen ved at interviewe de deltagende personer og dermed i større grad at tilpasse LPS til projektet. Dette gøres bedst gennem dialog med de ansvarlige personer ved enten uformelle møder eller alternativt ved spørgeskemaer.

Fokus i denne fase skal være på:

- Opnå en bedre samlet proces igennem dialog med de involverede parter

I det følgende er det gennemgået, hvordan projektgruppen mener, at implementeringen konkret kan ske på de to cases.

11.3.2 Implementeringsplan for case 1

I afsnit 9 på side 55 omhandlende sammenligningen af den måde, hvormed case 1 anvender LPS på ift. teorien, kan ses de grundlæggende forskelle. Denne implementeringsplan for case 1 tager udgangspunkt i disse forskelle, og giver en specifik plan for, hvordan alle elementer af LPS kan implementeres. Implementeringsplanen tager afsæt i den før gennemgåede metode.

Fase 1 - Oplæring og klargørelse

Det er projektgruppens erfaring, at der generelt på case 1 blandt underentreprenørerne ikke er den store forståelse for, hvad LPS er, hvorfor det bruges, og hvad der kan opnås ved at bruge det. Projektgruppen mener derfor det er en nødvendighed ift. en dybere implementering af LPS, at underentreprenørerne skal oplyses mere omkring LPS og brugen heraf. Specielt skal der være fokus på, hvad underentreprenørerne selv kan få ud af det. Desuden er det vigtigt, at der udpeges en person fra Enemærke & Petersen, der har LPS som fokusområde, og som har tid til at arbejde med LPS og implementeringen. Som det er nu, er det projektgruppens erfaring, at den ansvarlige for LPS-møderne ganske enkelt bruger for meget tid på andet, da han i vid udstrækning varetager en længere række byggelederroller ud over dette.

Fokus i denne fase skal være på:

- Oplæring i LPS og teorien herom for alle involverede
- Skabe forståelse blandt underentreprenørerne for, hvorfor LPS i bredere udstrækning skal anvendes
- Identifikation af ansvarlige og disses ansvarsområder inden for LPS - både ift. byggeleder samt underentreprenører

Selve oplæringen i LPS og teorien herom tænkes at kunne gøres på 1-2 møder på ca. en times varighed fordelt over en eller to uger. Der skal her være stort fokus på, at der bliver skabt forståelse for brugen af LPS. Selve identifikationen af de ansvarlige og disses ansvarsområder vurderes at være en relativ hurtig proces. Hele fase 1 behøves derfor ikke tage mere end et par uger.

Fase 2 - Forberedelse af klargøring af arbejdsopgaver samt efterbearbejdning

I fase to skal der benyttes ugentlige arbejdsplaner samt en indledende klargøring af disse. Da der allerede benyttes ugentlig planlægning på case 1, skal fokus her være på, at de planlagte arbejdsopgaver løbende skal klargøres. Da underentreprenørerne ikke har fuldstændig kendskab til, hvilke arbejdsopgaver, der fremadrettet skal laves, vil projektgruppen anbefale, at mødet udvides til at planlægge to uger frem. Planlægningen af den første uge skal foregå som nu, og er den egentlige arbejdsplan, hvor den kommende uges arbejdsplan planlægges. Planlægningen af første uges arbejdsplan er samtidig de arbejdsopgaver, som underentreprenørerne binder sig på. Ud over dette skal de kommende arbejdsopgaver for en ekstra uge frem bestemmes. Formålet med dette er ikke, at underentreprenørerne skal binde sig til egentlige aftaler, men nærmere, at der bliver klargjort, hvilke arbejdsopgaver der fremadrettet snarligt skal tages stilling til. Ved at klarlægge, hvilke fremtidige arbejdsopgaver der skal løses, har underentreprenørerne mulighed for at lave en begrænsningsanalyse af disse. På denne måde er det fremadrettet tanken, at der på de ugentlige møder gennemgås den første kommende uges arbejdsopgaver, samt gennemgår evt. forhindringer for disse, som underentreprenørerne selv har forberedt sig på før mødet. Dette er illustreret i tabel 11.3.

	Indhold af møde for uge 1	Indhold af møde for uge 2
Arbejdsplan	Planlægning af den kommende uges arbejde (uge 2)	Planlægning af den kommende uges arbejde (uge 3), som på forrige møde blev gennemgået for eventuelle forhindringer
Begrænsningsanalyse	Gennemgang af den kommende uges arbejdsopgaver (uge 3) mhp. at identificere eventuelle forhindringer af arbejdet	Gennemgang af den kommende uges arbejdsopgaver (uge 4) mhp. at identificere eventuelle forhindringer af arbejde

Tabel 11.3. Tabellen illustrerer, hvordan hvert møde skal indholde en planlægning for den kommende uges arbejde samt en gennemgang af arbejdsopgaverne for en ekstra uge frem. På denne måde er det muligt at klargøre arbejdsopgaver en uge frem.

Ud over dette skal PPU-målingerne nu foretages korrekt, som beskrevet i teorien, af den første uges arbejdsopgaver ved møderne, og der skal foretages en årsagsanalyse af alle arbejdsopgaver, der ikke er udført til tiden.

Fokus i denne fase skal være på:

- Arbejdsopgaverne for de kommende to uger planlægges på et møde, hvor alle repræsentanter mødes - bemærk, at det kun er planlægningen af arbejdsopgaverne for den første uge, der skal planlægges i detaljer, mens planlægningen for den anden uge bruges til kommende uges begrænsningsanalyse
- Der foretages PPU-beregning af alle planlagte arbejdsopgaver
- Årsagsanalyse foretages af alle arbejdsopgaver, der ikke er udført til tiden

I fase 2 er det essentielt, at underentreprenørerne er fortrolige med selve klargøringen af de kommende arbejdsopgaver, og at dette i praksis fungerer og er indarbejdet på et fornuftigt niveau. Denne fase tager dermed lige så lang tid, som det tager, indtil dette er opnået. Projektgruppen vurderer at denne fase vil tage minimum seks uger, før der er opnået en tilstrækkelig fortrolighed.

Fase 3 - Indførelse af periodeplan

I fase 3 er fokus på, at der skal indføres en periodeplan. Hermed skal der samtidig planlægges et ekstra ugentligt møde, der skal ligge på en anden dag end torsdag, hvor det nuværende møde for den ugentlige arbejdsplan afholdes. I forbindelse med, at periodeplanen indføres, skal den ekstra planlagte uge 2 i arbejdsplanen skæres væk, da den således bliver omsonst. I stedet skal begrænsningsanalysen til møderne, hvor arbejdsplanen fastlægges, udføres på grundlag af periodeplanen.

Ift. den før beskrevne overordnede implementeringsplan er procesplanlægningen skåret bort, da denne allerede er anvendt på case 1.

Fokus i denne fase skal være på:

- Introduktion og indførelse af periodeplan og et dertilhørende ekstra ugentligt møde, hvor arbejdsopgaverne og evt. forhindringer gennemgås
- Klargøring af alle kommende arbejdsopgaver på baggrund af det ugentlige periodeplanmøde

Projektgruppen vurderer, at denne fase tager ca. fire uger, da underentreprenørerne allerede har erfaring med klargøring af kommende arbejdsopgaver fra fase 2. Det er her vigtigt at fase 3 fortsætter, indtil punkterne for de forrige faser er helt på plads. Således skal fase 4 ikke påbegyndes, før at alle er helt fortrolige med de forrige faser.

Fase 4 - Forbedringer og tilpasning af LPS til projektet

Fase 4 handler om at forbedre hele LPS-planlægningsprocessen ved at interviewe de deltagende personer og dermed i større grad at tilpasse LPS til projektet. Dette gøres bedst igennem dialog med de ansvarlige personer ved enten uformelle møder eller alternativt ved spørgeskemaer. Dette skal gøres af den ansvarlige for implementeringen af LPS fra Enemærke & Petersen.

Fokus i denne fase skal være på:

- Opnå en bedre samlet proces igennem dialog og input fra de involverede parter

11.3.3 Implementeringsplan for case 2

Det er projektgruppens erfaring, at den måde hvormed LPS bruges på case 2, ligger langt fra teorien beskrevet i denne rapport. Det er derfor projektgruppens vurdering, at den

beskrevne implementeringsplan i afsnit 11.3 på side 85 vil være et godt og egnet bud til, hvordan LPS kan implementeres på case 2.

Mod slutningen af denne projektgruppens projektperiode begyndte de på case 2 at anvende årsagsanalyser. Den måde, hvormed dette blev gjort på, fungerede ganske fint, og det anbefales derfor, at dette også bliver gjort fremadrettet i en evt. implementeringsperiode. Det er dog vigtigt, at der bliver fulgt op på årsagsanalyserne, da dette er medvirkende til at forbedre byggeprocessen fremadrettet.

Samtidig bliver der på de ugentlige Trimmøder planlagt tre uger frem, hvoraf den første uge er den gældende arbejdsplan underentreprenørerne binder sig til. Dette er et rigtig godt afsæt til implementeringen af begrænsningsanalysen i fase 2, og det anbefales derfor, at denne måde at gøre det på, fortsætter indtil periodeplanen er implementeret i fase 3.

Del IV

Afrunding

Der er flere aspekter i rapporten, både for case 1 og 2, der kan give anledning til diskussion. I dette kapitel er de væsentligste aspekter fra begge cases diskuteret, mens der til sidst er diskuteret mere generelt.

12.1 Case 1

I gennemgangen af case 1 havde projektgruppen udregnet en PPU over seks uger. Grunden til, at projektgruppen selv havde udregnet en PPU, og ikke benyttede den af Enemærke & Petersen udregnede PPU er, at der blev konstateret, at der var flere fejl i måden hvormed Enemærke & Petersen havde udregnet deres PPU. Den af projektgruppen udregnede PPU er mere korrekt ift. den beskrevne teori omkring LPS, men der er stadig visse ting, der er medvirkende til, at den ikke er helt nøjagtig. Af årsager til, at den af projektgruppen beregnede PPU ikke er helt nøjagtig kan nævnes, at casens underentreprenører havde manglende forståelse for værktøjet PPU, og hvordan dette skulle bruges. Det bestod bl.a. i, at opgaver som var udført hurtigere end planlagt blev registreret som udført til tiden, hvilket strider imod teorien, men også fordi det var projektgruppens indtryk, at der gik sport i et få en kunstig høj PPU. Dette gav udslag i, at der fra underentreprenørernes side blev tilkendegivet, at opgaver var løst som planlagt, selvom der kunne efterlades et indtryk af, at det måske ikke helt var tilfældet. Dette gjorde sig specielt gældende når mødets varighed passerede en time og skødesløsheden satte ind. Ligeledes var proceslederen underlagt et mål om, at PPU'en skulle ligge over 80 %, hvilket er meget højt sat med tanke på, at der ikke bliver benyttet kontinuerlige forbedringer. Samtidig er det ikke ideelt, at proceslederen bliver sat under et sådant pres, da det kan være medvirkende til, at PPU-registreringerne bliver fejlagtigt lavet for at puste PPU'en kunstigt op. Denne problemstilling har været svær at arbejde sig uden om for projektgruppen, da den eneste reelle mulighed for at kontrollere om arbejdsopgaverne rent faktisk også var udført som tilkendegivet på LPS-mødet, ville være ved at sidde på pladsen dagligt og selv kontrollere samtlige arbejdsopgaver.

En anden problematik er, at PPU-registreringen kun strækker sig over seks uger. Dette er for kort tid til at danne sig et komplet indtryk af projektets PPU og dermed planlægningens kvalitet. Der kan nemt have været begivenheder, som har haft indvirkning på PPU i de seks uger - både på godt og skidt. Dertil kan nævnes, at der i de seks uger som projektgruppen fulgte projektet var store problemer med en enkelt opgang. Der var blevet afleveret flere opgange uden de store problemer, og uden at skulle kæmpe (meget) med tiden tæt på afleveringsdatoen, men under de seks uger oplevede projektet for første gang, at der opstod problemer med en opgang, og at der var en reel risiko for, at opgangene ikke ville blive afleveret til tiden. Opgangen blev dog afleveret til tiden, men det er oplagt at stille spørgsmålet; på bekostning af hvad? Det har givetvis kostet en stor allokering af ressourcer, hvilket kunne have efterladt mange andre opgaver underbemandet o.l.,

hvilket kan have sænket den overordnede PPU. Det kan derfor diskuteres hvor retvisende projektgruppens beregnede PPU er for hele projektet, forstået på den måde, at PPU'en ikke nødvendigvis havde ligget i det hele projektet. Derfor kan PPU'en blot bruges som et hint om, hvordan planlægningskvaliteten har været på projektet, men det ville være forkert at antage, at denne PPU er et udtryk for planlægningskvaliteten over hele byggeperioden.

Anskaffelsen af data til konsekvensvurderingen bestod af det, der bedst kan betegnes som en lang række mindre interviews. Projektgruppen er blevet mødt af et rigtigt stort engagement for alle parter, men at udføre disse interviews er relativt tidskrævende. Dette betyder, at kvaliteten af disse interviews, og mængden af arbejdsopgaver, der ikke er blevet udført til tiden, er stærkt forbundet med, hvor meget tid og overskud den interviewede har. Dette er helt forståeligt, da vedkommende selvfølgelig primært skal passe sin arbejdsfunktion, før vedkommende kan hjælpe projektgruppen med dataindsamlingen til udarbejdelsen af denne rapport. Det har dog gjort, at mængden af data ikke er helt så stor som det teoretisk var muligt, ligesom kvaliteten af dataene er svingende. Dette har dog ikke haft den effekt, at der er benyttet 'dårlige' data i rapporten, forstået på den måde, at der fra projektgruppens side er valgt at frasortere data, som er vurderet til ikke at være tilstrækkeligt afdækkede.

Ligesom for PPU'en har der kun været tale om dataindsamling over seks uger. Dette giver ligeledes en problematik omkring, at de fundne resultater ikke er gældende for hele byggeperioden, men kun for et lille udsnit. De fundne problematikker kan således være påvirket af tidsmæssigt isolerede problematikker, som var unikke for den periode projektgruppen fulgte byggesagen. Det er dog projektgruppens indtryk ud fra interviews og ved at følge sagen, at de fundne resultater er et godt udtryk for de generelle problematikker. Det skal dog stå klart, at havde projektgruppen haft muligheden for at følge projektet over længere tid, så havde dataene været flere.

Under udarbejdelsen af metoden til dataindsamlingen blev det fra projektgruppens side fundet relevant at vurdere konsekvenserne ved, at en opgave ikke blev udført til tiden ud fra tre kriterier: Tid, økonomi og kvalitet. Hvor de to første kriterier gav forholdsvis gode data, så var det ikke muligt at få nogle af de interviewede til at indrømme, at der var gået på kompromis med kvaliteten. Dette giver en misvisning af resultaterne, da det formodentligt er utopi at tro, at der ikke er gået på kompromis med kvaliteten, hvis der er travlt. Selvom, at de enkelte underentreprenører ikke bevidst sænker kvaliteten af deres arbejde, så vil det være naturligt, at kvalitetsniveauet sænkes i travle perioder til trods for, at det dog ikke kan bevises. Der findes metoder til at måle om kvalitetsniveauet er blevet sænket (dette behandles i perspektiveringen i afsnit 14 på side 101), men af tidsmæssige årsager har dette ikke været muligt for projektgruppen. Derfor har det været nødvendigt at tage de interviewedes ord for gode vare, da der ikke var alternativer, og det ikke kan bevises, at andet end deres postulater er mere rigtigt.

12.2 Case 2

Resultaterne for case 2 viser, at strømmen 'informationer' er den hyppigste årsag til, at opgaver ikke bliver udført som planlagt. Selvom det er projektgruppens overordnede indtryk, at 'informationer' er den hyppigste begrænsning - også på tværs af cases - så er det alligevel unikt for denne case, at 'informationer' er en så stor begrænsning. Case 2 er udsat for en særdeles stor grad af projektændringer og manglende projektering, som giver

udslag i, at over 80 % af tilfældene, hvor arbejdsopgaver ikke bliver udført som planlagt, skyldes informationer. Dette vurderes ikke at være et generelt billede for branchen som helhed, men er et enkeltstående tilfælde grundet årsager som en besværlig bygherre, der ofte skifter mening, et utilstrækkeligt projektmateriale og det faktum, at MT Højgaard overtog byggeriet midt i byggeprocessen pga. Pihl & Søns konkurs.

I forlængelse af forstående er det også relevant at diskutere, om de fundne resultater havde været de samme, såfremt projektgruppen havde indsamlet data over en længere periode, end det var muligt under udarbejdelsen af denne rapport. Mængden af data ville naturligvis være større, og et større datagrundlag vil altid være godt for validiteten, men det er ikke projektgruppens indtryk at de endelige resultater ville have varieret væsentligt fra dem, der er præsenteret i denne rapport. Case 2 har et meget konkret problem med strømmen 'informationer' som beskrevet før, og det er ikke vurderet, at dette ville ændre sig markant såfremt, der havde været indsamlet data over en længere periode. Dette har dog af naturlige årsager ikke muligt at følge op på, da det ville ligge flere måneder efter denne rapports deadline.

12.3 Fælles

Fælles for begge cases er, at de benyttede planlægningsmetoder varierer i større eller mindre grad fra den i denne rapport beskrevne teori omkring LPS. Dette er ikke optimalt forstået på den måde, at det gør det svært at sammenligne de fundne resultater med resultater fra andre undersøgelser, da planlægningsmetoderne kan have direkte indflydelse på hvilke strømme, der hyppigst sætter begrænsninger for, at arbejdsopgaver bliver udført som planlagt. På samme måde kan det også diskuteres, hvor korrekt det er at lave en sammenligning af de to cases i denne rapport, da deres planlægningsmetoder varierer væsentligt. Der er dog visse vigtige elementer i de fundne resultater, som projektgruppen vurderer sagtnes kan sammenlignes direkte, som f.eks., at informationer er den hyppigste begrænsning.

En relativt kort dataindsamlingsperiode betyder også, at datagrundlaget er relativt spinkelt. Det kunne sagtens diskuteres, om de fundne resultater ville have været anderledes, såfremt dataindsamlingsperioden havde strukket sig over væsentligt længere tid. Ligeledes ville en længere dataindsamlingsperiode have åbnet muligheden for at følge op på opgaverne og derved finde frem til mere korrekte og præcise resultater for de enkelte arbejdsopgaver. Her tænkes bl.a. hvad de reelle omkostninger ved en forsinket arbejdsopgave er, og hvor lang tid forsinkelsen endte med at være. Dette vil give mere korrekte konsekvensvurderinger.

LPS som helhed er blevet beskyldt for have visse begrænsninger. LPS er bl.a. blevet beskyldt for at fokusere for meget på sammenhænge og varigheder i planlægningen og have for lidt fokus på f.eks. den kritiske vej. Ligeledes er der andre byggeledelsesmæssige faktorer, som spiller en væsentlig rolle i, at der opnås en effektiv byggeproces, men som ikke er en del af LPS. Heraf kan nævnes lederskab, komfort, motivation og gensidig tillid. Disse elementer er meget essentielle i en byggeproces, men er ikke noget, der skabes, uanset hvor godt LPS er implementeret. Det er derfor vigtigt ikke kun at tro, at LPS er løsningen på alle ens problemer - LPS er blot et redskab, der kan benyttes sammen med mange andre redskaber for at optimere byggeprocessen og derved i sidste ende øge produktiviteten. LPS er et middel til at øge strukturen i planlægningen og søge mod et mere forudsigeligt arbejdsflow, men LPS er ikke medvirkende til at gøre lederskabet

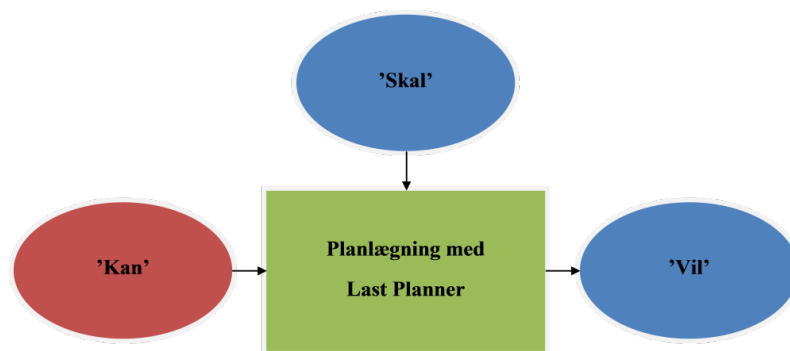
bedre. Skarpt sat op kan det siges, at LPS ikke beskæftiger sig med 'bløde værdier' såsom lederskab og projektdeltagernes komfort m.m.. (Lindhard, 2013) (Lindhard og Wandahl, 2013a)

Denne rapport beskæftiger sig udelukkende med 'de hårde værdier' og præsenterer løsningsforslag der kan være medvirkende til øge pålideligheden af arbejdsflowet da dette er en af nøgleingredienserne til at øge produktiviteten i byggebranchen (Ballard, 2000). Men LPS alene er ikke nok til at øge produktiviteten i byggebranchen. De bløde værdier skal også inkorporeres, hvilket denne rapport ikke beskæftiger sig med (Lindhard, 2013) (Lindhard og Wandahl, 2013a).

I takt med den teknologiske fremgang har arbejdskraftproduktiviteten for mange brancher forbedret sig over de senere år. Den danske byggebranche har dog oplevet en stagnation af denne, og har således ikke forbedret sig markant. (Statistikbanken)

For at imødekomme denne manglende udvikling i byggebranchen er der forsket meget i, hvordan produktionsfilosofier såsom Lean, der har vundet en utrolig stor plads i produktionsvirksomheder, kan implementeres og anvendes i praksis i byggebranchen. Dette har dog vist sig særdeles vanskeligt, da arbejdet på byggepladserne i praksis er præget af, at være meget kaotisk og uforudseeligt. (Lean Construction Institute)

Last Planner System (LPS) er et produktionsstyringssystem, der gør op med den traditionelle måde at planlægge en byggeproces på, og som bygger på erkendelsen af, at byggeprocessen ganske simpelt er kaotisk og uforudseeligt, men at det igennem anvendelse af LPS er muligt at gøre processen forudsigelig et kort stykke frem. På basis af dette foreslår LPS, at der i byggeprocessen skal være fokus på både det, der 'skal' udføres, men også det, der 'kan' udføres. Ved at have fokus på begge af disse præmisser sikres det, at det, der 'skal' udføres også 'vil' blive udført. Dette er illustreret på figur 13.1. (Ballard, 1993, 2000; Ballard og Howell, 2003a,b)



Figur 13.1. Illustration af konceptet bag planlægningsprocessen i LPS. (Ballard, 2000; Anlægsteknikforeningen i Danmark, 2011)

Dette sikres ved at have fokus på arbejdsopgaver, der inden for et interval af 3-12 uger frem, skal udføres. Der skal for disse opgaver løbende foretages en forhindringsanalyse, der er med til at sikre, at alle betingelserne for, at opgaverne kan løses er til stede, inden de inddrages i den ugentlige arbejdsplan. Denne klargøring af arbejdsopgaverne gøres ift. de 7 strømme. (Ballard, 1993, 2000)

Et vigtigt aspekt i LPS er PPU målingerne, der sammensat med en årsagsanalyse er med til at sikre, at der fremadrettet kan opnås kontinuerlige forbedringer på byggepladsen. Hermed kan det undgås, at de samme problemstillinger dukker op igen og igen - eller som minimum, at konsekvenserne heraf minimeres. PPU står for *Procent Planlagt*

Udført, og fortæller således noget om, hvor stor en andel af de planlagte arbejdsopgaver, der blev udført til den planlagte tid. PPU'en siger således noget om kvaliteten af planlægningsprocessen. Ved at sætte fokus på de opgaver, der ikke udføres til den planlagte tid, er det muligt i fremtiden at minimere eller eliminere lignende fejl, hvorved kvaliteten af planlægningsprocessen kan forbedres. Da forskning har vist, at en forbedring af planlægningsprocessen vil give et positivt udslag på effekten af produktiviteten af byggeprocessen, burde det derfor være ønskeligt at sikre en forbedret planlægningsproces. (Ballard, 1993, 2000)

Formålet med denne rapport har været at kigge på, hvilke grundårsager under de 7 strømme der typisk vil sætte en begrænsning for planlagte arbejdsopgaver og dermed gøre, at disse ikke bliver udført til tiden. Ved at foretage årsagsanalyse og identificere mønstre er det muligt at finde ud af, hvilke strømme der typisk vil sætte en begrænsning for planlagte arbejdsopgaver og med hvilken konsekvens. Hermed er det samtidig muligt at finde ud af, hvor det bedst kan svare sig at have fokus på at minimere fejlene og dermed effektivisere byggeprocessen. I denne rapport er dette blevet gjort med baggrund i to cases, hvor projektgruppen har været ude og foretage konkrete analyser på to selvstændige byggesager. Det blev her fundet, at specielt manglende informationer, og herunder dårlig kommunikation, ofte har en indvirkning på planlagte arbejdsopgaver, og at disse dermed ikke kan løses. Til trods for, at resultaterne viste, at manglende informationer ikke har den højeste konsekvens, har manglende informationer dog klart den højeste samlede effekt på de to byggesager. Specielt arbejdsopgaverne på case 2 er præget af, at der ofte mangler informationer for, at arbejdsopgaverne kan udføres. Dette stemmer ligeledes i god tråd med udtalelser fra respektive personer fra de to cases, som begge udtaler, at manglende informationer oftest sætter begrænsning for udførelse af planlagte arbejdsopgaver (Pedersen; Jakobsen). Ligeledes viser undersøgelser foretaget af andre, at manglende informationer ofte er grundårsagen til manglende udførelse af det planlagte (Ballard og Howell, 1994). Ud over dette viste resultaterne ligeledes, at manglende materialer havde en stor samlet effekt på udførelsen af arbejdsopgaverne.

På baggrund af resultaterne blev der forsøgt at komme med nogle konkrete forbedringsforslag til de to cases. På case 1 blev det erfaret, at en stor andel af de ikke-udførte arbejdsopgaver skyldtes manglende kommunikation. På denne baggrund blev der udarbejdet et forslag til, hvordan kommunikationen kan forbedres. Dette foreslag byggede på en klar definition af, hvilke personer, der har ansvaret for at viderekommunikere vigtig information, og hvilke personer der er afhængige af det pågældende arbejde. Ved at have fokus på, hvem der har ansvaret, og hvem der har brug for kommunikationen, burde det være muligt at forbedre kommunikationsprocessen og dermed minimere fejl grundet manglende kommunikation.

På case 1 var det samtidig observeret, at de ugentlige LPS møder tog rigtigt lang tid, og at underentreprenørerne derfor sidst i mødet ikke deltog særlig aktivt. Der blev derfor givet forslag til, hvordan længden af møderne kunne reduceres. Det blev her anbefalet, at underentreprenørerne i større grad selv skal have forberedt sig forinden møderne, og at underentreprenørerne samtidig skal have større vished og forståelse for LPS.

På case 2 dukkede mange af de samme problemstillinger op. Her var der således ligeledes problemer med manglende kommunikation. Samtidig var der også problemer med manglende klargøring af kommende arbejdsopgaver, hvorfor flere af disse ikke blev løst til planlagt tid. Projektgruppen vurderede, at dette problem var generelt for begge cases, og at dette kunne imødekommes ved at sikre en mere gennemført implementering af LPS. Dette bevirker samtidig, at der på de to cases på ingen måde er fokus på at

forbedre byggeprocesserne igennem fokus på grundårsager, og at samme problemstillinger derfor opstår igen. Det er projektgruppens klare overbevisning, at der på byggesagerne i langt højere grad bliver brugt energi på at løse problemstillinger, efter de er opstået (slukke brande) i stedet for at forsøge at forebygge disse problemstillinger fremadrettet. Hermed bliver der brugt unødvendige ressourcer (både tidsmæssige og økonomiske) på at løse problemer efter de er opstået.

En stor del af de samlede forbedringsforslag var derfor implementeringsplan for hver af de to cases, der benyttes til at få LPS anvendt i større grad på byggesagerne. Samtidig blev der udarbejdet en generel implementeringsplan for projekter, der er undervejs. Sidst blev der udarbejdet en konkret plan for, hvordan kommunikation konkret kan planlægges i praksis, for dermed at undgå, at manglende kommunikation sætter en begrænsning for, at en arbejdsopgave ikke kan udføres. Det blev anbefalet, at der ved en eventuel implementering skal være en person, der har til hovedansvar at sørge for, at LPS fungerer som planlagt og at der bliver fulgt op på grundårsagerne for dermed at kunne sikre kontinuerlige forbedringer fremadrettet. Det er her vurderet, at det sagtens kan svare sig at have en enkelt person til at sikre disse kontinuerlige forbedringer, da hvis blot ganske få ikke-udførte arbejdsopgaver kan undgås fremadrettet, vil denne persons løn allerede være tjent ind, hvis der tages forbehold for både de direkte og indirekte omkostninger.

Som beskrevet flere gange i rapporten er de fundne resultater dybt afhængige af den mængde tid, som projektgruppen har haft til rådighed. Dette er afspejlet specielt i dataindsamlingen, hvor der kun er fundet grundårsager for i alt 48 arbejdsopgaver. Dette er slet ikke nok til at kunne drage statistiske konklusioner og danne hypoteser ud fra de fundne statistiske mønstre. Såfremt projektgruppen havde haft længere tid til rådighed til caseundersøgelserne ville det således have været muligt at indsamle flere data, der forhåbentligt kunne støtte op omkring resultaterne. Det ville således være muligt både at inddrage flere cases og indsamle flere data hvormed validiteten af resultaterne ville blive styrket.

Samtidig ville det være muligt at følge op på de fundne konsekvenser. I stedet for at få et estimat over, hvor stor en tidsmæssig, økonomisk og kvalitetsmæssig konsekvens en given arbejdsopgave vil få, ville det være muligt bagudrettet at kontrollere og måle på de direkte konsekvenser. Dette kunne gøres simpelt ved at interviewe de udførende underentreprenører efter arbejdsopgaven er blevet udført, for dermed at få mere korrekte estimater af konsekvenserne. Desuden ville det i denne forbindelse være muligt at måle mere direkte på de kvalitetsmæssige konsekvenser i form af f.eks. antal mangler, efter at projektet er blevet afleveret.

Desuden ville det at følge et projekt fra start til slut give et mere retvisende billede, da der således ikke kun er tale om målinger fra et lille udsnit af projektets samlede periode. Hermed kan det undgås, at unikke problemstillinger eller en overraskende god periode, som gør sig gældende for den observerede periode, får en indflydelse på resultaterne.

Specielt hvis de to cases indarbejder en mere fuldendt implementering af LPS, som foreslået i denne rapport, ville det være yderst interessant at følge dem fremadrettet. Hermed ville det være muligt at registrere, om brugen af LPS rent faktisk ville være medvirkende til en forbedring af byggeprocessen.

Litteratur

- Ankersborg, 2007.** Vibeke Ankersborg. *Kildekritik - I et samfundsvidenskabeligt perspektiv*. ISBN: 978-87-593-1297-1, 1. udgave. Forlaget Samfundslitteratur, 2007.
- Anlægsteknikforeningen i Danmark, 2011.** Anlægsteknikforeningen i Danmark. *Anlægsteknik 2: Styling af byggeprocessen*. ISBN: 978-87-502-1024-5, 3. udgave. Polyteknisk Forlag, 2011.
- Atkinson, 1999.** Roger Atkinson. *Project management: cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other succes criteria*, 1999.
- Ballard, 1993.** Glenn Ballard. *Lean Constructionand EPC Performance Improvement*, 1993.
- Ballard, 2000.** Glenn Ballard. *The Last Planner System of Production Control*, 2000.
- Ballard og Howell, 1994.** Glenn Ballard og Greg Howell. *Implementing Lean Construction: Stabilizing work flow*, 1994.
- Ballard og Howell, 2003a.** Glenn Ballard og Gregory A. Howell. *Lean Project Management*, 2003a.
- Ballard og Howell, 2003b.** Glenn Ballard og Gregory A. Howell. *An update on Last Planner*, 2003b.
- C.F. Møller A/S.** C.F. Møller A/S. *Information om BESTSELLER's byggeri på C.F. Møller's hjemmeside*. URL: kortlink.dk/e2bc. Downloadet: 27-03-2014.
- De Ingeniør-, Natur- og Sundhedsvidenskabelige Fakulteter, Aalborg Universitet, 2010.** De Ingeniør-, Natur- og Sundhedsvidenskabelige Fakulteter, Aalborg Universitet. *Studieordning for kandidatuddannelsen, Civilingeniør i byggeledelse*, 2010.
- Eisenhardt, 1989.** Kathleen Marie Eisenhardt. *Building theories from case study Research*, 1989.
- Enemærke & Petersen A/S.** Enemærke & Petersen A/S. *Enemærke og Petersens hjemmeside*. URL: kortlink.dk/dx2h. Downloadet: 11-03-2014.
- Forbes og Ahmed, 2010.** Lincoln H. Forbes og Syed M. Ahmed. *Modern Construction: Lean Project Delivery and Integrated Practices*. ISBN: 978-1-4200-6312-7. CRC Press, 2010.
- Jakobsen.** Simon Edelved Jakobsen. *1. interview med procesleder hos Enemærke & Petersen, Simon Edelved Jakobsen på case 3 vedrørende Sønderparken. Interview kan høres i bilag x på cd*.
- Københavns Universitet.** Københavns Universitet. *Kildekritik*. URL: kortlink.dk/ku/bnng. Downloadet: 06-03-2014.
- Kendrick, 2009.** Tom Kendrick. *Identifying and Managing Project Risk*. ISBN: 978-0-8144-1340-1, 1. udgave. American Management Association, 2009.

- Koskela, 2000.** Lauri Koskela. *An exploration towards a production theory and its application to construction*, 2000.
- Koskela, Al-Sehaimi, og Tzortzopoulos, 2009.** Lauri Koskela, Abdullah Al-Sehaimi, og Patricia Tzortzopoulos. *Last Planner System: Experiences from pilot implementation in the Middle East*, 2009.
- Kvale og Brinkmann, 2010.** Steinar Kvale og Svend Brinkmann. *Interview - Introduktion til et håndværk*. 2010. 2. udgave.
- Lean Construction-DK, 2009.** Lean Construction-DK. *Guide til bedre planlægning med Last Planner System*, 2009.
- Lean Construction Institute.** Lean Construction Institute. *Lean Construction Institute biografi*. URL: kortlink.dk/ds88. Downloadet: 12-02-2014.
- Liker og Morgan, 2006.** Jeffrey K. Liker og James M. Morgan. *The Toyota Way in Services: The Case of Lean Product Development*, 2006.
- Lindhard, 2014.** Søren Lindhard. *Applying the 5 WHYs to Identify Root Causes to Non-completions in On-Site Construction*, 2014.
- Lindhard, 2013.** Søren Munch Lindhard. *Exploring the Last Planner System in the Search for Excellence*. ISBN: 87-91464-53-6. Aalborg University, Department of Mechanical and Manufacturing Engineering, 2013.
- Lindhard og Wandahl, 2013a.** Søren Munch Lindhard og Søren Wandahl. *Improving Onsite Scheduling: Looking Into the Limits of the Last Planner System*, 2013a.
- Lindhard og Wandahl, 2013b.** Søren Munch Lindhard og Søren Wandahl. *Improving Onsite Scheduling: Looking Into the Limits of the Last Planner System*, 2013b.
- Lindhard og Wandahl, in press.** Søren Munch Lindhard og Søren Wandahl. *Exploration of the reasons for non-completions in construction*, in press.
- Liu og Ballard, 2008.** Min Liu og Glenn Ballard. *Improving labor productivity through production control*, 2008.
- Love, 2002.** Peter E. D. Love. *Auditing the indirect consequences of rework in construction: A case based approach*, 2002.
- MT Højgaard A/S.** MT Højgaard A/S. *MT Højgaards hjemmeside*. URL: kortlink.dk/dx2e. Downloadet: 11-03-2014.
- Pedersen.** Jakob Ørsted Pedersen. *1. interview med proceskoordinator hos MT Højgaard, Jakob Ørsted Pedersen på case 1 vedrørende BESTSELLER. Interview kan høres i bilag x på cd.*
- Serrat, 2009.** Olivier Serrat. *The Five Whys Technique*, 2009.
- Statistikbanken.** Statistikbanken. *Statistik over arbejdskraftsproduktiviteten for udvalgte brancher*. URL: kortlink.dk/ds3s. Downloadet: 11-02-2014.
- Trost og Jeremiassen, 2010.** Jan Trost og Lise Jeremiassen. *Interview i praksis*. ISBN: 978-87-412-5414-2, 1. udgave. Hans Reitzels Forlag, 2010.

Del V

Appendiks

Appendiks A - Spørgeark

15

Forskningsspørgsmål	Interviewspørgsmål	Tidspunkt
Hvad er Simons rolle i byggeriet?	Hvad er din funktion i byggeriet?	
Hvilken type byggeri er der tale om?	Kan du fortælle om projektet?	
	Hvornår startede projektet?	
	Hvornår slutter projektet?	
	Hvor mange folk er beskæftiget på pladsen?	
Hvordan benyttes LPS, og hvad er forskellen på den måde de benytter det på ift. teorien?	Hvordan foregår tidsplanlægningen i praksis?	
	Hvilke typer tidsplaner benyttes?	
	Hvordan benyttes tidsplanerne?	
	Hvem udarbejder disse tidsplaner?	
	Bliver udvalgte repræsentanter for de forskellige implicerede parter inddraget?	
	Hvilke repræsentanter fra de forskellige implicerede bliver inddraget?	
	Hvad er formålet med at inddrage disse repræsentanter?	
	Hvem har ansvaret for at opgaverne bliver udført?	
	Hvem følger op på tidsplanerne?	
	Hvordan udarbejdes ugeplanerne (arbejdsplanerne)?	
	Hvordan udvælges arbejdsopgaverne til ugeplanen (arbejdsplanen)?	
	Bliver der fulgt op på opgaver, der ikke bliver udført som planlagt?	
	Hvordan behandles arbejdsopgaver som ikke blev udført til tiden?	
	Benyttes PPU?	
Hvad gøres der for at opnå kontinuerlige forbedringer?	Gøres der noget for at øge andelen af udførte opgaver ift. planlagte opgaver?	
Hvad er E&P's opfattelse af hvilke(n) af de 7 strømme der oftest sætter en begrænsning?	Efter din opfattelse, er der så en eller flere strømme der oftest sætter begrænsning for at planlagte opgaver ikke bliver udført?	
Er der en mangelfuld indsigt i teorien bag LPS, og kommer dette til udtryk i form af en ringere anvendelse i praksis?	Hvordan bliver I uddannet i brug af LPS?	
	Mener du, at der er forskel, på dét I benytter i LPS og til teorien?	
Mødes der modstand mod LPS og har dette indvirkning på om teorierne anvendes korrekt?	Hvordan tager underentreprenørerne imod brugen af LPS?	
	Mødes der modstand mod LPS fra underentreprenørerne	
	Hvordan imødekommes eventuel modstand mod LPS?	
	Hvordan sættes underentreprenørerne ind i LPS?	

Appendiks B - Standardark

16

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks:

Aktivitet:

Fag:

Område:

Forklaring:

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor:

2. hvorfor:

3. hvorfor:

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

Konsekvens på økonomien:

Konsekvens for kvaliteten:

Appendiks C - Begrænsningsanalyse

17

[illegible]

Appendiks D - Årsagsanalyse, case 1

18

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C1_001

Aktivitet: *Montere vinduer inkl. udtag interim* - Fag: *E&P tømrer* - Område: *Blok 15, opgang 180*

Forklaring: *Vinduerne skal udskiftes da de allerede monterede vinduer er blevet beskadiget*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Nye materialer er ikke leveret

2. hvorfor: De gamle vinduer blev ødelagt, da et stillads væltede ind i dem

3. hvorfor: Stilladset væltede pga. en kombination af menneskelige fejl og stormvejr

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

Ingen betydning for afleveringstidspunkt, men betydning for den enkelte opgave, som er ca. 2 uger bagefter

Konsekvens på økonomien:

250.000 – 300.000 kr. i ekstraomkostninger (kører dog som forsikringssag)

Konsekvens for kvaliteten:

Ingen påvirkning på kvalitet, da samme materialer benyttes i de nye vinduer.

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C1_002

Aktivitet: *Facadearbejde: Beklædning af terrasser* - Fag: *E&P tømrer* - Område: *Blok 15, opgang 174*

Forklaring: *Beklædning af terrasser ved facaden*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Beklædning kan ikke laves, da foregående aktivitet ikke er udført (aluinddækning)

2. hvorfor: Mange afhængigheder og meget presset tid, så der kunne ikke planlægges uden om

3. hvorfor: Den meget kompakte tid kombineret med de mange involverede fag med indbyrdes afhængige arbejdsopgaver gør, at det ikke er muligt at planlægge arbejdsopgaverne i en anden rækkefølge (ringe mulighed for at om-allokere ressourcer)

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

2 ugers forsinkelse for den enkelte arbejdsopgave, men ingen betydning aflevering (da afleveringsdatoen er udskudt i forvejen pga. en anden opgave)

Konsekvens på økonomien:

Omkostninger til håndværkere, der kom senere i gang end forventet. Vurderet til et mindre beløb omkring 10.000 og 15.000 kr.

Konsekvens for kvaliteten:

Ingen

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C1_003

Aktivitet: *Facadearbejde, haveside: Aluinddækning* - Fag: *E&P Tømrer* - Område: *Blok 15, opgang 176*

Forklaring: *Terasserne skal inddækkes i en aluinddækning*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Aluinddækning ikke udført til tiden

2. hvorfor: Opstartsvanskeligheder gjorde, at arbejdet tog længere tid end planlagt

3. hvorfor: Opgaven var sværere end forventet

4. hvorfor: Manglende indsigt under projekteringen. Ingeniøren havde gjort en række forudsætninger som ikke var gældende i praksis.

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

8 arbejdsdages forsinkelse. Lille konsekvens for det samlede projekt, da det ikke er på den kritiske vej.

Konsekvens på økonomien:

Omkostninger til håndværkere, der kom senere i gang end forventet. Vurderet til et mindre beløb omkring 10.000 og 15.000 kr.

Konsekvens for kvaliteten:

Ingen

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C1_004

Aktivitet: *Lysninger til gulv plus overgang ved loft* - Fag: *Snedker* - Område: *Blok 15, opgang 174*

Forklaring: *Lysninger skal monteres ved alle vinduer*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Materialer ikke leveret til tiden

2. hvorfor: Materialer ikke bestilt til tiden – bestilt efter seneste bestillingstidspunkt var udløbet

3. hvorfor: Uoverenstemmelse vedr. indkøbspris og manglende fokus på hvornår materialerne senest skulle bestilles, og hvilken betydning en forsinkelse af denne opgave har for projektet

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

14 dages forsinkelse med risiko for forsinkelse af afleveringstidspunkt for det samlede projekt

Konsekvens på økonomien:

50.000 kr. til forcering af diverse efterfølgende arbejdsopgaver.

Konsekvens for kvaliteten:

Ingen

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C1_005

Aktivitet: *Lysninger til gulv plus overgang ved loft* - Fag: *Snedker* - Område: *Blok 15, opgang 176*

Forklaring: *Lysninger skal monteres ved alle vinduer*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Materialer ikke leveret til tiden

2. hvorfor: Materialer ikke bestilt til tiden – bestilt efter seneste bestillingstidspunkt var udløbet

3. hvorfor: Uoverenstemmelse vedr. indkøbspris og manglende fokus på hvornår materialerne senest skulle bestilles, og hvilken betydning en forsinkelse af denne opgave har for projektet

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

14 dages forsinkelse med risiko for forsinkelse af afleveringstidspunkt for det samlede projekt

Konsekvens på økonomien:

50.000 kr. til forcering af diverse efterfølgende arbejdsopgaver.

Konsekvens for kvaliteten:

Ingen

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C1_006

Aktivitet: *Snedkerarbejde: Døre og lister* - Fag: *Snedker* - Område: *Blok 15, opgang 174*

Forklaring: *Døre og lister skal monteres*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Foregående arbejde ikke udført

2. hvorfor: Alt foregående arbejde skal laves om, da det ikke har været udført korrekt

3. hvorfor: Projekteringen stemte ikke overens med den reelle bygning (bygningen er 'skæv', men projekteringen forudsatte en 'lige' bygning)

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

5 dage

Konsekvens på økonomien:

25.000

Konsekvens for kvaliteten:

Ingen

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C1_007

Aktivitet: *Skæring af dørhuller og hulboring* - Fag: *Boremand* - Område: *Blok 10, opgang 40*

Forklaring: *Der skal skæres dørhuller og foretages hulboringer til efterfølgende installationer*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Kan ikke påbegynde skærearbejde pga. vandmangel på byggeplads

2. hvorfor: Vandet i området er blevet lukket pga. arbejde fra en anden nærtliggende byggeplads

3. hvorfor:

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

1 dags forsinkelse for opgaven, og 1 dag for det samlede projekt da opgaven ligger på den kritiske vej og er nødvendigt for mange efterfølgende arbejder

Konsekvens på økonomien:

12.500 kr. i merudgift på opgaven (boremand frem og tilbage, og tabt arbejde denne dag), men mulighed for dagsbøder i tilfælde af at der ikke gives tidsfristforlængelse af bygherre

Konsekvens for kvaliteten:

Ingen

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C1_008

Aktivitet: *Spartling, slibning og 1. behandling* - Fag: *Maler* - Område: *Blok 11, opgang 18*

Forklaring: *Der skal spartles, slibes og gives 1. behandling af indvendige overflader (færdiggørelse)*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Opgave har taget længere tid end forventet

2. hvorfor: Maleren har kørt sit eget løb, og tager tingene som de kommer

3. hvorfor: Maleren arbejder som det passer ham selv. Arbejdet er afsluttende arbejde, så der har derfor ikke været stor prioritering omkring det, så længe arbejdet bliver færdigt før aflevering. Maleren får lov til stort selv at bestemme hvornår arbejdet skal udføres.

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

Den enkelte opgave er forsinket med en dag, men ingen betydning for det samlede projekt

Konsekvens på økonomien:

Ingen

Konsekvens for kvaliteten:

Ingen

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C1_009

Aktivitet: *Gasbeton indgang/facade inkl. støbe vinduesbund* - Fag: *E&P Murer* - Område: *Blok 15, kælder*

Forklaring: *Der skal mures gasbetonvægge omkring kælderen vinduespartier*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Arbejdet ikke udført pga. foregående arbejder

2. hvorfor: Det vides ikke af entreprenøren, hvorfor arbejdet ikke er blevet udført. Det viser sig, at der er skiftet formænd midt i processen. Den ansvarlige håndværker for det foregående arbejdes udførelse havde været syg og ikke fået det lavet, og den ansvarlige byggeleder havde egenrådigt besluttet at opgaven blot skulle udskydes. Dette blev ikke kommunikeret ud til alle andre parter (manglende styring og koordinering imellem fag og byggeledelse).

3. hvorfor:

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

Et par dage for den konkrete opgave, men ingen for det samlede projekt, da kælderen ikke ligger på den kritiske vej (der er rigeligt med tid til at lave kælderen)

Konsekvens på økonomien:

12.500 (spildt tid fra malerens efterfølgende arbejde da han ikke kunne komme i gang jævnfør tidsplanen)

Konsekvens for kvaliteten:

Ingen

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C1_010

Aktivitet: *Opmuring af gavl* - Fag: *Murer* - Område: *Blok 11 opgang 16*

Forklaring: *Arbejdet omfatter opmuring af gavl ved opgang 16.*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Underentreprenøren er ikke blevet færdig med opgaven til den aftalte tid.

2. hvorfor: Underentreprenøren styrer selv sin tid, og har ikke en præcis idé om, hvad der bliver planlagt, og hvilken konsekvens det har, at han ikke bliver færdig til tiden. Har desuden en dårlig arbejdsmoral, og får ikke altid lavet det, han lover.

3. hvorfor: Manglende villighed til at kommunikere fra underentreprenørens side.

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden: 3 dage.

Konsekvens på økonomien:

Ingen

Konsekvens for kvaliteten:

Ingen

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C1_011

Aktivitet: *Afrensning af tapet* - Fag: *Maler* - Område: *Opgang 40 blok 10*

Forklaring: *Arbejdet omfatter afrensning af tapet ved opgang 40*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Arbejdet er blevet stoppet pga. sikkerhedsmæssige uoverensstemmelser.

2. hvorfor: Koordineringen ift. opsætning af interim samt ift. støj fra skæring har været utilstrækkelig.

3. hvorfor: Manglende fokus fra byggeledelsens side.

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

7 dage.

Konsekvens på økonomien:

Ca. 20.000. kr..

Konsekvens for kvaliteten:

Ingen

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C1_012

Aktivitet: *El arbejde* - Fag: *EL* - Område: *Opgang 40 blok 10*

Forklaring: *Arbejdet omfatter det generelle EL arbejde i opgang 40*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Arbejdsopgaver er blevet skrevet på arbejdsplanen, uden at underentreprenøren har givet sin accept. Underentreprenøren har efterfølgende mødet ikke kigget på de udsendte arbejdsplaner, og har derfor ikke løst arbejdsopgaverne. Der er derfor opstået miskommunikation.

2. hvorfor: Manglende koordinering.

3. hvorfor:

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden: 2 dage.

Konsekvens på økonomien:

Ingen

Konsekvens for kvaliteten:

Ingen

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C1_013

Aktivitet: *Malerarbejde-* Fag: *Maler* - Område: *Opgang 174 blok 15*

Forklaring: *Arbejdet omfatter det generelle malerarbejde ved indgangspartiet ved opgang 174.*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Opgang 174 skal snart afleveres. Der er derfor planlagt utrolig detaljeret, og der er således planlagt rigtig mange arbejdsopgaver for de forskellige underentreprenører. Dette har resulteret i, at maleren ikke har haft nok mandskab til at løse samtlige arbejdsopgaver, og derfor har måtte prioritere sit arbejde.

2. hvorfor:

3. hvorfor:

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

1 dag.

Konsekvens på økonomien:

Ingen

Konsekvens for kvaliteten:

Ingen

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C1_014

Aktivitet: *Kloak, kegler og dæksler* - Fag: *E&P* - Område: *Opgang 174 blok 15*

Forklaring: *Arbejdsopgaven omfatter klargøring af områderne uden for lejlighederne.*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Indvendige afdækninger i lejligheden er henover weekenden blevet pillet ned, og er blevet lagt på de udvendige arealer, hvor arbejdet skulle have foregået. Den ansvarlige, der skulle have løst arbejdsopgaven, kunne således ikke komme til, og har derfor ikke udført arbejdet.

2. hvorfor: Den person, der har pillet afdækninger ned og lagt disse udenfor, har ikke været bekendt med, at dette ville forhindre kommende arbejde.

3. hvorfor:

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

2 dage.

Konsekvens på økonomien:

12.500 kr..

Konsekvens for kvaliteten:

Ingen.

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C1_015

Aktivitet: *Montere inventar* - Fag: *Køkkenmand*

- Område: *Opgang 174 blok 15*

Forklaring: *Arbejdet omfatter montering af køkkeninventar.*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: *Monteringen af inventaret har ikke kunnet lade sig gøre, da inventaret ikke er blevet leveret.*

2. hvorfor: *Inventaret er ikke blevet leveret, da køkkenmandens leverandør ikke er leveringsstabil.*

3. hvorfor:

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

5 dage.

Konsekvens på økonomien:

Ingen.

Konsekvens for kvaliteten:

Ingen.

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C1_016

Aktivitet: *Fugning*

- Fag: *Fugemand*

- Område: *Opgang 174 blok 15*

Forklaring: *Arbejdet omfatter fugning på badeværelserne.*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Der har ikke på forhånd været præcist defineret, hvor meget der skal fuges. Det har sidenhen vist sig, at dette arbejde er ret omfattende. Fugemanden, der står for dette arbejde, er et 1-mandsfirma, og har således ikke mulighed for at skaffe ekstra bemanning. Fugemanden er derfor meget presset, og når ikke altid at blive færdig, til trods for, at han har meget lange arbejdsdage. Har desuden ikke tid til at deltage i møder eller læse planlægningen, og er derfor ikke klar over, hvorledes hans arbejde hænger sammen med øvrige arbejder.

2. hvorfor:

3. hvorfor:

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

2 dage.

Konsekvens på økonomien:

Ingen

Konsekvens for kvaliteten:

Ingen

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C1_017

Aktivitet: *Køkkenmontage* - Fag: *Køkkenmand* - Område: *Opgang 176 blok 15*

Forklaring: *Arbejdet omfatter det generelle køkkenmontage.*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Køkkenmanden er forsinket med arbejdet.

2. hvorfor: Køkkenmanden er bagud, da han er underentreprenør til Svane. Svane har haft problemer med at betale køkkenmanden til tiden, og køkkenmanden har derfor været nødsaget til at stoppe arbejde, indtil betalingen er sket.

3. hvorfor:

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

5 dage

Konsekvens på økonomien:

12.500 kr. grundet allokering af ressourcer for senere arbejde, der er afhængig af denne.

Konsekvens for kvaliteten:

Ingen

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C1_018

Aktivitet: *Montere vinduer inkl. udtag interim* - Fag: *E&P* - Område: *Opgang 180 blok 15*

Forklaring: *Arbejdet omfatter montering af vinduer.*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Materialerne er ikke til stede.

2. hvorfor: Vinduerne ved dette område er tidligere blevet smadret grundet et væltet stillads. Der blev efterfølgende bestilt nye vinduer. Et af disse vinduer er sidenhen blevet stjålet, og der skal derfor bestilles et nyt.

3. hvorfor:

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

Da denne opgang snarlig skal afleveres, bliver der taget et vindue fra en anden opgang, der monteres her. Dermed slippes der udenom, at skulle afvente den nye bestilling. Arbejdsopgaven bliver dermed ikke forsinket med mere end ca. 4 arbejdsdage.

Konsekvens på økonomien:

35.000 kr.

Konsekvens for kvaliteten:

Ingen

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C1_019

Aktivitet: *Opmuring af Gavl* - Fag: *Murer* - Område: *Opgang 16 blok 11*

Forklaring: *Arbejdet omfatter opmuring af gavle*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Opgaven er ikke blevet færdig til tiden. Opstarten blev forsinket, hvorfor opgaven bliver senere færdig end oprindelig planlagt.

2. hvorfor: Underentreprenøren styrer selv sin tid, og har ikke en præcis idé om, hvad der bliver planlagt, og hvilken konsekvens det har, at han ikke bliver færdig til tiden. Har desuden en dårlig arbejdsmoral, og får ikke altid lavet det, han lover.

3. hvorfor: Underentreprenøren er ikke villig til at kommunikere og samarbejde.

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

3 dage forsinket. Har ingen indflydelse på efterfølgende opgaver, og har derfor ikke en indflydelse på den samlede tidsplan.

Konsekvens på økonomien:

Ingen.

Konsekvens for kvaliteten:

Ingen

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C1_020

Aktivitet: *Montage af indvendige døre* - Fag: *E&P tømrer* - Område: *Opgang 16 blok 11*

Forklaring: *Montage af indvendige skydedøre og entrédør*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Opstarten for arbejdsopgaven var to dage forsinket.

2. hvorfor: Opstarten blev forsinket grundet ekstra arbejde i den forrige gang.

3. hvorfor: Tømreren havde ikke tilstrækkelig med mandskab til at håndtere begge opgaver. Den anden opgang blev derfor prioriteret.

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

2 dage. Ingen indflydelse på den samlede tidsplan, da den samlede tidsplan for netop denne opgang er en uge længere.

Konsekvens på økonomien:

12.500 kr..

Konsekvens for kvaliteten:

Ingen

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C1_021

Aktivitet: *Opsætning stål i gavlplader* - Fag: *Stålmænd* - Område: *Opgang 40 blok 10*

Forklaring: *Opsætning af stål i gavl til fremtidige vinduer.*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Materialer ikke tilgængelige til opstart af arbejdsopgave.

2. hvorfor: Materialer ikke leveret til tiden.

3. hvorfor: Det er erfaret af byggeledelsen, at leverandøren typisk levere sine leverancer senere end opgivet. Materialerne blev bestilt inden for tiden, men leverandøren blev forsinket, og materialerne var derfor først tilgængelige 2 dage efter.

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

2 dage forsinket, men arbejdsopgaven bliver forceret hen over weekenden. Har derfor ikke betydning for andre opgaver.

Konsekvens på økonomien:

Ca. 15.000 kr.

Konsekvens for kvaliteten:

Ingen

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C1_022

Aktivitet: *Afrensning af tapet*

- Fag: *Maler* - Område: *Opgang 40 blok 10*

Forklaring: *Arbejdet omfatter afrensning af tapet.*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Kunne ikke komme i gang til tiden grundet sikkerhedsmæssige problemer (for højt lydniveau fra anden arbejdsopgave).

2. hvorfor: Boremanden blev ikke færdig til tiden med sit skærearbejde.

3. hvorfor: Boremanden deltager ikke i de ugentlige LPS møder, og arbejdet tog derfor længere tid end planlagt på det foregående LPS møde.

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

3 dage. Afsluttende arbejde, og har derfor ikke indflydelse på andre opgaver.

Konsekvens på økonomien:

12.500.

Konsekvens for kvaliteten:

Ingen

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C1_023

Aktivitet: *Stigestreng + varmeunit* - Fag: *VVS* - Område: *Opgang 40 blok 11*

Forklaring: *Montering af stigestreng og varmeunit*

Årsagsanalyse - 5 why's

1. hvorfor: Arbejdet bliver forsinket, da VVS'en ikke er påbegyndt arbejdsopgaven til planlagt tid.

2. hvorfor: VVS'en har for nyligt afskediget 2 mand, og har ikke mandet op. Derfor har han ikke mandskab til at nå alle sine planlagte arbejdsopgaver.

3. hvorfor:

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

Arbejdsopgaven bliver 2 uger forsinket. Der er umiddelbart ingen afhængige efterfølgende opgaver, og forsinkelsen har derfor ikke betydning for den samlede tidsplan.

Konsekvens på økonomien:

Ingen.

Konsekvens for kvaliteten:

Ingen

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C1_024

Aktivitet: *Gasbeton montage*

- Fag: *Murer* - Område: *Opgang 40 blok 11*

Forklaring: *Montage af gasbeton på badeværelset.*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Arbejdsopgaven er startet op 3 dage senere end planlagt.

2. hvorfor: Det var ikke muligt at starte til tiden af sikkerhedsmæssige årsager (for meget støj fra nærtliggende arbejdsopgave, se. C1_022).

3. hvorfor:

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

3 dage for arbejdsopgaven. Har delvis en betydning for efterfølgende arbejdsopgaver.

Konsekvens på økonomien:

12.500 kr., med risiko for mere.

Konsekvens for kvaliteten:

Ingen

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C1_025

Aktivitet: *Linoleum*

- Fag: *Gulvmand*

- Område: *Opgang 40 blok 11*

Forklaring: *Udlægning af linoleum i lejligheder*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Det foregående arbejde blev ikke færdig som planlagt.

2. hvorfor: Det foregående arbejde blev ikke færdig til tiden grundet køkkenmandens leverandør, der ikke fik leveret materialer til tiden (se C1_017).

3. hvorfor:

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

3 dage for arbejdsopgaven. Ingen betydning for den samlede tidsplan.

Konsekvens på økonomien:

12.500 kr..

Konsekvens for kvaliteten:

Ingen

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C1_026

Aktivitet: *Maling af træværk*

- Fag: *Maler* - Område: *Opgang 40 blok 11*

Forklaring: *Maling af træværk*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Træværket var ikke kommet op, og maleren havde således ikke noget at male.

2. hvorfor: Det var ikke muligt at få træværket op til den planlagte tid, da der opstod en række uforudsete forhold. Byggeledelsen havde ikke undersøgt processen til bunds, og opsætningen af træværket var således ikke blevet klargjort.

3. hvorfor:

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

3 dage.

Konsekvens på økonomien:

Ingen

Konsekvens for kvaliteten:

Ingen

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C1_027

Aktivitet: *Emhætte og ventiler monteres* - Fag: *Ventilation*

- Område: *Opgang 40 blok 11*

Forklaring: *Montering af emhætte og ventiler i køkken*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Arbejdet er blevet nedprioriteret. Der har altså ikke været mandskab nok til at håndtere alle de planlagte arbejdsopgaver.

2. hvorfor:

3. hvorfor:

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

3 dage for arbejdsopgaven. Ingen betydning for den samlede tidsplan.

Konsekvens på økonomien:

Ingen

Konsekvens for kvaliteten:

Ingen

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C1_028

Aktivitet: *Indregulering* - Fag: *Ventilation* - Område: *Opgang 40 blok 11*

Forklaring: *Indregulering i køkken.*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Der manglede udskæringer i skabe, således at ventilationsmanden havde adgang til der, hvor indreguleringen skulle ske.

2. hvorfor: Der var ikke givet information om, at inspektionslemmene skulle udskæres.

3. hvorfor:

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

2 dage for arbejdsopgaven. Ingen betydning for den samlede tidsplan.

Konsekvens på økonomien:

12.500 kr..

Konsekvens for kvaliteten:

Ingen

Appendiks E - Årsagsanalyse, case 2

19

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C2_001

Aktivitet: *Konvektor + trykprøve*

Fag: *LH Rørbyg*

Område: *Bygning 1*

Forklaring:

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Ikke udført, da varmeafgivere mangler fra leverandør

2. hvorfor: Materialerne er bestilt for sent hjem fra leverandøren pga. sene projektændringer

3. hvorfor: Der er blev foretaget meget sene projektændringer fra arkitekten pga. skæve elementer der umuliggjorde at de oprindelige konvektorer kunne monteres. Derfor blev nye konvektorer bestilt meget sent, hvilket med den lange leveringstid, gjorde at arbejdet ikke kunne udføres til tiden.

4. hvorfor: Manglende kvalitetssikring fra rådgiveren og totalentreprenørens side, gjorde at der ikke var fokus på dette problem langt tidligere i processen.

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden: *(arbejdet skulle være færdigt i uge 13)*

4 måneder

Konsekvens på økonomien:

Ca. 100.000

Konsekvens for kvaliteten:

ingen

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C2_002

Aktivitet: *VVS i gipsvægge*

Fag: *LH Rørbyg*

Område: *Bygning 2*

Forklaring:

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Fremdrift har været stoppet pga. manglende afklaringer fra Cowi vedr. gipsvægge

2. hvorfor: Cowi har tegnet bygningen hvor installationerne i væggene ikke kunne være der og installationerne konflikter. Fejlprojektering fra cowi's side af. Ligeledes manglende tilbagemelding fra cowi.

3. hvorfor:

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden: *(ca. 4 ugers forsinkelse)*

2½ måneds forsinkelse

Konsekvens på økonomien:

Over 150.000

Konsekvens for kvaliteten:

Lavere kvalitet end udbuddet pga. kolliderende installationer. Fremtidig service af bygningen vil være en meget dyr affære.

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C2_003

Aktivitet: VVS hovedrør

Fag: LH Rørbyg

Område: Bygning 2

Forklaring:

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: VVS hovedrør i niveau 9+10+11 ikke udført pga. manglende afklaringer fra cowi

2. hvorfor: Konfliktende projektering fra cowi. Fejlprojektering. Elbakker til CTS og installationer og VVS er dimensioneret fra rådgivers side til at fylde væsentligt mindre end hvad fylder i praksis.

3. hvorfor: Dårlig kommunikation mellem UE og COWI. Cowi og UE har ikke korresponderet på en måde så det gjorde det muligt at udføre projekteringen ordentligt.

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden: *(skulle have været færdig i uge 15 (niv 9) eller uge 17 (niv 10+11))*

3-5 måneders forsinkelse

Konsekvens på økonomien:

Over 500.000

Konsekvens for kvaliteten:

Udførelse er god, men visuelt er det ikke på højde med bygherres ønsker, ligesom det vil være svært servicebart bagefter ved service.

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C2_004

Aktivitet: *Installere solafskærmning*

Fag: *Bravida*

Område: *Bygning 1 + bygning 2*

Forklaring: *Opgaven omfatter installation af motor og ABA til solafskærmning i bygning 1 og 2.*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Bravida er ikke klar over, hvordan det rent teknisk ønskes, at solafskærmningen skal automatiseres og styres.

2. hvorfor: De er ikke klar over, hvilke gardiner, der skal anvendes til solafskærmningen, og de ved derfor ikke præcist hvordan installationen skal foretages.

3. hvorfor: De er ikke klar over hvilke gardiner skal anvendes, da MT Højgaard ikke har meldt noget ud vedrørende dette.

4. hvorfor: Det har ikke været muligt for MT Højgaard at melde noget ud, da bygherren endnu ikke har besluttet sig for, hvilke gardiner han ønsker.

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

Den konkrete arbejdsopgaver bliver 2 måneder forsinket, da bokse til solafskærmningen ikke bliver sat op før her. Alle installationer er dog trukket, så det har ikke nogen konsekvens for den samlede tidsplan.

Konsekvens på økonomien:

Ingen konsekvens

Konsekvens for kvaliteten:

Ingen - placeringen af loftlemmene er dog blevet ændret, hvilket kan have en konsekvens, da det udførte ændrer sig fra det oprindelige. Det vurderes derfor, at det har en lille eller ubetydelig indvirkning på kvaliteten.

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C2_005

Aktivitet: *EL+svagstrøm*

Fag: *Bravida*

Område: *Bygning 1*

Forklaring: *Arbejdsopgaven omfatter almindelig installation af el og svagstrøm.*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Installationerne skal trækkes ind i gulvbokse. Disse gulvbokse er dog blevet forsinkede, da MT Højgaard ikke har fået boret huller i omkringliggende elementer til trækning af installationer.

2. hvorfor: Der er endnu ikke blevet boret huller til installation, da MT Højgaard stadig venter på, at ingeniøren har fået beregnet, om elementerne omkring gulvboksene rent fysisk kan holde til, at der bliver boret huller til installationsgennemføringer.

3. hvorfor: Ingeniøren har ikke haft tid til at foretage denne beregning, da beslutningen om, at det rent praktisk skal løses ved at bore i elementerne, sker før der bliver taget stilling til, om det rent statisk kan lade sig gøre.

4. hvorfor: Ingeniøren har ikke haft tid til at foretage denne beregning, da der er forekommet mange projektændringer sent i projektet. Desuden er disse projektændringer foretages uden at lave revisionsskyer eller tilføje revisionsforklaringer på revideret projektmateriale. Dette besværliggør arbejdet ydeligere.

5. hvorfor: Disse mange projektændringer er forekommet, da bygherren konstant skifter holdning til, hvad han gerne vil have.

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

Den konkrete arbejdsopgave bliver forsinket med 3-4 måneder ift. den oprindelige tidsplan. Forsinkelsen har en indvirkning på den endelige tidsplan.

Konsekvens på økonomien:

Den økonomiske konsekvens beløber sig på ca. 50.000-100.000. kr..

Konsekvens for kvaliteten:

Får betydning for ordenen af installationerne. Installationerne er dog skjult. Det har derfor en lille eller ubetydelig indflydelse på kvaliteten.

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C2_006

Aktivitet: *EL, ABA/AVA*

Fag: *Bravida*

Område: *Bygning 2*

Forklaring: *Almindelig installation af el, ABA og AVA.*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Er forsinket pga. projektændringer. Forklaringen er den samme som ved opgave C2_005.

2. hvorfor:

3. hvorfor:

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

Den konkrete arbejdsopgave bliver forsinket med 3-4 måneder ift. den oprindelige tidsplan. Forsinkelsen har en indvirkning på den endelige tidsplan.

Konsekvens på økonomien:

100.000-150.000 kr..

Konsekvens for kvaliteten:

Får betydning for ordenen af installationerne. Installationerne er dog skjult. Det har derfor en lille eller ubetydelig indflydelse på kvaliteten.

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C2_007

Aktivitet: *CTS, EL, svagstrøm, lysarmatur*

Fag: *Bravida*

Område: *Bygning 2*

Forklaring: *Arbejdsopgaven omfatter montering af armaturer i bygning 2.*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Arbejdsopgaven er ikke blevet påbegyndt, da al arbejde er flyttet over i bygning 1, der derfor har prioritet, grundet en forsinkelse i denne.

2. hvorfor: Forsinkelsen i bygning 1 er opstået som følge af projektændringer fra bygherrens side, der endnu ikke er afklaret.

3. hvorfor:

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

Den konkrete arbejdsopgave bliver forsinket med 3-4 måneder ift. den oprindelige tidsplan. Forsinkelsen har en indvirkning på den endelige tidsplan.

Konsekvens på økonomien:

Der er ingen konsekvens for økonomien. Al mandskab arbejder andetsteds, og der er derfor ikke økonomiske udgifter forbundet med f.eks. allokering af ressourcer.

Konsekvens for kvaliteten:

Tingene vil kunne blive lavet pænere, hvis der ikke ville forekomme projektændringer. Det er fra starten blevet planlagt således, at ledninger og diverse ligger ordentligt. Med alle de projektændringer der forekommer, vil disse ledninger dog krydse hinanden. Dette er vurderet til at have en lille eller ubetydelig konsekvens for kvaliteten.

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C2_008

Aktivitet: *EL-føring, facade, døre, m.m.*

Fag: *Bravida*

Område: *Bygning 3+4+5+6*

Forklaring: *Arbejdet omfatter indføring af tomrør i facade, døre mm..*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Bravida kan ikke indføre tomrør, da de ikke er klar over, hvor disse skal indføres.

2. hvorfor: Facadearbejderne skulle have sat beslag ved de steder, hvor Bravida skal indføre tomrør. Facadearbejderne har til opgave, at afmåle, hvor disse beslag skal sættes.

3. hvorfor: Beslagene er ikke sat op, da facadearbejderne har fokus på, at få laves facaderne færdige på bygningerne, da dette arbejde er forsinket.

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

Den konkrete arbejdsopgave bliver forsinket med 3-4 måneder ift. den oprindelige tidsplan. Forsinkelsen har en indvirkning på den endelige tidsplan.

Konsekvens på økonomien:

Ca. 100.000 kr.

Konsekvens for kvaliteten:

Da arbejdsopgaven bliver forsinket, skal den, for at spare så meget tid som muligt, løses hurtigere end oprindeligt planlagt. Da der bliver mindre tid til opgaven, vil dette have en mindre betydning for kvaliteten. Denne betydning er vurderet til at have en lille eller ubetydelig indvirkning på kvaliteten.

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:**Indeks:** C2_009Aktivitet: *EL gennemføringer*Fag: *Bravida*Område: *Bygning 3+4+5+6*Forklaring: *Arbejdsopgaven omfatter trækning af el op til taget.*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Bravida er ikke klar over, hvor elgennemtrækningerne ved taget præcist skal være. De har derfor været nødsaget til at stoppe elkablerne umiddelbart før taget, og afvente på, at det bliver besluttet, hvor gennemtrækningerne skal være.

2. hvorfor: Bravida er ikke klar over, hvor gennemtrækningerne skal være, da der mangler tegningsmateriale, der viser dette.

3. hvorfor: Der foreligger ikke tegninger, da tegningerne ikke er frigivet fra MT Højgaards side.

4. hvorfor: Ingeniørens tegninger er forsinkede.

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

Den konkrete arbejdsopgave bliver forsinket med 3-4 måneder ift. den oprindelige tidsplan. Forsinkelsen har en indvirkning på den endelige tidsplan.

Konsekvens på økonomien:

Ca. 10.000 kr..

Konsekvens for kvaliteten:

Arbejdet bliver delt over i flere bider. I stedet for at trække kablerne direkte til, hvor gennemføringerne til taget skal være, bliver de først ført op til under taget, og skal sidenhen trækkes hen, til hvor gennemføringen skal være. Dette er en nødløsning, og får derfor en betydning for kvaliteten. Denne betydning vurderes til at være en lille eller ubetydelig kvalitetsmæssig konsekvens.

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C2_010

Aktivitet: *El lodrette føringer*

Fag: *Bravida*

Område: *Bygning 3+4+5+6*

Forklaring: *Arbejdet omfatter trækning af lodrette elforsyninger op igennem bygningerne.*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Bravida mangler afklaringer omkring udsparinger, hvori elforsyningerne skal ligge. De kan således ikke trække elforsyningerne.

2. hvorfor: Der mangler projektafklaringer omkring udsparinger.

3. hvorfor: Ingeniøren har ikke udarbejdet færdig projektmateriale der viser, hvor disse udsparinger skal være.

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

Den konkrete arbejdsopgave bliver forsinket med 3-4 måneder ift. den oprindelige tidsplan. Forsinkelsen har en indvirkning på den endelige tidsplan.

Konsekvens på økonomien:

Ca. 50.000 i øget arbejde for Bravidas projektledelse

Konsekvens for kvaliteten:

Ingen.

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C2_011

Aktivitet: *EL gulvkanal + bokse*

Fag: *Bravida*

Område: *Bygning 3+4+5+6*

Forklaring: *Arbejdet omfatter elføringer i gulvkanal og -bokse.*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: *Elføringerne kan ikke laves, da arbejdet kræver, at montage af konvektor er udført.*

2. hvorfor: *Konvektoren er ikke monteret grundet projektændringer.*

3. hvorfor:

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

Den konkrete arbejdsopgave bliver forsinket med 3-4 måneder ift. den oprindelige tidsplan. Forsinkelsen har en indvirkning på den endelige tidsplan.

Konsekvens på økonomien:

Ca. 30.000-40.000 kr.

Konsekvens for kvaliteten:

Ingen.

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C2_012

Aktivitet: *Gipsvægge s1+s2*

Fag: *Hvorslev byggefirma*

Område: *Bygning 1*

Forklaring: *Arbejdsopgaven omfatter montage af stålskinner og gipsvægge.*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Stålskelettet til gipsvæggene kan ikke monteres, da det konflikter med afløb fra toilet. Arbejdsopgaven er efterfølgende blevet yderligere forsinket, da ingeniøren ikke er kommet med en løsning til, hvordan denne problemstilling skal løses.

2. hvorfor: Problemet er opstået pga. dårligprojektering og manglende fokus på, om forskellige elementer konflikter med hinanden.

3. hvorfor:

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

4-5 uger tidsmæssig konsekvens.

Konsekvens på økonomien:

Flowet bliver ødelagt. 2 mand blev sendt hjem den ene dag. Vurderes til en økonomisk konsekvens på ca. 12.500 kr..

Konsekvens for kvaliteten:

Udførelse af arbejdsopgaven bliver en lappeløsning, da de finder på en 'nu og her' løsning, der ikke nødvendigvis er gennemtænkt. Diverse udsparringer osv., der skal laves, fordi installationerne efterfølgende skal ind i væggen, giver nogle problemer. Det er dog vurderet, at kvaliteten ikke bliver væsentlig forringet. Den kvalitetsmæssige konsekvens vurderes derfor til at være moderat.

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C2_013

Aktivitet: *Brandisolering*

Fag: *Hvorslev byggefirma*

Område: *Bygning 3+4+5+6*

Forklaring: *Arbejdet omfatter brandisolering og tætning omkring ovenlys.*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Stålkonstruktionen omkring ovenlysvinduerne er dækket af brandisolerende materiale. Der foreligger ikke noget projektmateriale om, hvordan ovenlysvinduerne skal monteres og tættes omkring dette brandisolerende materiale. Hvorslev byggefirma vil derfor ikke udføre dette før der ligger en projektafklaring, da de ikke ønsker at påtage sig ansvaret for løsningen.

2. hvorfor: Der har ikke været fokus på, at der kunne opstå en problemstilling. Ingeniøren har derfor ikke udarbejdet en løsning der viser, hvordan arbejdet rent praktisk skal udføres, således at bygningen fortsat er tæt. Der er derfor tale om en mangelfuld indsigt i de tekniske løsninger, og derved en dårlig projektering.

3. hvorfor:

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

En måned forsinket, med risiko for yderligere forsinkelse. Det er vurderet, at arbejdsopgaven samlet bliver halvanden måned forsinket.

Konsekvens på økonomien:

12.500 kr. grundet allokering af ressourcer.

Konsekvens for kvaliteten:

Ingen

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C2_014

Aktivitet: *Konvektormontage + trykprøve* Fag: *LH Rørbyg*

Område: *Bygning 1*

Forklaring:

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Manglende afklaring på stålbeslag / jordforbindelser i facade mod banen, for at varmeafgivere kan monteres. De tilpassede varmeafgivere mangler fra leverandør

2. hvorfor: Var ikke muligt at lave mål til bestilling hos leverandør pga. sene arkitektændringer. Ændringer skyldes skævt hus. Fejlen kunne være opdaget hvis der var ført tilstrækkeligt tilsyn fra rådgiver af. Manglende kvalitetssikring. Årsagen er den samme som C2_001.

3. hvorfor:

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden: (skulle være færdig uge 13)

3-5 måneder

Konsekvens på økonomien:

150.000

Konsekvens for kvaliteten:

Udførelse er god, men visuelt er det ikke på højde med bygherres ønsker, ligesom det vil være svært servicebart bagefter ved service.

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C2_015

Aktivitet: *Fancoil i skakte*

Fag: *LH Rørbyg*

Område: *Bygning 1*

Forklaring:

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Manglende montage af Fancoil, afventer El-Projekt, dette medfører ligeledes at der ikke kan trykprøves på de niveauer hvor disse skal monteres.

2. hvorfor: Det er ønsket fra bravida at de ikke opsættes før andre deres arbejde er afsluttet.

3. hvorfor:

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

Ingen, men skubber tømrenes arbejde som kommer efter

Konsekvens på økonomien:

15.000 (småpenge)

Konsekvens for kvaliteten:

Ingen

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C2_016

Aktivitet: *VVS Gulvvarme*

Fag: *LH Rørbyg*

Område: *Bygning 2*

Forklaring: *Montering af gulvvarme*

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Ikke muligt at udføre arbejdet pga. manglende adgang til niveauet.

2. hvorfor: MTH har ikke sørget for at der er adgang til etagen da der mangler adgangsveje.

3. hvorfor: MTH havde ikke fokus på, at der manglede en adgangsvej. (dårlig kommunikation)

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

3 uger

Konsekvens på økonomien:

Ca. 15.000

Konsekvens for kvaliteten:

ingen

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C2_017

Aktivitet: *Konvektor mont. + trykprøve*

Fag: *LH Rørbyg*

Område: *Bygning 2*

Forklaring:

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Arbejdet kan ikke udføres da det foregående arbejde ikke er afsluttet

2. hvorfor: MTH mangler at færdiggøre arbejde. Der har været manglende fokus fra MTH's side på at få arbejdet færdig til LH rørbyggs arbejde kan påbegyndes (dårlig kommunikation)

3. hvorfor: Råhus er så skævt at konvektorer skal genbestilles i nye dimensioner. Dernæst har der været dialog med rådgiver vedr. højder, hvilket yderligere har forsinket montagen. Den samlede trykprøvning kan først påbegyndes, når de samlede installationer er udført.

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

4 måneder

Konsekvens på økonomien:

90.000 kr

Konsekvens for kvaliteten:

Ingen

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C2_018

Aktivitet: *Beton – armeringsnet toiletter* Fag: *LH Rørbyg* Område: *Bygning 3+4+5+6*

Forklaring:

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Bygn 4. toiletter – rørføring ikke udført grundet manglende projekt.

2. hvorfor: Mangler projekt fra cowi. Det afsendte projekt kunne ikke lade sig gøre. Cowi mangler at lave tilbagemelding på hvordan arbejdet så kan udføres.

3. hvorfor:

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

3-5 måneder

Konsekvens på økonomien:

110.000

Konsekvens for kvaliteten:

Ingen, men blive stort set umulig at servicere uden at demontere en masse for at komme til

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C2_019

Aktivitet: *Maler*

Fag: *Maler*

Område: *Bygning 3,4,5,6*

Forklaring:

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Der mangler beklædning af søjler. Malerarbejdet kan ikke påbegyndes før dette er sket

2. hvorfor: Tømre: Skal have godkendt beklædning af søjler. Fibergibs omkring søjler betyder, at konvektor ikke kan være der. Kan ikke male søjlen før beklædningen er gjort. Beslutning ligger hos COWI.

Betonsøjler hælder, stål hælder. Gør at der ikke er plads til konvektor. Lang leveringstid til nye konvektorer

3. hvorfor:

4. hvorfor

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden:

Skulle være startet på i mandags. Regner med at søjle er beklædt den følgende mandag. (1 uges forsinkelse)

Konsekvens på økonomien:

Ingen økonomisk konsekvens, som kan fremsendes. Allokere ressourcer til kælderen, hvor der er arbejde. Leder efter arbejde. 12.500 kr for UE til allokering af ressourcer.

Konsekvens for kvaliteten:

Ingen.

Generelt: Aktivitet, fag, område mm.:

Indeks: C2_020

Aktivitet: *Armaturkasse inkl. install.*

Fag: *Bravida*

Område: *Bygning 1*

Forklaring:

Årsagsanalyse - 5 why's:

1. hvorfor: Opgaven kan ikke påbegyndes da der ikke foreligger en afklaring til hvordan opgaven skal udføres.

2. hvorfor: MTH kan ikke finde en løsning til, hvordan lamper skal hænges op. MTH har taget opgaven til ophæng (hvordan), men havde ikke fået det gjort.

3. hvorfor:

4. hvorfor:

5. hvorfor:

Konsekvensvurdering af problemet:

Konsekvens for tiden: (skulle være færdig uge 17 for niveau 5)

Ca. 3-4 måneders forsinkelse.

Konsekvens på økonomien:

Ca. 400.000 i forceringsomkostninger

Konsekvens for kvaliteten:

Folk er presset. Ved at forcere gås der på kompromis med kvaliteten. Vurderes til at have en lille betydning for kvaliteten.
