



Proessorientert planlegging

Tverrfaglig analyse av flyt og forutsetninger i byggeprosjekter



Carl Tommy Ellingsen-Lind



Marius Langenes

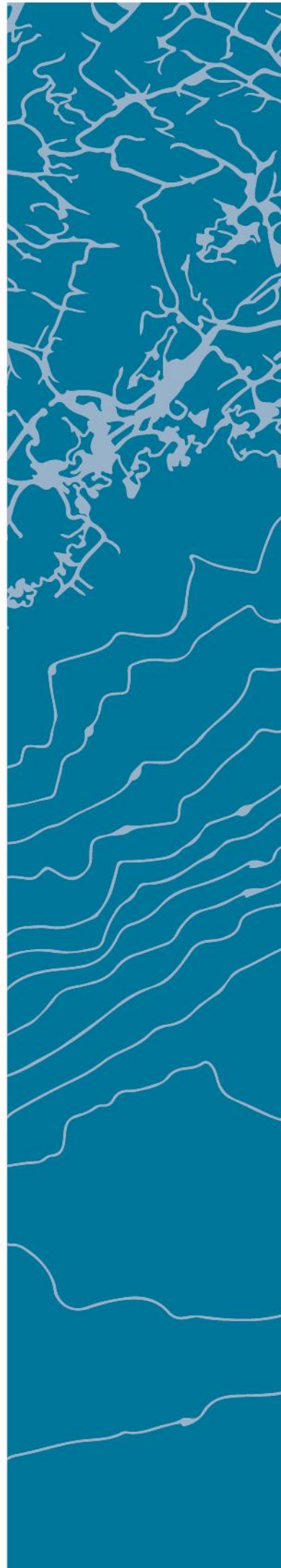
VEILEDER

John Skaar, Universitetet i Agder

Universitetet i Agder, 2018

Fakultet for Teknologi og Realfag

Institutt for ingeniørvitenskap



Obligatorisk gruppeerklæring

1.	Jeg/vi erklærer herved at min/vår besvarelse er mitt/vårt eget arbeid, og at jeg/vi ikke har brukt andre kilder eller har mottatt annen hjelp enn det som er nevnt i besvarelsen.	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	Jeg/vi erklærer videre at denne besvarelsen: <ul style="list-style-type: none"> - Ikke har vært brukt til annen eksamen ved annen avdeling/universitet/høgskole innenlands eller utenlands. - Ikke refererer til andres arbeid uten at det er oppgitt. - Ikke refererer til eget tidligere arbeid uten at det er oppgitt. - Har alle referansene oppgitt i litteraturlisten. - Ikke er en kopi, duplikat eller avskrift av andres arbeid eller besvarelse. 	<input checked="" type="checkbox"/>
3.	Jeg/vi er kjent med at brudd på ovennevnte er å betrakte som fusk og kan medføre annullering av eksamen og utestengelse fra universiteter og høgskoler i Norge, jf. Universitets- og høgskoleloven §§4-7 og 4-8 og Forskrift om eksamen §§ 31.	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	Jeg/vi er kjent med at alle innleverte oppgaver kan bli plagiatkontrollert.	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	Jeg/vi er kjent med at Universitetet i Agder vil behandle alle saker hvor det foreligger mistanke om fusk etter høgskolens retningslinjer for behandling av saker om fusk.	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	Jeg/vi har satt oss inn i regler og retningslinjer i bruk av kilder og referanser på biblioteket sine nettsider.	<input checked="" type="checkbox"/>

Publiseringsavtale

Fullmakt til elektronisk publisering av oppgaven

Forfatter(ne) har opphavsrett til oppgaven. Det betyr blant annet enerett til å gjøre verket tilgjengelig for allmennheten (Åndsverkloven. §2).

Alle oppgaver som fyller kriteriene vil bli registrert og publisert i Brage Aura og på UiA sine nettsider med forfatter(ne)s godkjenning.

Oppgaver som er unntatt offentlighet eller taushetsbelagt/konfidensiell vil ikke bli publisert.

Jeg/vi gir herved Universitetet i Agder en vederlagsfri rett til å

gjøre oppgaven tilgjengelig for elektronisk publisering:

JA NEI

Er oppgaven båndlagt (konfidensiell)?

JA NEI

(Båndleggingsavtale må fylles ut)

- Hvis ja:

Kan oppgaven publiseres når båndleggingsperioden er over?

JA NEI

Er oppgaven unntatt offentlighet?

JA NEI

(inneholder taushetsbelagt informasjon. Jfr. Offl. §13/Fvl. §13)

Forord

Masteroppgaven er utarbeidet ved Institutt for Ingeniørvitenskap som avsluttende del av masterprogrammet for Bygg ved Universitet i Agder. Oppgaven inngår i emnet BYG508 og ble utarbeidet fjerde og siste semester, våren 2018.

Målet for oppgaven har vært, med Lean Construction som grunnlag, å bruke tverrfaglig analyse og lokasjonsbasert planlegging til å identifisere forbedringsmuligheter i måten byggeprosjekter gjennomføres på. Masteroppgaven er skrevet i samarbeid med Skanska, som har bidratt med både case, fagkunnskap og ressurser. Også andre involverte parter i case-prosjektet har bidratt til oppgaven, noe som har gitt mulighet til å belyse problemstillingen fra et tverrfaglig perspektiv.

Forfatterne har stor respekt for den kunnskapen som er ute i bransjen. Underveis i prosjektet har vi hatt mange interessante samtaler med fagpersoner fra forskjellige deler av bygg- og anleggsbransjen og dette har vært svært lærerikt for oss. Kunnskapen vi sitter igjen med strekker seg ut over det som inngår i rammene for denne oppgaven, og er noe undertegnede med stor takknemlighet tar med seg videre inn i arbeidslivet.

Forfatterne takker alle som har direkte eller indirekte bidratt til oppgaven, og vil spesielt få takke vår veileder, John Skaar ved Universitetet i Agder, for engasjement, oppfølging og faglig innsikt. Videre vil vi gjerne få takke alle involverte fagpersoner som har gitt av sin tid og kommet med verdifulle bidrag til oppgaven. Spesielt vil vi takke Yngve Sletten, Thomas Fluør, Olaug H. Espeland og Fredrik Pettersen hos Skanska Bygg – Distrikt, Agder for casen, samarbeidet og all god hjelp.

En spesiell takk rettes til:

Universitetet i Agder
Skanska Bygg – Distrikt, Agder
Elektroxperten
Holbæk Rør
Ulstein
Br. Jakobsen
HTH Kjøkkenforum
Etterisolering Agder
Bo Andréen Norge



Marius Langenes



Carl Tommy Ellingsen-Lind

Grimstad, 31. mai 2018

Summary

Introduction: The construction industry is undergoing constant changes and the complexity of today's buildings is increasing. Simultaneously, there is a constant pressure to deliver projects faster and cheaper, without sacrificing quality. Lean construction is a philosophy that seeks to reduce waste, create flow and improve plan-reliability in construction projects. This master thesis is written in collaboration with Skanska, investigating the possibilities of location-based planning and flow-optimization in the interior works of the Bjørndalen KF5 residential project, using an interdisciplinary approach.

Methodology: The study is based upon mixed methods, combining both qualitative and quantitative approach. Open structured interviews with craftsmen and project managers formed the qualitative, whilst an optimization exercise in the software Vico Office, formed the quantitative part.

Result: Prerequisites and sources of waste are identified for all activities included in the scope, along with general means to reduce waste and strengthen flow of construction projects. Location-based scheduling, performed in Vico, shows the potential for optimizing the project flow using locations and levelling of activities.

Discussion and Conclusion: Findings in this report indicate that using craftsmen's knowledge and experience more frequently in designing, planning and implementing can help reducing waste and improve flow in construction projects. Two main approaches to reducing waste is suggested, where one is securing preconditions and the other facilitating projects that creates less waste. Furthermore, it is shown that location-based scheduling can provide better project flow by visualizing the use of locations with respect to time and provide the possibility to optimize this.

Innholdsfortegnelse

Obligatorisk gruppeerklæring	i
Publiseringsavtale	ii
Forord	iii
Summary	iv
Innholdsfortegnelse	v
Figurliste	viii
Tabelliste	ix
Formelliste	x
Forkortelser og begrep	x
Oversettelser	x
1 Innledning	1
2 Samfunnsperspektiv	2
2.1 Feil og mangler	2
2.2 Industrialisering	2
2.3 Kostnader, sykdom og skader	3
2.4 Miljø	3
3 Teori	4
3.1 Generelt om Lean	4
3.1.1 Lean	4
3.1.2 Lean Construction	4
3.2 Transformasjon, flyt og verdi	5
3.2.1 Transformasjon	5
3.2.2 Flyt	6
3.2.3 Verdi	8
3.2.4 TFV-konseptene som helhet	8
3.2.5 Ytterligere forståelse	9
3.3 Sløsing (Wastes)	9
3.4 Kaizen	10
3.5 Buffer	11
3.6 Just in time	12
3.7 Last Planner System	12
3.7.1 Plansystem i LPS	14
3.8 Line-of-Balance / Skråstrekplanlegging	16
3.9 Work Breakdown Structure (Prosjektnedbrytningsstruktur)	18
3.10 Location-Based Management Systems	20

3.10.1	Lokasjon-nebrytningsstruktur (Location breakdown structure)	20
3.10.2	Lokasjonsbaserte mengder og aktiviteter	21
3.10.3	Kalkulering av varigheter basert på mengder, ressurser og produktivitet	22
3.11	Prosjektplanlegging med hensyn på usikkerhet	22
3.11.1	Variabilitetseffekter for et prosjekt.....	22
3.11.2	PERT og Trepunkts estimat.....	23
4	Forskerspørsmål	25
4.1	Avgrensninger	25
5	Case	26
5.1	Bjørndalen.....	26
5.1.1	Bjørndalen KF5	27
6	Metode.....	30
6.1	Fremdriftsplan	30
6.2	Veiledningsmøter.....	30
6.3	Litteraturstudie	30
6.4	Kvalitativ metode.....	30
6.5	Kvantitativ metode	31
6.6	Kombinere både kvalitativ og kvantitativ metode	31
6.7	Dataprogrammer	32
6.7.1	Skanska ISI	32
6.7.2	Vico Office.....	32
7	Resultat.....	33
7.1	Sammendrag intervjuer	33
7.2	Observasjoner	34
7.2.1	Rigg	34
7.2.2	Terminal.....	35
7.2.3	Heise inn materialer	35
7.2.4	Industrialisering	36
7.2.5	Testleilighet	38
7.2.6	Involvering	38
7.2.7	Kommunikasjon	38
7.2.8	Oppfølging og evaluering	40
7.3	Innredningsarbeider leiligheter	41
7.3.1	Blåseisolering.....	42
7.3.2	Gulv del 1	44
7.3.3	Tømrerarbeider, del 1	46
7.3.4	Tekniske fag, del 1	48

7.3.5 Tømrerarbeider del 2	50
7.3.6 Tekniske fag, del 2	52
7.3.7 Tømrerarbeider del 3	54
7.3.8 Malerarbeider	56
7.3.9 Kjøkken	58
7.3.10 Tekniske fag del 3	60
7.3.11 Gulv del 2	62
7.3.12 Tømrerarbeider del 4	64
7.3.13 Innregulering	66
7.4 Fremdriftsplan	68
7.4.1 Forventete varigheter	68
7.4.2 Forslag til revidering av fremdriftsplan	69
8 Diskusjon	70
8.1 Intervjuer	70
8.2 Observasjoner	71
8.2.1 Rigg	71
8.2.2 Terminal	71
8.2.3 Heise inn materialer	71
8.2.4 Industrialisering	72
8.2.5 Testleilighet	73
8.2.6 Involvering	74
8.2.7 Kommunikasjon	74
8.2.8 Oppfølging og evaluering	76
8.3 Innredningsarbeider	77
8.3.1 Forutsetninger	77
8.3.2 Sløsing	78
8.4 Fremdriftsplan	80
8.5 Styrker og svakheter med undersøkelsen	82
9 Konklusjon	84
10 Anbefalinger	85
10.1 Videre forskning	85
10.2 Anbefalinger til oppdragsgiver	85
11 Referanser	86
12 Vedlegg	89
12.1 Sammendrag intervjuer	89
12.1.1 Skanska	89
12.1.2 Holbæk Rør	90

12.1.3 Elektroxperten	91
12.1.4 Ulstein AS.....	93
12.1.5 Br. Jakobsen AS, Malermester- og Byggtapetserfirma.....	94
12.1.6 HTH Kjøkkenforum	95
12.1.7 Bo Andrén Norge	96
12.1.8 Etterisolering Agder.....	96
12.1.9 Uavhengig tømmer/kjøkkenmontør	97
12.2 Personvernombudet for forskning	98
12.2.1 Meldeskjema	98
12.2.2 Innvilget søknad	103
12.2.3 Erklæringer om bruk av personopplysninger fra respondentene.....	106
12.3 Fremdriftsplan	124
12.4 Poster	125
12.5 Møtereferater	126
12.5.1 Intern veileder	126
12.5.2 Ekstern veileder (Skanska).....	131
12.6 Tegninger, Bjørndalen KF5.....	135
12.6.1 Planer.....	135
12.6.2 Snitt.....	142
12.6.3 Fasader	147
12.6.4 Detaljtegninger	150

Figurliste

FIGUR 1.1 OPPGAVENS OPPBYGNING	1
FIGUR 3.1: KOSKELAS MODELL AV PRODUKSJONSPROSESSEN SOM EN TRANSFORMASJON, DELT INN I UNDERPROSESSER [15].	5
FIGUR 3.2: KAIZEN BETYDNING. KILDE: HTTPS://WWW.KANBANCHI.COM/WHAT-IS-KAIZEN	10
FIGUR 3.3: KAIZEN, KONTINUERLIG FORBEDRING GJENNOM KVALITETSSIRKEL.....	11
FIGUR 3.4: METODIKK LAST PLANNER SYSTEM, KILDE: FORELESNING LEAN CONSTRUCTION, AARHUS UNIVERSITET	13
FIGUR 3.5: DE SYV FORUTSETNINGENE (LPS) [28]	13
FIGUR 3.6: LAST PLANNER SYSTEM [27]	16
FIGUR 3.7: EKSEMPLER PÅ SKRÅSTREKDIAGRAMMER. LOKASJONER ER REPRESENTERT PÅ Y-AKSEN OG PROSJEKTID PÅ X-AKSEN.....	17
FIGUR 3.8: EKSEMPEL PÅ EN WORK BREAKDOWN STRUCTURE KAN SE UT	19
FIGUR 3.9: EKSEMPEL; LOKASJONER PÅ FORSKJELLIGE NIVÅER.....	21
FIGUR 3.10: SKRÅSTREKDIAGRAM, MED FORSKJELLIGE MENGDER [42]......	21
FIGUR 3.11: SANNSYNLIGHETEN FOR TIDSBRUKEN TIL EN KJØRETUR FRA A TIL B [23]......	22
FIGUR 3.12: SANNSYNLIGHETSFORDELING FOR EN AKTIVITET, VED BRUK AV TREPUNKTS-ESTIMAT [23].....	24
FIGUR 5.1: PERSPEKTIV BYDEL BJØRNDALEN, KRISTIANSAND. KILDE: WWW.MITTBJØRNDALEN.NO.....	26
FIGUR 5.2: ILLUSTRASJONSBILDE BYDEL BJØRNDALEN, KRISTIANSAND. KILDE: WWW.MITTBJØRNDALEN.NO.....	26
FIGUR 5.3: ILLUSTRASJONSBILDE BJØRNDALEN KF5. KILDE: WWW.MITTBJØRNDALEN.NO.....	27
FIGUR 5.4: PLANTEGNING 2.ETG. BLOKK OPPDELING FRA A-C. KILDE: TROLLVEGG ARKITEKTSTUDIO	28
FIGUR 5.5: PLANTEGNING 5.ETG MED OPPDELING AV BYGG A OG B. KILDE: TROLLVEGG ARKITEKTSTUDIO.....	28

FIGUR 5.6: PLANTEGNING LEILIGHETSTYPE NR. 2. KILDE: TROLLVEGG ARKITEKTSTUDIO.	29
FIGUR 6.1: KOMBINASJON AV KVALITATIV OG KVANTITATIV METODE [49].....	31
FIGUR 7.1 FREMDRIFT FOR INNREDNINGSARBEIDENE. TRYKK PÅ AKTIVITET FOR Å HOPPE TIL DELKAPITTEL.....	41
FIGUR 7.2 PLANTEGNING 5.ETG BLOKK A. TROLLVEGG ARKITEKTSTUDIO.	41
FIGUR 7.3: FLYTDIAGRAM FOR BLÅSEISOLASJON. BEST-, EXPECTED- OG WORST CASE. PRODUSERT I VICO	42
FIGUR 7.4: FLYTDIAGRAM FOR GULV DEL 1. BEST-, EXPECTED- OG WORST CASE. PRODUSERT I VICO.....	44
FIGUR 7.5: FLYTDIAGRAM FOR GULV DEL 1. BEST-, EXPECTED- OG WORST CASE. PRODUSERT I VICO.....	46
FIGUR 7.6: FLYTDIAGRAM FOR TEKNISKE FAG DEL 1. BEST-, EXPECTED- OG WORST CASE. PRODUSERT I VICO.....	48
FIGUR 7.7: FLYTDIAGRAM FOR TØMRERARBEIDER DEL 2. BEST-, EXPECTED- OG WORST CASE. PRODUSERT I VICO.....	50
FIGUR 7.8: FLYTDIAGRAM FOR TEKNISKE FAG, DEL 2. BEST-, EXPECTED- OG WORST CASE. PRODUSERT I VICO.....	52
FIGUR 7.9: FLYTDIAGRAM FOR TEKNISKE FAG, DEL 3. BEST-, EXPECTED- OG WORST CASE. PRODUSERT I VICO.....	54
FIGUR 7.10: FLYTDIAGRAM FOR MALERARBEIDER. BEST-, EXPECTED- OG WORST CASE. PRODUSERT I VICO	56
FIGUR 7.11: FLYTDIAGRAM FOR KJØKKENMONTERING. BEST-, EXPECTED- OG WORST CASE. PRODUSERT I VICO	58
FIGUR 7.12: FLYTDIAGRAM FOR TEKNISKE FAG DEL 3. BEST-, EXPECTED- OG WORST CASE. PRODUSERT I VICO.....	60
FIGUR 7.13: FLYTDIAGRAM FOR GULV DEL 2. BEST-, EXPECTED- OG WORST CASE. PRODUSERT I VICO	62
FIGUR 7.14: FLYTDIAGRAM FOR TØMRERARBEIDER DEL 4. BEST-, EXPECTED- OG WORST CASE. PRODUSERT I VICO.....	64
FIGUR 7.15: FLYTDIAGRAM FOR TØMRERARBEIDER DEL 4. BEST-, EXPECTED- OG WORST CASE. PRODUSERT I VICO.....	66
FIGUR 7.16: FLYTDIAGRAM FOR ALLE AKTIVITETENE UTEN AVHENGIGHETER. PRODUSERT I VICO.....	68
FIGUR 7.17: FLYTDIAGRAM FOR ALLE AKTIVITETENE MED AVHENGIGHETER. PRODUSERT I VICO.....	68
FIGUR 7.18: OPPBEMANNING AV TEKNISKE FAG DEL 2. PRODUSERT I VICO	69
FIGUR 7.19: FORSLAG TIL REVIDERT FREMDRIFTSPLAN. PRODUSERT I VICO.....	69
FIGUR 8.1: EKSEMPEL DER PREFABRIKKERING HAR EN RASKERE PRODUKSJONSRATE. PRODUSERT I VICO.....	73
FIGUR 8.2: FLYTLINJER FOR REVIDERTE AKTIVITETER. PRODUSERT I VICO.....	81
FIGUR 8.3: FREMDRIFTSPLAN HVOR LEILIGHETER FRA BLOKK B ER INKLUDERT. PRODUSERT I VICO	83
FIGUR 12.1: LØFTESKAP FOR KJØKKEN LAGET AV HTH. KILDE: HTH KJØKKENFORUM	95

Tabelliste

TABELL 3.1: PRODUKSJON SETT GJENNOM KONSEPTENE TRANSFORMASJON, FLYT OG VERDI [15].	8
TABELL 3.2: EKSEMPEL, SKJEMA MED ARBEIDER SOM IKKE OPPNÅR ALLE DE 7 FORUTSETNINGER [29].	14
TABELL 3.3: EKSEMPEL PÅ LOOKAHEAD-PLAN [29].....	15
TABELL 3.4: EKSEMPEL WEEKLY WORKPLAN [29].....	15
TABELL 3.5: EKSEMPEL, LOKASJONSBASERTE MENGDER FOR GIPSVEGGER [42].....	21
TABELL 6.1: REKKEFØLGE FOR MIKSEDE METODER [48].	32
TABELL 7.1: BMW – VARIGHETER BLÅSEISOLERING	42
TABELL 7.2: FORUTSETNINGER OG WASTES FOR BLÅSEISOLERING.....	43
TABELL 7.3: BMW – VARIGHETER, GULV DEL 1	44
TABELL 7.4: FORUTSETNINGER OG WASTES FOR GULV DEL 1.	45
TABELL 7.5: BMW – VARIGHETER TØMRERARBEIDER DEL 1	46
TABELL 7.6: FORUTSETNINGER OG WASTE FOR TØMRERARBEIDER DEL 1	47
TABELL 7.7: BMW VARIGHETER FOR TEKNISKE FAG DEL 1.	48
TABELL 7.8: FORUTSETNINGER OG WASTES FOR TEKNISKE FAG DEL 1	49
TABELL 7.9: BMW – VARIGHETER TØMRERARBEIDER DEL 2	50
TABELL 7.10: FORUTSETNINGER OG WASTES FOR TØMRERARBEIDER DEL 2	51
TABELL 7.11: BMW VARIGHETER FOR TEKNISKE FAG, DEL 2.....	52
TABELL 7.12: FORUTSETNINGER OG WASTES FOR TEKNISKE FAG DEL 2	53
TABELL 7.13: BMW – VARIGHETER TØMRERARBEIDER DEL 3	54
TABELL 7.14: FORUTSETNINGER OG WASTES FOR TØMRERARBEIDER DEL 3	55
TABELL 7.15: BMW – VARIGHETER MALERARBEIDER.....	56

TABELL 7.16: FORUTSETNINGER OG WASTES FOR MALERARBEIDER	57
TABELL 7.17: BMW – VARIGHETER KJØKKENARBEIDER	58
TABELL 7.18: FORUTSETNINGER OG WASTES FOR KJØKKENARBEIDER.....	59
TABELL 7.19: BMW – VARIGHETER TEKNISKE FAG DEL 3	60
TABELL 7.20: FORUTSETNINGER OG WASTES FOR TEKNISKE FAG DEL 3.....	61
TABELL 7.21: BMW – VARIGHETER GULV DEL 2	62
TABELL 7.22: FORUTSETNINGER OG WASTES FOR GULV DEL 2	63
TABELL 7.23: BMW – VARIGHETER TØMRERARBEIDER DEL 4	64
TABELL 7.24: FORUTSETNINGER OG WASTES FOR TØMRERARBEIDER DEL 4.....	65
TABELL 7.25: BMW – VARIGHETER INNREGULERING	66
TABELL 7.26: FORUTSETNINGER OG WASTES FOR INNREGULERING.....	67

Formelliste

FORMEL 3.1: EXPECTED TIME	23
---------------------------------	----

Forkortelser og begrep

BA	-	Bygg og anlegg
BMW	-	Best case - Most likely - Worst case
CPM	-	Critical Path Method
IGLC	-	International Group of Lean Construction
JIT	-	Just in time
KS	-	Kvalitetssikring
LBMS	-	Location Based Management System
LPS	-	Last Planner System
PERT	-	Program Evaluation and Review Technique
PPC	-	Procent Plan Complete
RIV	-	Rådgivende Ingeniør VVS
SSB	-	Statistisk sentralbyrå
TE	-	Totalentreprenør
TFV	-	Transformation, Flow, Value
TPS	-	Toyota Production System
TQM	-	Total Quality Management
UE	-	Underentreprenør
VVS	-	Varme-, Ventilasjon- og Sanitærteknikk
WBS	-	Work Breakdown Structure

Oversettelser

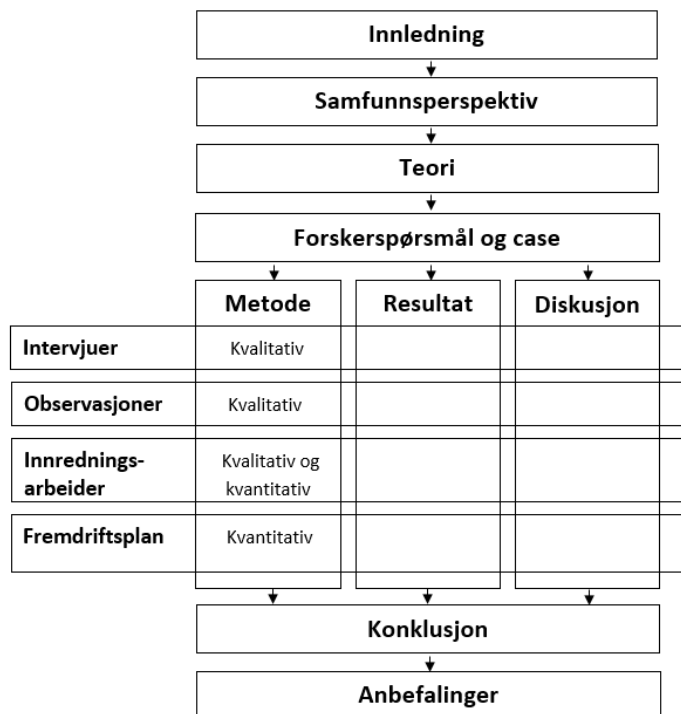
Input	-	Innputt
Lean	-	Slank
Output	-	Utputt
Waste	-	Sløsing

1 Innledning

Byggebransjen er i stadig utvikling og kompleksiteten i dagens bygg øker, noe som stiller stadig strengere krav til utførelsen. Samtidig er bransjen stadig mer presset på tid og utenlandske aktører med tilgang på billigere arbeidskraft presser markedet på pris. Dette kan i sin tur være med på å forklare at byggebransjen har en høyere feilprosent enn ønskelig, noe som årlig fører til milliardkostnader. Levere byggeprosjekter med riktig kvalitet til avtalt tid og pris er derfor viktig både for utbygger, entreprenør, kunde og i sin tur samfunnsøkonomisk lønnsomt. Lean Construction er en filosofi som søker å redusere sløsing samt øke kvalitet og planpålitelighet i byggeprosjekter. Lean-baserte metoder og verktøy brukes i større eller mindre grad i de fleste store norske entreprenørbedrifter i dag. Likevel er det ofte sprik mellom teori og praksis, og ikke alle prosjektorganisasjoner klarer å implementere Lean i praksis.

Skanska er en av Norges største entreprenørbedrifter og har jobbet med Lean Construction, internt kalt Trimmet Bygging, siden tidlig 2000-tallet. Masteroppgaven skrives i samarbeid med Skanska Bygg – Distrikt Agder, med Bjørndalen KF5 som case. Skanskas prosjektledelse har ønske om å ta i bruk Lean i utformingen av en god byggeprosess. Oppgaven tar for seg lokasjonsbasert planlegging og flytoptimalisering. Forfatterne har, med bakgrunn i tidligere yrkeserfaring, ønsket en praktisk tilnærming til oppgaven. Det ble derfor vektlagt å gjennomføre oppgaven med høy grad av involvering fra fagpersonell, med det mål å forene teori og praksis på en fornuftig måte. I tillegg har det vært viktig at oppgaven skal ha verdi for oppdragsgiver og bransjen generelt.

Oppgaven er en del av studiet Bygg - Master ved Universitetet i Agder, og er bygget opp etter fakultetets rapportmal. Videre følger en oversikt over oppbygningen av oppgaven.



Figur 1.1 Oppgavens oppbygning

2 Samfunnsperspektiv

Bygg-, anlegg-, og eiendomsnæringen er en av de viktigste næringene i Norge [1]. Den sysselsetter om lag 235.000 personer og omsetter årlig for over 500 milliarder norske kroner [2] [3]. Bransjen er representert over hele landet, i byene så vel som distriktene. Den største omsetningen finner tradisjonelt sted i og rundt de største byene, spesielt på Østlandet, men man ser ofte at bransjen er større i distriktene, sammenliknet med andre næringer. Man kan uten tvil si at bygge- og anleggsnæringen er svært viktig for Norge og at den både direkte og indirekte påvirker de fleste av oss.

De siste årene har bransjens produktivitetsutvikling stadig vært gjenstand for kritikk. I følge Statistisk sentralbyrå (SSB) har produktivitetsutviklingen i bransjen falt med 10 prosent siden år 2000 [4]. Enkelte mener at bransjen mangler evne til å innovere seg og at den negative produktivitetsutviklingen utgjør en trussel mot den norske velferden [5]. Selv om det knytter seg usikkerhet til om tallene fra SSB viser hele det korrekte bildet, er det liten tvil om at bransjen har et stort forbedringspotensial. Dette er grunnen til at mange av de største aktørene i byggebransjen har eller jobber med å implementere Lean som en del av deres arbeidsmetode.

Lean har sitt utspring fra Toyota Production System (TPS) og Total Quality Management (TQM) [6]. Dette er prinsipper, metoder og verktøy som har som formål å tilfredsstille kunder og samfunn. I følge Bjarne Berg Wig, grunnleggeren av TQM Center Norway, er Lean-tankegangen spesielt viktig i dagens samfunn fordi store forandringer skjer stadig raskere, noe som krever raskere forbedrings- og fornyelsestakt [6]. Dette er igjen nødvendig både for å møte dagens krav til kvalitet og å opprettholde produksjon i møte med konkurranse fra lavkostland som for eksempel Kina og India. Videre gjør kravet til bærekraftig vekst at bruk av ressurser og energi må gjøres stadig mer effektivt.

2.1 Feil og mangler

SINTEF Byggforsk mener i likhet med mange andre at det er altfor høy feilprosent i norske byggeprosjekter og at dette koster det norske samfunnet dyrt. I en artikkel på deres nettsider anslås det at den påløpte kostnaden for feil og mangler utgjør fem prosent av de totale byggekostnadene, som i 2011 utgjorde 8,9 milliarder kroner [7]. Nye produkter, endring av tekniske krav og perioder med høyt arbeidspress i bransjen bidrar negativt til feilstatistikken. Et forbedret prosjektstyringssystem er derfor svært ønskelig.

Eliminering av feil er en viktig del av Lean. Feilproduksjon regnes som en av de 7 typer sløsing (waste), og flere av Lean-baserte verktøyene tilbyr direkte og indirekte måter å sikre riktig kvalitet på. Mange byggefeil skyldes mangel på informasjon, hastverk, ineffektiv kontroll og mangelfull ansvars-avklaring. Ved å sikre et godt grunnlag i form av at alle forutsetninger er på plass, samt god arbeidsflyt, avklart ansvar og god kontroll, kan man potensielt bidra til reduksjon av byggefeil.

2.2 Industrialisering

Økt industrialisering er et begrep som i dag får stor oppmerksomhet i norsk bygg- og anleggsbransje (heretter omtalt som BA-bransjen). Dette bygger på en forventning om at man skal oppnå kortere byggetid, færre feil, reduserte kostnader, samt økt effektivitet, konkurransekraft og levetid [8]. Men, hva som ligger i begrepet industrialisering og i hvor stor grad bransjen kan og bør industrialiseres er vanskelig å fastslå helt sikkert.

Schmenner beskriver i sin rapport, «The Pursuit of Productivity», hvordan forbedring av flyt har vært sentral i alle viktige innovasjoner som har ført til store produktivitetssprang i samfunnet [9]. Like viktig som nye maskiner og teknologi, er hvordan disse/denne er organisert og satt i system for å oppnå best mulig flyt og kapasitetsutnyttelse. Schmenner beskriver Lean Manufacturing/TPS som en produktivetsforbedrende innovasjon på linje med samlebåndet. Lean Construction har sitt opphav fra Lean Manufacturing og bygger på den samme grunnfilosofien om flyt og reduksjon av sløsing. Men, grunnet kompleksiteten og egenarten ved byggeprosjekter, kan man ikke behandle dem på samme måte som ved produksjon av andre typer produkter. Dette er også grunnen til at det i rapporten «Industrialisering av Byggeprosessene» fra SINTEF [8], stilles spørsmål ved i hvor stor grad man faktisk kan industrialisere byggebransjen. Uansett er det liten tvil om at bransjen har mye å lære fra strømlinjeformet produksjon og at optimalisering av flyt er helt sentralt i å øke produktivitet, kvalitet og konkurransekraft i BA-bransjen.

2.3 Kostnader, sykdom og skader

I en rapport utarbeidet av SINTEF for Arbeidstilsynet, fremgår det at den årlige samfunnsmessige kostnaden for arbeidsrelaterte skader og sykdom kan estimeres til 30 milliarder [10]. Tallene omfatter alle landbaserte næringer og dekker tapte leveår, tapt livskvalitet og direkte kostnader til behandling, uførepensjon og tapt produksjon. Bare i BA-næringen var det ifølge SINTEF registrert omlag 424 000 tapte dagsverk i 2014 som følge av arbeidsrelatert legemeldt sykefravær [10]. I tillegg må det tas med i betraktning at belastningsskader og annen sykdom som fører til redusert livskvalitet i mange tilfeller ikke blir dokumentert.

Både fra et samfunnsøkonomisk og et etisk perspektiv er det altså viktig å redusere både akutt- og langtidskader knyttet til arbeidet. Ved implementering av Lean er målet å skape bedre flyt på arbeidsplassen. Oppnår man dette kan det føre til mindre stress, færre operasjoner som foregår på samme lokasjon, bedre informasjonsflyt og økt ryddighet på arbeidsplass, for å nevne noen. Forfatterne er i den oppfatning at dette i sin tur kan redusere risikomomenter og føre til forbedring av både psykisk og fysisk helse blant de ansatte.

2.4 Miljø

Mange av de overnevnte fordelene med implementering av Lean fører også med seg en miljømessig fordel, både i form av redusert globalt oppvarmingspotensial og redusert belastning på nærmiljøet. En mer Lean byggeprosess kan redusere materialbruken, avfallsmengden, bruken av energikrevende maskineri og utstyr, med mer. I tillegg kan prosessen gi bedre kontroll og oversikt, noe som igjen kan åpne opp for å gjøre smartere valg for eksempel med hensyn på løsninger, fremgangsmetoder og materialvalg. Kortere byggetid kan videre gi mindre belastning på nærmiljøet. Jevn flyt i arbeidet hindrer høy belastning (som eksempelvis støy, trafikkbelastning etc.) i kritiske perioder.

Oppsummert kan man si at en Lean byggeprosess kommer både byggherre, entreprenør, kunde (kjøper eller leietaker) og samfunnet til gode.

3 Teori

Forfatterne antar at leseren besitter grunnleggende kunnskap om Lean-filosofien og dens historie. Det er derfor kun valgt å presentere en kort innledning til Lean. I tillegg antas det kunnskap om grunnleggende prinsipper og metoder innen prosjektplanlegging.

3.1 Generelt om Lean

3.1.1 Lean

Lean-filosofien har sitt utspring fra Japan og japansk bilproduksjon. Systemet ble konkretisert og utviklet hos bilfabrikanten Toyota under ledelse av Taiichi Ohno [11]. Toyota Production System spredte seg til andre produksjonsbedrifter og filosofien har etterhvert gjort sitt inntog i store deler av den moderne produksjonsindustrien. Lean handler om å skape flyt i prosesser, eller å bevege en flytenhet med minst mulig sløsing (*muda*) underveis. Kundens behov er i fokus og man ønsker å eliminere prosesser som ikke skaper verdi for kunden. I tradisjonell produksjon fokuserer man ofte på utnyttelse av ressurser i organisasjonen (ressurseffektivitet) uten å løfte blikket mot det faktiske målet; kunden, sluttbrukeren eller neste produksjonsledd. I Lean etterstreber man i stedet flyteffektivitet, som måles på effektiv tilfredsstillelse av behov. Det finnes mange Lean-baserte metoder og -verktøy som brukes for å redusere det som ikke tilfører produktet verdi, men det er læring og kontinuerlig forbedring som ifølge Lean-filosofien først og fremst er det viktigste vi gjør [6].

3.1.2 Lean Construction

Bygg- og anleggsindustrien kjennetegnes av komplekse og unike prosjekter og dette vanskeliggjør implementeringen av Lean Manufacturing direkte. Tradisjonelt har det derfor vært motstand mot implementering av metodikk fra produksjonsindustrien, da bransjen på mange vis er svært forskjellig fra tradisjonell produksjon [12]. Det har derfor vært viktig å utvikle en mer overordnet filosofi som tar høyde for nettopp kompleksiteten og egenarten i både byggeprosjekter og deres organisasjon. Koskela et al. beskriver derfor Lean Manufacturing som en teoretisk inspirasjon til utarbeidelsen av en helt ny teoribasert metodologi for byggeindustrien, kalt Lean Construction [13].

Lean Construction er en Lean-basert produksjonsfilosofi som oppsto som en reaksjon på ineffektivitet og høy feilprosent i byggeindustrien. I 1992 utfordret Lauri Koskela bransjen på den etablerte byggeledelsen og dens manglende evne til å levere [14]. Han mente at de etablerte måtene å lede byggeprosjekter på kun fokuserer på aktiviteter og ikke tar hensyn til flyt- og verdifokus. Koskela argumenterte på bakgrunn av dette for at byggeindustrien potensielt kunne oppnå store besparelser, blant annet ved å fokusere på eliminering av aktiviteter som ikke tilfører verdi til prosjektet [14]. Koskela utga i år 2000 sin PhD om TFV-teorien (Transformation, Flow and Value), hvor han tar for seg transformasjons-, flyt- og verdiperspektivet i byggeprosjekter [15]. Denne teorien er helt sentral i forståelsen og utnyttelsen av Lean Construction, og omtales videre i kap. 3.2.

Glenn Ballard er en amerikansk forsker med bakgrunn fra BA-bransjen. Ballard var hoveddrivkraften bak utviklingen av Last Planner System (LPS). Sammen med Koskela var han en av initiativtakerne til den aller første Lean-konferansen som etterhvert ble til International Group of Lean Construction¹

¹ IGLC: Internasjonalt nettverk for forskning og utvikling av Lean Construction. Gruppen har siden 1993 avholdt årlige konferanser over hele verden [51].

(IGLC) [16]. Last Planner er myntet på å skape pålitelig arbeidsflyt og samarbeid mellom partene i et prosjekt. Dette gjøres ved at ansvaret for planleggingen av fasene mellom milepælene gjøres i samråd med dem som utfører jobben. Også Gregory Howell var med på utviklingen av LPS og har senere bidratt i stor grad til å forme og utvikle Lean for byggebransjen. Det kan argumenteres for at Koskelas TFV-teori sammen med Last Planner System (Ballard og Howell) på mange måter utgjør hovedpilarene i Lean Construction [17].

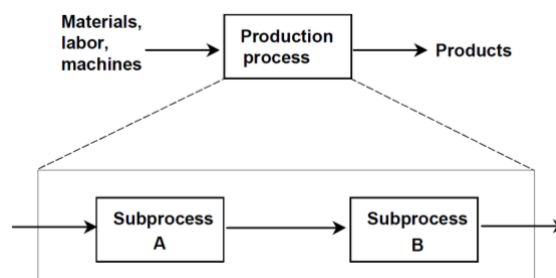
Sentralt i Lean Construction står altså reduksjon av sløsing, fokus på kunde verdi og økt planpålitelighet gjennom involvering og sikring av forutsetninger. Etterfølgende underkapitler vil ta nærmere for seg dette.

3.2 Transformasjon, flyt og verdi

Som tidligere nevnt introduserte Lauri Koskela i 1992 en banebrytende rapport, «*Application of the New Production Philosophy to Construction*», som forklarer hvordan han mener konstruksjonsprosessen bør forstås [18]. Her lanserte han flyt-begrepet og la grunnlaget for det som skulle bli TFV-teorien. I år 2000 kom doktorgradsavhandlingen, «*An Exploration Towards a Production Theory and its Application to Construction*» [15], hvor han lanserte TFV-teorien i sin helhet og argumenterer for at konstruksjonsprosessen kan forstås gjennom tre vinklinger; produksjon som Transformasjon, produksjon som Flyt og produksjon som en Verdiskapende aktivitet. Det kan argumenteres for at Koskelas TFV-teori er det nærmeste man kommer en teori for Lean Construction.

3.2.1 Transformasjon

Gjennom 1900-tallet har den etablerte oppfatningen vært at produksjonsprosessen er en transformasjon av produkter (innputt, utputt) og produksjonen har blitt styrt deretter [15]. Ved å se produksjonsprosessen som en transformasjon menes det at den kan ses på som en serie uavhengige steg som alle er verdiskapende for produktet. Hver aktivitet har en innputt (material/ressurs) og en utputt (resultat/ferdig produkt). Den totale transformasjonen brytes hierarkis ned i mindre transformasjoner som så optimaliseres individuelt. Dette er forøvrig basert på en ideell verden og det tas ikke til betraktning kompleksiteten som produksjonen i sin helhet innehar. Betraktningen av produksjon som transformasjon er nyttig for å identifisere hvilke deloppgaver som må utføres for å realisere et produkt, men den er forøvrig lite egnet når man skal redusere unødvendig ressursbruk eller sikre kundetilfredshet [15]. Dette er mye fordi konseptet ikke tar høyde for interne avhengigheter og uforutsigbarheten i BA-prosjekter. Koskela påpeker at transformasjonskonseptet brukt alene er en kilde til ineffektivitet, men at konseptet og metoder basert på dette er helt nødvendig i produksjonsstyring og dermed en viktig del av den helhetlige tilnærmingen [15].



Figur 3.1: Koskelas modell av produksjonsprosessen som en transformasjon, som kan deles inn i underprosesser [15].

3.2.2 Flyt

Flyt-konseptet har røtter tilbake til Fords fabrikker på 30-tallet, men ble videreutviklet i den japanske bilindustrien og er kjernen i den opprinnelige TPS-filosofien utviklet av Shingo [11]. Koskela beskriver flyt som en forflytning av materialer gjennom tid og sted på vei mot det resulterende produkt [15]. Her ser man altså på produksjon som en serie aktiviteter hvor noen tillegger produktet verdi, mens andre ikke gjør det. Målet, både i TPS og i Koskelas teori, er å redusere andelen ikke-verdiskapende aktiviteter, samt optimalisere de verdiskapende, for på denne måten optimalisere prosjektet i sin helhet. Siden det generelt sett har vist seg at det er en større andel ikke-verdiskapende aktiviteter, flyttes derfor fokuset over på reduksjon av sløsing (waste) i stedet for optimalisering av de verdiskapende aktivitetene [17]. Tradisjonelt sett har ikke konstruksjonsindustrien forstått denne vinklingen [17] [15]. Med respekt til tid, tar man ofte bare hensyn til tiden det tar å utføre selve transformasjons-aktiviteten, uten å ta hensyn til de ikke-verdiskapende aktivitetene (som eksempelvis transport, bevegelse og inspeksjon) på en god måte. Koskela spesifiserer forøvrig tre former for flyt, originalt kalt Location, Material and Assembly flow, som alle er interrelaterte.

Flyt gjennom lokasjoner (Location Flow)

Det som kjennetegner BA-bransjen og som skiller den fra tradisjonell produksjon er nettopp det at produktet ikke flyttes rundt i en produksjonslinje, men at det er stasjonært og at produksjonen i stedet flytter seg gjennom konstruksjonen. En oppgave består som oftest i å prosessere på gitt lokasjon, eksempelvis et rom eller en vegg, som gjentas og dermed er en del av en flyt gjennom lokasjoner [15].

Som oftest dreier arbeidet seg om en monteringsoppgave som er avhengig av flere spesifikke materialer (og utstyr). Dermed er oppgaven avhengig av punktlig leveranse av disse, noe som i BA-bransjen dessverre kan bety stor usikkerhet. I tillegg til å være avhengig av ressursflyten har man også variabilitet i produktiviteten til arbeiderne, lokasjonenes tilgjengelighet og foregående arbeider. Koskela påpeker at planlegging og styring av produksjonen, slik at arbeidene på de forskjellige lokasjonene ikke mangler den inputten de trenger, er en vanskelig oppgave [15]. Han understreker at dette betyr at arbeidsoppgaver og flyt begge må tas hensyn til i produksjonsstyringen.

I tillegg til å ha en fast plassering, er byggeprosjekter ofte unike og kan ses på som en prototype-produksjon [15]. En konsekvens av denne unikheten er at ikke alltid all nødvendig informasjon er tilgjengelig før vi begynner på en oppgave. Dette kan føre til feil som medfører omarbeid, noe som naturlig nok er svært ugunstig. Fordi en lokasjon ikke er et produkt som sendes videre til en spesifikk arbeidsstasjon, kan man i et bygg utføre flere arbeidsoppgaver på samme lokasjon samtidig. Der hvor man i fabrikkproduksjon har et produkt som blir sendt videre til en ny arbeidsstasjon, har man i konstruksjonsproduksjonen en lokasjon som ikke nødvendigvis blir eksklusivt tildelt en arbeidspakke på samme måten. Dette er ofte ugunstig og fører til forstyrrelser og nedsatt produktivitet [15]. Denne effekten oppnås også dersom det er for mange ressurser på samme arbeidsoppgave. Dersom det benyttes flere arbeidere utover det optimale antallet for oppgaven, synker produktiviteten per arbeidstime [15]. Videre er det ikke uvanlig at arbeid utføres uten at aktiviteten er «sunn», det vil si at ikke alle forutsetningene er til stede for å gjennomføre aktiviteten på en god måte. Dette kan føre til nedsatt produktivitet og er en type sløsing som først og fremst finnes i konstruksjonsindustrien og ikke i den klassiske listen med «7 wastes» fra produksjonsindustrien [15]. Koskela oppsummerer følgende kilder til denne typen sløsing; overbelastning av arealer (flere arbeidere på samme lokasjon), arbeid som

ikke følger sekvensen, unødvendig stop-start, manglende detaljplanlegging på forhånd, gjennomføring av arbeid uten det best egnede utstyret eller ressursene, avbrytelser på grunn av manglede materialer, verktøy eller informasjon og overtid eller for stort mannskap.

For å overkomme disse kildene til sløsing foreslås tiltak på flere nivåer. Det mest grunnleggende vil være å ta for seg det overordnede systemet og forsøke å unngå de delene det er knyttet høy usikkerhet til [15]. Dette kan for eksempel bety å øke graden av prefabrikasjon for å unngå opphoping av arbeid på byggeplass, velge standardprodukter og -løsninger for å overkomme prototype-produksjonen ol.

På kontroll- og ledelsesnivå påpeker Koskela tre krav til optimal prosjektstyring [15]. (1) Unngå at man må ta seg av andre arbeidsoppgaver og dermed får avvik i arbeidsflyten. (2) Unngå unødvendig bruk av buffer for å håndtere usikkerhet. Og (3) dersom man må velge mellom flytbuffer, ressursbuffer eller redusert produktivitet, må man gjøre valg basert på hensyn til det overordnede prosjektet som helhet. Koskela peker blant annet på Last Planner System som et system for håndtering av denne overnevnte uforutsigbarheten man møter i konstruksjons-produksjon. LPS beskrives nærmere i kapittel 3.7.

Flyt av materialer (Material Flow)

Kompleksiteten i materialflyten på byggeplass kan variere fra enkle leveranser av basisprodukter til komplekse systemer. Generelt sett er den verdiskapende tiden man bruker på denne typen flyt svært lav og tradisjonell ledelse har vist seg å skape mye sløsing som følge av dårlig kontroll og unødvendig variabilitet [15]. Det er ofte to hovedårsaker til at problemene oppstår. Den ene er uforutsigbar og har mangelfull leveranse, den andre at leveransene skjer til midlertidige lokasjoner som mangler tilfredsstillende infrastruktur til å ta imot produktene.

Økt fokus på ledelse og styring av forsyningskjeden kan bidra til å minimere problemet. Fokus på forbedringer i kjeden i form av kostnadsreduksjon knyttet til logistikk, reduksjon av ledetid og materiallager, bør være en del av dette [15]. Videre kan man øke fokuset på utslaget materialflyten har på arbeidet på byggeplass. Som tidligere diskutert er flyten gjennom lokasjoner avhengig av materialtilførselen, noe som gjør at økt leveranse pålitelighet minsker faren for forstyrrelse av de planlagte arbeidspakkene. Som nevnt ovenfor kan man også ha fokus på å flytte produksjonen oppstrøms i forsyningskjeden, eksempelvis i form av prefabrikasjon.

Flyt av monteringsfaser (Assembly Flow)

Sett gjennom perspektivet monteringsflyt, gjennomgår bygningen forskjellige monteringsfaser [15]. En metode som tar for seg denne typen produksjon-situasjon er Line-of-Balance. Her planlegges oppgavene på en slik måte at de ideelt sett har lik progresjonshastighet og tidsbuffer legges mellom dem for å ta høyde for usikkerheten. Metoden tilsier at tiden det tar å gjennomføre et prosjekt påvirkes mest av antallet aktiviteter og deres varighet, samt den nødvendige buffertiden som må legges inn for å motvirke variabiliteten. Line-of-Balance beskrives forøvrig nærmere i kapittel 3.8. Koskela mener at det teoretisk sett finnes en optimal produksjonsrate for et arbeid og at forsøk på økt produksjonsrate vil akselerere kostnadene, mens en lavere produksjonsrate fører til økte tidsrelaterte kostnader².

² Tidsrelaterte kostnader er kostnader som mer eller mindre øker lineært over tid. Dette kan være riggekostnader, faste leiekostnader, den faste bemanningen osv.

Både i lokasjons-, material- og monteringsflyt er hovedpoenget å redusere variabilitet/usikkerhet for å stabilisere og skape en jevn flyt [15].

3.2.3 Verdi

Gjennom verdi-konseptet ser man på produksjon som en verdiskapende aktivitet. Koskela definerer verdiskapning i produksjon som konverteringen av en bestemt kundes³ behov om til et produkt som oppfyller dem [15]. Det vil si at målet med produksjonen er å skape verdi for kunden. BA-bransjen er på mange vis en servicenæring hvor flere faggrupper sammen skaper et produkt (en service) for kunden(e). Bransjen ønsker i de fleste tilfeller å levere verdi, og her kan yrkesstoltheten spille inn. Men, man har ofte ikke en god nok definisjon eller oversikt over hva verdi for kunden i virkeligheten er. Tradisjonelt sett er ikke kundens verdikrav klart definerte når man setter i gang et prosjekt, og dermed kan man heller ikke gjøre målinger gjennom prosjektet på hvorvidt man innfrir dem [17]. Dermed er det høy sannsynlighet at man bruker unødvendig mye ressurser på aktiviteter som ikke skaper verdi for kunden, mens aktiviteter som øker kunde verdien blir neglisjert.

Verdistyring baseres på viktigheten av grundig og streng analyse av krav og behov, samt et godt system for formidling av kravene ut til hele verdikjeden [15].

3.2.4 TFV-konseptene som helhet

Koskela argumenterer for at hver av de tre konseptene ikke er alternative eller konkurrerende teorier, men deler og komplimenterende forståelser av produksjon [15]. Han understreker behovet for en produksjons-teori som fullstendig integrerer de tre konseptene og som innehar tilhørende verktøy og metoder. Som et steg på veien foreslås det å se på de tre konseptene integrert, som presentert i tabell 3.1 og det er dette som utgjør TFV-teorien slik den er presentert i Koskelas PhD [15].

	<i>Transformation view</i>	<i>Flow view</i>	<i>Value generation view</i>
<i>Conceptualization of production</i>	As a transformation of inputs into outputs	As a flow of material, composed of transformation, inspection, moving and waiting	As a process where value for the customer is created through fulfillment of his requirements
<i>Main principles</i>	Getting production realized efficiently	Elimination of waste (non-value-adding activities)	Elimination of value loss (achieved value in relation to best possible value)
<i>Methods and practices (examples)</i>	Work breakdown structure, MRP, Organizational Responsibility Chart	Continuous flow, pull production control, continuous improvement	Methods for requirements capture, Quality Function Deployment
<i>Practical contribution</i>	Taking care of what has to be done	Taking care that what is unnecessary is done as little as possible	Taking care that customer requirements are met in the best possible manner

Tabell 3.1: Produksjon sett gjennom konseptene Transformasjon, Flyt og Verdi. Som presentert i PhD til Koskela [15].

Videre understreker han at det er viktig at konseptet brukes helhetlig og ikke bare på deler av konstruksjonsprosessen. Like viktig er det også at alle disipliner jobber integrert med dette gjennom hele prosessen.

³ Kunden kan være en enkeltperson eller en gruppe mennesker, eksempelvis et selskap. Poenget er at kunder er forskjellige med individuelle behov og oppfatninger av verdi.

3.2.5 Ytterligere forståelse

Sven Bertelsen argumenterer i sin rapport fra 2002, «*Bridging the Gaps - Towards a Comprehensive Understanding of Lean Construction*», for at ytterligere forståelse av konstruksjonsprosessen og dens kompleksitet er nødvendig [17]. Han foreslår tre tilleggspunkter som vil knytte TFV-modellen og Last Planner System nærmere hverandre. Han understreker først viktigheten av å forstå konstruksjonsprosjekter som unike. Både organisasjon og miljøet hvor prosjektet skapes er unike, og kundenes verdiperspektiv vil aldri være helt like. Deretter ser han på kompleksiteten i BA-prosjekter og i bransjen som helhet. Et eksempel på systemkompleksitet er underentreprenører (UE) og leverandører som ofte er involvert i flere prosjekter samtidig. Hvordan et prosjekt utspiller seg kan dermed påvirke underentreprenørens evne til å serve de andre prosjektene den er involvert i. På denne måten knyttes den lokale bransjen sammen til et større system som helhetlig påvirkes av hvert prosjekts individuelle bevegelser. Dermed er det vanskelig å planlegge detaljert frem i tiden. Bertelsen argumenterer for at prosjektstyring baserer seg på antakelsen om at konstruksjonsprosessen er et ordnet system som kan detaljplanlegges og utføres i henhold til planen [17]. Resultater blir dermed at planene faller fra hverandre og at prosjektet er avhengig av et større antall uoffisielle og uautoriserte systemer som selv sørger for at arbeidet blir utført (*brannslukking*).

Det siste og kanskje viktigste punktet til Bertelsen er at konstruksjonsprosessen må forstås som et samarbeid. Han mener at et prosjekt og de involverte partene kan ses på som et «virtuelt foretak» som jobber sammen for å levere et helhetlig produkt. Tradisjonelt er det dessverre slik at de fleste har sin egen leveranse i fokus og at ingen har den overordnede prosjektsuksessen som personlig suksesskriteria [17]. Det at et prosjekt bare er midlertidig, er forøvrig med på å gjøre det ytterligere vanskelig å etablere et positivt samarbeid.

Selv om disse punktene er hentet fra en rapport publisert i 2002 (i forbindelse med den 10. IGLC konferansen, Gramado, Brasil [17]) er de fortsatt svært relevante for det arbeidet som gjøres på Lean Construction i dag. Forøvrig er det verdt å nevne at mye har skjedd siden den gang. Arbeid gjøres blant annet på kontraktsform og tidlig involvering, for å legge til rette for bedre samarbeid mellom de involverte partene i prosjektene [19] [20]. Dette inngår ikke i rapportens omfang og vil derfor ikke bli videre utdypet.

3.3 Sløsing (Wastes)

Lean direkte oversatt til norsk betyr «slank». Dette handler om å eliminere vekk alle unødvendige aktiviteter som ikke har verdi for kunden [11]. Ordet «sløsing» har ikke fått den samme tyngden som «waste» har internasjonalt, dermed omtales ofte sløsing som «waste» også på norsk. Waste stammer fra TPS og det japanske ordet «muda» [11]. Moore [21, pp. 143-144] definerer sløsing som: *“Waste is defined as anything that adds cost, but does not add value”*.

For å best definere sløsing har TPS gruppert 7 forskjellige typer wastes [11]:

1. **Overproduksjon:** Produsere tidligere, raskere eller mer enn kundens behov.
2. **Overprosessering:** Arbeid utover det som skaper verdi for kunden.
3. **Venting:** Arbeidere som venter på foregående aktiviteter, materialer, utstyr o.l.
4. **Transport:** Unødvendig flytting av folk eller komponenter mellom prosesser.
5. **Bevegelse:** Unødvendig flytting av folk eller komponenter innad i prosesser.

6. **Inventar:** Råmaterialer, "work in progress" og ferdig arbeid som bare blir stående.
7. **Defekte produkter:** Feil i produksjonen som fører til omarbeid, reparasjoner eller forkastede produkter.

Selv om det ikke er en del av Toyota Production System (TPS), argumenteres det for en 8. type sløsing, beskrevet som ubrukt menneskelig talent og oppfinnsomhet [22]. Denne sløsing oppstår når organisasjoner skiller ledelsens rolle fra de ansatte. Folkene som utfører jobben er ofte dem som er best egnet til å identifisere problemer og utvikle løsninger for dem [22]. Dersom man da tillegger ledelsen ansvaret alene for planlegging, kontroll, forbedring og innovasjon, og de ansattes rolle kun er å følge ordre og utføre planlagt arbeid, kan verdifull kunnskap og erfaring gå tapt. I tillegg går man glipp av den økte motivasjonen, moralen og forpliktelsen som involvering og kunnskapsheving medfører.

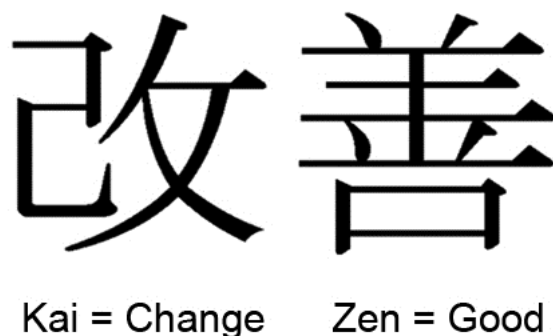
8. **Ferdigheter:** Ikke utnytte arbeidernes kunnskaper og erfaringer for å forbedre prosesser.

Videre nevner Liker [11] spesifikke metoder for å eliminere sløsing fra produksjonssystemet:

- Skape en jevn produksjonsflyt for å avdekke problemer og redusere variabiliteten i prosessene.
- Utjevne arbeidsmengden mellom produksjonsleddene i størst mulig grad.
- Bruke pull-systemer (se kap. 3.6) for å unngå overproduksjon, basere seg på kundens ønsker og å møte markedets behov.
- Stoppe produksjon når det er et kvalitetsproblem.
- Standardisere oppgaver for å skape kontinuerlig forbedring.
- Å benytte visuelle kontrollmetoder slik at ingen problemer forblir skjulte.
- Kun bruke pålitelig, grundig testet teknologi.

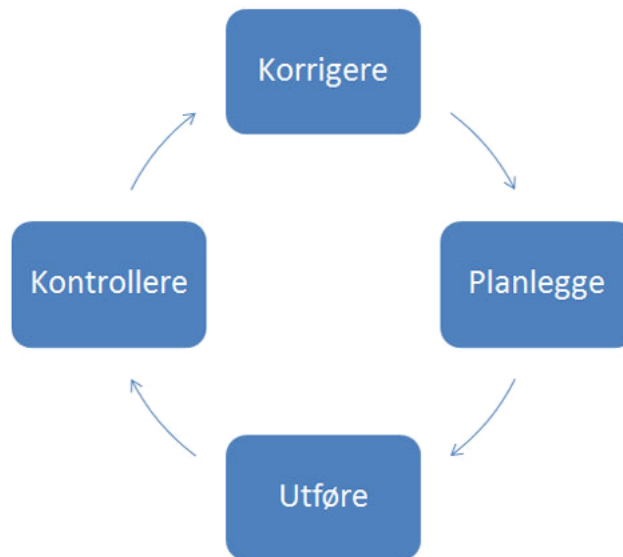
3.4 Kaizen

«Kaizen» som *muda*, stammer fra Japan, brukes i TPS og betyr «forandring til det bedre». Dette uttrykket er en stor del av Lean og handler om kontinuerlig forbedring [11].



Figur 3.2: Kaizen betydning. Kilde: <https://www.kanbanchi.com/what-is-kaizen>

Kaizen handler om å reflektere etter endt aktivitet for å evaluere hvor forbedringspotensialet ligger. Dette gjøres for å unngå samme feil flere ganger og oppnå kontinuerlig læring. Hovedmålene med Kaizen er kvalitetskontroll, effektivisering og standardisering, samt eliminering av sløsing i produksjonen [11]. Utrykket har en enkel metodikk, illustrert gjennom en kvalitetssirkel; planlegge, utføre, kontrollere, korrigere, se figur 3.3 under.



Figur 3.3: Kaizen, kontinuerlig forbedring gjennom kvalitetssirkel. Kilde:

<https://www.sjt.no/jernbane/veiledning/veiledere/sikkerhetsstyring/oppfolging-av-avvik-og-uonskede-hendelser/>

Planlegge: Utføre årsaksanalyser for å identifisere direkte årsaker til problemer, feil og defekter.

Utføre: Iverksette umiddelbare tiltak mot konkrete avvik og mangler.

Kontrollere: Evaluere effekt av tiltak.

Korrigere: Korrigerer tiltak (dersom tiltak ikke har hatt ønsket effekt).

Etter korrigering, starter sirkelen på nytt, med korrigert tiltak, evt. ny problemstilling.

3.5 Buffer

Ved planlegging av byggeprosjekter eller aktiviteter i en produksjon, kan det være fordelaktig å legge inn buffere (reserverer) [23]. En buffer er vanligvis et nivå på beholdning eller kapasitet som trengs for å sikre konstant produksjon. Det finnes forskjellige typer buffere [23]:

- **Tidsbuffer:**
 - **Prosjektbuffer**
Sammensatt av aggregerte beredskapsreserver tatt fra aktiviteter på den kritiske linjen; gir en beredskapsreserve mellom tidligste sluttdato mulig og den forpliktete dato.
 - **Milepælsbuffer**
Ligner på prosjektbuffer, men brukes når en prosjektfase eller milepæl har en fast forfallsdato.
 - **Flytbuffer**
Tidsbuffer som legges mellom aktiviteter. Viser tydelig i et flytdiagram der aktiviteter flyter gjennom flere lokasjoner og det er en tidsbuffer mellom hver aktivitet som skal være en sikkerhet hvis aktiviteter blir forsinket.
 - **Lokasjonsbuffer**
Betyr at en aktivitet ikke kan starte før foregående aktivitet er ferdigstilt i én eller flere lokasjoner. Forhindrer at flere aktiviteter pågår på samme lokasjon. Normalt i lokasjonsbasert planlegging legges det inn en buffer på én lokasjon.
- **Material/utstyrsbuffer:**
Ekstra materiell/utstyr tilgjengelig.

- **Aktivetsbuffer:**

Tilgjengelige aktiviteter som ikke er avhengige eller har andre aktiviteter som er avhengige av denne aktiviteten. Når det ikke er tilgjengelig arbeid kan disse aktivitetene gjennomføres, men trenger ikke å fullføres.

- **Ressursbuffer:**

Tilgjengelige ressurser på byggeplass som kan bidra når det er nødvendig, for å opprettholde fremdriften i prosjektet.

Buffere kan øke produksjonseffektiviteten, redusere de totale kostnadene og holde jevn drift.

Utfordringer med buffer

Å holde overflødig beholdning og ressurser er imidlertid dyrt, og det kan ende opp med å redusere lønnsomheten dersom de ikke brukes på riktig måte. Det kan også bli en uønsket «sikkerhet», da prosjektledelsen og håndverkerne vet at det er lagt inn rom for feil og forsinkelser i slutten av et prosjekt eller underveis. Dette kan bli en «hvilepute» og kan resultere i at aktiviteten(e) blir utsatt hvis for mange tenker at dette skal redde prosjektets fremdrift.

3.6 Just in time

Just in time (JIT), som stammer fra det japanske «kanban», handler om å ha de riktige materialene, mengdene og ressursene på rett sted, til rett tid [11]. Nøkkelen til å redusere sløsing er å skape flyt, og prinsippene i et pull-system⁴ bygger på at produksjonen foregår på en «just in time» måte. JIT er et Lean-prinsipp for organisering av produksjon i bedrifter, og skal sikre at alle deler og materialer som trengs kommer til ønsket tid og sted på hvert trinn i produksjonsprosessen. Ved hjelp av JIT spares lagerbeholdningen og gjør det lettere å skreddersy det ferdige produktet, tilpasset kundens behov. JIT kan redusere lagerkostnader i alle ledd i distribusjonskjeden, skape veltilpasset vareflyt og kvalitetssikre levering av ferdig produkt [24]. Prinsippet stammer fra TPS og Lean Production, men prøves nå å konverteres til byggeprosjekter for å redusere lagring, og dermed redusere sløsing [11]. Løsninger for dette kan blant annet være å benytte seg av terminal⁵.

3.7 Last Planner System

På grunnlag av forskning på forbedring av byggeproduktiviteten på 1980-tallet, skapte Glenn Ballard og Greg Howell The Last Planner System (LPS), for å forbedre forutsigbarheten og påliteligheten i byggebransjen [25]. Siden den første publikasjonen i 1993 og frem til i dag har systemet undergått kontinuerlig utvikling.

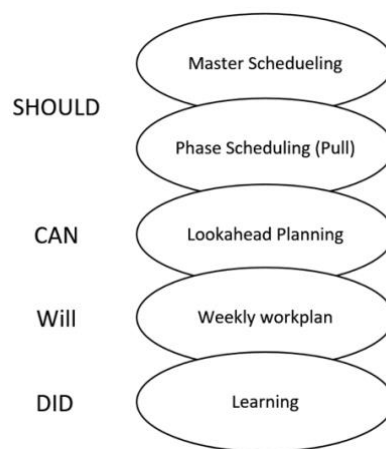
Prinsipper for Last Planner System:

1. Planlegg mer detaljert, jo nærmere arbeidet/aktiviteten er.
2. Lag fremdriftsplan i samarbeid med de som skal gjøre arbeidet.
3. Avslør og fjern hindringer på planlagte oppgaver som et lag.
4. Gjør pålitelige løfter.
5. Når løfter er brutt, finn opprinnelig årsak og forebyggende tiltak – Lær av feil.

⁴ Pull system: At materialer, ressurser og aktiviteter bes om kun når det trengs. Istedenfor tradisjonelt at man «pusher» arbeid videre i prosessen [11].

⁵ Terminal: Et mellomlager på annen lokasjonen (så nærme byggeplassen som praktisk mulig) med et tilhørende leveringssystem, for å minske varebeholdningen på byggeplass.

Systemet tar for seg planlegging og kontroll i prosjekt. Når miljøet er dynamiske og produksjons-systemet er usikkert og variabelt, kan ikke pålitelig planlegging utføres i detalj lenge før hendelsene skal gjennomføres [26]. Derfor er det sjeldent hensiktsmessig å bestemme hva og hvor mye arbeid som skal utføres, bare ved å følge en overordnet fremdriftsplan etablert i begynnelsen av prosjektet. LPS er et system, bestående av fem steg, som begynner før oppstart og fortsetter gjennom hele prosjektet, se figur 3.4 under. Plandetaljeringen øker her etterhvert som oppstarten for en aktivitet nærmer seg, og gjøres sammen med de som skal utføre arbeidene. I tillegg har man, for å ta høyde for usikkerheten, en aktivitetsbuffer (workable backlog) med aktiviteter som kan settes inn dersom planlagte aktiviteter ikke kan igangsettes, eller fullføres før tiden. Det vil si at man gjennom oppfølgingen kontrollerer at aktivitetene tilnærmer seg den ønskede sekvensen, og initierer etterfylling når den etablerte sekvensen enten ikke er mulig eller ikke lenger ønskelig. Videre skal planoppfølgingen brukes til læring og forbedring av planleggingen [26].



Figur 3.4: Metodikk Last Planner System, Kilde: Forelesning Lean Construction, Aarhus Universitet

Fremdriftsplaner har tradisjonelt sett vært push-baserte. Dette betyr at man «pusher» (dytter) innputt (arbeid, materialer, etc.) til en prosess basert på målleveranse eller sluttdato. «Pulling» (trekke/trenge) er en alternativ metode for å introdusere materialer eller informasjon til en produksjonsprosess [27]. LPS har kvalitetskriterier som skal tilfredsstilles for hver aktivitet/arbeidsoperasjon før disse kan igangsettes, det vil si at systemet baserer seg på at det kun er klagjorte («sunne») arbeider som kan utføres. Dette gjør Last Planner til et pullsystem [27]. Systemet baseres på syv forutsetninger for at én aktivitet kan starte; foregående aktivitet(er) er fullført, informasjon, mannskap, plass, materialer, utstyr er tilgjengelig og ytre forhold er tatt høyde for.



Figur 3.5: De syv forutsetningene (LPS) [28]

1. **Foregående arbeider:** Alle avhengige foregående arbeider må være ferdigstilt før aktiviteten kan starte.
2. **Informasjon:** Nødvendig, riktig og oppdatert informasjon må foreligge.
3. **Mannskap/ressurs:** Tilstrekkelig personell for å utføre jobben.
4. **Areal/Plass:** Nødvendig areal/plass tilgjengelig på lokasjonen. Foregående aktiviteter/fag har ryddet etter seg.
5. **Utstyr:** Det utstyret som trengs er klart og i god stand.
6. **Materialer:** Nødvendige materialer ligger tilgjengelig og klart til bruk, helst så nærme lokasjonen som mulig.
7. **Ytre forhold:** Forhold som vind, nedbør og snø er tilfredsstillende nok til å utføre jobben. F.eks. skal det arbeides i høyden på stillas og det er meldt mye vind, bør arbeidet vurderes å utsettes.

En aktivitet må oppfylle alle kravene før oppstart av arbeidene kan starte [27].

3.7.1 Plansystem i LPS

Som vist i figur 3.4, består LPS av fem steg med tilhørende planer [27]:

Masterplan: Overordnet hovedplan for hele byggeprosjektet. Her dannes de viktigste aktivitetene og milepælene for prosjektet. Under denne planleggingsøkten er det viktig å etablere forpliktelser fra de involverte i prosjektet.

Phase Scheduling: Det lages en plan for de forskjellige fasene i prosjektet (faseplaner), denne planen inneholder aktiviteter som burde gjøres for å holde tidsfrister og har en varighet (horisont) på typisk 3 mnd. avhengig av prosjekt/fase. Denne planleggingen utføres som en bakoverplanlegging i samarbeid med de utførende fagene, der de viktigste aktivitetene fremkommer. Hensikten er å identifisere den optimale konstruksjonsprosessen som danner optimal flyt mellom aktivitetene.

Lookahead planning: I byggeperioden lages utkvikksplaner for de neste 3-8 ukene, avhengig av type prosjekt. Disse lages i samarbeid med de utførende for de forskjellige aktivitetene. Hensikten er å klargjøre arbeid og oppdage potensielle hindringer, der de 7 forutsetningene er grunnlaget for om oppgavene er klare, se eksempel på tabell 3.2 under.

ID	Work tasks	start	Predecessor	Materials	Equipment	Labour	Information	Free space	OUTER	
									Contracts Approvals	Other
45	Risers	2/9/98	%	OK	OK	OK	Waiting	OK	OK	OK
12	Radiator apt. 15-18	2/9/98								
30	Radiator apt. 19-23	2/9/98								
33	Radiator apt. 24-28	3/9/98								
96	Bathroom apt. 1-3	3/9/98								
15	Bathroom apt. 4-6	17/9/98								
14	Bathroom apt. 7-9	17/9/98								
78	laundry	19/9/98								

Tabell 3.2: Eksempel, skjema med arbeider som ikke oppnår alle de 7 forutsetninger [29]

Planen oppdateres for hver uke som går. Det skal i denne fasen også dannes en «Workable backlog» som er en samling av aktiviteter som oppfyller alle forutsetningene, men ikke har høy prioritet (aktivitetsbuffer). Dette er aktiviteter som kan gjøres dersom det er stopp eller variasjoner i produksjonen. Aktivitetsbuffer er viktig både for å hindre produksjonsstans dersom planlagte aktiviteter ikke er klare, og utnytte den ledige kapasiteten dersom disse fullføres tidligere enn planlagt. Se eksempel på Lookahead-plan i tabell 3.3 under.

MEP	Week	24	25	26	27	28		
Activity	Responsible	+2	+3	+4			Sound	Comments
Risers stairway 3	Peter	X					OK	
Radiator apt. 15-18	Peter	X						Thermo adjust
Radiator apt. 19-23	Peter		X					Thermo adjust
Radiator apt. 24-28	Peter			X				Thermo adjust
Bathroom apt. 1-3	Jørgen							Connect Toilet
Bathroom apt. 4-6	Jørgen			X				Connect Toilet
Bathroom apt. 7-9	Jørgen				X			Connect Toilet
Laundry room	Ole		X	X				Wash-mash del. Week 25
Common room	Ole				X	X		Dish-wash del. Week 27

Tabell 3.3: Eksempel på Lookahead-plan [29]

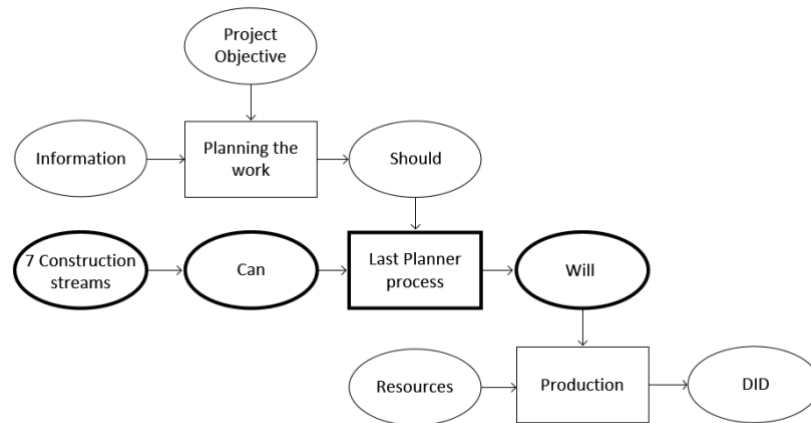
Weekly workplan: Lookahead planen brytes så ned til en Weekly workplan (Ukeplan). Denne planen lages for kommende uke, sammen med de ansvarlige for utførelsen av hver aktivitet. Ofte er det hensiktsmessig å foreta planleggingen ute på byggeplass, slik at de utførende får en visuell oversikt og kan se eventuelle mangler og arbeid som gjenstår.

MEP							
Works Tasks	Responsible	Mon.	Tue.	Wed.	Thurs.	Fri.	Notes
Radiator apt. 12	Peter	XX					
Radiator apt. 13	Peter		XX				
Radiator apt. 14	Peter			XX			
Risers stairway 3	Peter				XX	XX	
Electrical	Jon	XX	XX				
Heat connect	Jon			XX	XX	XX	Confirm with central

Tabell 3.4: Eksempel på Weekly workplan [29].

Learning: Sentralt i LPS er også læring og oppfølging. Systemet måler planoppnåelse gjennom et måltall kalt PPC (Percent Plan Complete). Det vil si en prosentvis fremstilling av hvor stor del av de planlagte oppgavene som er utført. Systemet legger opp til at årsaker til avvik skal identifiseres og at læring innarbeides i kontrollprosessen.

PPC regnes ut ved at antall fullførte planlagte aktiviteter (på ukesnivå) deles på totalt antall planlagte aktiviteter, og uttrykkes som prosentandel. Høy PPC tilsier god produktivitet og fremgang, mens lave verdier signaliserer behov for tiltak. Det vektlegges at årsaken til lav PPC ikke nødvendigvis ligger på produksjonsnivå. Opprinnelige årsaker til dårlig plankvalitet eller manglende gjennomføring av planlagt arbeid kan bli funnet på ethvert organisasjonsnivå, prosess eller funksjon [27]. Målesystemet er et kraftig verktøy for måling av produktivitet og dermed nyttig for ledelsen. Ulempen kan være at fagarbeiderne føler seg overvåket og det kan etableres mistillit til systemet.



Figur 3.6: Last Planner System [27]

Ballards system bygger på at produksjonsenhetene hver uke forplikter seg til spesifikke aktiviteter og oppgaver [27]. For at dette skal være mulig, er ukentlig arbeidsplan (Weekly workplan) avhengig av at oppgavene oppfyller spesifikke krav til definisjon, fullstendighet, sekvens, størrelse og læring [27]:

Definisjon: Oppdragene må være spesifikke nok til at riktig type og mengde materialer kan defineres. Arbeidene må kunne samordnes med andre fag, og det må i slutten av uken være mulig å avgjøre om oppdraget ble fullført eller ikke.

Fullstendighet: Alle oppgavene må være fullstendige. Det vil si at det må være mulig å avgjøre om; alle materialer er på plass, designet er komplett og tidligere arbeider er fullført. I løpet av planleggingsuken har formannen som oppgave å sørge for at oppgavene er klare til å bli utført, for eksempel koordinering med andre fag som arbeider i samme sone, bevegelse av materialer til produksjonsstedet, osv.

Sekvens: Aktivitetene som skal gjennomføres må være sunne, og lagt opp i en prioritert rekkefølge som er hensiktsmessig for prosjektet/fasen. Bufferaktiviteter (workable backlog) må i tillegg være tilgjengelige.

Størrelse: Aktivitetene må være dimensjonert for produktiviteten til hvert mannskap, slik at det er mulig å oppnå målet innenfor planperioden og at påfølgende aktivitet(er) kan starte som planlagt.

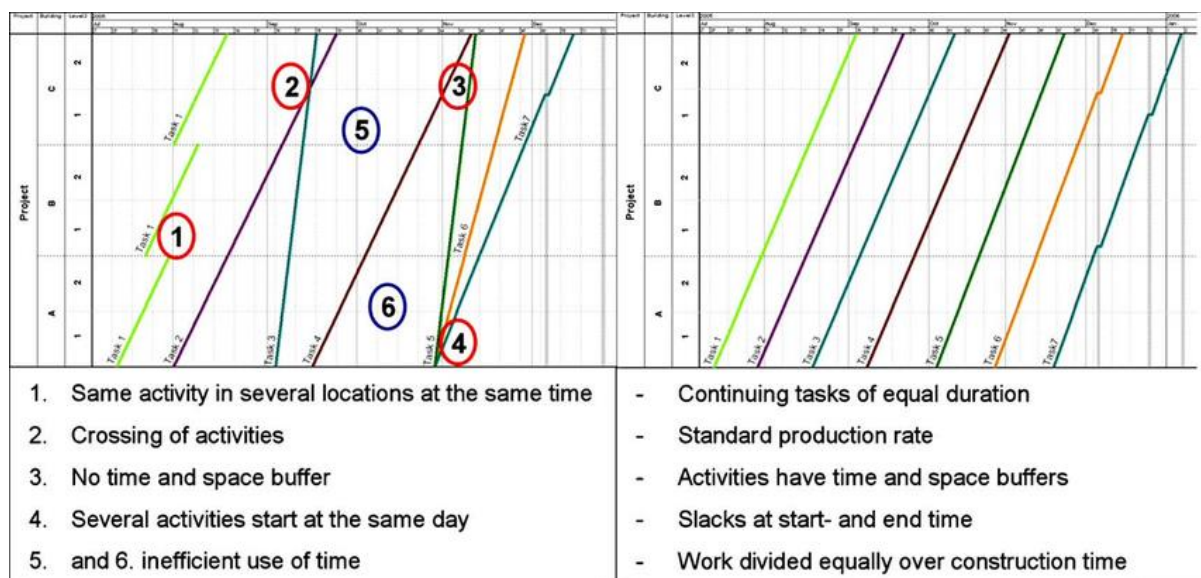
Læring: Aktiviteter som ikke er fullført i løpet av uken skal identifiseres og årsakene skal kartlegges og brukes til videre læring.

Resultatet etter innføring av disse kriteriene har, i følge rapporten til Ballard og Howell fra 1997, økt PPC og mannskapsproduktivitet [30]. Dette tilsier at bruk av LPS i prosjekter kan medføre fordeler for produksjonen, fremdriften og prosjektets helhet.

3.8 Line-of-Balance / Skråstrekkplanlegging

Line-of-Balance, på norsk kalt skråstrekkplanlegging, er en visuell planleggingsmetode som er spesielt egnet for prosjekter med høy grad av repetisjon [16] [31]. Den har sitt utspring fra den amerikanske marinen i 1940-årene hvor den ble brukt som planleggings- og kontrollverktøy [32], men har røtter tilbake til liknende teknikker brukt på 30-tallet [33]. I 1931 ble Empire State Building i New York ferdigstilt. Skyskraperen består av 102 etasjer, som fra skisse-design til åpning, ble fullført på 18 måneder, noe som aldri ville vært mulig den dag i dag [33]. Siden bygget er lokalisert midt i storbyen, med ingen eller begrenset riggplass, ble materialer levert etter behov og heiset til riktig lokasjon tidligst

tre dager før nødvendig bruk. Planleggingsystemet inneholdt kalkulasjoner av mengder basert på lokasjoner (etasjer og soner) og lokasjonsbasert planleggingsverktøy (skråstreksdiagram). Det var mye fokus på kontrollering og faktiske mengder plassert på lokasjoner ble kontrollert daglig. I tillegg ble det tre ganger daglig kontrollert om arbeiderne var på riktig lokasjon. Entreprenøren Starrett Brothers and Eken oppnådde enorm effektivisering ved bruk av det vi fortsatt i dag ser på som moderne metoder, alt uten avansert datateknologi [33]. Skråstreksplanlegging er en analytisk metode som omfatter balansering av produksjonsrater kombinert med visualisering av lokasjoner og eventuelle kollisjoner. Metoden er en del av det vi ofte bare omtaler som *lokasjonsbasert planlegging* (Location-Based Scheduling).



Figur 3.7: Eksempler på skråstreksdiagrammer. Lokasjoner er representert på y-aksen og prosjektid på x-aksen. Linjene representerer konstruksjonsoperasjoner av produksjonsteam. (Venstre) Vanlige avvikstyper (nr. 1-6) i et skråstreksdiagram. (Høyre) Typiske løsninger på avvik. [34]

Skråstreksdiagrammet bidrar til effektiv prosjektkontroll gjennom å vise linjer for faktisk fremdrift ved siden av den originale planen [31]. Dette gjør at man kan oppdage og analysere eventuelle avvik, samt sette i gang korrigerende tiltak om nødvendig (se eksempel i figur 3.7 over). Gjennom å forlenge linjene for den faktiske aktiviteten/fremdriften med samme stigning (samme produksjonsrate) vil man se det totale avviket som vil oppstå dersom produksjonsraten forblir uendret. Dersom linjene kolliderer vil dette bety at aktiviteter vil foregå på samme lokasjon til samme tid. Dette er ofte ugunstig og i mange tilfeller ikke praktisk mulig. Målet med skråstreksplanlegging og kontroll er å sørge for at linjene i planen og arbeidene i praksis er så synkroniserte og jevne som mulig.

Grafisk fremstilling gjennom skråstreksplanlegging er ment for å bidra til planlegging av flyt i produksjon [31]. Planpåliteligheten forsterkes dersom man gjennom visualisering av arealbruken kan unngå uønskede overlappinger av fag. God flyt og riktig arealbruk gjør det også mulig at underentreprenører og mindre faggrupper kan være på byggeplass (mer) kontinuerlig da de har jevnere tilgang på arbeid. Men, planlegging av flyt betyr ikke nødvendigvis at dette oppnås i realiteten. En veldig viktig del av skråstreksplanleggingen er derfor oppfølging og kontroll.

Seppänen og Kankainen har gjennom flere studier av avvik og kontrolltiltak i produksjon, belyst mulige tiltak som kan iverksettes for å korrigere avvikende fremdrift og opprettholde flyt i arbeidsprosessene [31]. Det er viktig at virkningsfulle tiltak settes inn slik at ikke forutsetningene for etterfølgende aktiviteter ødelegges. Dette kan innebære justering av ressursmengde(r) for en oppgave, endre omfanget/innholdet, overtidsarbeid, endre sekvensen på oppgavene og kjøre overlappende produksjon i lokasjoner der dette er mulig [31]. Dette er ofte ugunstig, men kan være med på å redde inn produksjonen og sikre neste ukes arbeid. Videre er det viktig at man lærer av feilene som oppstår og bruker dette i videre planlegging slik at man i større grad unngår avvik i fremtiden. Seppänen og Kankainen påpeker at de beste tiltakene er de som endrer produksjonsraten (illustrert som stigningen på prognose-linjen i planen) samtidig som kontinuiteten/flyten i arbeidet beholdes [31]. Ved å beholde kontinuiteten opprettholder man flyt, gjør kontroll på oppgaven enklere og beholder arbeiderne på stedet. Dette kan være spesielt aktuelt og fordelaktig med tanke på tekniske fag og andre som kun er tilknyttet enkelte faser i prosjektet.

Seppänen og Kankainens analyse av empiriske data fra virkelige prosjekter gir støtte til teorien om viktigheten av synkroniserte aktiviteter [31]. Gjennom statistisk analyse av data og sammenhengene mellom aktiviteter har det kommet fram at minimumsbuffer mellom aktivitetene, altså tidsbufferen mellom aktivitetene der de er nærmest hverandre, er den som har størst påvirkning på avbrytelser i arbeidsflyten. Prosjektdataene viste at andelen avbrytelser avtok når minimumsbufferen økte, samtidig som den økte i sammenheng med økt aktivitetsmengde (størrelse på prosjektet). Oppstartsbuffer hadde liten effekt så lenge aktivitetene nærmet seg hverandre ytterligere utover i prosessen. Resultatet fra studien viser dermed at det ikke betyr noe hva som er den maksimale bufferen mellom aktivitetene, fordi det er den minste «avstanden» som er styrende. Dette betyr at den optimale planen har like stor buffer mellom aktivitetene hele veien, altså synkronisering av aktivitetene.

Studien viste også at avbrytelser i arbeidsflyten så ut til å være hardere å ta igjen enn andre former for flyt-forstyrrelser [31]. Den påpeker også at det ikke er nok å planlegge for kontinuerlig flyt, men at gode kontroll- og oppfølgingssystemer er nødvendig for å sikre implementering. Denne kontrollen blir vanskeligere dersom aktivitetene splittes, noe som også har høy sannsynlighet for å forstyrre etterkommende aktiviteter. Det ble også påvist sammenheng mellom tidlig oppstart og minkende produktivitet. Resultatene er i tråd med grunntanken i Lean Construction og viser at det er nødvendig med kontroll/styring av påliteligheten i arbeidsflyten og at et pull-system (f.eks. LPS) er nødvendig for å oppnå høyere produktivitet.

Seppänen og Kankainen konkluderer med at å oppfylle oppstarts-forutsetningene for en aktivitet stort sett ikke er noe problem, og at å sikre kontinuerlig arbeidsflyt er viktigere [31]. De vektlegger at man i tillegg til proaktiv kontroll (i form av planen) er avhengige av å ha en god reaktiv kontrollmekanisme som varsler om forestående forstyrrelser og som aktiverer kontrolltiltak.

3.9 Work Breakdown Structure (Prosjektnedbrytningsstruktur)

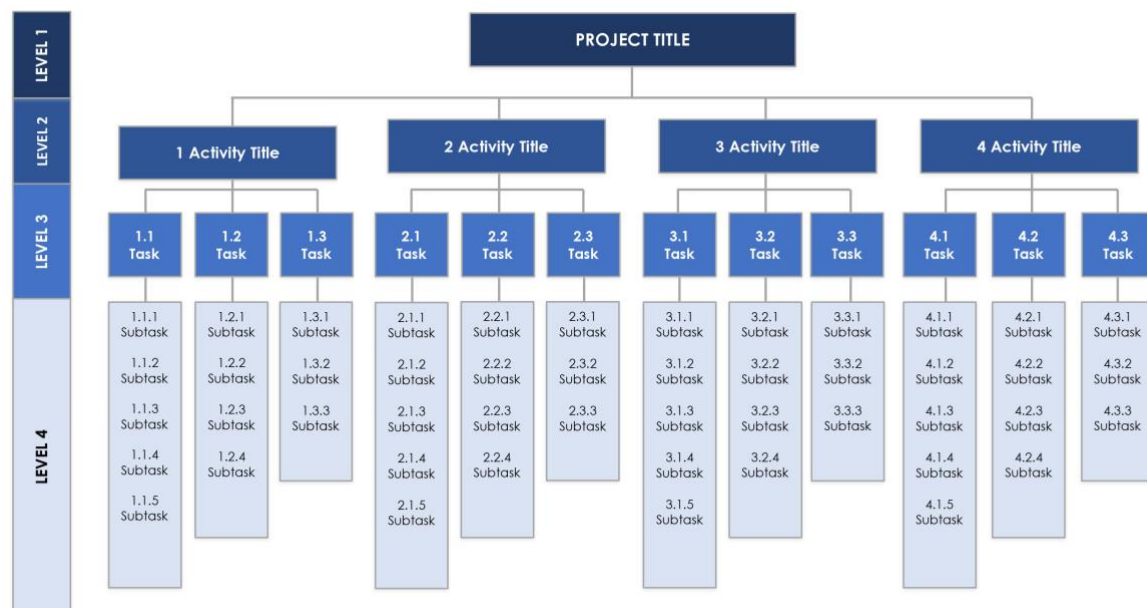
Komplekse prosjekter består alle av mindre delprosjekter og oppgaver som er avhengige av hverandre, hvor utfallet av prosjektet er et resultat av alle disse delsystemene og deres oppgaver [23]. For å bryte et prosjekt ned i håndterlige arbeidspakker benyttes en Work Breakdown Structure, forkortet WBS.

WBS kan på norsk oversettes til prosjektnedbrytningsstruktur og dens formål er å skape oversikt over oppgavene slik at det er mulig å lage fremdriftsplaner, budsjetter, fordele arbeidsoppgaver, etc. [23] [35]. Prosjektnedbrytningsstrukturen danner også basis for tildeling av ansvar og kontrakter. Dersom arbeidspakken skal utføres av en underentreprenør (UE) tildeles ansvaret den respektive UE gjennom en kontrakt. Dersom den skal utføres internt tildeles ansvaret til en intern produksjons- eller arbeidsleder. Når man gjennomfører en WBS brytes først prosjektet ned i hovedkategorier og områder, for så å dele hver av disse opp i nye underkategorier. Denne oppdelingen gjentas til man er på et nivå hvor hver enkelt oppdeling er en oppgave som er klart definerbar og enkelt lar seg planlegge og måle [23].

Nicholas og Steyn viser til følgende spørsmål man kan stille seg, for å avgjøre om en oppgave eller arbeidspakke skal kunne defineres som klar [23]:

- Er oppgaven forståelig og omfanget overkommelig?
- Kan ressursbehovet fastsettes?
- Kan man estimere hvor lang tid oppgaven tar?
- Kan relaterte kostnader estimeres?
- Kan ansvaret for arbeidspakken fastsettes?
- Er utfallet av oppgaven definerbart? Krav, spesifikasjoner og tidsfrist.
- Kan nødvendige forutsetninger og foregående oppgaver fastsettes?
- Er kravet til kvalitet, både på grunnlaget og produktet av oppgaven, definerbart?
- Kan usikkerhet knyttet til tid, kostnad og ressursbruk kartlegges?
- Er det andre uavklarte forhold?

En WBS kan eksempelvis deles inn i fire nivåer: Prosjekt, delprosjekter, hovedaktiviteter og arbeidspakker/aktiviteter. For å unngå for høy kompleksitet og unødvendig detaljert planlegging, bør nivået på nedbrytningen begrenses [23]. For detaljert nedbrytning kan føre til unødvendig komplisert planlegging og styring.



Figur 3.8: Eksempel på en Work Breakdown Structure kan se ut. Kilde: <https://www.smartsheet.com/free-work-breakdown-structure-templates>

3.10 Location-Based Management Systems

I følge Ballard har det i byggebransjen tradisjonelt vært mest fokus på prosjektkontroll, i stedet for produksjonskontroll [27]. Innputt (ressurs/materialer) og utputt (produkt) står i hovedfokus, mens den faktiske produksjonen håndteres som en svart boks og flyt ignoreres. Dette er godt illustrert av tidlige Critical Path Method(CPM)-artikler, som beskriver at det opprinnelige formålet med metoden var å gi et system for administrasjon [36]. Kontroll-metoden for CPM er å oppdatere planen med faktiske start- og sluttdatoer, estimert gjenværende varighet for pågående oppgaver og deretter kjøre CPM-beregninger [37]. Prosjektlederne bruker tidsplanen for å bestemme startdatoene for aktiviteter og for å presse arbeidet til å starte på den tidligste datoen som er mulig [38]. Denne tilnærmingen bruker imidlertid ingen informasjon om den nåværende statusen for produksjonen, bortsett fra de ferdige og ikke-ferdige aktivitetene. Tilnærmingen oppdager eventuelle avvik først etter at de har skjedd, men tillater ikke forebyggende tiltak før det oppstår problemer [39]. Med en kontinuerlig oppdatering av denne planen kan det oppnås en viss mulighet for korrigerende tiltak underveis, men metoden vil fortsatt ikke automatisk ta høyde for dette i de fremtidige lignende aktivitetene.

Et alternativ til tradisjonelle plan- og kontroll systemer er Location-Based Management System (LBMS), som i Norge ofte refereres til som soneplanlegging, skråstrek-diagram eller lokasjonsbasert planlegging. Disse systemene har lang historie og har faktisk blitt brukt i lengre tid enn CPM-metodene. Tidlige eksempler på disse lokasjonsbaserte planlegging- og kontrollsystemene inkluderer Line-of-Balance [32] og Flowline [40]. Lokasjonsbaserte systemer bruker de fysiske arbeidsstedene som fokus for kontroll. Målet er å oppnå kontinuerlig flyt gjennom hele bygningen. I tillegg til tilgjengeligheten av ressurser, vurderes også andre forutsetninger, som for eksempel areal-tilgjengelighet og eventuelle konflikter mellom underleverandører. I stedet for å modellere prosjekter med diskrete oppgaver med varighet, bruker lokasjons-systemet mengder, arbeids- og produksjonshastigheter, og går dermed inn i den svarte produksjonsboksen som CPM unngår. Et av målene med lokasjonsbaserte kontrollsystemer er å varsle ledelsen om produksjonsproblemer før de oppstår, slik at det er tid til å gjøre tiltak [41]. Det er viktig å nevne at lokasjonsbaserte plan og kontroll systemer baserer seg på nettopp CPM, da grunnlaget av CPM og aktivitetsbasert planleggingsmetodikk videreføres til lokasjoner [33].

3.10.1 Lokasjon-nebrytningsstruktur (Location breakdown structure)

Lokasjoner er kjernen i LBMS. De er organisert hierarkisk, og oppdelingsgraden øker jo lenger ned i hierarkiet man kommer. Dette vises i figur 3.9, hvor hovedinndelingen vises på venstre side og høyre side inneholder lavere nivåer i oppdelingen. Prosjekter kan være store, så derfor er det hensiktsmessig å bryte lokasjoner ned på forskjellige nivåer. De høyeste nivåene (helt til venstre på figur 3.9) dannes ut fra prosjektets design og størrelse (for eksempel Bygg A-C). Mellomnivåene reflekterer ofte eventuelle fysiske begrensninger (som etasje/vegger). De laveste nivåene brukes til planlegging av ferdigstillelse. Generelt bør de laveste nivåene være små, slik at bare et fag effektivt kan fungere i dette området for å ferdigstille arbeider (som rom) [42].

1	Blokk	Etasje
Prosjekt	D	4
		3
		2
		1
	C	3
		2
		1
		4
	B	3
		2
		1
	A	3
		2
1		

Figur 3.9: Eksempel; lokasjoner på forskjellige nivåer. Til venstre er høyeste nivå, som er selve prosjektet, kolonne i midten (mellomnivået) er blokk (A-D) og til høyre er etasjer innenfor hver blokk. Produsert i Vico Office.

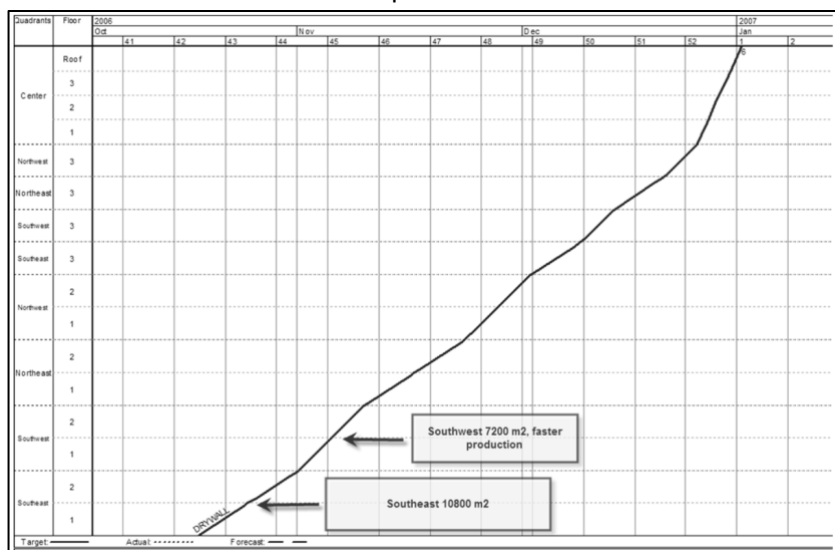
3.10.2 Lokasjonsbaserte mengder og aktiviteter

Mengder er en integrert del av et lokasjonsbasert styringssystem. Imidlertid krever systemene at disse kvanta estimeres basert på prosjektets lokasjonsoppdeling. Derfor bør mengdeberegning gjøres etter at lokasjoner er definert. Vanligvis er lokasjonsbaserte mengder presentert i en tabell med lokasjoner som kolonner med gitt mengde under. Tabell 3.5 viser et eksempel på lokasjonsbaserte mengder av gipsvegger for et prosjekt.

Item	Consumption	Southeast	Southwest	Northeast	Northwest	Center	Unit
Drywall	0.013	10800	7200	10800	7200	3200	SF

Tabell 3.5: Eksempel, lokasjonsbaserte mengder for gipsvegger [41].

Mengden definerer aktivitetens varighet på hver lokasjon. På figur 3.9 under, vises et flytdiagram basert på gipsmengden gitt i tabell 3.5 over. Diagrammet viser lokasjonsoppdelingen på den vertikaleaksen og tidslinjen på den horisontaleaksen. Oppgavene er vist som diagonale linjer som illustrerer arbeidsflyten på gipsarbeidene over de forskjellige lokasjonene. Lokasjoner med mindre mengder produseres raskere forutsatt identiske mannskapsstørrelser.



Figur 3.10: Skråstrekkdiagram, med forskjellige mengder [41].

3.10.3 Kalkulering av varigheter basert på mengder, ressurser og produktivitet

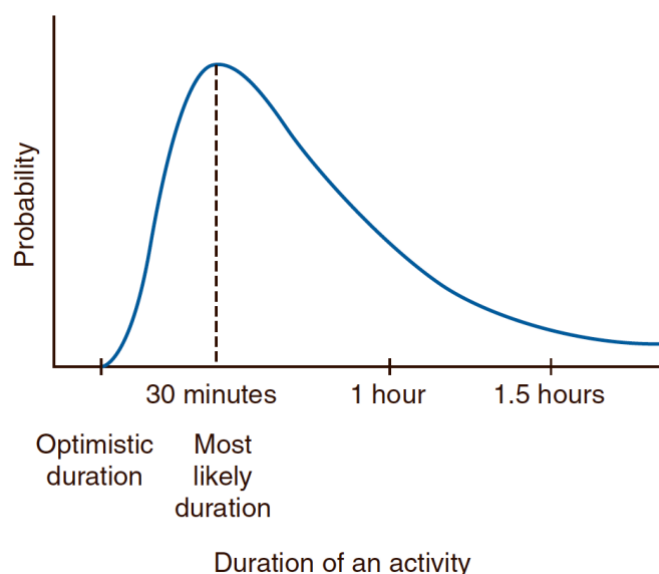
I lokasjonsbasert planlegging er varighetsberegninger basert på mengder, ressurser og forbrukstakster [41]. Forbruk indikerer mengden arbeids- eller maskintid (målt i arbeids- eller maskintimer) det tar å produsere en enhet av hvert element. Ressurs-verdien antar alltid bruk av en viss optimal mannskapstørrelse, og den kan variere for forskjellige størrelser på mannskap [42].

Arbeidet kan best akselereres eller senkes ved å øke eller redusere mannskapet. På grunn av vanskeligheten ved å håndtere variasjonene i mengder, er det påstått at lokasjonsbaserte systemer er egner seg best for gjentatt konstruksjon [43]. Olli Seppänen mener imidlertid i sin PhD at lokasjonsbaserte plan- og kontrollsystemer også håndterer konstruksjoner med variabelt arbeid og mengder [41].

3.11 Prosjektplanlegging med hensyn på usikkerhet

3.11.1 Variabilitetseffekter for et prosjekt

I prosjekter vil noen aktiviteter bli fullført tidligere enn forventet, andre senere. Når aktiviteter kombineres i et nettverk, utmerker ikke de tidlige aktivitetene og de sene aktivitetene seg, og generelt er det bare de sene aktivitetene som påvirker prosjektets gjennomføring. Dette er grunnen til at prosjekter har en tendens til å ta lengre tid enn anslått [23]. Derfor er det hensiktsmessig å ta stilling til usikkerheten som kan oppstå ved å gjennomføre en aktivitet for et prosjekt. Et eksempel kan være å kjøre en bil fra A til B. Det anslås å bruke 30 minutter ved normal kjøring og trafikk, men med optimale forhold kan det optimistisk sett gjennomføres på kortere tid. Det er i tillegg mulighet for at uforutsette hendelser oppstår, som påfylling av bensin, kø eller en ulykke. Sannsynligheten for dette er liten, men er tilstede og kan påvirke varigheten for kjøreturen. På figur 3.11 under vises en sannsynlighetskurve over kjøreturen som er anslått å ta 30 minutter. Figuren viser at det er mest sannsynlig å fullføre på 30 minutter, men at sannsynligheten for å bruke lenger tid er større enn for å bruke kortere tid, da kurven er høyreskjev. Dette har likheter med aktiviteter i byggeprosjekter, der varighetene er basert på erfaringstall, men det fortsatt er sannsynlig at en aktivitet bruker kortere eller lenger tid.



Figur 3.11: Sannsynligheten for tidsbruken til en kjøretur fra A til B [23].

3.11.2 PERT og Trepunkts estimat

Program Evaluation and Review Technique (PERT) ble utviklet for applikasjoner i prosjekter hvor aktivitetstiden er usikker. Den stammer fra den amerikanske marinens Polaris Missile System Program [23]. I senere tid er teknikken videreutviklet og adoptert av blant annet byggebransjen. Varigheten på byggeprosjekter er usikkert, og det er stor risiko for at prosjektet vil overstige estimert sluttdato. PERT er en teknikk som brukes til å estimere sannsynligheten for at et prosjekt ferdigstilles i tide. Formålet er ikke å lage en tidsplan, men å analysere prosjektnettverket/fremdriftsplanen. Metoden gir innsikt i sannsynligheten for å fullføre et prosjekt på en bestemt tid.

Trepunkts-estimat

PERT tar for seg usikkerhet i varigheten til aktivitetene ved å bruke estimatene; optimistisk, mest sannsynlig og pessimistisk. De tre estimatene er hentet fra personer som har kunnskap og erfaring om/med uforutsette problemer og tidsbruk til gitte aktiviteter (som i denne rapporten vil være fagpersonene som ble intervjuet).

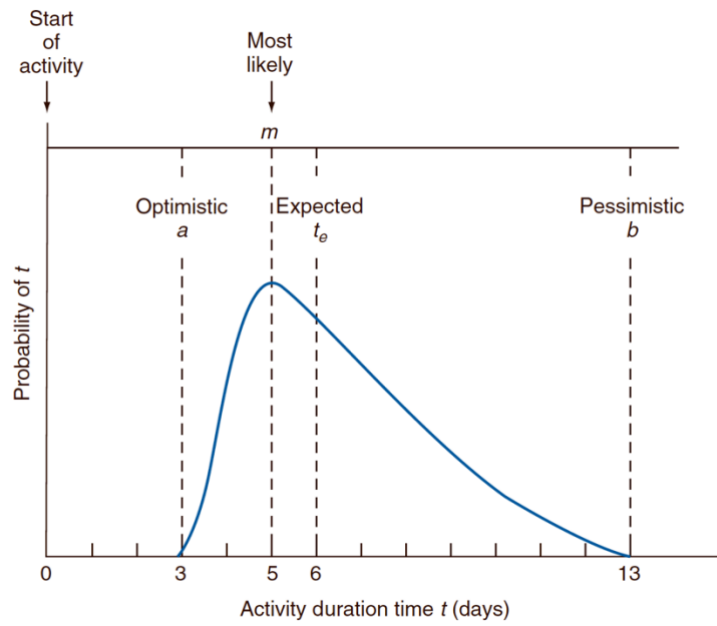
- **Optimistisk tidsbruk (a):** Den minste (teoretiske) tiden en aktivitet kan bruke. Da er fagpersonene veldig optimistiske og forutsetter at alle forhold ligger til rette for ideell gjennomføring. Sannsynligheten er lav.
- **Mest sannsynlig tidsbruk (m):** Den mest sannsynlige tiden en aktivitet vil bruke, basert på erfaringer og kunnskap.
- **Pessimistisk tidsbruk (b):** Den lengste tiden en aktivitet kan bruke. Sannsynligheten er liten, men er tilstedeværende. Pessimistisk tar ikke hensyn til ekstreme hendelser som naturkatastrofer e.l.

De tre estimatene brukes til å beregne «forventet tid» (i denne rapporten kalt «expected time») for en aktivitet ved bruk av formel 3.1 gitt under [23].

$$Expected\ time(t_e) = \frac{a + 4 \cdot m + b}{6} \quad (3.1)$$

Formel 3.1: Expected time

For estimatene er normal bruk av ressurser antatt. De tre estimatene på figur 3.12 er i form av en sannsynlighetsfordeling med parametere a og b som sluttpunkter og m , som øverste verdi. Dette fremstilles i en Beta-fordeling som benyttes fordi den har ett toppunkt og ikke nødvendigvis er symmetrisk, noe som er ønskelige egenskaper for en sannsynlighetsfordeling for en tidsaktivitet. Eksempelet på figur 3.13 viser at optimistisk tidsbruk er 3 dager, mest sannsynlige er 5 dager og pessimistisk er 13 dager. Ved bruk av formel 3.1 vil da *expected time* bli 6 dager.



Figur 3.12: Sannsynlighetsfordeling for en aktivitet, ved bruk av trepunkts-estimat [23]

4 Forskerspørsmål

Byggebransjen har et stort potensial for forbedring av prosjektflyt. Reduksjon av sløsing, samt sikring av kvalitet og kundetilfredshet er viktig for å opprettholde konkurransedyktighet i en presset bransje. Forfatterne har et ønske om å benytte kunnskapen og erfaringene man finner hos fagpersonene som utfører arbeidene i et byggeprosjekt, til å avdekke hvordan man kan utføre byggeprosjekter på en bedre måte. For å sikre et tverrfaglig perspektiv er det ønskelig å innhente erfaringer fra et bredt utvalg faggrupper, i oppgaven kalt en tverrfaglig analyse. Fordi innredningsarbeider inkluderer en rekke forskjellige fag, er disse valgt som arena for studien. Videre har det på bakgrunn av tidligere kjennskap til lokasjonsbasert planlegging, vært et ønske å undersøke hvilken effekt dette kan ha på prosjektflyten. På bakgrunn av litteraturstudien og møter med intern- og ekstern veileder, er følgende forskerspørsmål utarbeidet for oppgaven:

Hvordan kan involverende planlegging optimalisere prosjektflyt i innredningsarbeider?

For å ytterligere kunne besvare dette spørsmålet, er følgende underspørsmål inkludert:

1. Hvordan kan sløsing reduseres?
2. Hvordan påvirker lokasjonsbasert planlegging prosjektflyten?

Forfatterne mener at denne studien vil være nyttig for akademia, så vel som byggebransjen. For å kunne svare på spørsmålene og begrense arbeidsomfanget, er avgrensninger for oppgaven satt.

4.1 Avgrensninger

Lean Construction er et svært omfattende fagområde og det ble dermed en viktig prosess å avgrense teoristoffet til hva som var relevant for studien. Fordi casen er et leilighetskompleks med en kombinasjon av bolig og næring, ble oppgaven avgrenset til å kun analysere innredningsarbeidene i syv leiligheter i 5.etg (for videre utdypelse, se kap 5.1.1).

Innredningsarbeider defineres i denne oppgaven som fra og med isolering av yttervegger til overlevering. Denne fasen ble valgt fordi den inkluderer mange forskjellige fag og oppgaven fikk da et bredere tverrfaglig perspektiv. Analysen er begrenset til å kun intervjué én bedrift fra hvert fag. På grunn av geografiske hindringer ble noen bedrifter intervjuet på mail. Betongarbeider er ferdigstilt før innredningsarbeider, så dette faget er utelukket fra analysen. Der bedriften tillot, deltok bas/formenn på intervjuet i tillegg til prosjektleder, men pga. stor pågang var det ikke alle bedriftene som kunne avsette tid til dette. Oppgaven ble ferdigstilt før byggestart av case-prosjektet og det ble dermed ikke utført empirisk analyse av innsamlet data. Oppgaven ble ytterligere begrenset med å utelukke et økonomisk perspektiv.

Intervjuobjektene bidro med et trepunkts-estimat for arbeidene. Denne metoden er en del av PERT, men det ble ikke videre utarbeidet sannsynlighetsberegninger for prosjektets planpålitelighet. Det ble innhentet erfaringstall fra Skanska som ble sammenlignet med tripplestimatet, men på grunn av konfidensialitet er ikke dette publisert i rapporten. Lokasjonsbasert planlegging er kun benyttet for å illustrere flyten, samt vise hvordan dataverktøyet potensielt kan bidra til å forbedre prosjektflyten. Dataverktøyet har mange funksjoner, men på grunn av relevans og begrensnings av arbeidsomfanget ble kost, risiko, oppfølging, samt 4D og 5D ekskludert fra oppgaven.

5 Case

5.1 Bjørndalen



Figur 5.1: Perspektiv Bydel Bjørndalen, Kristiansand. Kilde: www.mittbjørndalen.no

Bjørndalen er et større utbyggingsområde øst for Kristiansand sentrum med et sammensatt program av bolig, næring og offentlige institusjoner, som eies og utbygges av Skanska. Som en del av «Fremtidens byer» har prosjektet høye ambisjoner med hensyn til å oppnå reduserte klimagassutslipp og ønsker å strekke seg langt for å nå dette målet ved blant annet å utvikle nye arkitektoniske og tekniske løsninger. Området er regulert for utbygging på 60.000 m², hvorav 38.000 m² er ren bolig og 22.000 m² er kombinert bolig/næring. Bjørndalen ligger ca. 1 km fra UiA Campus Kristiansand og 2,5 km fra Kristiansand sentrum. Området har svært gode kollektivforbindelser og E18 som en av sine nærmeste naboer. Prosjektet vil ha flere byggetrinn og vil strekke seg utover de neste 10-15 årene.



Figur 5.2: Illustrasjonsbilde Bydel Bjørndalen, Kristiansand. Kilde: www.mittbjørndalen.no

5.1.1 Bjørndalen KF5



Figur 5.3: Illustrasjonsbilde Bjørndalen KF5. Kilde: www.mittbjørndalen.no

Første byggetrinn på Bjørndalen, og case for denne oppgaven, er KF5. Bygget har parkering og boder (for leiligheter) i kjeller, dagligvarebutikk i 1.etg og leiligheter fra 2.- til 5.etg. Totalt 58 leiligheter (fra 40- til 90m²) skal bygges og etasjene har lik utforming vertikalt, men «trappes» oppover, slik at nederste etasje har flere leiligheter enn øverste. Dette gir muligheter for store uteområder (takterrasser) med gode solforhold som illustreres på figur 5.3. Byggstart forventes høsten 2018.

Leilighetsblokken deles inn i tre deler, Bygg A, B og C, som illustreres på figur 5.4 nedenfor. Av de 58 leilighetene er det 12 forskjellige typer, alle arealeffektive. Dette gir et stort potensial for repetisjon, som gjør denne boligblokken til en bra case.

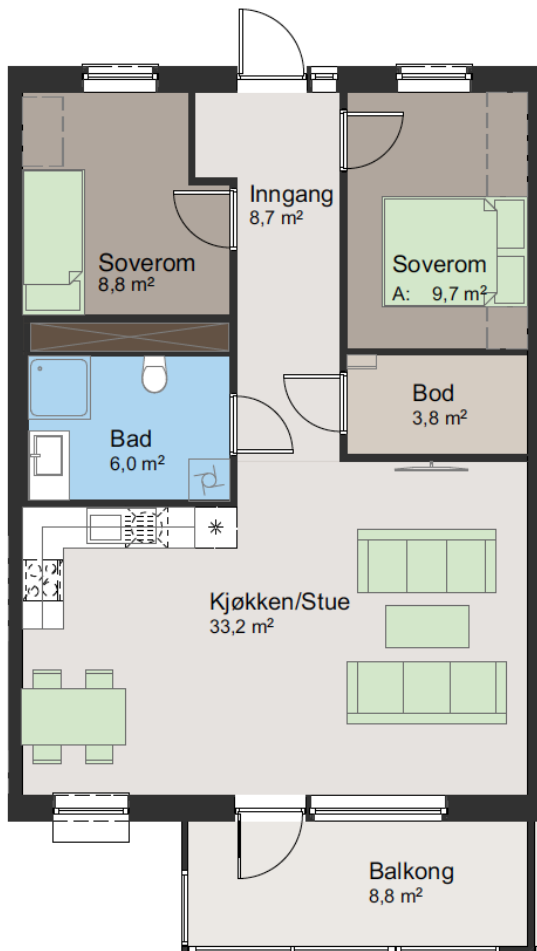


Figur 5.4: Plantegning 2.etg. Blokk oppdeling fra A-C. Kilde: Trollvegg Arkitektstudio

For å begrense oppgaven er det bestemt å kun ta for seg innredningsarbeidene i 5.etg bygg A, som består av 7 leiligheter. Av de 7 leilighetene er det 4 forskjellige leilighetstyper. Oppgaven vil ikke ta for seg trapperom, eller utvendige arbeidsoppgaver.



Figur 5.5: Plantegning 5.etg med oppdeling av Bygg A og B. Kilde: Trollvegg Arkitektstudio.



Figur 5.6: Plantegning leilighetstype nr. 2. Kilde: Trollvegg Arkitektstudio.

Plantegningen over viser at leilighetene er forholdsvis like og dermed gir store mengder repetisjon. Forfatterne har besluttet å fordype seg i aktivitetene til leilighet nr. 2, se plantegning på figur 5.6 til venstre. Leiligheten har et bruksareal (BRA) på 74,1 m² og består av inngang, to soverom, bad, bod og kombinert stue/kjøkken. Innredningsarbeidene gjelder fra isolering av yttervegger (tett bygg) til og med overlevering. Arbeidene vil innebære fag som tømmer, rørlegger, elektro, ventilasjon, gulvlegger, kjøkken og maler. Balkong vist på plantegning er utenfor oppgavens rammer. Forfatterne søker en optimal flyt for innredningsarbeidene i leiligheten. Gjennom intervjuer med de utførende, samt ledere for de forskjellige fag, er målet å bruke deres erfaringer for å oppnå dette. Fremgangsmåten for leiligheten vil bli sett fra forskjellige faglige synspunkter, som forfatterne tror kan bidra til å besvare problemstillingen for oppgaven best mulig. Når produksjonsplanen er satt for denne leiligheten, ønsker forfatterne å videreføre denne kunnskapen til alle leilighetene i 5.etg bygg A, for da å se hvordan produksjonsflyten utvikler seg over flere lokasjoner.

Materialer og løsninger er hentet fra Skanskas prosjekteringsgrunnlag. Det er ikke valgt å ta hensyn til kundeendringer/tilvalg. Der prosjekteringen ikke er ferdigstilt, har forfatterne selv valgt løsninger. Dette gjelder blant annet isolering, hvor det kun er valg å se på blåseisolasjon. Dette er noe prosjekteringsledelsen vurderer å ta i bruk på prosjektet.

Et forslag til fremdrifts/produksjonsplan for etasjen vil bli presentert utfra trepunkts-estimat, som er utarbeidet sammen med fagpersoner og i tillegg sammenlignet med erfaringstall gitt av Skanska. Dette kan nærmere ses på i Resultat kap. 7.3.

6 Metode

«En metode er en fremgangsmåte, et middel til å løse problemer og komme frem til ny kunnskap. Et hvilket som helst middel som tjener dette formålet, hører med i arsenalet av metoder [44, p. 128].»

I oppstarten av arbeidet med denne masteroppgaven ble metoder for å besvare problemstillingen valgt. Høsten 2017 var begge forfatterne på utveksling til Aarhus, Danmark, hvor fag som «Lean Construction» og «Advanced Planning and Scheduling» la grunnlaget for valg av oppgavetema. Begge har fagbrev som tømrer og har de siste somrene jobbet i større byggeprosjekter i Skanska og Veidekke. Forfatterne føler at et godt teori-grunnlag implementert med god praktisk erfaring og forståelse er viktige suksessfaktorer for denne oppgaven.

6.1 Fremdriftsplan

I starten av denne masteroppgaven ble det utarbeidet en fremdriftsplan i MS Project for hele prosjektperioden. Denne planen inneholder oppgaver, ansvarsfordeling og tidsfrister. Se fremdriftsplan i vedlegg kap. 12.3.

6.2 Veiledningsmøter

Gjennom prosjektperioden ble det gjennomført flere møter med intern veileder. Siden starten av oppgaven, har det i tillegg vært jevnlig møter med ekstern veileder (prosjektledelsen på KF5). Se møtereferat i vedlegg kap. 12.5. Forfatterne deltok også på prosjekteringsmøter, når dette var mulig.

6.3 Litteraturstudie

En litteraturstudie ble utført først å fremst for å danne problemstillingen, men også for å få en dypere forståelse for temaene. Her ble tidligere rapporter, artikler og forelesninger studert. For rapporter og artikler ble en kritisk litteraturstudie utført for å kun fokusere på de mest relevante og interessante studiene publisert. Dette startet med å søke seg fram til relevante rapporter, lese sammendrag, innledning og konklusjon. Basert på dette ble det avgjort hvilke rapporter som ble videre studert og tatt i bruk. Kildene i rapportene/artiklene ble i tillegg studert der det var hensiktsmessig.

6.4 Kvalitativ metode

Som en del av resultatet ble en mengde intervjuer med fagpersoner fra hoved- og underentreprenører gjennomført. Intervju er en kvalitativ metode som til forskjell for kvantitativ betyr at det er ingen tall som blir hentet inn. Kvalitative data kalles gjerne myke data, og disse er ikke-tallfestbare [45]. Metoden er kvalitativ med en induktiv fremgangsmåte, som betyr at data er samlet inn i form av ord [46]. Intervju ble valgt for å ha en involverende prosess med de som faktisk skal utføre de planlagte aktivitetene og se på effekten av dette. Ofte krever de kvalitative metodene at den/de som undersøker må møte personer ansikt til ansikt, som åpner for å gå i dybden på ulike spørsmål, noe som var viktig for denne studien. Intervju-objektene representerte fagene tømmer, elektro, rør, ventilasjon og maler, samt leverandørene for kjøkken, isolasjon og gulv. Forfatterne hadde på forhånd forberedt noen få spørsmål, men med forventning om utdypning fra intervjuobjekt. Med tillatelse fra respondentene, ble hele samtalen tatt opp for å i ettertid kunne analysere. Se sammendrag fra intervjuene i kap. 7.1 og utfyllende beskrivelse av funnene i vedlegg kap. 12.1. Søknad til Norsk Senter for Forskningsdata

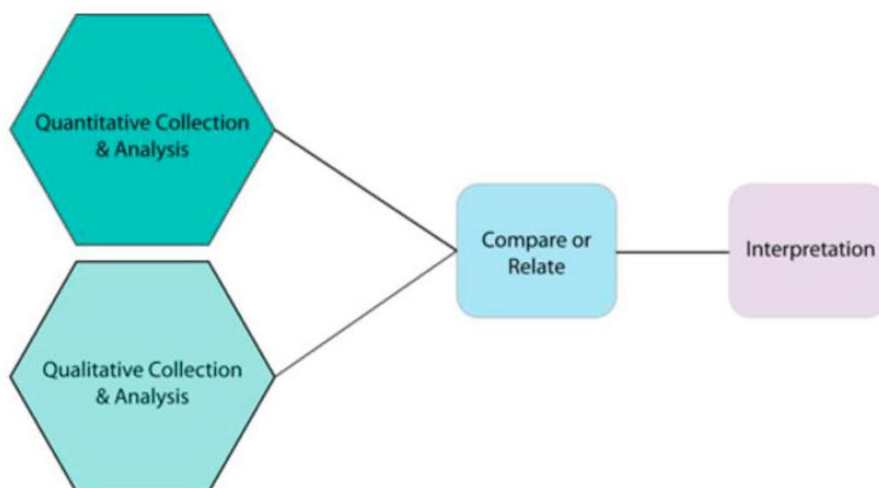
(NSD) om tillatelse til å nevne navn, yrke, prosjekt og arbeidsgiver til intervjuobjektene, ble innvilget. For søknad og erklæring om samtykke fra intervjuobjektene, se vedlegg kap. 12.2.

6.5 Kvantitativ metode

Kvantitativ metode samler inn data som er målbare og som regel mulige å tallfeste [45]. Dette kan for eksempel være en spørreundersøkelse eller empirisk data innsamlet fra undersøkelser på byggeplass. Kvantitative metoder benyttes ofte for å besvare problemstillinger der en ønsker å teste holdbarheten av eksisterende teorier [45]. Som en del av resultatet for denne oppgaven, ble det i slutten av de kvalitative intervjuene med fagpersonene innhentet kvantitative data i form av varigheter til innrednings-arbeidene på case-prosjektet, basert på deres erfaringer (deduktivt design), som ble grunnlaget for utarbeidelsen av en fremdriftsplan for innredningsarbeidene. For tømmerarbeider ble erfaringsdata fra Skanska sammenlignet med estimatene gitt av fagpersonene.

6.6 Kombinere både kvalitativ og kvantitativ metode

En mikset metode er beskrevet som «den tredje metodologiske bevegelsen» [47]. For å best kunne besvare forskerspørsmålene ble en tverrfaglig analyse (kvalitativ) og sammenligning av data (kvantitativ) valgt, altså en kombinasjon av de to metodene. Metoden er illustrert i figur 6.1 under.



Figur 6.1: Kombinasjon av kvalitativ og kvantitativ metode [48].

Forskningsmetoden skal følge problemstillingen og forskningsspørsmålet på en måte som gir sjansen til å oppnå en best mulig besvarelse. Creswell et al. [49, p. 212] definerer mikset metode-studie som følger:

«A mixed methods study involves the collection or analysis of both quantitative and/or qualitative data in a single study in which the data are collected concurrently or sequentially, are given a priority, and involve the integration of the data at one or more stages in the process of research»

Creswell et al. lister også tre kriterier for å velge metode(r):

(1) Forskerspørsmål, (2) Personlig erfaring/kunnskaper fra forskeren(forfatterne), og (3) Leserne

Basert på beslutning angående rekkefølgen på datainnsamling, prioritet og når de kvantitative og kvalitative metodene blir integrert, identifiserer Creswell et al. fire grunnleggende rekkefølger for miksede metoder, se tabell 6.1 under.

Design Type	Timing of quan and qual phases	Relative weighting of quan and qual components	Mixing – when quan and qual phases are integrated	Notation
Triangulation	Concurrent	Equal	During interpretation or analysis	QUAN + QUAL
Embedded	Concurrent or Sequential	Unequal	One is embedded within the other	QUAN(qual) or QUAL(quan)
Explanatory	Sequential, quan then qual	Usually quan is given priority	Phase 1 informs phase 2	QUAN -> qual
Exploratory	Sequential, qual then quan	Usually qual is given priority	Phase 1 informs phase 2	QUAL -> quan

Tabell 6.1: Rekkefølge for miksede metoder [47].

For denne forskningsoppgaven, der vi ønsker å utføre intervjuer (kvalitativ) først og deretter innhente kvantitative data fra Skanska og fagpersonene (erfaringstall), vil den siste design typen i tabell 6.1 bli valgt. «Exploratory» (oversatt til norsk; utforskende), betyr at vi først utforsker kunnskapen som er blant håndverkere/utførende og deretter implementerer erfaringsdata i en fremdriftsplan.

6.7 Dataprogrammer

6.7.1 Skanska ISI

Skanska har egne prosjektportaler på nett, der filer deles mellom de involverte i prosjektet. Her legges det ut oppdaterte tegninger, modeller og informasjon for prosjektet. Forfatterne fikk adgang til portalen for case-prosjektet gjennom hele prosjektperioden.

6.7.2 Vico Office

Olli Seppänen startet firmaet Dynamic System Solutions Inc., som utviklet en av de første programvarene for lokasjonsbasert plan og kontroll. Seppänen laget først et program for anleggsbransjen (YIT i Finland), men så etter hvert potensiale i byggebransjen. Det ble da i samarbeid med Helsinki Universitet og fire store finske entreprenører utviklet et kommersielt dataprogram [41]. Dette har siden tusenårsskiftet blitt videreutviklet og heter i dag Vico Office. Programmet er kompatibelt med Autodesk, Graphisoft og Trimble. Programvaren Vico Office er basert på Lean-tankegang og lokasjonsbasert planlegging og oppfølging. Dette programmet bruker Critical Path Method (CPM) som grunnlag og viderefører dette til flytdiagram [50]. Det kan enten velges å lage flytdiagram manuelt, eller importere 3D-modeller direkte til programmet der mengder inkluderes. Videre defineres lokasjoner/soner, ressurser, materialer, risiko og kostnader. Dette kan simuleres i en 4D-visualisering (tidsplan), der byggets produksjon visualiseres dag for dag. 5D (kostnad) er også mulig, som kan være en fordel når man skal se på prosjektkostnader gjennom hele byggeprosessen. I byggeperioden kan programmet brukes til oppfølging av fremdrift, materialhåndtering, ressursplan, risiko, osv. Som en del av denne masteroppgaven, ble det valgt å anskaffe og sette seg inn i Vico Office for å fremstille flyten for innredningsarbeider på en best mulig måte. Forfatterne hadde kunnskaper innen MS Project og modellerings-verktøy fra tidligere, men på grunn av kompleksiteten ble det brukt mye tid på å sette seg inn i programmet. Det ble bestemt at 4D og 5D visualisering for prosjektet ikke var hensiktsmessig for oppgaven og dermed ble kun lokasjonsplan og flytdiagram for innrednings-arbeidene produsert.

7 Resultat

7.1 Sammendrag intervjuer

Under følger et kort sammendrag av hovedfunnene fra intervjuer med fagpersoner i Skanska, Ulstein, Holbæk Rør, Elektroperten, Br. Jakobsen og HTH Kjøkkenforum. Medregnet er også funnene fra e-post-intervju med Bo Andrén Norge og Etterisolering Agder. Erfaringene er brukt i utviklingen av oppgaven og har påvirket hvordan vi har lagt opp planene våre og hva vi har fokusert på. Dette for å sikre forankring, samt faglig relevans og gjennomførbarhet. Utfyllende sammendrag av hvert intervju (fag) finnes i vedlegg kap. 12.1.

Totalt ble det gjennomført intervju med ti funksjonærer og fagpersoner i Skanska, samt fem intervju med representanter fra underentreprenører og relevante fag. To bedrifter svarte på spørsmål pr e-post. Det ble i tillegg gjennomført ett oppfølgingsintervju med Skanska. Respondentene har delt synspunkter og bidratt med faglige innspill på gjennomføringstider, innsikt i arbeidsoppgaver, forbedringspotensial og generelle tips/ønsker.

Kommunikasjon har gått igjen som tema for alle intervjuene. Ettersom den åpne intervju-strukturen tillater respondentene selv å legge vekt på det som er viktig for dem, har man kunnet observere hvilke temaer som generelt sett opptar de spurte i undersøkelsen. Det har vært bred enighet om at kommunikasjonen påvirker prosjektene i stor grad og på veldig mange plan. Forfatterne har både fått belyst hva slags kommunikasjon som er viktig for de involverte partene i prosjekt-teamet og fått konkrete tips til forbedring av informasjonssystemene og strukturen i BA-bransjen.

Det er et bredt ønske om et informasjons- og kommunikasjonssystem man kan stole på er oppdatert, samt at det er enkelt å oppdrive den informasjonen man trenger. Dernest må informasjonsstrøm og møtesystem tilpasses slik at kun de som trenger det, blir berørt. Videre er det viktig at man opprettholder en god mellommenneskelig kommunikasjon ute på byggeplass, mellom fag og på tvers av organisasjonen. Viktigheten av tydelig og tilstedeværende ledelse er ifølge respondentene også svært viktig. I tillegg til dette har man gjennom intervjuene fått bekreftet at god inkludering kan være med på å skape en positiv følelse av laginnsats og eierskap til prosjektet. Håndverkerne understreker selv hvor viktig dette er for deres egen innsats og for at prosjektet skal lykkes.

Ett av hovedformålene med intervjuene var å få innspill på gjennomføringstider, samt kartlegge forutsetninger og forbedringspotensial for disse. Forfatterne har fått belyst både styrker og svakheter ved arbeidsmetoder og løsninger, samt fått en dypere forståelse for hvilke forutsetninger håndverkerne selv mener må være på plass for å gjennomføre de forskjellige arbeidene på en god måte. De har også kommet med generelle tips til forbedringer og har belyst styrker og svakheter fagene imellom.

7.2 Observasjoner

Gjennom undersøkelsene i denne oppgaven har det blitt observert en rekke temaer som i større eller mindre grad påvirker, eller har potensial for å påvirke, byggeprosjekter og hvordan de fungerer. Under følger en samling punkter som det anbefales at det tenkes gjennom før, under og etter et prosjekt. I tillegg følger noen konkrete verktøy/gjennomføringsmetoder som kan vurderes til bruk. Alle er et resultat av arbeidet med denne oppgaven og er kommet opp gjennom litteraturstudie, samtaler og intervjuer. Fellesnevneren er at de kan påvirke gjennomføringen av byggeprosjekter, inkludert aktivitetene som er en del av casen i denne oppgaven (presentert i kap. 7.3).

7.2.1 Rigg

Rigg og utstyr påvirker de fleste byggeprosjekter i veldig stor grad, og er derfor ikke overraskende kommet opp i de fleste intervjuene gjennomført i denne oppgaven. Gjennom intervju med fagpersoner i Skanska ble blant annet viktigheten av god stillasplanlegging trukket frem. Det er viktig at man får til en stillasplan som legger opp til så lite flytting og ombygging som mulig, da kostnaden ved ombyggingsarbeider som regel er mye større enn selve leiekostnadene. Det må også planlegges byggeheiser og ramper for inn- og uttransport. En annen ting som ble tatt opp under intervjuene var viktigheten av å anerkjenne søppelhåndtering og uttransport av avfall fra bygget, som like viktig som materialflyten inn. Et godt system for avfallshåndtering må derfor planlegges. Viktigheten av at fasiliteter og services er tilgjengelig innenfor rimelig avstand, eksempelvis lager, WC, spiserom etc., ble også tatt opp. Dette for å spare inn på unødvendig gangtid.

Videre ble riggtjenester tatt opp under samtalene med Skanskas personell (se utfyllende intervju-sammendrag i vedlegg kap. 12.1.1). Egne riggarbeidere er kostbart for et prosjekt, men må ses opp mot ulempen den kan medføre å ta andre arbeidere ut av arbeidsflyten for eksempelvis å assistere UE'er med å ta imot leveranser osv. Det viktigste er at forholdene er avklart på forhånd og helst kontraktsfestet, slik at man unngår forvirring underveis. Adkomst og fremkommelighet er også svært betydningsfullt. Spesielt i et svalgangsbygg som KF5 er det viktig å holde gangveien åpen da dette er eneste vei til leilighetene og fort kan bli en flaskehals. Ryddighet er derfor viktig, sammen med god flytplanlegging i disse områdene. Provisorisk anlegg for strøm, lys, vann og eventuelt varme må også planlegges slik at dette ikke hindrer fremkommelighet eller arbeider. Det er viktig at dette er på plass før innredningsarbeidene starter.

Krankapasitet er utfordrende, spesielt på et så stort/utstrakt bygg som KF5. Her må planlegging av kran ses i sammenheng med planlagt fremdrift og hvilke lokasjoner som kommer til å kreve kran samtidig. Kranens kostnad og fysiske utstrekning må vurderes i henhold til dette og én stor kran må eksempelvis vurderes opp mot to mindre. I tillegg kan mobilkran vurderes i perioder med høy belastning. Også HMS spiller en stor rolle i denne planleggingen da løfteoperasjoner krever god koordinering i forhold til sikkerhet. Løfting over områder med aktivitet bør unngås og muligheten for krankollisjon må reduseres. Flere av UE'ene meddelte i intervjuene at riggplass er avgjørende for deres arbeider. Det er viktig at areal og flyt planlegges i forhold til dette, og om mulig bør lagringsplasser og veibaner merkes opp. Oppfølging er viktig og ved arbeider som eksempelvis blåseisolering bør man på forhånd kontrollere og sikre at oppstillingsplass (for bil med blåseaggregat) er ryddet og tilgjengelig. System for varemottak bør også være på plass, og her er det verdt å nevne *terminal* (beskrevet i neste delkapittel), som et mulig alternativ.

7.2.2 Terminal

Det er mange leveranser i et byggeprosjekt, og logistikk kan ofte være utfordrende på store prosjekter med lite rigg/leveranseplass. Leveranser som hulldekker, baderomskabiner, e.l., transporteres som regel langt og kommer i én leveranse, men blir da lagret på byggeplass. Dette kan ofte bli problematisk med tanke på lagringsplass, i tillegg til at utvendig lagring kan forårsake skader som følge av ytre forhold. En løsning på dette kan være å benytte seg av terminal. Dette er et leveransepunkt for leveringer som skal til prosjektet. Hensikten er at materialer blir levert 1-3 uker før det er nødvendig slik at det er lagt inn en tidsbuffer for forsinkelse, og materiellet blir plassert i en lagerhall (som betegnes *terminalen*) så nærme byggeplassen som praktisk mulig. Arbeiderne og ledelsen vil da kunne be om materialer de trenger, slik at lagring av materialer er minimal og det blir en kontrollert leveranse til byggeplass, noe som i tillegg kan ha store HMS fordeler for et byggeprosjekt. Fremfor at fulle lastebiler kommer til byggeplass med én produkttype som så må forbrukes (og lagres) over en lengre tidsperiode, leveres produktene til terminalen. Deretter settes det sammen ukentlige leveranser i form av fulle lastebiler med de forskjellige produktene man trenger til ukas aktiviteter. Flere av tømmerne og funksjonærene fra Skanska kunne i intervjuene fortelle at de hadde vært med på forskjellige utprøvinger av terminal-prinsippet. De fleste mente at det her lå et potensial, men det latet ikke til at implementeringen hadde vært helt vellykket ennå. Løsningen brukes i dag hovedsakelig bare til prefabrikkerte leveranser som baderomskabinetter, vinduer og hulldekker. De intervjuede tømmerne nevnte at også de tekniske fagene ofte bruker stor lagringsplass inne på byggeplass. Tømmerne i Skanska ønsket derfor at disse også kunne benytte seg av en lignende løsning for å begrense lagringen av eksempelvis deler og rør.

Skanska hadde tidligere prøvd ut en terminalløsning ved bruk av et budfirma som fikk alle materialer i prosjektet levert til sitt lager og videre levert til byggeplass etter behov. Tømmerne nevnte at dette var en dårlig løsning da budfirmaet ikke hadde kompetanse på hva som ble levert og tok ikke hensyn nok til materialer/varer som lett kunne bli skadet. Skanska Bygg – Distrikt Agder har i dag rammeavtale med byggevareleverandøren Optimera om en forenklet terminal-løsning hos dem. Dette går ut på at Optimera drifter en terminal for Skanska, som brukes til produkter med lang og/eller usikker leveringstid. Videre gjør byggevareleverandørens egen lagerkapasitet at de ligger inne med standardvarer som kan leveres på kort varsel. Ved å kombinere disse oppnår man dermed en terminal-lignende løsning som ifølge respondentene fungerer godt for dagens prosjekter.

7.2.3 Heise inn materialer

Jo lenger inn i byggeprosessen man kommer, desto mer krevende blir det å få inn materialer i bygget. Derfor benytter mange entreprenører seg av muligheten til innheising av materialer i bygget før neste dekke kommer på. Det er helt klare fordeler, men også utfordringer knyttet til dette. Fordelen med å heise inn materialer er at dette er den enkleste inntransporten man kan få til. Det sparer arbeiderne for andre mer krevende transporteringsmetoder som i verste fall kan kreve at materialene blir båret inn manuelt. I teorien er det derfor store besparelser ved å få mest mulig inn på forhånd, men det har også sine begrensninger (som nevnt i vedlegg kap. 12.1.1, var det delte meninger blant Skanskas ansatte angående metoden). Materialer som blir heist inn på forhånd, men som ikke skal brukes i første arbeidsoperasjon, vil lett bli stående i veien for andre arbeider. Dette gjelder for eksempel gipsplater. I tillegg må materialer som skal lagres, beskyttes både mot klima- og mekaniske påkjenninger, som krever ressurser og materiell. Dersom man får skader (noe som er vanskelig å unngå) må man i tillegg frakte brekkasjen ut igjen.

7.2.4 Industrialisering

Ettersom dagens byggeprosjekter blir mer og mer presset på tid og kostnad, blir det ofte benyttet en høy grad av prefabrikasjon og andre former for industrialisering som kan effektivisere byggeprosessen. Dette vil vanligvis si at produkter blir laget på fabrikk og fraktet til byggeplass for montering. Eksempler på dette er betongelementer, baderomskabinett, veggelementer, etc. Industrialisering kan bidra til en høyere kvalitet, da arbeidene utføres under kontrollerte forhold i en fabrikkhall, og blir kontrollert før levering til byggeplass. Ute på byggeplass monteres produktene og tilpasses om nødvendig. Prefabrikasjon flytter en del av usikkerheten bort fra byggeplass og over på produsenten som i sin tur må finne måter å behandle denne på. Selve arbeidene på byggeplass blir, ved høy grad av industrialisering, mer som en monteringsjobb.

Prefabrikasjon og industrialiserte prosesser

I dag er det ikke uvanlig med ferdige vegg- og dekkelementer i tre eller betong, som bestilles iht. mål og nødvendige spesifikasjoner, og leveres direkte til byggeplassen. Veggelementer i tre kan komme ferdig med utvendig kledning, isolert og med dampspærre på innsiden. I betong finnes det vegg- og dekkelementer, og det kan leveres ferdigstøpte trapper, som effektiviserer bygging av trappehus betraktelig. Dette kan gi en stor fordel for fremkommeligheten på byggeplassen, da trappene blir ferdig tidlig og arbeiderne slipper å forflytte seg gjennom stillaser.

Precut betyr at materialene er kappet og bearbeidet på forhånd, og de forskjellige komponentene merkes og sendes til byggeplassen etter et fastlagt system. Dette kan for eksempel være utvendige eller innvendige vegger, der stender, sviller, losholter og overdekninger er ferdig kappet. Precut kan bidra til mer tidseffektivitet, men de fleste systemene er avhengig av en riktig og utfyllende BIM-modell slik at det blir så få tilpasninger som mulig ute på byggeplass. Alternativt kan det måles opp etter at bærestrukturen er satt opp og bestiller precut etter dette, men dette forutsetter kort leveringstid. Listverk kan i dag også bestilles med spikerfrie systemer som gjør at monteringen kun skjer med låsespor og lim. Det unngås da at maler må inn på slutten for å sparkle og male over spikerhull på listverk.

Etter bedriftsbesøk hos Veidekke på et studentbolig-prosjekt, desember 2017, nevnte prosjektleder at hele sprinkleranlegget til prosjektet kom prefabrikkert og det hadde så langt kun vært nødvendig med små tilpasninger på byggeplass. Da forfatterne intervjuet rørlegger for KF5, ble de spurt om deres erfaringer med dette systemet. De sa seg enige at det fungerer bra, så lenge det er en komplett BIM-modell i bunnen som er så nøyaktig som mulig. Forøvrig mente de at dette var bedre egnet for synlige sprinkleranlegg som for eksempel i parkeringskjeller og butikk.

Blåseisolasjon

Tradisjonelt leveres isolasjon i pakker med platestørrelse på 570x1200mm og antall plater per pakke avhenger av isolasjonens tykkelse. Med dagens energikrav og dertil hørende isolasjonsmengde, kan platetykkelsen bli opp mot 400mm, noe som betyr at det er få plater i hver pakke (3-6 plater). Isolasjonen blir transportert ut til byggeplass og dyttet ut på riggplassen, for deretter å bæres/heises opp til riktig etasje og videre bli lagret innvendig i typisk en leilighet. Dette tar opp mye plass og siden all isolasjon ikke kan benyttes med en gang, kan arbeiderne bruke mye tid på å flytte på lagret isolasjon for å komme til andre arbeider. Tømrer fra Skanska påpekte at mye av isolasjonen blir fordelt ut i hver

leilighet/område, men blir flyttet på opptil flere ganger da det står i veien for andre arbeider. Et alternativ til dette er blåseisolasjon som vil redusere utfordringen drastisk. Her monteres en perforert duk på innsiden av veggen og deretter blåses isolasjon (av samme kvalitet som plateisolasjon) inn i hulrommene mellom stenderne. Dette kan bidra til å forhindre kuldebroer som kan oppstå med dårlig utførelse ved bruk av plateisolasjon (altså øke kvaliteten) og eliminerer langtidslagring av isolasjon på bygget. Ved blåse-isolasjon, ankommer en lastebil byggeplassen med blåsemaskin og isolasjon inni bilen (ved større prosjekter kreves det noe utvendig mellomlagring til isolasjon) som blåser isolasjonen opp til ønsket vegg/område. Normalt blåses det mellom 120-150 m² per dag, som krever 2-3 arbeidere, avhengig av størrelse på prosjekt.

Baderomskabinett

Ferdige kabinetter for badrom har sitt opphav fra offshore-bransjen, der ferdig innredede moduler blir heiset på plass og påkoblet. Leverandørene har sett et marked i BA-bransjen og dette har det siste tiåret blitt mer og mer vanlig i store byggeprosjekter. Kabinettene blir normalt produsert i utlandet og fraktet på tog, skip eller bil til Norge. De heises så inn på ønsket plassering og deretter blir strøm, ventilasjon, vann og avløp tilkoblet på utsiden, slik at kabinettet ikke blir åpnet før innvendige dører monteres i leiligheten. Kabinettene spesialbestilles etter behov, med tanke på sanitær-utstyr og materialer. Denne metoden er meget tidsbesparende, og resulterer i at færre fag er nødvendig på byggeplass (for eksempel flisearbeid for bad) og mengden arbeidere i leilighetene blir redusert.

I intervju med rørlegger, ble det nevnt at på KF5 skal det benyttes en kabinett-type som krever 4 tilkoblingspunkter, istedenfor ett til to som de normalt opererer med. Dette var for dem like tidkrevende som for et plassbygget bad, og han syntes det var dårlig gjennomtenkt og savnet bedre samspill mellom Totalentreprenør (TE), tekniske fag og baderomsleverandøren (se sammendrag av intervju i vedlegg 12.1.2). Da de tekniske sjaktene på KF5 er små, og med 2-3 ekstra tilkoblingspunkter, blir dette krevende for RIV (Rådgivende Ingeniør VVS) å prosjektere, samt for rørlegger å fysisk få plass til å gjøre sine arbeider med en god kvalitet. Rørlegger ønsket at baderomskabinetter først blir lagret i leiligheten, slik at rør, elektro og ventilasjon kan utføre sine arbeider med tilstrekkelig plass, før kabinettet flyttes til riktig plassering. På KF5 er det prosjektert med plattendekke, noe som gjør at dette blir vanskelig da dekkene krever mye understempling og kabinettet vil ligge lavere i dekke enn ferdig gulv. Tilbakemeldingene fra tømmerne i Skanska er at det er tidkrevende å plassere kabinettene i ettetid, og at dette krever 3-4 personer. Derfor er det fordelaktig for dem å heise kabinettene til riktig plassering med en gang.

Andre spesialiserte leverandører

For å effektivisere byggeprosessen på store prosjekter blir det normalt leid inn spesialiserte leverandører for diverse arbeidsoppgaver. Dette gjøres for å minske arbeidstrykket på TE's egne håndverkere og for å utnytte fordelene med spesialisert arbeidskraft. På leilighetsbygg er det normalt egne gulvleggere som monterer parkett og gulvlister, mens tømmerne i Skanska tar dør- og karmlister (gerikter). Innleid fugefirma vil normalt gå mot slutten av prosjektet og ta nødvendig fugging. Leverandør av blåseisolasjon vil også gå under denne kategorien.

7.2.5 Testleilighet

I samtale med prosjektleder for KF5, ble det nevnt at det kunne vært en fordel å ferdigstille én leilighet før innredningsarbeidene i de øvrige enhetene starter. Dette kan da brukes som en arena for å løse problemer og utfordringer knyttet til tekniske løsninger, fremgangsmåte og kvalitet, samt være med å bidra til å optimalisere flyten i arbeidene. Testleiligheten kan videre brukes som en mal, blant annet for å definere riktig kvalitet for de neste leilighetene. Fagarbeiderne kan her se hva som skal bygges, hvilken kvalitet som forventes og får visualisert de andre fagenes arbeider og hvordan de best kan tilpasse sine egne arbeider til dette. Den praktiske gjennomføringen av et slikt tiltak vil måtte skje gjennom at man samler alle involverte fag og foretar en felles planlegging av leiligheten; setter opp fremgangsmåte, estimerer nødvendige varigheter og definerer arbeidsforhold (hvilke fag som kan arbeide samtidig, materialhåndtering og rydding etc.). Deretter må arbeidene med testleiligheten utføres under så realistiske forhold som mulig, slik at eventuelle forbedringsbehov i gjennomføringsprosessen kan oppdages.

7.2.6 Involvering

Undersøkelsene har vist at involvering er en viktig del av det praktiske Lean-arbeidet respondentene i intervjuene har vært med på. Noen av Skanskas funksjonærer og fagarbeidere har erfaring med Lean, men de fleste andre hadde lite eller ingen erfaring med begrepet. Samtlige hadde forøvrig vært med på å bruke bakoverplanlegging, noe som nærmest utelukkende ble omtalt som positivt. Dette later til å være en metode mye brukt av byggebransjen i dag og et godt eksempel på tverrfaglig involvering. Flere av fagarbeiderne nevnte også i intervjuene at involvering var viktig for deres motivasjon og eierskapsfølelse, og brorparten av funksjonærene/prosjektlederne påpekte at de så på involvering i prosjektering og problemløsningsprosesser som svært verdifullt. Flere av intervjuobjektene kunne fortelle at de opplevde at mengden sløsing gikk ned og samarbeidet mellom fagene ble bedre, dersom fagarbeiderne var godt informert om «hva de bygget». Fagarbeidere har også ofte evnen til å se praktiske vinklinger og løsninger som ikke de som prosjekterer ser eller har forutsetning for å vite om.

7.2.7 Kommunikasjon

Av alle som ble intervjuet, svarte samtlige at en god kommunikasjon var nøkkelen til et vellykket prosjekt. Under følger noen punkter som reflekterer de temaene som er tatt opp under intervjuene i denne oppgaven.

Informasjonssystemer og kommunikasjon på byggeplass

Som nevnt, var kommunikasjon noe av det respondentene i intervjuene var mest opptatt av. Flere påpekte viktigheten av en plan for kommunikasjonen på prosjektet. Ikke bare møteplan og informasjonssystem, men også en plan for kommunisering, både mellom TE og UE samt fagene seg imellom. Maler påpekte at det er ønskelig med én klart definert kontaktperson hos TE som har både kommunikasjonsansvar og beslutningsmyndighet. Etter intervju med en tømmer i Skanska, ble det nevnt at det meste av tegninger og informasjon på fremdrift som regel henger inne i kontorbrakken til prosjektledelsen. Fagarbeiderne er i dag som regel med på bakoverplanlegging av fasene i prosjektet og føler dette er en god metode hvor de får bidra til en god fremdrift og får eierskap til prosjektet. Men, de uttrykte at planen burde vært mer synlig også etter at den er laget. Forslaget fra respondentene var at den burde vært hengt opp i spisebrakken, slik at de på morgenen eller i lunsjen kan studere planen og holde oversikt over prosjektet. I intervju med en uavhengig tømmer/

kjøkkenmontør som forfatterne hadde kjennskap til, fortalte vedkommende om et prosjekt der de hadde hengt opp tegninger og fremdriftsplaner på veggen i spisebrakken. Dette resulterte i at alle fikk mulighet til å studere disse i matpausen, der de ellers ville studert telefonen. Han følte dette var en fin måte å få alle engasjert, involvert og oppdatert på prosjektet (se møtereferat i vedlegg 12.1.9). Tømrer i Skanska nevnte at det viktigste med å ha informasjon i spiserom, var at den må være oppdatert og riktig. Ute i prosjektet kunne det ifølge dem ofte ha skjedd endringer uten at informasjonen i brakken var byttet ut.

Det ble i intervju med Skanska også snakket om å ha en tv-skjerm i brakken som kunne formidle oppdatert fremdriftsplan, tegninger, HMS-instruksjoner, samlinger, byggemøter og lignende informasjon som oftest formidles på mail til baser/formenn. Skanska har tidligere prøvd BIM-kiosker ute på byggeplass. Tømrerne som ble intervjuet, nevnte at disse var brukt mye i starten, men at kioskene ikke ble oppdatert med endringer og at bruken dermed opphørte. Svarene fra samtlige av tømrerne i Skanska indikerte at BIM-kiosk kan være med å bidra til effektivitet og forhindre problemer og hindringer, men det kreves at prosjektledelsen bruker tid og ressurser på vedlikehold. Det ble også uttrykt et ønske om mer opplæring på bruk av BIM-verktøy. En annen viktig ting som kom frem i et intervju med en prosjektingeniør i Skanska, var at det er merkelig at matpausen på prosjekter blir delt mellom ledelsen og fagarbeiderne. Ingeniøren hadde bemerket seg at mange problemer/utfordringer på prosjektet ble diskutert i de respektive matpausene, men fordi de ikke spiste sammen oppsto det ikke kommunikasjon mellom dem. Det ble derfor diskutert om det hadde vært bedre å ha ledelsens og fagarbeidernes matpause sammen, slik at de kan involvere seg i hverandres samtaler eller bare lytte og lære hvordan utfordringer blir løst av den enkelte.

Informasjonsflyt

Gjennom intervjuene i dette prosjektet kom det frem flere forslag til forbedringer og ting man må sette fokus på i prosjektene, knyttet til informasjon. Blant annet ble viktigheten av gode ukentlige fremdriftsmøter sammen med alle involverte, understreket. Dette for å sikre forutsetningene for arbeider som skal igangsettes. Videre ble det også trukket frem at det er viktig med informasjonsflyt hele veien ut i organisasjonen, altså at ikke bare formennene informeres, men at informasjonen også bringes videre til alle involverte. Arbeiderne ønsker også informasjon rundt status for prosjektet og tilbakemeldinger på ting som går bra (ikke bare det som går dårlig). Et konkret forslag var, som tidligere nevnt, å ha en informasjonsskjerm i brakke/spiserom hvor beskjedner og oppdatert fremdriftsstatus kan kommuniseres.

BIM

Prosjektleder for KF5 har ønske om høyt fokus på digitalisering på byggeplass. Skanska har i tidligere prosjekter benyttet BIM 360⁶ som kommunikasjons- og dokumenteringsverktøy, men prosjektleder meddeler at det fortsatt er behov for å utnytte programmet bedre. I dagens samfunn, hvor så å si alle på en byggeplass har smarttelefon med internett-tilgang, er dette fullt mulig å få til. Administrasjonen på byggeplass vil da få mulighet til å dele informasjon ut til alle fagarbeiderne. Det kan innkalles til byggemøter, meldes om rydding, generelle HMS-tiltak og man kan skreddersy informasjonen til å treffe dem det gjelder. Fagarbeiderne har da også mulighet til å kommunisere tilbake til administrasjonen gjennom applikasjonen, der de kan legge inn «issues» (avvik). Disse kan knyttes til

⁶ BIM 360: Sky-basert digital informasjon-, dokument- og kommunikasjonsverktøy for byggebransjen

bestemte lokasjoner som for eksempel må ryddes, sikres eller hvor byggefeil er oppdaget, og bilder kan lastes opp slik at dette blir dokumentert. Skanska har på sine prosjekter håndskrevne «*rapportert uønsket hendelse*»-skjemaer, som med dette systemet (BIM 360) kan digitaliseres og dermed redusere arbeidsomfanget for både fagarbeiderne og administrasjonen. Det kan i tillegg lages sjekklister direkte i programmet, slik at baser/formenn etter endt aktivitet kan gå gjennom en standardisert sjekklister for eksempelvis lukking av vegger, for å kontrollere om alt er iht. krav. Bilder, kommentarer og avvik kan legges ved sjekklisten. Det kan også lages lister for vernerunde. Informasjonen som samles inn i systemet kan deretter brukes som grunnlag for nye byggemøter/ vernerunder etc.

Endringer

Endringer har ikke uventet blitt trukket frem som en vesentlig kilde til sløsing. Mange av respondentene i undersøkelsen ønsket seg et bedre system for å fange opp endringer, samt at TE skulle sette frister (dato) for endringer og overholde dette strengt. Det er et faktum at flere typer sløsing kan oppstå som følge av endringer som ikke blir håndtert riktig.

7.2.8 Oppfølging og evaluering

Totalentreprenør (Skanska) har ansvar for prosjektledelsen på byggeplass i KF5-prosjektet. Underentreprenørene har selv ansvar for å styre og kontrollere sine arbeidere, men Skanska har allikevel den overordnede ledelsen og er ansvarlig for å kontrollere at alle fagene (underleverandører) bygger med riktig kvalitet og benytter produkter i henhold til kontrakten/standard. Før byggemøte, bør det tas en oppfølgingsrunde for å få en oversikt over hvordan de forskjellige fagene ligger i forhold til fremdriften, men også om kvaliteten er i samsvar med det som forventes. En produksjonsleder i Skanska nevnte i intervjuet at hans viktigste jobb var å være synlig på byggeplass. Dette fordi han da viser sine arbeidere at han er tilgjengelig, men også at han følger opp det de gjør og har kontroll på det som skjer ute. På denne måten vil arbeiderne også føle seg sett, og de kan ta opp eventuelle problemer uten å måtte forlate sin lokasjon. Resultatet av god oppfølging ute på byggeplass er ifølge produksjonsleder mindre telefoner og mindre feil/venting (sløsing) som følge av uopplarte problemer.

Kontinuerlig forbedring har en sentral rolle i Lean (se kap. 3.4.) og er viktig i alle typer prosjekter enten det benyttes Lean eller ikke. En viktig del av dette er å foreta evalueringer, noe som flere ganger har kommet opp gjennom intervjuene i denne oppgaven. Evalueringen brukes til å justere og forbedre måten vi jobber på og er like viktig for ledelsen, som for de ansatte. Det er også viktig for de ansatte å føle at de blir hørt og at deres innspill blir tatt tak i. Evaluering bør foretas både underveis i prosjektet og ved prosjektslutt. Men, det er ofte vanskelig å finne tid og derfor nedprioriteres mange ganger dette. Å gjennomføre en evaluering må ses på som en investering. Man må prioritere å finne tid også underveis i prosjektet, mens erfaringene sitter friskt i minnet. Milepælsvaluering kan her være aktuelt. En av underentreprenørene som ble intervjuet, medelte at evaluering underveis i prosjektet var svært interessant for dem, fordi de da fikk noe igjen for det. På denne måten kan fagene være med på å påvirke måten TE legger opp resten av prosjektet på, noe som kan komme dem til gode. Det kan være vanskeligere for UE å engasjere seg i en sluttevaluering, da det ikke er sikkert at de er med på neste prosjekt. Gjennom oppgaven har forfatterne også fått tilbakemeldinger på at kalkulatøren(e) er interessert i flere tilbakemeldinger. Ikke bare ønsker de tilbakemeldinger når noe er «feil», men også når kalkylene er overestimerte eller riktige. Så presise kalkyler som mulig, basert på de faktiske ytelsene til bedriftens ansatte, er viktig for å kunne holde seg konkurransedyktige.

7.3 Innredningsarbeider leiligheter

Kapittelet tar for seg en gjennomgang av innredningsarbeidene i case-prosjektet, Bjørndalen KF5 i Kristiansand. Arbeidene gjelder for syv leiligheter i 5.etg, i henhold til begrensningene gitt i kap. 4.1. Gjennomgangen tar for seg en beskrivelse av hver aktivitet med en tilhørende Work Breakdown Structure (WBS). Videre beskrives gjennomføringstidene i et BMW-system (Best-case, Most likely, Worst case), hvor de forskjellige varighetene er utarbeidet gjennom intervjuer og bruk av egen erfaring. De mulige utfallene behandles i et tripplestimat som gir en forventet gjennomføringstid (Expected time). Varighetene illustreres i et flytdiagram og til slutt beskrives de syv forutsetningene for gjennomføring, samt mulige kilder til sløsing.



Figur 7.1 Fremdrift for innredningsarbeidene. Trykk på aktivitet for å hoppe til delkapittel.

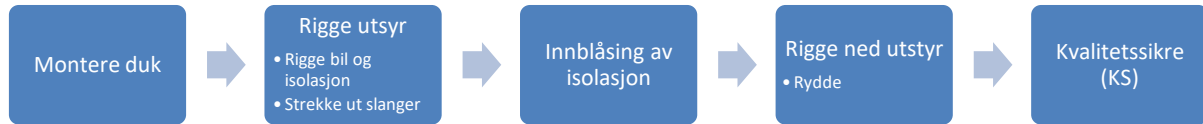


Figur 7.2 Plantegning 5.etg blokk A. Trollvegg Arkitektstudio.

7.3.1 Blåseisolering

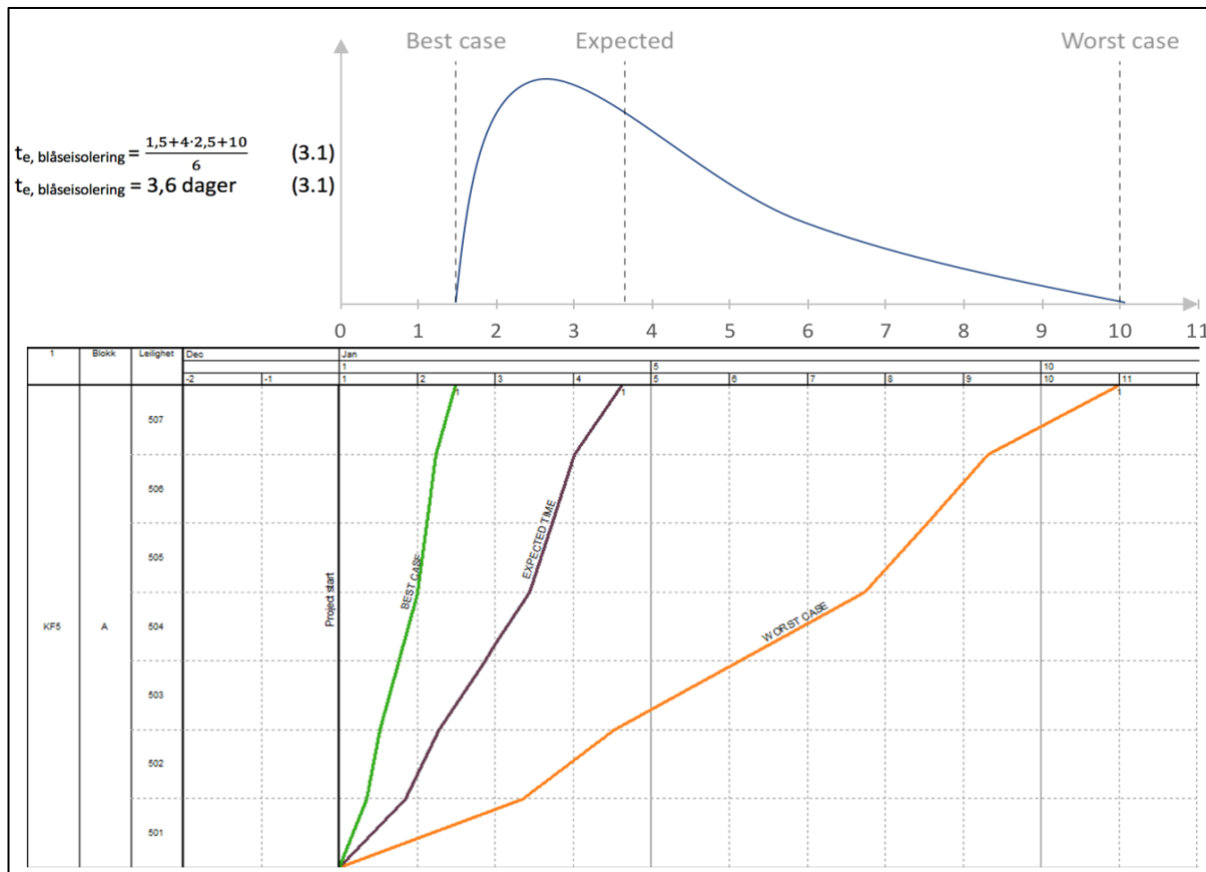
Isolering av 223mm og 198mm klimavegg/yttervegg ved bruk av innblåsningsisolasjon. Varigheter er innhentet fra Etterisolering Agder AS som er en mulig underentreprenør for KF5.

WBS



BMW	Bemanning		Dager
Best Case (a)	3	—————	1,5
Most Likely (m)	3	—————	2,5
Worst Case (b)	3	—————	10
Expected time (t _e)	3	—————	3,6

Tabell 7.1: BMW – varigheter blåseisolering



Figur 7.3: Flyttdiagram for blåseisolasjon. Best-, expected- og worst case. Produsert i Vico

Kalkyle: Utarbeidet på grunnlag av informasjon gitt av Etterisolering Agder AS og egne erfaringer.

Best Case: Isolatør utaler at 3 mann kan utføre denne jobben på 1,5 dager dersom alle forhold ligger til rette for det. Forutsetningene er da at alle leilighetene er tilgjengelige, ryddige, man oppnår en god flyt og det ikke oppstår noe uforutsett.

Most Likely: Basert på erfaringer og skjønn, antas det at den mest sannsynlige gjennomføringsmodellen/tiden vil være 3 personer i 2 dager. Da går arbeider som normalt, små uforutsette hindringer kan oppstå.

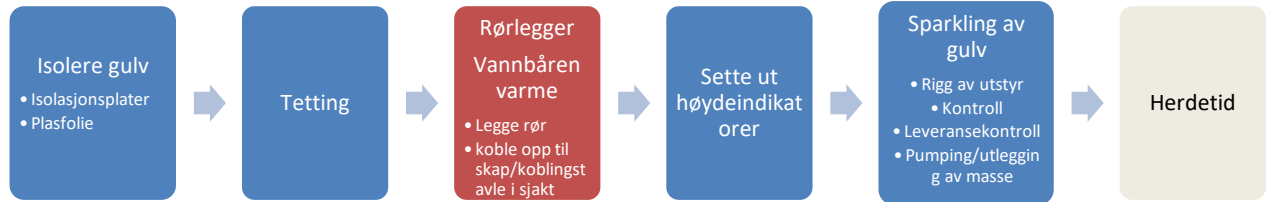
Worst Case: Det antas at det er risiko for at oppgaven kan ta opptil 10 dager. Det kan da være at det foregår andre arbeider i leilighetene som hindrer tilkomst med en gang og at de må forflytte seg i leilighetsblokken som gjør at varigheten blir lengre. Videre kan det oppstå problemer med lastebil eller blåseutstyr. Feil mengde eller type materialer kan være bestilt.

Forutsetninger		Waste	
Forutgående aktivitet er avsluttet	Yttervegger er ferdigstilte og kontrollerte. Viktig at duk blir satt opp før innblåsing skal begynne.	Over-produksjon	Utføre arbeid etter gjeldende plan. Kun blåse det som er avtalt, til avtalt tid; slik at det ikke oppstår overproduksjon.
Informasjon	Nødvendig informasjon om kvalitet, veggtykkelse og hvilke vegger som skal blåses. Hvilke leiligheter som det skal begynnes på og rekkefølge.	Venting	Forberedt plan for arbeidene. Nødvendig riggareal må være tilgjengelig. Nødvendig antall leiligheter/vegger må være ferdige og tilgjengelige. Tilstrekkelig isolasjonsmateriale er tilgjengelig, slik at ikke venting på materiell oppstår.
Utstyr	Lys og strøm må være tilgjengelig. Blåseutstyr og personlig verneutstyr må medbringes og brukes. Merk: i tillegg til standard utstyr må støvmaske brukes av alle som skal jobbe i de berørte arealene.	Transport	Alt utstyr og materiell må (om mulig) være med ved ankomst, slik at ekstra kjøring unngås. Størst mulig kontinuitet i arbeidet, slik at ned- og opprigging minimeres. Ved feil på materiell som er blitt levert, vil man få retur/ avfallshåndtering som uønsket transport.
Materialer	Isolasjon (riktig mengde og kvalitet).	Over-prosessering	Leverer riktig produkt og kvalitet. Følge prosedyre for innblåsingsarbeidene, slik at omarbeid unngås.
Ressurser	Tilstrekkelig/nødvendige ressurser. Disse må ha påkrevde godkjenninger og sertifiseringer.	Lagring	Unngå lagring av isolasjon i bygget. Forutsetter at innblåsingsisolasjon leveres direkte på byggeplass ved oppstart av blåsearbeider.
Areal/plass	Da leilighetene er små og det skal blåses på begge sider (yttervegger), kreves det at leilighet er ryddig når blåseisolatøren ankommer.	Unødvendige bevegelser	Dersom arbeidene må gjøres i en ikke-optimal sekvens, kan unødvendig bevegelse oppstå. Det bør alltid være en person nede som har kontroll på lastebil og blåseutstyr (unngå forflytning opp og ned).
Ytre forutsetninger	Blåseisolatøren er ikke avhengig av været, men det kreves at vegger har blitt avfuktet iht. krav. Ytre årsaker kan også hindre leveranse og ressurstilgjengelighet.	Defekter	Viktig å følge prosedyre for å unngå feil. Egenkontroll. Ikke blåse veggarealer som ikke er klare. Feil på utstyr.
Kritiske forutsetninger	Areal, informasjon, foregående aktivitet	Kritisk sløsing	Venting, unødvendige bevegelser, defekter

Tabell 7.2: Forutsetninger og wastes for blåseisolering

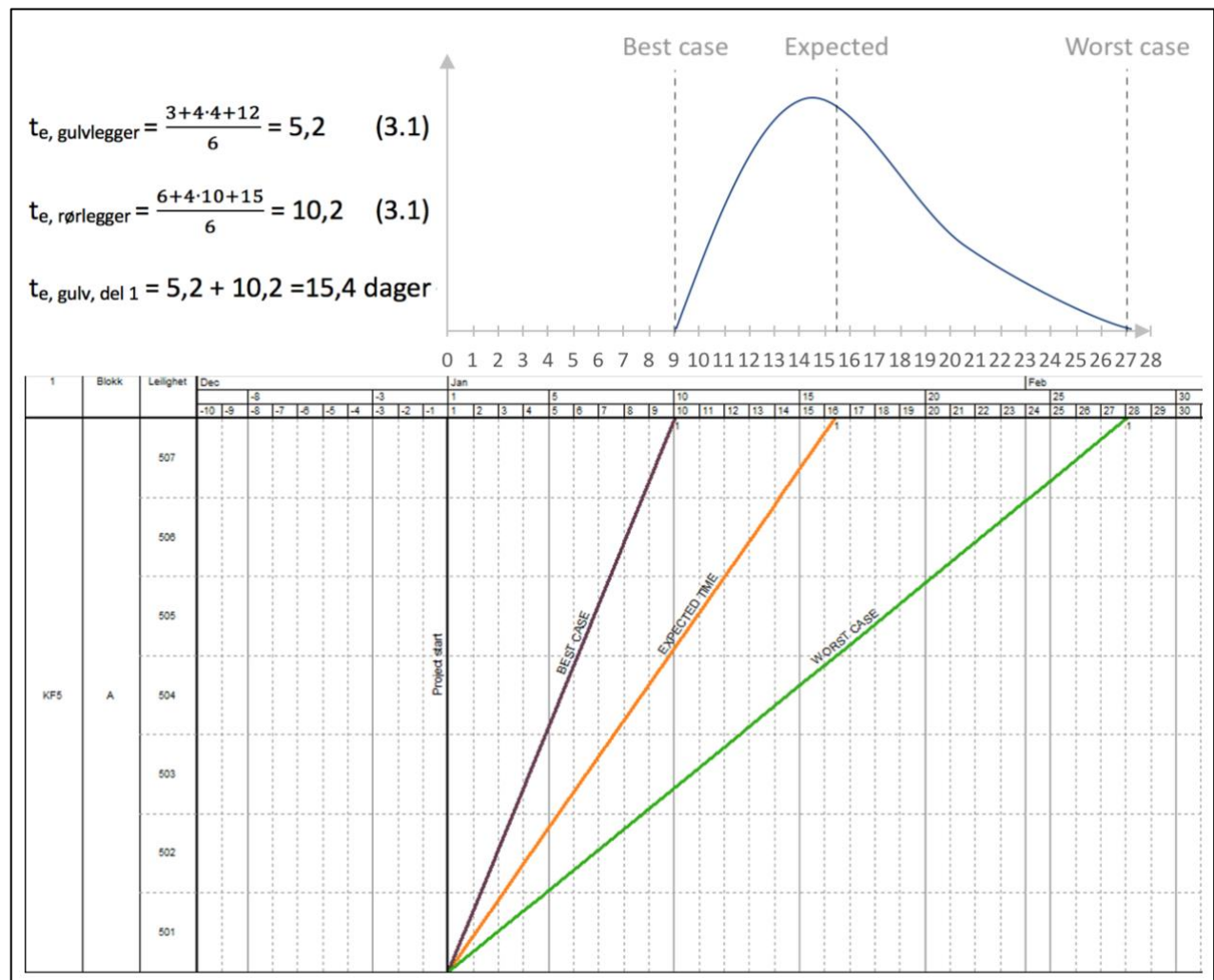
7.3.2 Gulv del 1

Flytsparkling av gulver i leilighetene. Arbeidene inkluderer isolering, tetting, klargjøring og eventuell kontroll under og etter utstøping av avrettingsmassen. Inkludert i arbeidspakken er også legging av rør for vannbåren varme, samt oppkobling til skap/monteringstavle i teknisk sjakt. Foruten rør-arbeidene, antas det at alle arbeider utføres av samme UE.



BMW	Gulvlegger Bemanning	Dager	Rørlegger Bemanning	Dager
Best Case	4	3	2	6
Most Likely	4	4	2	10
Worst Case	4	12	2	15
Expected time (t _e)	4	5,2	2	10,2

Tabell 7.3: BMW – varigheter, gulv del 1



Figur 7.4: Flyttdiagram for gulv del 1. Best-, expected- og worst case. Produsert i Vico

Kalkyle: Utarbeidet på grunnlag av informasjon gitt i intervjuer med rørlegger og RIV. Grunnlagsdata for isolering, tetting og flytsparkling er basert på samtaler med Skanska og på egne antakelser.

Best Case: Best case baserer seg på at alle forutsetninger er på plass, flyten i arbeidene er så optimal som mulig og at rørlegger og gulvlegger får til et godt samspill.

Most Likely: Basert på erfaringer og skjønn, antas det at den mest sannsynlige gjennomføringsmodellen/tiden vil være 2 mann i 10 dager for rørlegger og 4 mann i 4 dager for gulv-sparkler. Det antas at rørlegger derfor kan tilpasse sine arbeider på en slik måte at isolasjon, tetting og flytsparkling får så optimal flyt som mulig.

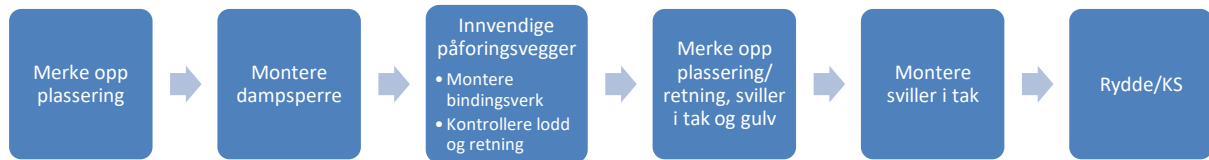
Worst Case: Det antas at det er risiko for at oppgaven i verste fall kan kreve 27 dager. Dette er basert på et estimert omfang av eventuelle opprettingsarbeider dersom flytsparklingen blir mislykket. Det spiller også en rolle at to fag er avhengige av samarbeid i denne aktiviteten. Det antas at de største faremomentene er feil på system for vannbåren varme, for dårlig tetting som fører til lekkasje av flytsparkel og feil på masse (eller dårlig utførelse) som fører til at avrettingen ikke tilfredsstillende gjeldene krav. God kvalitetskontroll og sikring av forutsetninger er derfor særskilt viktig i denne arbeidspakken.

Forutsetninger		Waste	
Forutgående aktivitet er avsluttet	Arbeider med isolering av yttervegg må være avsluttet. Arbeidsstedet må være ryddet og rent.	Over-produksjon	Utføre arbeid etter gjeldene plan og beskrivelse. Unngå behandling av arealer utover det som er planlagt/avtalt.
Informasjon	Tydlig kommunikasjon om oppstart (dato og tid) må foreligge mellom entreprenør og utførende underentreprenører. Informasjon om høyder, hvilke områder som skal flytsparkles og tidsramme må være tilgjengelig. Avsperring av område og informasjon til andre fag om avsperringstid/herdetid.	Venting	Dersom ikke nevnte forutsetninger er på plass kan venting oppstå. Dette gjelder også dersom andre arbeider kommer i veien (spesielt på riggplass/ oppstillingsplass for bil og pumpe). Dersom herdeprosessen tar lenger tid en normalt, kan venting oppstå.
Utstyr	Lys og strøm må være tilgjengelig. Dersom varme er nødvendig må dette være på plass og satt i funksjon. Nødvendig utstyr må være på plass og kontrollert. Personlig verneutstyr må medbringes og brukes.	Transport	Mellomlagring av materiell kan føre til unødvendig transport. Dersom mulig bør materiell fraktes direkte til den sonen hvor det skal brukes. Ved feil på materiell som er blitt levert, vil man få retur/ avfallshåndtering som uønsket transport.
Materialer	Materialer til isolering og tetting, samt til systemet for vannbåren varme. Ved levering av flytmasse må det kontrolleres (sjekkliste) at riktig produkt er levert (kvalitet og egenskaper).	Over-prosesserings	Overarbeide dersom man prøver å oppnå en bedre kvalitet enn nødvendig (gulvet/massen skal kun bearbeides dersom ikke gjeldene toleransekrav er oppnådd). Overflødig kommunikasjon mellom fag.
Ressurser	Tilstrekkelig/nødvendige ressurser. Disse må ha påkrevde godkjenninger og sertifiseringer.	Lagring	Lagring av materiell som for eksempel isolasjonsplater og materiell til vannbåren varme bør unngås dersom dette er mulig. Dersom ikke direkte levering lar seg gjøre må man etterstrebe å lagre materialet på en slik måte at det ikke er i veien, ikke blir skadet og at det lar seg enklest mulig frakte videre til riktig lokasjon.
Areal/plass	Riggplass skal være avklart og tilgjengelig. Aktuelle områder hvor arbeidet skal utføres må være ryddet, klare og andre arbeider må ha beveget seg ut fra området.	Unødvendige bevegelser	Dersom arbeidene må gjøres i en ikke-optimal sekvens eller lokasjonen ikke er tømt, kan unødvendig bevegelse oppstå. Også unødvendige hindringer i arbeidssonen eller vanskelig tilkomst kan føre til komplisering av arbeidsutførelsen. Oppdrive informasjon, både fysisk henting og leting i datasystem, kan føre til unødvendige bevegelser dersom det er mer krevende/vanskelig enn det som er mulig å få til.
Ytre forutsetninger	Temperatur- og nedbørsforhold kan i ekstreme tilfeller forsinke eller forhindre arbeidene. Ytre årsaker kan også hindre leveranse og ressurstilgjengelighet.	Defekter	Feil produkt/produktkvalitet. For dårlig tetting, som fører til lekkasje med skade på andre deler av konstruksjonen, dårlig avretting og overforbruk av masse. Utilfredsstillende avretting. Skader på rør til vannbåren varme eller andre installasjoner/materiell. Alle disse punktene kan føre til kostbart merarbeid.
Kritiske forutsetninger	Areal, informasjon	Kritisk sløsing	Defekter, venting, unødvendige bevegelser

Tabell 7.4: Forutsetninger og wastes for gulv del 1.

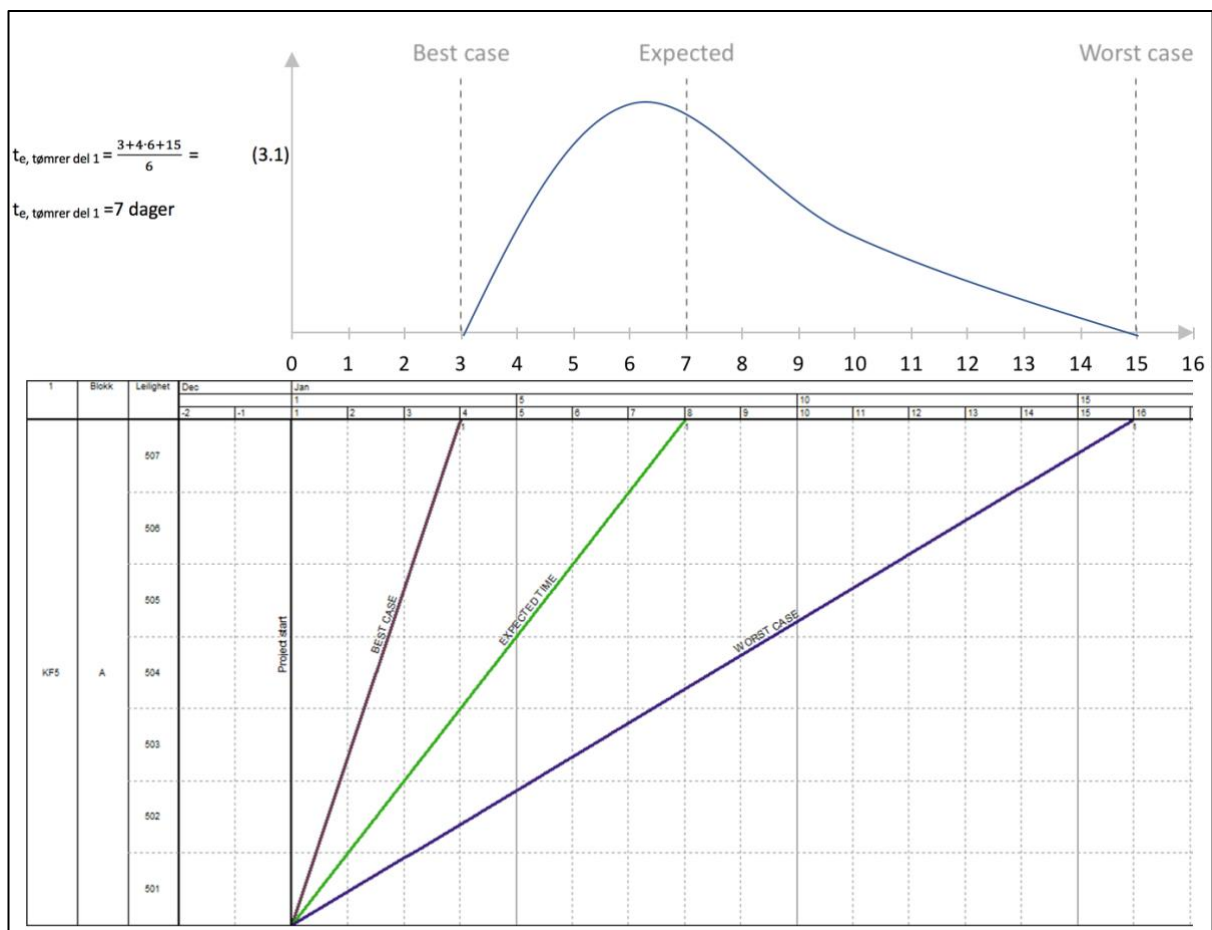
7.3.3 Tømrerarbeider, del 1

Dampspærre, innvendig påføring av yttervegger og montering av toppsviller for innervegger. I påføringsveggen er det antatt bruk av precut-bindingsverk i tre. For sviller (innervegger) er det beregnet bruk av stålstenderssystem.



BMW	Bemanning		Dager
Best Case	2	—	3
Most Likely	2	—	6
Worst Case	2	—	15
Expected time (t_e)	2	—	7

Tabell 7.5: BMW – varigheter tømrerarbeider del 1



Figur 7.5: Flyttdiagram for gulv del 1. Best-, expected- og worst case. Produsert i Vico.

Kalkyle: Kalkyle er utarbeidet på grunnlag av intervjuer med personell fra Skanska og med bruk av interne kalkyldata gitt av Skanska.

Best Case: Tømrer uttaler at 2 mann kan utføre denne jobben på 3 dager dersom alle forhold ligger til rette. Dette forutsetter da at en person monterer dampspærre og en sviller, at alle forutsetningene er tilstede og at teamene får til en god flyt.

Most Likely: Basert på erfaringer og skjønn, antas det at den mest sannsynlige gjennomføringsmodellen/tiden vil være 2 mann i 6 dager.

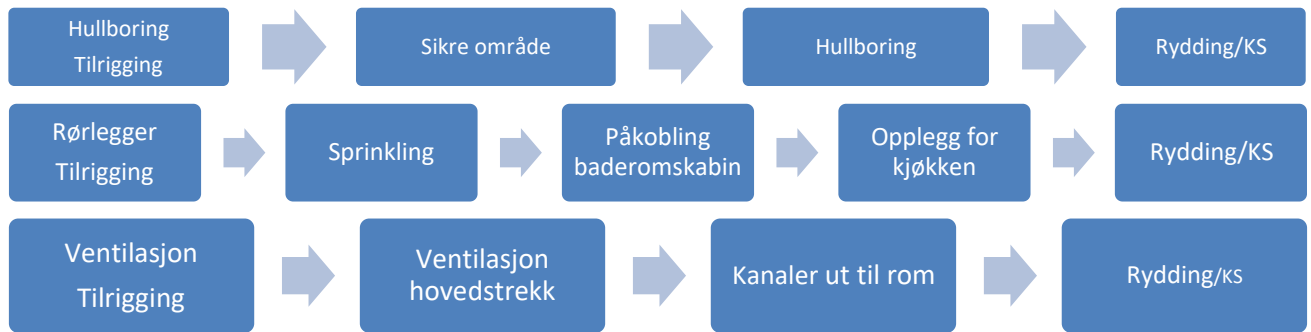
Worst Case: Det antas at det finnes risiko for at oppgaven som kan kreve 2 mann i 15 dager. Dette er basert på skjønn og tar høyde for at forutsetningene for gjennomføring av oppgavene ikke er til stede. Ytre forutsetninger, omarbeid og ressursmangel kan forårsake betydelig økt tidsbruk. Andre ting som kan påvirke fremdriften i disse arbeidene er for eksempel dersom dampspærre-tapen ikke lar seg klebre på betongen og det da må primes. Slike ting kan forårsake forsinkelse som må tas høyde for i en risikovurdering. Dersom mulig, kan den totale tidsbruken begrenses noe ved økt bemanning (Hvis dette er tilgjengelig).

Forutsetninger		Waste	
Forutgående aktivitet er avsluttet	Flytsparkling må være utført og herdet til det punkt at man kan arbeide på underlaget.	Overproduksjon	Det skal ikke gjøres mer enn det som er beskrevet. Eksempelvis skal kun sviller monteres og ikke resten av veggen. Dette er for å lette bevegelsene til tekniske fag som skal inn med sine installasjoner først.
Informasjon	Oppdaterte tegninger og beskrivelse må være tilgjengelig. Tydelig kommunikasjon om oppstart (dato og tid) må foreligge mellom byggeleder, bas og utførende. Dersom eventuelle avvik fra avtalt plan forekommer, må dette kommuniseres så tidlig som mulig.	Venting	Dersom ikke nevnte forutsetninger er på plass kan venting oppstå. Dette gjelder også dersom andre arbeider kommer i veien. Hvis flytsparkling av gulv tar lenger tid enn normalt, kan venting oppstå.
Utstyr	Lys og strøm må være tilgjengelig. Løfteutstyr/utstyr for inntransport. Nødvendig verktøy. Trapp/rullestillas/lift ved arbeid i tak. Personlig verneutstyr.	Transport	Unødvendig frakt av materialer og utstyr. anbefaler bruk av verktøytraller (gir ryddighet og enkel flytting fra lokasjon til lokasjon). Det er ønskelig at materialene pakkes for hver leilighet eller etasje og heises direkte opp. Unødvendig transport kan også oppstå dersom man har for lite eller for mye materiell (hente mer, eller ta med materiell tilbake til lager).
Materialer	Stendere og sviller (pre-cut) til påforingsvegg. Stålsviller til innervegger. Festemidler.	Overprosessering	Omarbeid, dobbeltsjekk av arbeider og overflødig dokumentering.
Ressurser	Tilstrekkelig/nødvendige ressurser. Disse må ha påkrevde godkjenninger og sertifiseringer.	Lagring	Lagring av materiell på byggeplass i unødvendig lang tid. Ideelt sett skal materialene leveres til byggeplass kun kort tid før oppstart av arbeider og bringes direkte dit de skal brukes.
Areal/plass	Alle areal i leiligheten må være ryddet. I tillegg må tilkomst være ryddet og tilgjengelig.	Unødvendige bevegelser	Dersom arbeidene må gjøres i en ikke-optimal sekvens, kan unødvendig bevegelse oppstå. Hente verktøy/materiell underveis. Oppdrive informasjon, både fysisk henting og leting i datasystem, kan føre til unødvendige bevegelser dersom det er mer krevende/ vanskelig enn det som er mulig å få til.
Ytre forutsetninger	Ytre årsaker kan hindre leveranse og ressurstilgjengelighet.	Defekter	Ikke utføre jobben med tilfredsstillende kvalitet (eks. retning og lodd), i henhold til tegning eller med riktige materialer. Skade andre installasjoner eller produkter
Kritiske forutsetninger	Informasjon	Kritisk sløsing	Overproduksjon, unødvendige bevegelser, lagring

Tabell 7.6: Forutsetninger og waste for tømmerarbeider del 1

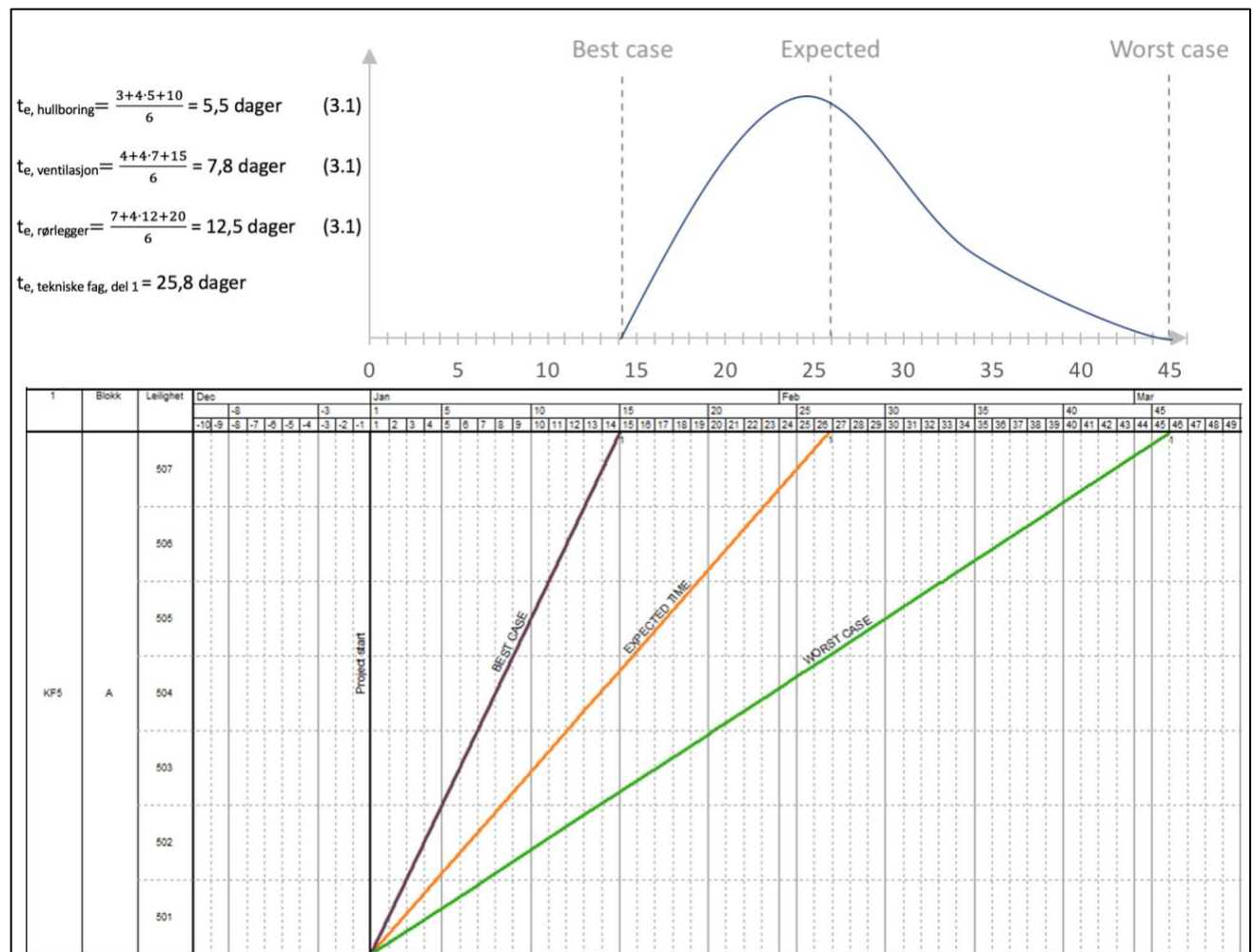
7.3.4 Tekniske fag, del 1

Denne delen består av hullboring i teknisk sjakt, samt legge opp hovedløpene for ventilasjon og rørlegger. Rørlegger vil også montere sprinkleranlegg.



BMW	Hullboring bemanning	Dager	Ventilasjon bemanning	Dager	Rørlegger bemanning	Dager
Best Case	1	3	1	4	2	7
Most Likely	1	5	1	7	2	12
Worst Case	1	10	1	15	2	20
Expected time t_e	1	5,5	1	7,8	2	12,5

Tabell 7.7: BMW varigheter for tekniske fag del 1.



Figur 7.6: Flyttdiagram for tekniske fag del 1. Best-, expected- og worst case. Produsert i Vico

Kalkyle: Kalkylen er utarbeidet på grunnlag av intervju med rørlegger, ventilasjonsmontør og Skanska, samt egne antakelser.

Best Case: Det antas at den korteste (samlede) varigheten for arbeidspakken er 14 dager. Fagene er da avhengig av at tidligere arbeider er ferdig, nødvendig informasjon foreligger og det er ikke andre fag i leilighetene. Det må utarbeides et produksjonstog mellom fagene.

Most Likely: Basert på erfaringer fra prosjektleder og formann som ble intervjuet, er mest sannsynlig gjennomføringstid satt til 26 dager. Dette forutsetter at leiligheten er ryddig, deler/materiell og informasjon er tilgjengelig. Tar kun høyde for mindre forstyrrelser.

Worst Case: Er satt til 45 dager, basert på muligheten for at det kan oppstå noe uforutsett; foregående aktivitet er ikke ferdigstilt, deler ankommer ikke tidsnok, defekter, sykdom i bemanning, andre aktiviteter som haster mer, eller det ikke er mulighet for å komme til pga. andre arbeider (dårlig kommunikasjon mellom fagene). Tømrer i Skanska kan fortelle at baderomskabinene i noen tilfeller har en utforming som hindrer kjerneboring tett nok inntil kabinen. Dette kan sette arbeidene kraftig tilbake.

Forutsetninger		Waste	
Forutgående aktivitet er avsluttet	Toppsviller må være ferdig montert.	Overproduksjon	Det skal ikke gjøres mer enn det som er beskrevet, og den avtalte gjennomføringsrekkefølgen skal følges. Ikke gjennomføre arbeidene før eller fortere (med økt ressursbruk) enn nødvendig.
Informasjon	Oppdaterte tegninger og beskrivelse må være tilgjengelig. Tydelig kommunikasjon om oppstart (dato og tid), samt koordinering mellom fag, må foreligge mellom byggeleder, baser og utførende. Det lages produksjons-tog mellom de involverte fagene, slik at de ikke arbeider på samme lokasjon. F.eks. Ventilasjon→Rørlegger	Venting	Dersom ikke nevnte forutsetninger er på plass kan venting oppstå. Dette gjelder også dersom andre arbeider kommer i veien.
Utstyr	Lys og strøm må være tilgjengelig. Løfteutstyr/utstyr for inntransport. Nødvendig verktøy, trapp/rullestillas/lift og personlig verneutstyr.	Transport	Ugunstig transport av materiell. Helst bør materialet pakkes pr. leilighet eller pr. etasje og fraktes direkte opp. Anbefaler bruk av verktøytraller. Unødvendig transport kan også oppstå dersom man har for lite eller for mye materiell (hente mer, eller ta med materiell tilbake til lager).
Materialer	Rør: sprinkler og nødvendige rørdeler. Vent: Kanaler og deler. Nødvendige festemidler.	Overprosessering	Bruke materialer med for høy kvalitet, legge opp mer system/komponenter enn beskrevet. Ekstraarbeid som følge av feil, defekter etc. Overflødig dokumentering og kommunikasjon mellom fag.
Ressurser	Tilstrekkelig/nødvendige ressurser. Disse må ha påkrevde godkjenninger og sertifiseringer.	Lagring	Lagring av materiell på byggeplass i unødvendig lang tid. Ideelt sett skal materialene leveres til byggeplass kun kort tid før oppstart av aktiviteter og bringes direkte dit de skal brukes.
Areal/plass	Alle areal i leiligheten må være ryddet. I tillegg må tilkomst være ryddet og tilgjengelig.	Unødvendige bevegelser	Dersom arbeidene må gjøres i en ikke-optimal sekvens, kan unødvendig bevegelse oppstå. Tungt materiell må håndteres på en så enkel og ergonomisk måte som mulig. Henting av materiell på lager som er plassert et ugunstig sted på bygget. Oppdrive informasjon, både fysisk henting og leting i datasystem, kan føre til unødvendige bevegelser dersom det er mer krevende/vanskelig enn det som er mulig å få til.
Ytre forutsetninger	Ytre årsaker kan hindre leveranse og ressurstilgjengelighet.	Defekter	Ikke utføre jobben med tilfredsstillende kvalitet eller med riktige materialer; i henhold til gjeldende tegning og spesifikasjon. Feil i utførelse (feilkobling etc.).
Kritiske forutsetninger	<i>Informasjon, areal</i>	Kritisk sløsing	<i>Overproduksjon, lagring</i>

Tabell 7.8: Forutsetninger og wastes for tekniske fag del 1

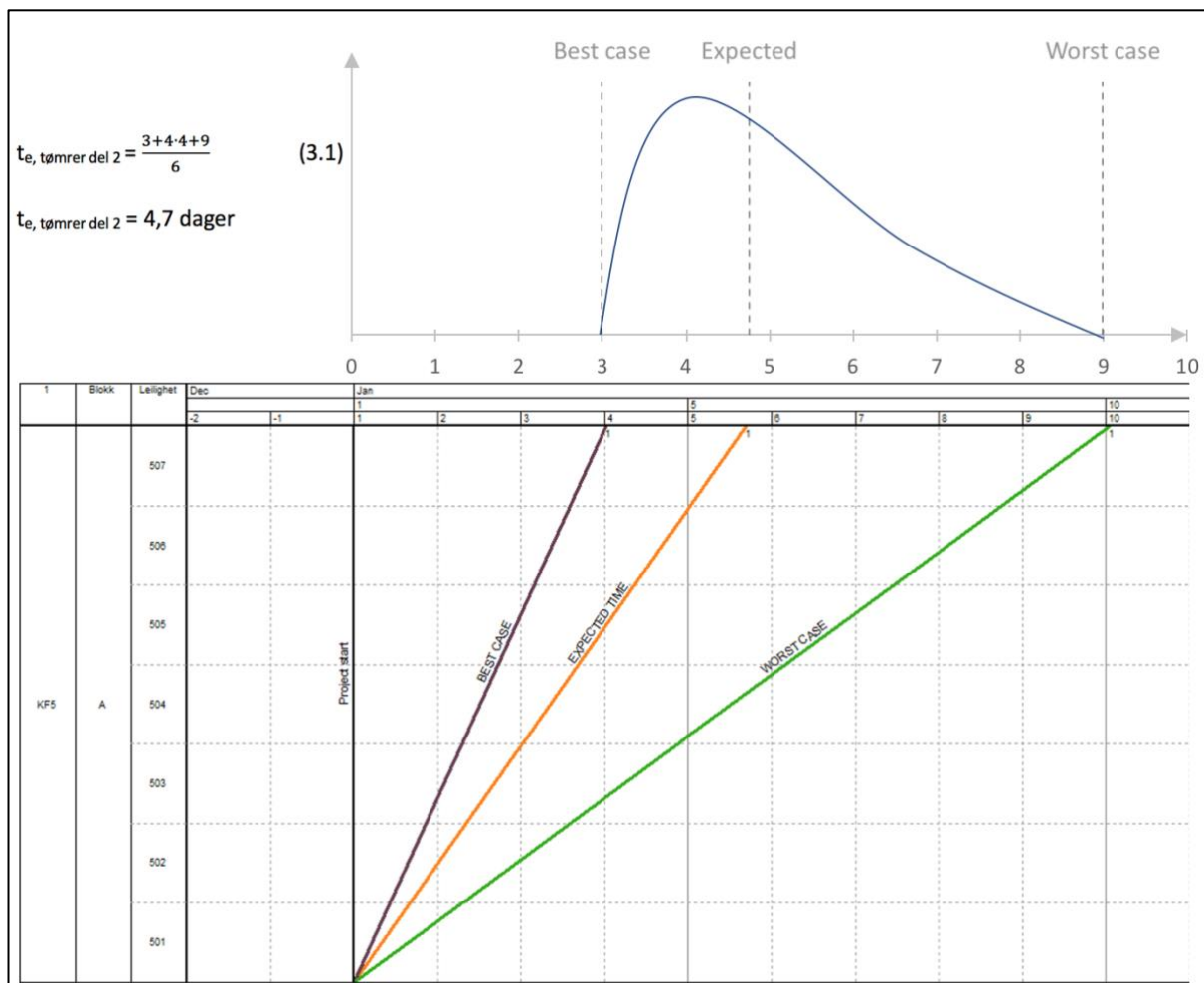
7.3.5 Tømrerarbeider del 2

Montering av stendere for innervegger, nødvendige spikerslag og grid for himling. Det er beregnet bruk av stålstender-system for innervegger. Himling iht. himlingsplan (fortrinnsvis gang, soverom og bod).



BMW	Bemanning	Dager
Best Case	2	3
Most Likely	2	4
Worst Case	2	9
Expected time (t_e)	2	4,7

Tabell 7.9: BMW – varigheter tømrerarbeider del 2



Figur 7.7: Flyttdiagram for tømrerarbeider del 2. Best-, expected- og worst case. Produsert i Vico

Kalkyle: Utarbeidet på grunnlag av intervjuer med personell fra Skanska og med bruk av interne kalkyldata gitt av Skanska.

Best Case: Tømrer uttaler at 2 mann kan utføre denne jobben på 3 dager dersom alle forhold ligger til rette for det. Alle forutsetningene må da være til stede og man regner med at effekten av repetisjon gjør utslag (tømrerne husker mål som går igjen, produserer opp deler til flere leiligheter osv.).

Most Likely: Basert på erfaringer og skjønn, antas det at den mest sannsynlige gjennomføringsmodellen/tiden vil være 2 mann i 4 dager.

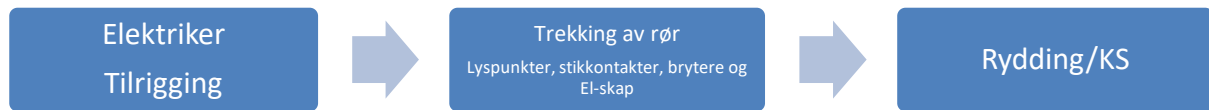
Worst Case: Det antas at det er risiko for at oppgaven kan kreve 2 mann i 9 dager. Her tar man høyde for at det er en viss sannsynlighet for at ikke alle forutsetningene er på plass når arbeidene skal starte og at man i verste fall får en betydelig økt tidsbruk. Et eksempel på usikkerhetsmoment, er arbeidene med innervegg/skjørt rundt baderskabin. Tømrer utaler at dette ofte kan være litt knotete og dermed fort ta mer tid enn man ønsker.

Forutsetninger		Waste	
Forutgående aktivitet er avsluttet	Ventilasjonskanaler og sprinklersystem i tak må være ferdig.	Overproduksjon	Kun de arbeidene som er beskrevet skal gjøres. Eksempelvis skal man ikke gipse/lukke hverken himling eller vegger, da elektriker og rørlegger skal inn med installasjoner. Hel eller delvis lukking kan skape problemer for dem.
Informasjon	Oppdaterte tegninger og beskrivelse må være tilgjengelig. Sjekkliste må bekrefte at tekniske fag er ferdige med føringene i tak.	Venting	Dersom ikke nevnte forutsetninger er på plass kan venting oppstå. Dette gjelder også dersom andre arbeider kommer i veien.
Utstyr	Lys og strøm må være tilgjengelig. Nødvendig verktøy, trapp/rullestillas/lift og personlig verneutstyr.	Transport	Unødvendig frakt av materialer og utstyr. anbefaler bruk av verktøytraller (gir ryddighet og enkel flytting fra lokasjon til lokasjon). Det er ønskelig at materialene pakkes for hver leilighet eller etasje og heises direkte opp. Unødvendig transport kan også oppstå dersom man har for lite eller for mye materiell (hente mer, eller ta med materiell tilbake til lager).
Materialer	Stendere, sviller og spikerslag. Nødvendige festemidler.	Overprosessering	Levere utover det som er beskrevet (F.eks. cc.300 istedenfor cc.600 osv.). Opprettingsarbeid dersom arbeidet ikke gjøres slik det skal (F.eks. pga. utdatert informasjon). Overflødig kommunikasjon, dokumentasjonsarbeid etc.
Ressurser	Tilstrekkelig/nødvendige ressurser. Disse må ha påkrevde godkjenninger og sertifiseringer.	Lagring	Lagring av materiell på byggeplass i unødvendig lang tid. Ideelt sett skal materialene leveres til byggeplass kun kort tid før oppstart av arbeider og bringes direkte dit de skal brukes.
Areal/plass	Alle areal i leiligheten må være ryddet. I tillegg må tilkomst være ryddet og tilgjengelig.	Unødvendige bevegelser	Dersom arbeidene må gjøres i en ikke-optimal sekvens, kan unødvendig bevegelse oppstå. Hente verktøy/materiell, underveis. Oppdrive informasjon, både fysisk henting og leting i datasystem, kan føre til unødvendige bevegelser dersom det er mer krevende/vanskelig enn det som er mulig å få til.
Ytre forutsetninger	Ytre årsaker kan hindre leveranse og ressurstilgjengelighet.	Defekter	Ikke utføre jobben med tilfredsstillende kvalitet (eks. retning og lodd), i henhold til tegning eller med riktige materialer. Skade andre installasjoner eller produkter.
Kritiske forutsetninger	<i>Ingen kritiske</i>	Kritisk sløsing	<i>Overproduksjon, defekter</i>

Tabell 7.10: Forutsetninger og wastes for tømrerarbeider del 2

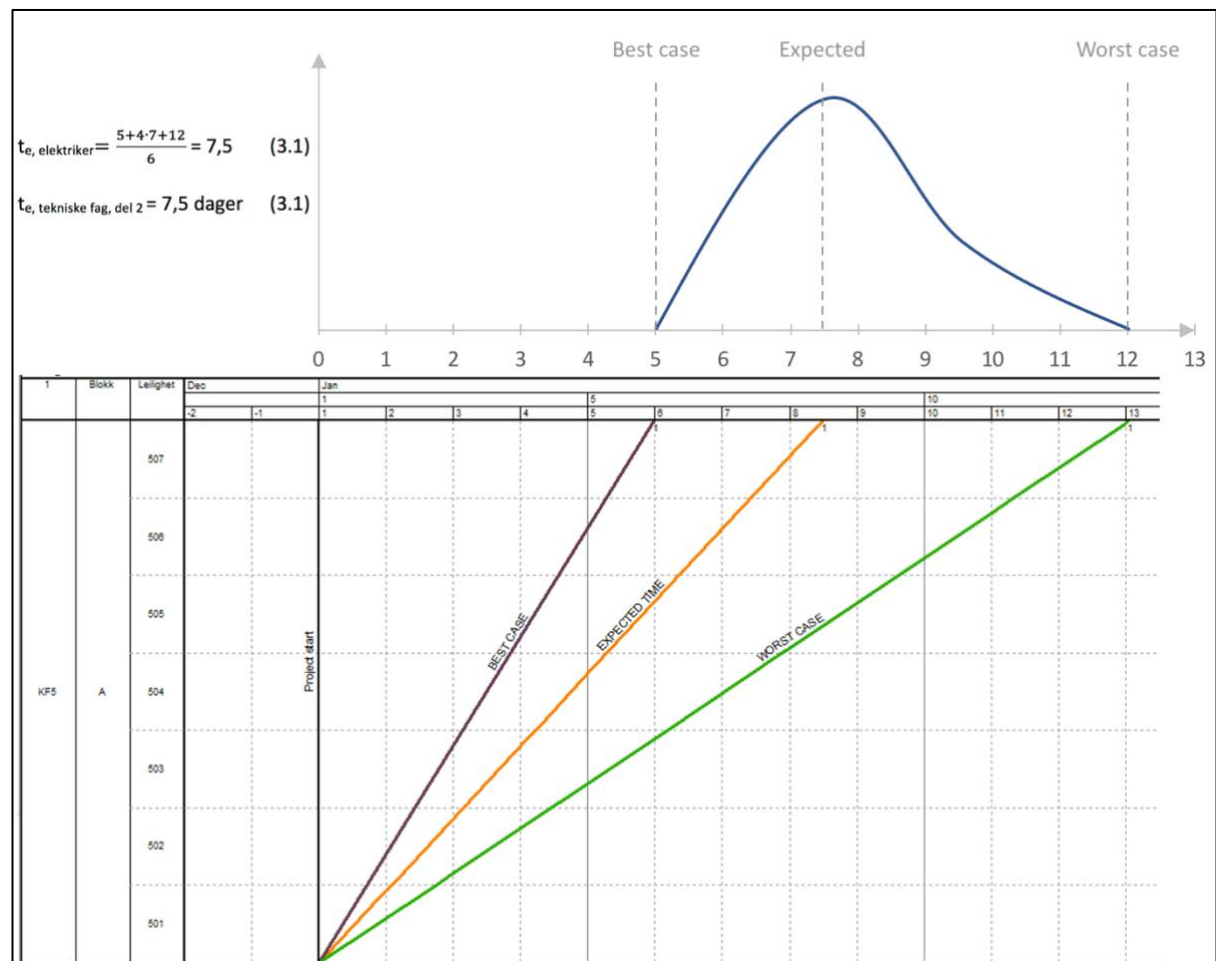
7.3.6 Tekniske fag, del 2

Etter bindingsverk for innvendige vegger er satt opp vil elektriker trekke sine rør i vegger og himling, samt legge opp sine punkter for lys, kontakter og brytere. I tillegg vil el-skap monteres.



BMW varigheter	Elektriker bemanning	Dager
Best Case	2	5
Most Likely	2	7
Worst Case	2	12
Expected time t_e	2	7,5

Tabell 7.11: BMW varigheter for tekniske fag, del 2.



Figur 7.8: Flyttdiagram for tekniske fag, del 2. Best-, expected- og worst case. Produsert i Vico

Kalkyle: Utarbeidet på grunnlag av intervju med Elektroxperten, samtaler med Skanska og antakelser basert på egen erfaring.

Best Case: Avhenger av at arbeidene kan starte som planlagt, at alle forutsetninger er tilstede og at man oppnår en god flyt.

Most Likely: Basert på erfaringer fra prosjektleder og formann som ble intervjuet, antas det at det er sannsynlig å bruke 2 mann i 7 dager på elektro. Dette krever at forutsetningene for gjennomføring i

stor grad er oppfylt, men tar høyde for normale forstyrrelser. Baserer seg allikevel på en tilnærmet optimal flyt.

Worst Case: Den antas at det er risiko for å bruke opp mot 12 dager på å ferdigstille arbeidspakken. Her tar man høyde for uforutsette/uønskede hendelser som; foregående aktivitet er ikke ferdigstilt, deler som ikke ankommer tidsnok, sykdom i bemanning, eller det ikke er mulighet for å komme til pga. andre arbeider.

Forutsetninger		Waste	
Forutgående aktivitet er avsluttet	Stenderverk for innvendige- og påforingsvegger og eventuelle spikerslag må være ferdigstilt.	Overproduksjon	Det skal ikke produseres mer enn det som er beskrevet for denne arbeidspakken. Arbeidene skal heller ikke igangsettes før planlagt (dersom ikke dette gir noen åpenbare fordeler for produksjonen totalt sett).
Informasjon	Oppdaterte tegninger og beskrivelse må være tilgjengelig. Tydelig kommunikasjon om oppstart (dato og tid), samt koordinering mellom fag, må foreligge mellom byggeleder, baser og utførende.	Venting	Dersom ikke nevnte forutsetninger er på plass kan venting oppstå. Dette gjelder også dersom andre arbeider kommer i veien.
Utstyr	Lys og strøm må være tilgjengelig. Nødvendig verktøy, trapp/rullestillas/lift og personlig verneutstyr.	Transport	Ugunstig transport av materiell. Helst bør materialet pakkes pr. leilighet eller pr. etasje og fraktes direkte opp. anbefaler bruk av verktøytraller. Unødvendig transport kan også oppstå dersom man har for lite eller for mye materiell (hente mer, eller ta med materiell tilbake til lager).
Materialer	El: Trekkerør, el-skap, bokser, spottkasser.	Overprosessering	Bruke materialer med for høy kvalitet, legge opp mer system/komponenter enn beskrevet. Ekstraarbeid som følge av feil, defekter etc. Overflødig dokumentering og kommunikasjon mellom fag.
Ressurser	Tilstrekkelig/nødvendige ressurser. Disse må ha påkrevde godkjenninger og sertifiseringer.	Lagring	Lagring av materiell på byggeplass i unødvendig lang tid. Ideelt sett skal materialene leveres til byggeplass kun kort tid før oppstart av aktiviteter og bringes direkte dit de skal brukes.
Areal/plass	Alle areal i leiligheten må være ryddet. I tillegg må tilkomst være ryddet og tilgjengelig.	Unødvendige bevegelser	Dersom arbeidene må gjøres i en ikke-optimal sekvens, kan unødvendig bevegelse oppstå. Henting av materiell på lager ugunstig sted på bygget. Oppdrive informasjon, både fysisk henting og leting i datasystem, kan føre til unødvendige bevegelser dersom det er mer krevende/vanskelig enn det som er mulig å få til.
Ytre forutsetninger	Ytre årsaker kan hindre leveranse og ressurstilgjengelighet.	Defekter	Ikke utføre jobben med tilfredsstillende kvalitet, i henhold til tegning eller med riktige materialer. Funksjonsfeil grunnet feil på materiell eller utførelse.
Kritiske forutsetninger	Foregående aktivitet, informasjon	Kritisk sløsing	Overproduksjon, lagring

Tabell 7.12: Forutsetninger og wastes for tekniske fag del 2

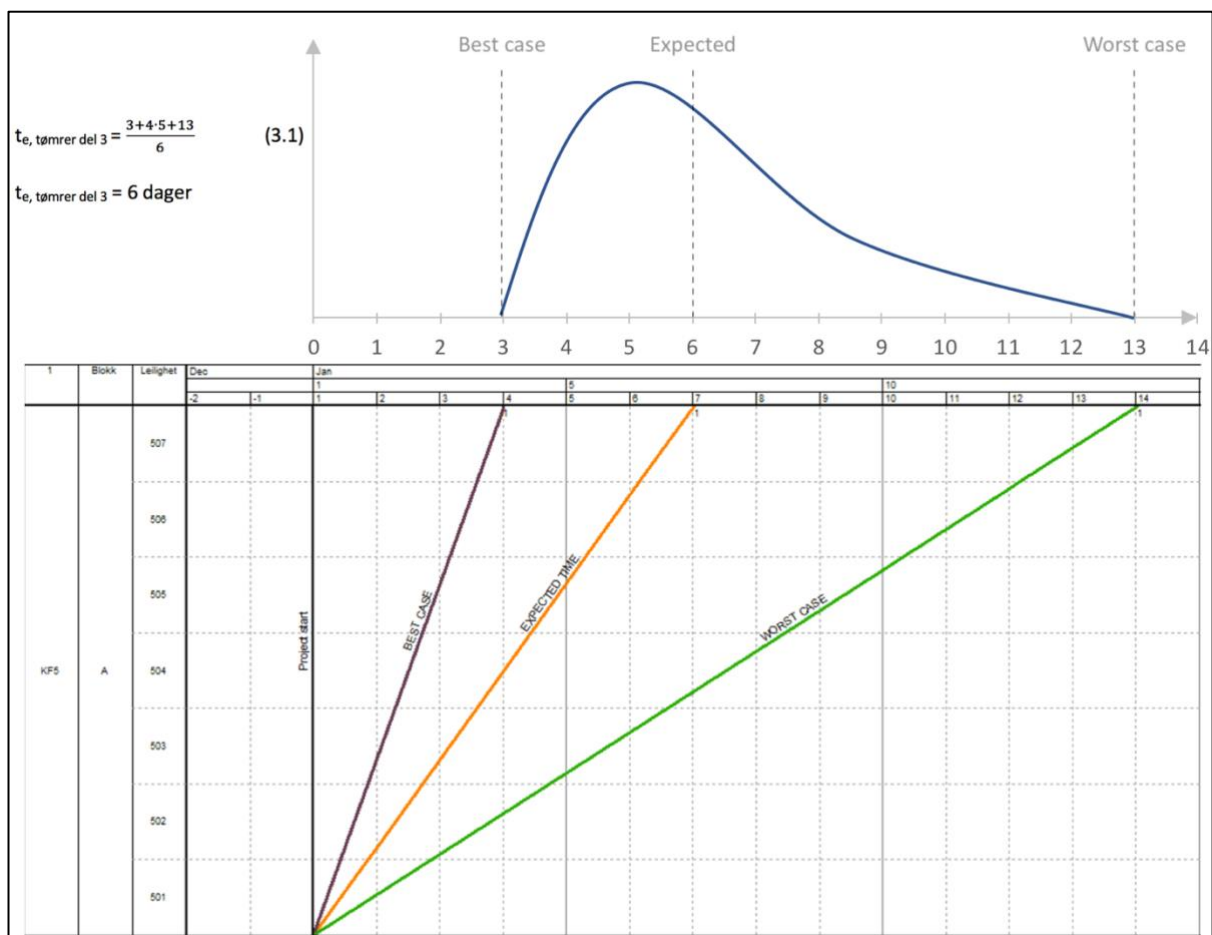
7.3.7 Tømrerarbeider del 3

Lukking av vegger og himling. Arbeidene innebærer plateisolering og to lag gips på påforingsvegger, isolere og gipse begge sider av innervegger, gipse tak i områdene med nedforet himling, samt to lag gips mot teknisk sjakt.



BMW	Bemanning	Dager
Best Case	2	3
Most Likely	2	5
Worst Case	2	13
Expected time (t_e)	2	6

Tabell 7.13: BMW – varigheter tømrerarbeider del 3



Figur 7.9: Flyttdiagram for tekniske fag, del 3. Best-, expected- og worst case. Produsert i Vico

Kalkyle: Kalkyle er utarbeidet på grunnlag av intervjuer med personell fra Skanska og med bruk av interne kalkyldata gitt av Skanska.

Best Case: Tømrer uttaler at 2 mann kan utføre denne jobben på 3 dager dersom alle forhold ligger til rette for det. De 7 forutsetningene må da være på plass, flyten må være god og effekten av repetisjon må komme fremdriften til gode. Spesielt er det viktig at inntransport av gipsen er så lite arbeidskrevende som mulig.

Most Likely: Basert på erfaringer og skjønn, antas det at den mest sannsynlige gjennomføringsmodellen/tiden vil være 2 mann i 5 dager.

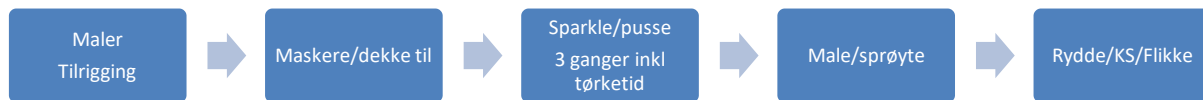
Worst Case: Det antas at det er risiko for at oppgaven kan kreve 2 mann i 13 dager. Dette er basert på skjønn og har en svært lav sannsynlighet. Likefremt må det tas høyde for, da det alltid eksisterer en viss risiko for at ikke alle forutsetningene for gjennomføring kan innfris. Problemstillingen blir mer aktuell desto lengre ut i prosjektet man kommer. Tømrer uttaler at det kan være detaljer som ikke er tatt høyde for/oppdaget i prosjekteringen, som er tidkrevende. Også ytre forutsetninger som er vanskelige å kontrollere, kan påvirke fremdriften negativt.

Forutsetninger		Waste	
Forutgående aktivitet er avsluttet	Nødvendige tekniske arbeider må være fullført før lukking kan starte.	Overproduksjon	Kun de arbeidene som er beskrevet skal gjøres. Eksempelvis skal ikke betongvegger gipses (med mindre annet er beskrevet) og tak skal kun gipses iht. gjeldene himlingsplan.
Informasjon	Oppdaterte tegninger og beskrivelser (materialbeskrivelse, veggoppbygning mm.). Sjekkliste må bekrefte at tekniske fag er ferdige med føringene i vegger og himling.	Venting	Dersom ikke nevnte forutsetninger er på plass kan venting oppstå. Dette gjelder også dersom andre arbeider kommer i veien.
Utstyr	Lys og strøm må være tilgjengelig. Løfteutstyr/utstyr for inntransport. Nødvendig verktøy, trapp/rullestillas/lift og personlig verneutstyr.	Transport	Unødvendig frakt av materialer og utstyr. Anbefaler bruk av verktøytraller (gir ryddighet og enkel flytting fra lokasjon til lokasjon). Det er ønskelig at materialene pakkes for hver leilighet eller etasje og heises direkte opp. Unødvendig transport kan også oppstå dersom man har for lite eller for mye materiell (hente mer, eller ta med materiell tilbake til lager).
Materialer	Isolasjon, gips og festemidler.	Overprosessering	Levere utover det som er beskrevet. Opprettingsarbeid dersom arbeidet ikke gjøres slik det skal (F.eks. før vegger er klare til lukking). Overflødig kommunikasjon, dokumentasjonsarbeid etc.
Ressurser	Tilstrekkelig/nødvendige ressurser. Disse må ha påkrevde godkjenninger og sertifiseringer.	Lagring	Lagring av materiell på byggeplass i unødvendig lang tid. Ideelt sett skal materialene leveres til byggeplass kun kort tid før oppstart av arbeider og bringes direkte dit de skal brukes.
Areal/plass	Alle areal i leiligheten må være ryddet. I tillegg må tilkomst være ryddet og tilgjengelig.	Unødvendige bevegelser	Dersom arbeidene må gjøres i en ikke-optimal sekvens, kan unødvendig bevegelse oppstå. Gipsplater må håndteres på en så enkel og ergonomisk måte som mulig. Hente verktøy/materiell, underveis. Oppdrive informasjon, både fysisk henting og leting i datasystem, kan føre til unødvendige bevegelser dersom det er mer krevende/vanskelig enn det som er mulig å få til.
Ytre forutsetninger	Ytre årsaker kan hindre leveranse og ressurstillgjengelighet.	Defekter	Ikke utføre jobben med tilfredsstillende kvalitet, i henhold til tegning eller med riktige materialer. Ved gipsing er det viktig å tenke på både maler og sluttbruker som kunde. Viktig at overflatene er klare til maling, iht. malerens ønske/standard. Her er kommunikasjon viktig.
Kritiske forutsetninger	Foregående aktivitet, informasjon, areal	Kritisk sløsing	Defekter, venting

Tabell 7.14: Forutsetninger og wastes for tømrerarbeider del 3

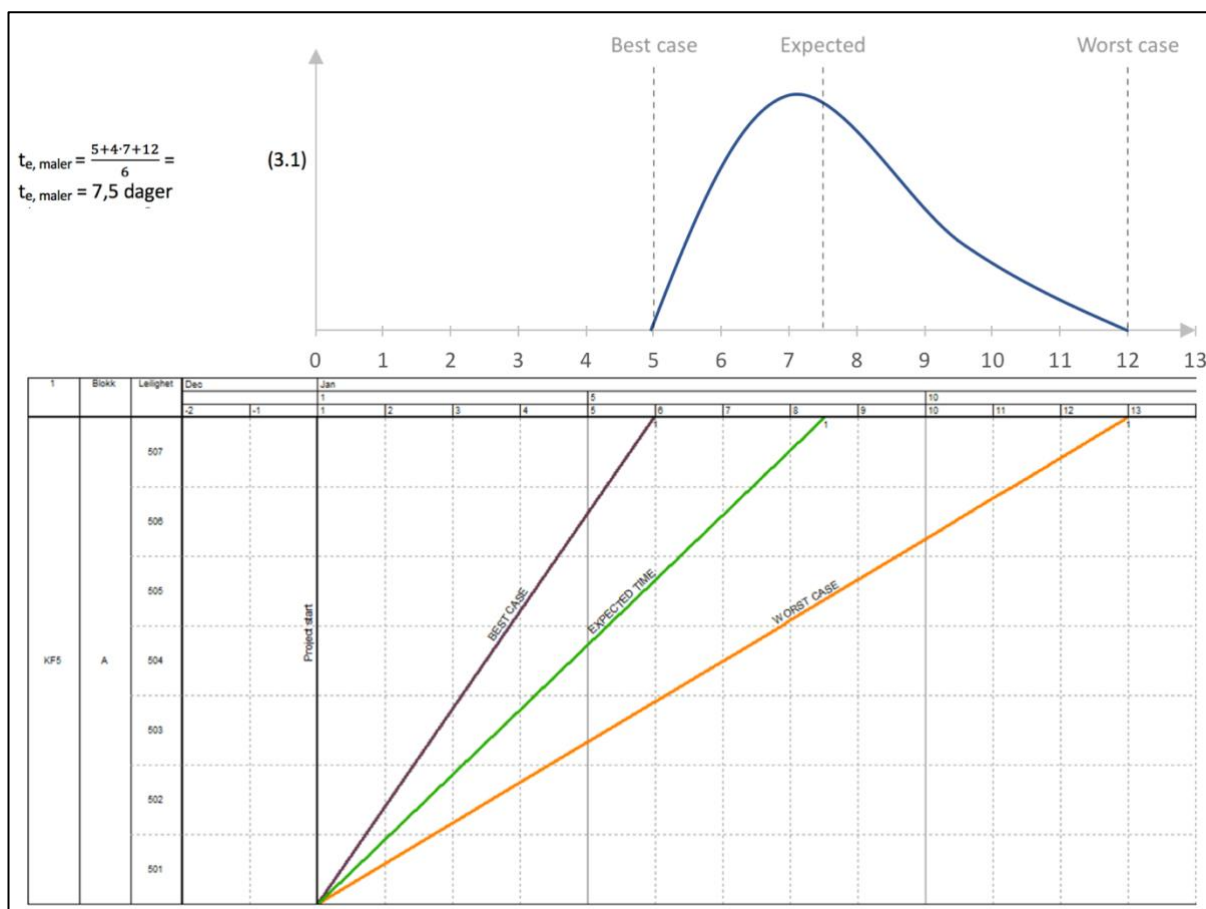
7.3.8 Malerarbeider

Sparkle og male alle vegg- og takoverflater i leilighetene.



BMW	Bemanning	Dager
Best Case (a)	4	5
Most Likely (m)	4	7
Worst Case (b)	4	12
Expected time t_e	4	7,5

Tabell 7.15: BMW – varigheter malerarbeider



Figur 7.10: Flyttdiagram for malerarbeider. Best-, expected- og worst case. Produsert i Vico

Kalkyle: Utarbeidet på grunnlag av intervju med malemesterfirmaet Br. Jakobsen. Tørketid er svært styrende for tidsbruken i malerarbeidene, noe som må tas høyde for i usikkerhetsvurderingen. Økt bemanning vil ikke kunne redusere gjennomføringstiden til under minimum tørketid.

Best Case: Maler kan ferdigstille på 5 dager ved å benytte seg av 4 malere. Dette forutsetter optimal tørk (eller at det benyttes hurtigsparkel, noe som ikke anbefales av maler da kvaliteten svekkes). Leilighetene er klare for maling, og det oppstår ingen uforutsette problemer. Fuktnivået i leilighetene er optimalt.

Most Likely: Basert på erfaringer fra prosjektleder og formann som ble intervjuet, brukes det normalt 7 dager for å sparkle og male overflater (inkludert den nødvendige tørketiden). Dette forutsetter at

alle arbeidene er klare for maling og at det ikke er noen andre fag som arbeider på disse lokasjonene. Forutsetter fortsatt tilfredsstillende fuktnivå i både luft og materialer.

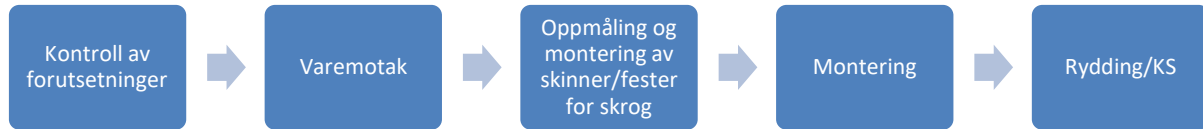
Worst Case: I verste tilfellet trenger maler 12 dager. Her tar man høyde for uforutsette problemer som at foregående aktiviteter ikke er ferdigstilt, fuktighet i gipsen/luftfuktighet hindrer tørk, andre fag arbeider på samme lokasjon, materiell ikke ankommer tidnok, etc.

Forutsetninger		Waste	
Forutgående aktivitet er avsluttet	Vegger og tak ferdig gipset. Underlaget må være kontrollert og klart (ingen utstikkende skruer etc.).	Over-produksjon	Det skal ikke gjøres mer enn det som er beskrevet (eks. er ikke maling bak hele kjøkkeninnredningen nødvendig). Arbeidene skal heller ikke utføres før nødvendig.
Informasjon	Oppdaterte tegninger og beskrivelse må være tilgjengelig. Fargebeskrivelse og kvalitet på arbeidet må være definert. Tydelig kommunikasjon om oppstart må foreligge.	Venting	Dersom ikke nevnte forutsetninger er på plass kan venting oppstå, spesielt dersom tørketiden blir forlenget. Dette gjelder også dersom andre arbeider kommer i veien.
Utstyr	Lys og strøm må være tilgjengelig. Løfteutstyr/utstyr for inntransport. Støvsuger, utstyr/verktøy. Trapp/rullestillas/ lift. Personlig verneutstyr.	Transport	Få heiset alt av materiell til etasje, slik at det kan fordeles ut på hver lokasjon. Unødvendig transport kan også oppstå dersom man har for lite eller for mye materiell (hente mer, eller ta med materiell tilbake til lager).
Materialer	Teip, plastikk, sparkel og maling.	Over-prosessering	Omarbeid/oppretting og flikking. Løse for høy finish (eks. legge duk, med mindre dette er beskrevet). Overflødig kommunikasjon, dokumentasjonsarbeid etc.
Ressurser	Tilstrekkelig/nødvendige ressurser. Disse må ha påkrevde godkjenninger og sertifiseringer.	Lagring	Lagring av materiell på byggeplass i unødvendig lang tid. Ideelt sett skal materialene leveres til byggeplass kun kort tid før oppstart av arbeider og bringes direkte dit de skal brukes.
Areal/plass	Maler må ha hele leiligheten tilgjengelig. Støvfritt før maling, leilighet merkes som gul sone (støvfritt).	Unødvendige bevegelser	Dersom arbeidene må gjøres i en ikke-optimal sekvens, eller lokasjonen ikke er tømt, kan unødvendig bevegelse oppstå. Hente materiell underveis. Oppdrive informasjon, både fysisk henting og leting i datasystem, kan føre til unødvendige bevegelser dersom det er mer krevende/vanskelig enn det som er mulig å få til.
Ytre forutsetninger	Temperatur- og nedbørsforhold kan i noen tilfeller forsinke eller forhindre arbeidene. Luftfuktighet og materialfuktighet må være på et akseptabelt nivå, og vil være styrende for fremdrift (tørketid). Ytre årsaker kan også hindre leveranse og ressurstilgjengelighet.	Defekter	Ikke utføre jobben med tilfredsstillende kvalitet (f.eks. ujevne strøk, synlige skjøter). Feil farge på vegg eller himling.
Kritiske forutsetninger	Foregående aktivitet, areal, ytre forhold	Kritisk sløsing	Defekter, unødvendige bevegelser, lagring

Tabell 7.16: Forutsetninger og wastes for malerarbeider

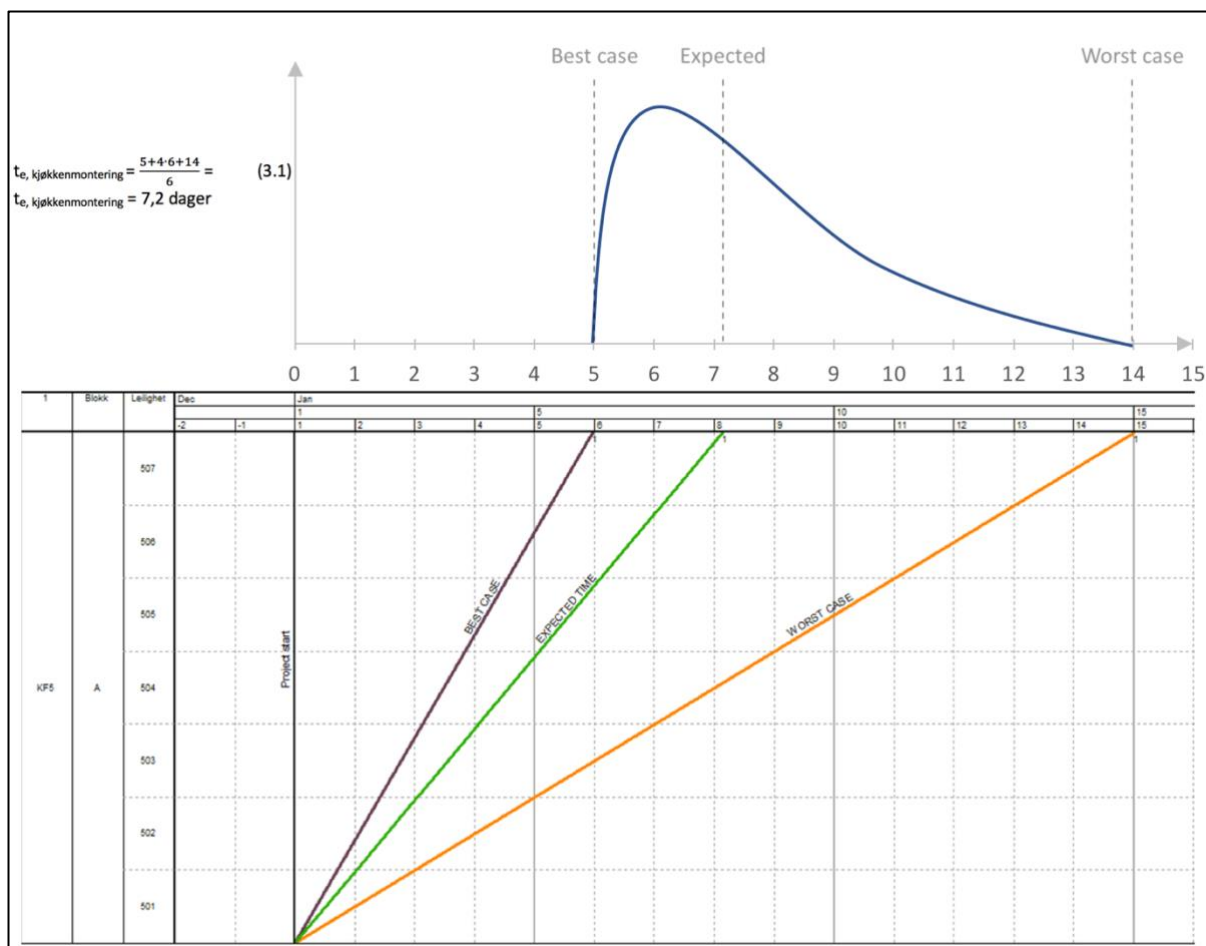
7.3.9 Kjøkken

Montering av kjøkkeninnredning i leilighetene. Foregår vanligvis ved at to montører setter opp monterings Skinner i to (eller flere) leiligheter før de monterer hvert sitt kjøkken. Montering av sokler skjer når gulvlegger har lagt ferdig parketteten, se kap. 7.3.12. Monteringen foregår i fasen *støvfritt bygg*.



BMW	Bemanning		Dager
Best Case	2	—————	5
Most Likely	2	—————	6
Worst Case	2	—————	14
Expected time (t _e)	2	—————	7,2

Tabell 7.17: BMW – varigheter kjøkkenarbeider



Figur 7.11: Flyttdiagram for kjøkkenmontering. Best-, expected- og worst case. Produsert i Vico

Kalkyle: Utarbeidet på grunnlag av intervju med HTH kjøkkenforum og med ekstern kjøkkenmontør.

Best Case: Med god flyt i arbeidene og alle forutsetninger tilstede, er det teoretisk mulig at arbeidene kan utføres av 2 mann på 5 dager.

Most Likely: Basert på erfaringer og skjønn, antas det at den mest sannsynlige gjennomføringsmodellen/tiden vil være 2 mann i 6 dager. Her tas det høyde for at ikke-kontrollerbare faktorer kan spille inn, som for eksempel sykdom ol. Men, det legges allikevel opp til en relativt problemfri fremdrift.

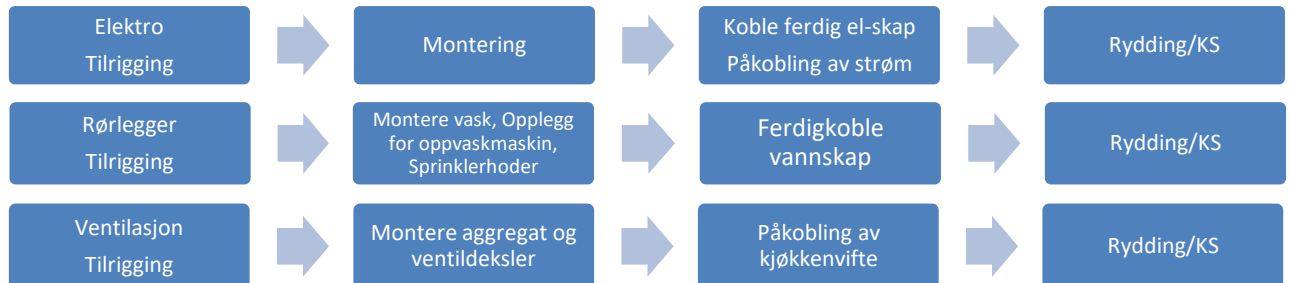
Worst Case: Det antas at det er risiko for at oppgaven kan kreve 2 mann i 14 dager (eventuelt kortere med oppjustert bemanning dersom dette er mulig). Faremomentene er leveringsproblemer, skader på materiell, manglende forutsetninger, hindringer i fremdrift, med flere. Selv om aktiviteten i seg selv ikke er forbundet med betydelig usikkerhet, kan den generelle usikkerheten rundt sikring av forutsetningene øke utover i prosjektet dersom ikke denne blir fulgt godt nok opp.

Forutsetninger		Waste	
Forutgående aktivitet er avsluttet	Underlaget må være klart for montering av kjøkken og arbeider som kan forringe kvaliteten på dette, må være avsluttet (støvfritt bygg må overholdes).	Over-produksjon	Levere mer enn det som er avtalt. Gjennomføre arbeidene før eller fortere (med økt ressursbruk) enn nødvendig.
Informasjon	Oppdaterte tegninger og beskrivelser for hver leilighet må være tilgjengelig.	Venting	Dersom ikke nevnte forutsetninger er på plass kan venting oppstå. Dette gjelder også dersom andre arbeider kommer i veien eller informasjon mangler.
Utstyr	Lys og strøm må være tilgjengelig. Verktøy. Trapp/krakk. Spesialutstyr for kranløft av kjøkkeninnredningen må være på plass. Personlig verneutstyr.	Transport	Mellomlagring av materiell kan føre til unødvendig transport. Innredningene bør heises direkte fra lastebil og opp til den leiligheten (eller i alle fall etasjen/bygget) hvor det skal brukes. Ved feil på materiell som er blitt levert, vil man få retur (og ny levering) som uønsket transport.
Materialer	Kjøkkeninnredningen må leveres komplett og merket for riktig leilighet. Leveransen må stemme overens med kundens bestilling.	Over-prosessering	Levere utover det som er beskrevet (kvalitet, funksjoner etc.). Omarbeid/ reparasjoner, overflødig dokumentasjonsarbeid eller liknende.
Ressurser	Tilstrekkelig/nødvendige ressurser. Disse må ha påkrevde godkjenninger og sertifiseringer.	Lagring	Unngå mellomlagring på byggeplass. Dersom mulig bør innredningene heises direkte fra lastebil og opp til den leiligheten hvor det skal brukes.
Areal/plass	Ingen andre arbeider må foregå i kjøkkendelen og det må være plass for midlertidig lagring av skrog og deler. I prinsippet bør hele kjøkken/stue-delen være reservert til dette. I tillegg må tilkomst være ryddet og tilgjengelig. Dette gjelder både i og utenfor leiligheten.	Unødvendige bevegelser	Dersom arbeidene må gjøres i en ikke-optimal sekvens, kan unødvendig bevegelse oppstå. Også unødvendige hindringer i arbeidssonen eller vanskelig tilkomst kan føre til komplisering av arbeidsutførelsen. Håndtering av kjøkken må skje på en så enkel og ergonomisk måte som mulig. Oppdrive informasjon, både fysisk henting og leting i datasystem, kan føre til unødvendige bevegelser dersom det er mer krevende enn det som er mulig å få til.
Ytre forutsetninger	Ytre årsaker kan hindre leveranse eller resurstilgjengelighet.	Defekter	Skader som påføres under eller etter monteringen kan føre til både funksjonsfeil og estetiske skader på kjøkkenene. Det kan også være feil på produktene fra leverandør.
Kritiske forutsetninger	Foregående aktivitet, informasjon, materialer	Kritisk sløsing	Transport, defekter

Tabell 7.18: Forutsetninger og wastes for kjøkkenarbeider

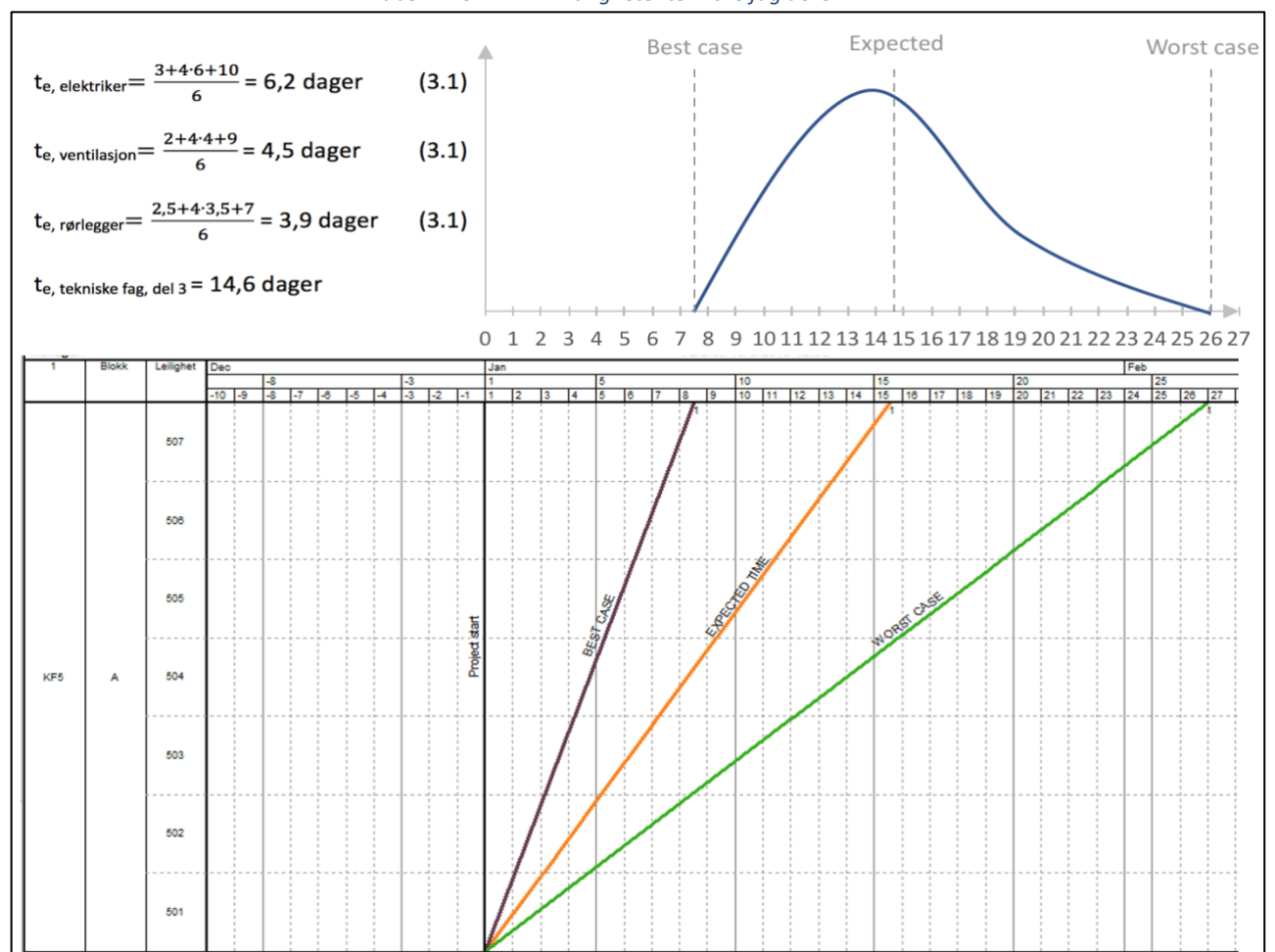
7.3.10 Tekniske fag del 3

I denne arbeidspakken gjør alle de tre tekniske fagene sluttarbeider. For elektro betyr dette å montere støpsler, brytere, lys, platetopp og koble ferdig el-skap. Rørlegger monterer vask og opplegg for oppvaskmaskin på kjøkken, samt innstilling av sprinklerhoder. Ventilasjon monterer aggregat og stiller inn ventildeksel i tak og på vegg, samt påkobling av kjøkkenvifte.



BMW	Elektriker bemanning	Dager	Rørlegger bemanning	Dager	Ventilasjon bemanning	Dager
Best Case	2	3	2	2,5	1	2
Most Likely	2	6	2	3,5	1	4
Worst Case	2	10	2	7	1	9
Expected time t_e	2	6,2	2	3,9	1	4,5

Tabell 7.19: BMW – varigheter tekniske fag del 3



Figur 7.12: Flyttdiagram for tekniske fag del 3. Best-, expected- og worst case. Produsert i Vico

Kalkyle: Kalkylen er utarbeidet på grunnlag av intervjuer med rørlegger, ventilasjonsmontør og elektriker, samt egne antakelser.

Best Case: Forutsetter at det er ryddig, ikke oppstår noe uventet, ingen andre fag på samme lokasjon og det er kommunisert mellom de tre fagene og utarbeidet produksjonstog for leilighetene. Alle forutsetningene er innfridd og man oppnår en optimal flyt.

Most Likely: Basert på erfaringer fra prosjektledere og formenn som ble intervjuet, samt egne antakelser. Her tas det høyde for at ikke-kontrollerbare faktorer kan spille inn, som for eksempel sykdom ol. Men, det legges allikevel opp til en relativt problemfri fremdrift.

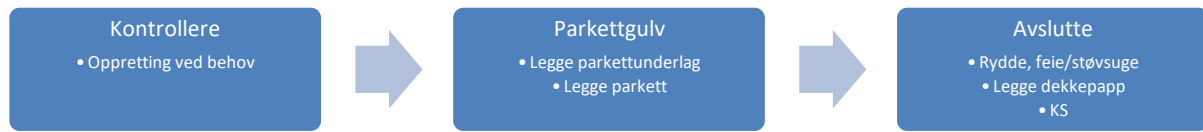
Worst Case: Det antas en viss risiko for at arbeidspakken kan kreve betydelig mer tid. Dette kan eksempelvis skyldes deler som ikke ankommer tidsnok, sykdom i bemanning, andre aktiviteter som må prioriteres, eller manglende forutsetninger som hindrer utførelsen.

Forutsetninger		Waste	
Forutgående aktivitet er avsluttet	Malararbeider er ferdig og kjøkken er montert.	Overproduksjon	Det skal ikke gjøres mer enn det som er beskrevet, og arbeidene skal ikke gjennomføres før planlagt/nødvendig.
Informasjon	Oppdaterte tegninger og spesifikasjoner. Fagene kommuniserer hvilke som kan arbeide på samme lokasjon og hvilken rekkefølge. f.eks. Elektriker → Rørlegger → Ventilasjon	Venting	Dersom ikke nevnte forutsetninger er på plass kan venting oppstå. Dette gjelder også dersom andre arbeider kommer i veien. Viktig da å ha bufferaktiviteter tilgjengelig.
Utstyr	Lys og strøm må være tilgjengelig. Nødvendig verktøy, trapp/rullestillas/lift og personlig verneutstyr.	Transport	Ugunstig transport av materiell. Helst bør materiellet pakkes pr. leilighet eller pr. etasje og fraktes direkte opp. anbefaler bruk av verktøytraller. Unødvendig transport kan også oppstå dersom man har for lite eller for mye materiell (hente mer, eller ta med materiell tilbake til lager).
Materialer	EI: Kontakter, lamper/armatur/spotter, brytere. Rør: Servant, blandebatteri+ div materiell. Vent: Ventildeksler.	Overprosessering	Bruke materialer med for høy kvalitet, legge opp mer system/komponenter enn beskrevet. Ekstraarbeid som følge av feil, defekter etc. Overflødig dokumentering og kommunikasjon mellom fag.
Ressurser	Tilstrekkelig/nødvendige ressurser. Disse må ha påkrevde godkjenninger og sertifiseringer.	Lagring	Lagring av materiell på byggeplass i unødvendig lang tid. Ideelt sett skal materialene leveres til byggeplass kun kort tid før oppstart av aktiviteter og bringes direkte dit de skal brukes.
Areal/plass	Ryddig i hele leiligheten. Hvert fag rydder opp etter endt arbeid i hver leilighet.	Unødvendige bevegelser	Dersom arbeidene må gjøres i en ikke-optimal sekvens, kan unødvendig bevegelse oppstå. Henting av materiell på lager som er ugunstig plassert på bygget. Oppdrive informasjon, både fysisk henting og leting i datasystem, kan føre til unødvendige bevegelser dersom det er mer krevende/vanskelig enn det som er mulig å få til.
Ytre forutsetninger	Ytre årsaker kan hindre leveranse eller resurstilgjengelighet.	Defekter	Ikke utføre jobben med tilfredsstillende kvalitet, i henhold til tegning eller med riktige materialer. Funksjonsfeil grunnet feil på materiell eller utførelse.
Kritiske forutsetninger	Foregående aktivitet, materialer	Kritisk sløsing	Defekter, overprosessering, unødvendige bevegelser

Tabell 7.20: Forutsetninger og wastes for tekniske fag del 3

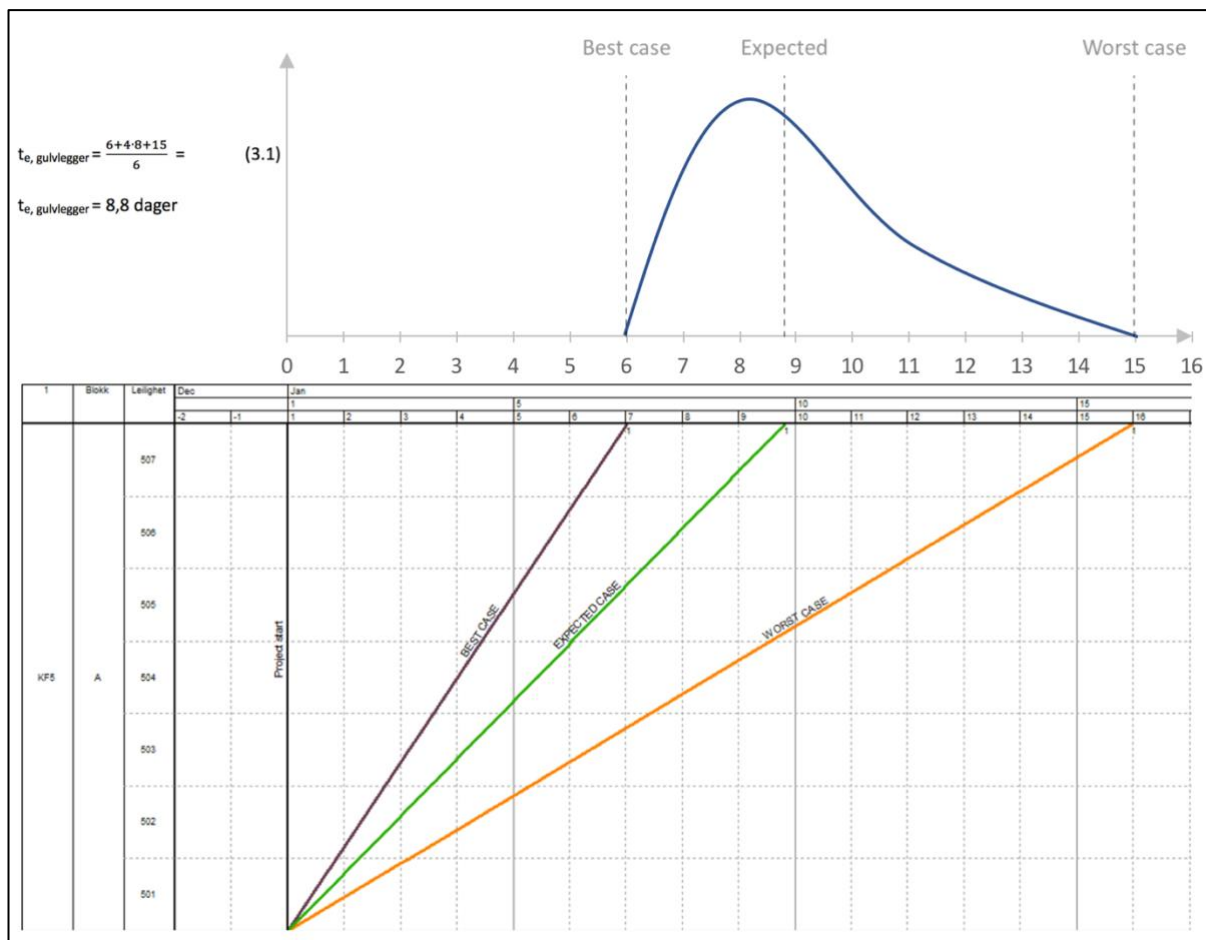
7.3.11 Gulv del 2

Legge parkettunderlag, parkett og dekningspapp. Oppretting dersom det er nødvendig. Gulvlegging og parkettleveranse utføres av egen underleverandør.



BMW	Bemanning	Dager
Best Case	2	6
Most Likely	2	8
Worst Case	2	15
Expected time (t _e)	2	8,8

Tabell 7.21: BMW – varigheter gulv del 2



Figur 7.13: Flyttdiagram for gulv del 2. Best-, expected- og worst case. Produsert i Vico

Kalkyle: Utarbeidet på grunnlag av informasjon innhentet fra Bo André Norge AS.

Best Case: Gulvlegger uttaler at 2 mann kan utføre denne jobben på 6 dager dersom alle forhold ligger til rette for det. Forutsetningene er da at avtalte arealer er tilgjengelige, ryddet og at det ikke oppstår noe uforutsett. Dette inkluderer at ingen oppretting er nødvendig.

Most Likely: Basert på erfaringer og skjønn, antas det at den mest sannsynlige gjennomføringsmodellen/tiden vil være 2 mann i 8 dager.

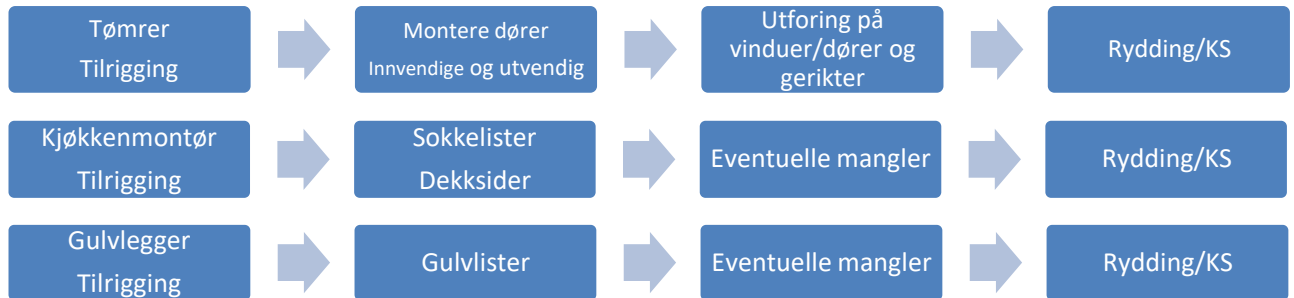
Worst Case: Det antas at det er viss risiko for at oppgaven kan kreve inntil 15 dager for 2 personer. Det kan da være at det foregår andre arbeider i leilighetene som hindrer tilkomst med en gang og at de må forflytte seg i leilighetsblokken som gjør at varigheten blir lengre. Feil eller manglende leveranse, og mye oppretting kan gi store negative utslag på gjennomføringstiden.

Forutsetninger		Waste	
Forutgående aktivitet er avsluttet	Kjøkkenen må være montert.	Over-produksjon	Kun de arbeidene som er beskrevet skal gjøres. Eksempelvis skal man ikke legge parkett under kjøkkeninnredningen. Arbeidene skal ikke utføres før planlagt/nødvendig.
Informasjon	Tegninger og beskrivelse må være tilgjengelig. Spesielt gjelder dette i forhold til parkettvalg i de enkelte leiligheter.	Venting	Dersom ikke nevnte forutsetninger er på plass kan venting oppstå. Dette gjelder også dersom andre arbeider kommer i veien.
Utstyr	Lys og strøm må være tilgjengelig. Løfteutstyr/utstyr for inntransport. Legge-verktøy og personlig verneutstyr.	Transport	Det er ønskelig at parketten pakkes for hver leilighet og heises direkte opp. Ved feil på materiell som er blitt levert, vil man få retur (og ny levering) som uønsket transport.
Materialer	Underlag, parkett og dekkepapp.	Over-prosessering	Leverer bedre kvalitet enn det som er beskrevet. Omarbeid/oppretting. Unødvendig dokumentasjonsarbeid og kommunikasjon el.
Ressurser	Tilstrekkelig/nødvendige ressurser. Disse må ha påkrevde godkjenninger og sertifiseringer.	Lagring	Lagring av materiell på byggeplass i unødvendig lang tid. Ideelt sett skal materialene leveres til byggeplass kun kort tid før oppstart av arbeider og bringes direkte dit de skal brukes. Forøvrig er noe lagring i leilighetene nødvendig, da parketten må akklimatiseres.
Areal/plass	Alle areal i de aktuelle leilighetene må være ryddet (NB: rent gulv er viktig). I tillegg må tilkomst være ryddet og tilgjengelig.	Unødvendige bevegelser	Dersom arbeidene må gjøres i en ikke-optimal sekvens eller lokasjonen ikke er tømt, kan unødvendig bevegelse oppstå. Arbeidene må utføres så ergonomisk som mulig. Oppdrive informasjon, både fysisk henting og leting i datasystem, kan føre til unødvendige bevegelser dersom det er mer krevende/vanskelig enn det som er mulig å få til.
Ytre forutsetninger	Ytre årsaker kan hindre leveranse og ressurstilgjengelighet. Temperatur- og nedbørsforhold kan i ekstreme tilfeller også forsinke eller forhindre arbeidene, eksempelvis med å hindre tilstrekkelig akklimatisering av parketten.	Defekter	Ikke utføre jobben med tilfredsstillende kvalitet eller med riktige materialer (eks. type parkett). Skade andre installasjoner eller produkter. Ikke dekke til skikkelig, slik at gulvet lett får skader under sluttarbeidene.
Kritiske forutsetninger	Areal, informasjon, materialer	Kritisk sløsing	Defekter, venting

Tabell 7.22: Forutsetninger og wastes for gulv del 2

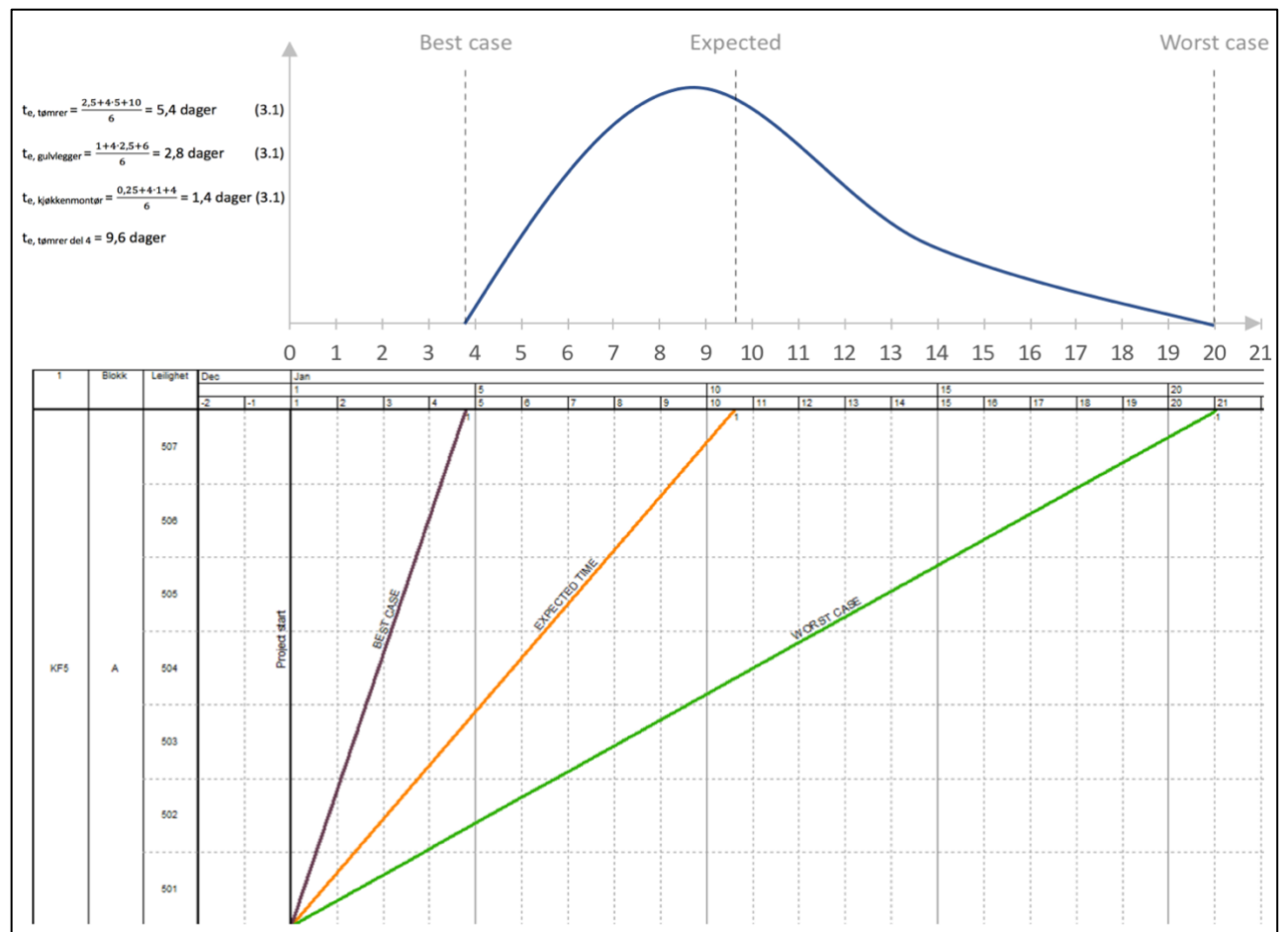
7.3.12 Tømrerarbeider del 4

Siste del av tømrerarbeider er montering av innvendige og utvendige dører. Vindu/dører utføres og belistes. Kjøkkenmontøren legger sokkellist/dekksider på kjøkkenet. Gulvlegger monterer gulvlister.



BMW	Tømrer bemanning	Dager	Kjøkken bemanning	Dager	Gulvlegger bemanning	Dager
Best Case	2	— 2,5	1	- 0,25	1	— 1
Most Likely	2	— 5	1	— 1	1	— 2,5
Worst Case	2	— 10	2	— 4	2	— 6
Expected time t_e	2	— 5,4	1	— 1,4	1	— 2,8

Tabell 7.23: BMW – varigheter tømrerarbeider del 4



Figur 7.14: Flyttdiagram for tømrerarbeider del 4. Best-, expected- og worst case. Produsert i Vico

Kalkyle: Kalkylen er utarbeidet på grunnlag av intervju med tømrere hos Skanska, prosjektleder HTH Kjøkkenforum og Bo André Norge AS. I tillegg har man konsultert en uavhengig tømrer/kjøkkenmontør, samt tatt i bruk egne erfaringer.

Best Case: Alle arbeider har en så optimal flyt som mulig og alle forutsetningene for gjennomføring er på plass. Ingen uforutsette problemer oppstår. Best case er i tillegg avhengig av et velfungerende listverkssystem som tilbyr ferdigtilpassede foring- og listesett.

Most Likely: Kun mindre uforutsette hendelser/forstyrrelser. De tre fagene kommuniserer og planlegger et produksjonstog for arbeidene, der det bestemmes hvilke arbeider som kan jobbe på samme lokasjon. Arbeidene oppnår god flyt.

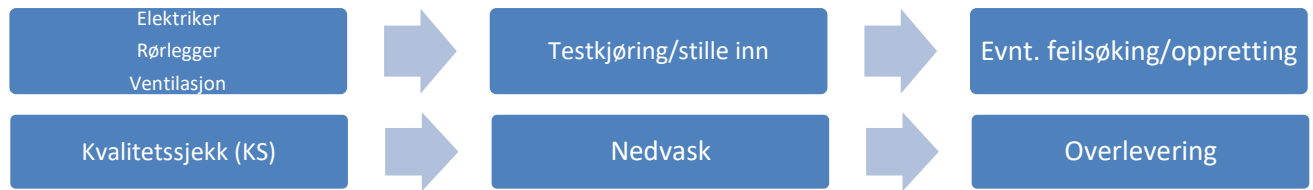
Worst Case: Basert på at uforutsette problemer kan oppstå, som gjør at fag må vente. Kan f.eks. være at gulvlegger må vente på både tømrer og kjøkkenmontør for å ferdigstille sine arbeider (eller motsatt). Også ytre forutsetninger som påvirker vareleveranse eller ressurstilgjengeligheten kan påvirke fremdriften betydelig, i negativ forstand.

Forutsetninger		Waste	
Forutgående aktivitet er avsluttet	Gulvet må være lagt og malerarbeider avsluttet. Gulvlegger er i tillegg avhengig av tømrer og kjøkkenmontør, og må derfor være sist i et eventuelt produksjonstog.	Overproduksjon	Det skal ikke gjøres mer enn det som er beskrevet. Arbeidene skal heller ikke gjennomføres før det er planlagt/nødvendig.
Informasjon	Tegninger og materialbeskrivelse må være tilgjengelig. Fagene kommuniserer hvilke som kan arbeide på samme lokasjon og hvilken rekkefølge. F.eks. Kjøkken→Tømrer→Gulvlegger	Venting	Dersom ikke nevnte forutsetninger er på plass kan venting oppstå. Dette gjelder også dersom andre arbeider kommer i veien.
Utstyr	Lys og strøm må være tilgjengelig. Nødvendig verktøy, personlig verneutstyr.	Transport	Unødvendig frakt av materialer og utstyr. Anbefaler bruk av verktøytraller (gir ryddighet og enkel flytting fra lokasjon til lokasjon). Det er ønskelig at materialene pakkes for hver leilighet eller etasje og heises direkte opp. Unødvendig transport kan også oppstå dersom man har defekter/skader, for lite eller for mye materiell (hente mer, eller ta med materiell tilbake til lager).
Materialer	Ytterdør, innerdører, foringer, gerikt, gulvlister og sokler.	Overprosessering	Leverer utover det som er beskrevet. Opprettingsarbeid dersom arbeidet ikke gjøres slik det skal eller med riktig produkt. Overflødig kommunikasjon, dokumentasjonsarbeid etc.
Ressurser	Tilstrekkelig/nødvendige ressurser. Disse må ha påkrevde godkjenninger og sertifiseringer.	Lagring	Lagring av materiell på byggeplass i unødvendig lang tid. Ideelt sett skal materialene leveres til byggeplass kun kort tid før oppstart av arbeider og bringes direkte dit de skal brukes.
Areal/plass	Alle arealer må være ryddige og det skal ikke lagres materiell innvendig.	Unødvendige bevegelser	Dersom arbeidene må gjøres i en ikke-optimal sekvens, kan unødvendig bevegelse oppstå. Hente verktøy/materiell, underveis. Oppdrive informasjon, både fysisk henting og leting i datasystem, kan føre til unødvendige bevegelser dersom det er mer krevende/vanskelig enn det som er mulig å få til.
Ytre forutsetninger	Ytre årsaker kan hindre leveranse og ressurstilgjengelighet.	Defekter	Ikke utføre jobben med tilfredsstillende kvalitet (gjæringer iht. krav). Skade dør, gulv vegg-overflater eller vinduer ved inn- og uttransport. Støvfri sone! All kapping foregår utendørs.
Kritiske forutsetninger	Foregående aktivitet, informasjon	Kritisk sløsing	Unødvendige bevegelser, defekter

Tabell 7.24: Forutsetninger og wastes for tømrerarbeider del 4

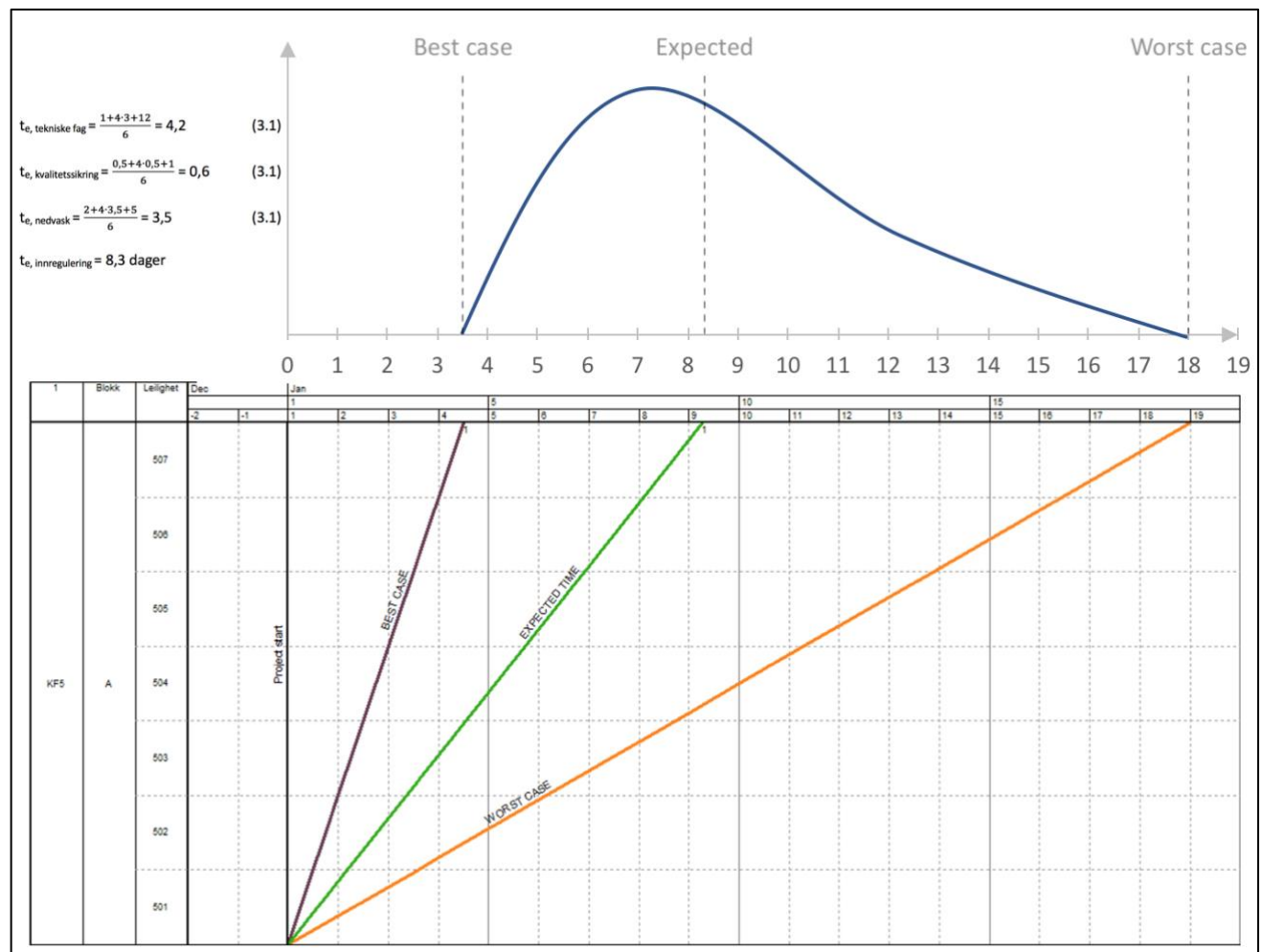
7.3.13 Innregulering

Innregulering der de tekniske fagene tester sitt utstyr. TE utfører en siste kvalitetskontroll, der eventuelle mangler/feil rettes opp. Nedvask før overtakelse.



BMW	Tekniske fag bemanning	Dager	Kvalitetssjekk bemanning	Dager	Vask bemanning	Dager
Best Case	1	- 1	1	0,5	2	2
Most Likely	1	3	1	0,5	2	3,5
Worst Case	1	12	1	1	2	5
Expected time t_e	1	4,2	1	0,6	2	3,5

Tabell 7.25: BMW – varigheter innregulering



Figur 7.15: Flyttdiagram for tømmerarbeider del 4. Best-, expected- og worst case. Produsert i Vico

Kalkyle: Basert på intervjuer med fagpersoner og på antakelser basert på egen erfaring.

Best Case: Dersom det ikke oppstår problemer under testkjøringen av anlegget til de tekniske fagene, antas det at denne arbeidspakken kan gjennomføres på 3,5 dager. Under KS fremkommer det da ingen feil eller mangler. Leiligheten har vært holdt ryddig, noe som resulterer i en enkel nedvask.

Most Likely: Basert på erfaring vet man at det kan oppstå små feil/justeringer som de tekniske fagene må ta hensyn til, men det antas her at ikke dette er noe som påvirker fremdriften nevneverdig. KS er som normalt, der små feil/mangler kan oppstå. Nedvask er som normalt etter et byggeprosjekt. Det regnes da 7 dager.

Worst Case: Det antas at det er risiko for at arbeidene kan kreve 18 dager. Dette er basert på risikoen for at det oppstår store feil/problemer under testing av de tekniske anleggene, som gjør at arbeidsprosessen blir betraktelig mer omfangsrik. Betydelige feil og mangler som ikke har blitt tatt hensyn til underveis i innredningsarbeidene blir oppdaget. Støvfri sone har ikke blitt overholdt, slik at nedvasken blir stor. Estimater er ikke eksakt, men gir en indikasjon på usikkerheten assosiert med arbeidene.

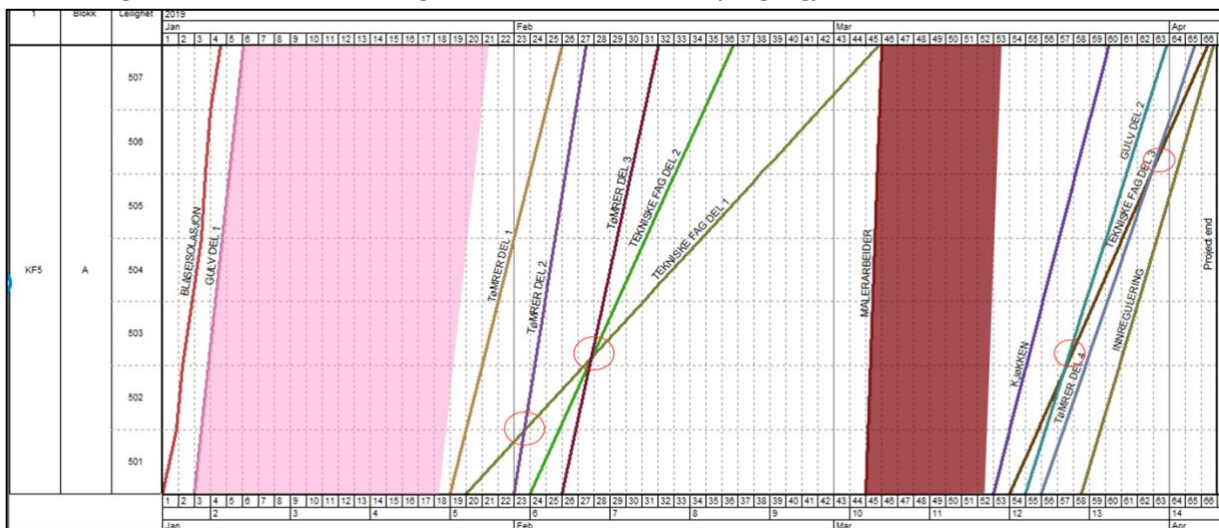
Forutsetninger		Waste	
Forutgående aktivitet er avsluttet	Alle foregående aktiviteter er ferdigstilt.	Over-produksjon	Ikke gjøre mer enn det som inngår i innregulering, KS og nedvask.
Informasjon	Beskrivelser og sjekklister. Nødvendig informasjon om innstillinger leiligheten skal ha. KS trenger leveransebeskrivelse.	Venting	Dersom tidligere aktiviteter ikke er ferdigstilt oppstår venting. Ved mye oppretting av feil og mangler etter KS, kan det oppstå venting for vasking.
Utstyr	Personlig verneutstyr og renholdsutstyr.	Transport	Unødvendig transport kan fortrinnsvis oppstå dersom utstyr må fraktes inn på en ugunstig måte.
Materialer	Vaske-materiell.	Over-prosessering	Feiloppretting ol. Dobbelsjekking (veldig viktig at denne aktiviteten ikke igangsettes før arbeidene i leiligheten er helt ferdige). Dokumentering ut over det som er nødvendig, eventuelt utført på en måte som ikke er optimal.
Ressurser	Tilstrekkelig/nødvendige ressurser. Disse må ha påkrevde godkjenninger og sertifiseringer.	Lagring	Lagring av unødvendige mengder/typer dokumentasjon. Unngå å bruke ferdig innregulerte leiligheter som lager i ettertid.
Areal/plass	Alle leilighetene som skal innreguleres.	Unødvendige bevegelser	Unødvendig bevegelse mellom leilighetene. Det testes, innstilles, kontrolleres/korrigeres og vaskes leilighet for leilighet.
Ytre forutsetninger	Ytre årsaker kan hindre ressurstilgjengelighet og dermed gjennomføringen. Strøm og vann må være tilgjengelig slik at systemene kan testes.	Defekter	Feil/mangler i det tekniske anlegget. Det oppdages feil og mangler under KS. Ikke tilfredsstillende nedvask.
Kritiske forutsetninger	Foregående aktivitet, informasjon	Kritisk sløsing	Defekter, venting

Tabell 7.26: Forutsetninger og wastes for innregulering

7.4 Fremdriftsplan

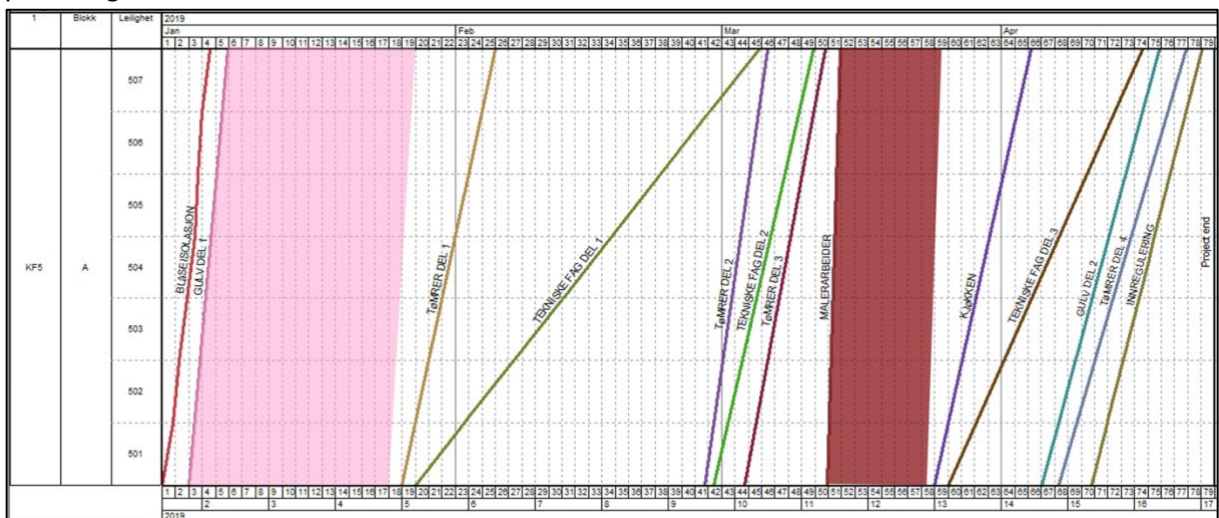
7.4.1 Forventete varigheter

Utfra de kalkulerte expected time på de forskjellige aktivitetene i kap. 7.3, er en fremdriftsplan (flytdiagram) satt opp for å illustrere hvordan planen vil se ut over alle lokasjonene (leilighetene), se figur 7.16 under. Flytdiagrammet viser aktiviteter, men det er her ikke tatt hensyn til avhengigheter. Det vil si at hver aktivitet starter når foregående aktivitet er ferdigstilt i den første lokasjonen (501), uavhengig av om aktiviteten går fortere/senere enn foregående. Det er i tillegg ingen andre aktiviteter som foregår i samme lokasjoner samtidig som Gulv del 1 og Malerarbeider, fordi dette er aktiviteter (merket med lilla og rød i figur 7.16) som realistisk sett vil arbeide i, og ferdigstille, alle lokasjonene samtidig. Denne fremdriften er illustrert for å vise hvorfor det er viktig å oppnå en jevn flyt av aktiviteter for å unngå kollisjoner på lokasjoner. Skrålinjer som krysser (merket med rød ring) varslers hvilke aktiviteter som opptar samme lokasjon, som bør unngås. Den totale varigheten for innredningsarbeidene er her 66 dager, men dette er usannsynlig å gjennomføre.



Figur 7.16: Flytdiagram for alle aktivitetene uten avhengigheter. Produsert i Vico

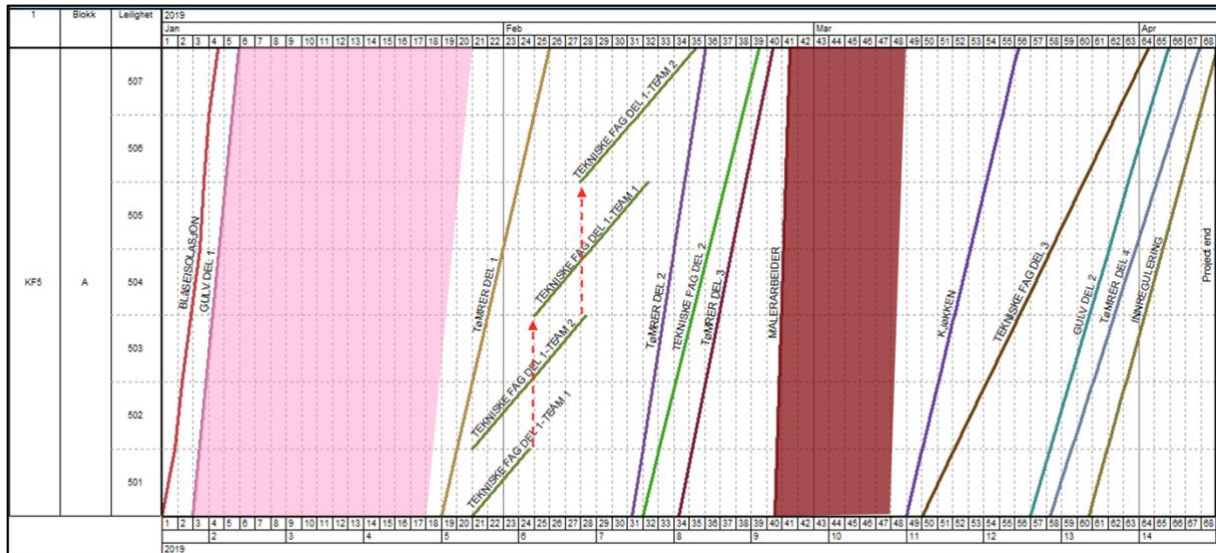
De samme aktivitetene (med lik varighet) er omgjort med avhengigheter, som er vist på figur 7.17. Hver aktivitet starter når foregående aktivitet er ferdig i første lokasjon (501), men kan ikke være ferdig før foregående aktivitet er avsluttet i alle lokasjonene. Her får innredningsarbeidene en total varighet på 77 dager.



Figur 7.17: Flytdiagram for alle aktivitetene med avhengigheter. Produsert i Vico

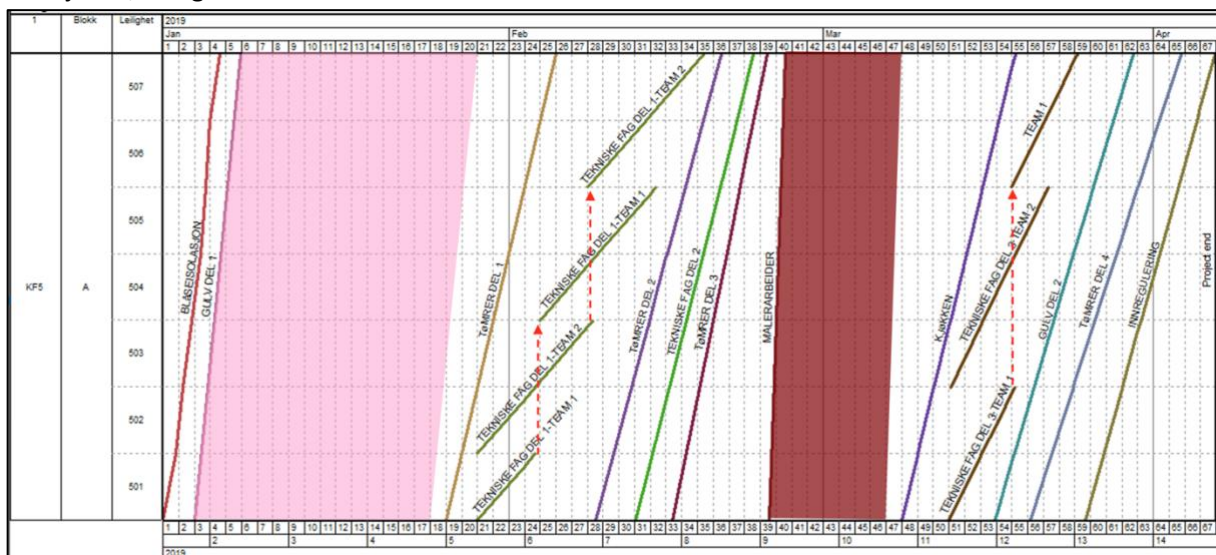
7.4.2 Forslag til revidering av fremdriftsplan

Da mange av aktivitetene til innredningsarbeidene har forskjellig flyt, er det flere tiltak som kan gjøres for å bedre produksjonsflyten i arbeidene ved hjelp av lokasjonsbasert planlegging. Det ble tatt utgangspunkt i fremdriftsplanen på figur 7.17 og det første tiltaket som ble gjort var oppbemanning av Tekniske fag del 1, til to team. Her ble det satt krav om to lokasjoner ledige før denne aktiviteten kunne starte slik at begge teamene kan starte samtidig, men på forskjellig lokasjon, se figur 7.18.



Figur 7.18: Oppbemanning av tekniske fag del 2. Produsert i Vico

Ifølge figur 7.18 har Tekniske fag del 3 en ujevn flyt i forhold til de andre aktivitetene. Derfor ble det også her to team som starter samtidig. Tømrer del 1 er nedjustert fra en varighet på 4,7 dager til 8 dager (Her jobber én tømrer, i tillegg til en ressursbuffer som er tilgjengelig når det er behov). Til slutt er det lagt inn en buffer mellom aktivitetene på en dag, slik at enn unngår arbeider på samme lokasjoner, se figur 7.19.



Figur 7.19: Forslag til revidert fremdriftsplan. Produsert i Vico

Etter noen tiltak har planen fått en innsparing på 10 dager og innredningsarbeidene skal bli ferdigstilt på 67 dager. Viktig å nevne at dette kun er et forslag til hvordan flyten til aktiviteter kan justeres og forhåpentligvis forbedres ved hjelp av lokasjonsbasert planlegging.

8 Diskusjon

I påfølgende underkapitler diskuteres oppgavens resultat i lys av teorien og egne betraktninger. Diskusjonskapittelet er delt inn etter tilsvarende struktur som kapittel 7. *Resultat*, i tillegg til at et kapittel om styrker og svakheter ved undersøkelsen følger helt til slutt.

8.1 Intervjuer

Erfaringene innhentet gjennom intervjuene er brukt i utviklingen av oppgaven og har påvirket hvordan vi har lagt opp planene våre og hva vi har fokusert på. Dette er gjort for å sikre forankring, faglige relevans og gjennomførbarhet.

Respondentene i undersøkelsen trakk i større grad frem planer, kommunikasjon og samarbeid, enn konkrete forbedringer av materialer, utstyr og gjennomføringsmetoder, da de ble spurt om hvordan man kan forbedre deres arbeidssituasjon. Resultatene viser at hvordan vi organiserer oppgavene og sikrer forutsetningene for deres gjennomføring, er like viktig som hvordan selve oppgaven utføres. Videre virket det som om det tverrfaglige samarbeidet på byggeplass er bedre enn hva forfatteren først antok. Dette kan støtte både Bertelsens påstand om at små uoffisielle organisasjoner/systemer ofte løser problemer der ledelsen er fraværende, og Last Planner systemets filosofi om at ansvaret for detaljplanlegging og gjennomføring best utføres av dem som faktisk utretter arbeidene [17]. Men, selv om inntrykket er at det tverrfaglige samarbeidet er bra, ser man at det er interessekonflikter og forskjeller i behov som alle må tas tak i på en god måte. Dette understreker behovet for god ledelse. I tillegg ser man at det ligger et stort potensial i å utnytte fagarbeidernes erfaringer i høyere grad, noe som er i tråd med hva Lean-teorien anbefaler. Dette inkluderer tverrfaglig utarbeidelse av løsninger, avklaringer og forbedringer.

Selv om de fleste deltakerne i undersøkelsen hadde lite eller ingen kunnskap om Lean, viste det seg at deres forbedringsforslag, tankegang og ønsker var bemerkningsverdig i tråd med Lean-filosofien. Enkelte deltakere gikk så langt som å kritisere Lean, men hadde allikevel de samme tankene rundt forbedring. Dette kan tyde på to ting. Det første er at ordet Lean kan ha negative assosiasjoner for enkelte. Derfor bør man være mer opptatt av tankegangen og prinsippene, enn navnet Lean i seg selv. Det andre er at det er veldig viktig å velge riktige verktøy og angrepsvinkler for hvert enkelt prosjekt og hver enkelt organisasjon. Å tvinge en bestemt gjennomføringsmodell på et prosjekt kan ha store negative konsekvenser, både i form av sløsing på enkeltprosjektet og i form av ødeleggelse for det videre Lean-arbeidet i organisasjonen. Eksempelvis er enkelte byggherrer/byggherreorganisasjoner svært opptatte av taktplanlegging, noe som kan føre til at prosjekter som absolutt ikke egner seg for dette blir gjennomført med taktplan uansett. Dette kan ha en svært ødeleggende effekt på Lean-arbeidet i bransjen.

Intervjuene har gitt mye nyttig informasjon og konkrete tips. Disse har som sagt blitt brukt i utarbeidelsen av resultatet og diskuteres dermed mer konkret i de etterfølgende kapitlene. Videre tar kap. 8.5 for seg styrker og svakheter ved undersøkelsen.

8.2 Observasjoner

Observasjoner-kapittelet er tatt med fordi dette er ytre forutsetninger som spiller en stor rolle for arbeidene som inngår i denne oppgaven. Ideelt sett burde hele prosjektet, inkludert alle arbeidere, menneskelige faktorer og ytre forutsetninger, vurderes som en helhet. Da dette ikke har vært mulig, er det valgt å ta med et utvalg som er kommet frem gjennom oppgavearbeidet.

8.2.1 Rigg

Rigg og utstyr utgjør en betydelig kostnad i de fleste prosjekter, og det er derfor viktig å planlegge godt. For å redusere direkte kostnader og tilrettelegge for at prosjektet kan gjennomføres på en så god måte som mulig, er det viktig å rette oppmerksomheten mot sløsing og flyt på riggen. Stillas, ramper, heiser og andre former for tilkomst og arbeidsplattformer er svært viktig for prosjektene og hvordan vi bruker dem påvirker både økonomi og flyt. En god oversikt over materialflyten i prosjektet er viktig for å kunne planlegge en god rigg i forhold til inn- og uttransport av bygget. Det er også viktig å sikre flyt, men samtidig legge opp til en rigg som ikke totalt sett er fordyrende for prosjektet. Kostnad av rigg må ses opp mot besparelsen i arbeidet, og stillaser, kraner, fasiliteter etc. bør planlegges smart. Der det er mulig bør imidlertid menneskelige forhold prioriteres foran maskineri/utstyr. Gjennom undersøkelsen kom det flere ganger frem at det ligger et stort potensial i å redusere gangtid, transport og unødvendige bevegelser i dagens byggeprosjekter. Det er dermed rimelig å anta at tilrettelegging for eksempelvis enkel inn- og uttransport, kort vei mellom lager og arbeidssted, kort vei til WC og andre fasiliteter, etc. vil gi stor gevinst i form av økt prosjektflyt og redusert sløsing.

8.2.2 Terminal

Som beskrevet i kapittel 7.2.2 ble terminal tatt opp som tema under intervjuene med Skanskas personell. Det later til å være enighet om at terminalløsningen potensielt kan bidra positivt til leverings-usikkerheten rundt enkelte bygningskomponenter, men at implementeringen av en fullstendig terminalløsning ikke har lyktes i Skanska så langt. I Lean er Just in time et sentralt begrep, og terminal kan tilby byggeprosjekter dette. Det gjør at prosjekter «ber» om materialer, istedenfor å ta materialer som ligger lagret på byggeplass. Et argument mot terminal, er at det krever ressurser, god planlegging og logistikk som fort kan bli kostbart. Ved bruk av terminal vil transporten skje i to omganger, noe som kan ses på som sløsing. Det må også brukes tid og ressurser på å drifte terminalen, som igjen kan ses på som ytterligere sløseri. Men, mange mener at ved bruk av terminal på riktig måte vil man i det store bildet fjerne mer sløsing enn det terminalløsningen skaper. Terminal benyttes i dag i liten grad av Skanska, men kan ha potensial for å redusere sløsing i byggeprosjekter, spesielt dersom lagerplass/riggplass er begrenset.

8.2.3 Heise inn materialer

Som nevnt i kapittel 7.2.3 er det både klare fordeler og ulemper knyttet til å heise inn materialer i bygget under oppføringen av råbygget. Som nevnt er dette en svært enkel metode som sparer arbeiderne for krevende inntransport som for eksempel manuell bæring. I intervjuene har det kommet både sterke argumenter for og mot prinsippet, noe som tyder på at det er delte erfaringer med denne metoden. Dersom et slikt system fungerer godt, vil det potensielt redusere sløsingen betraktelig. Blant annet vil transport, unødvendig bevegelse og belastning på fagarbeiderne kunne reduseres betydelig. Ulempene oppstår dersom materialpakkene blir stående i veien og dermed forhindrer flyten eller i verste fall forhindrer arbeidene helt. Materialer som står lagret over tid vil kunne betraktes som sløsing

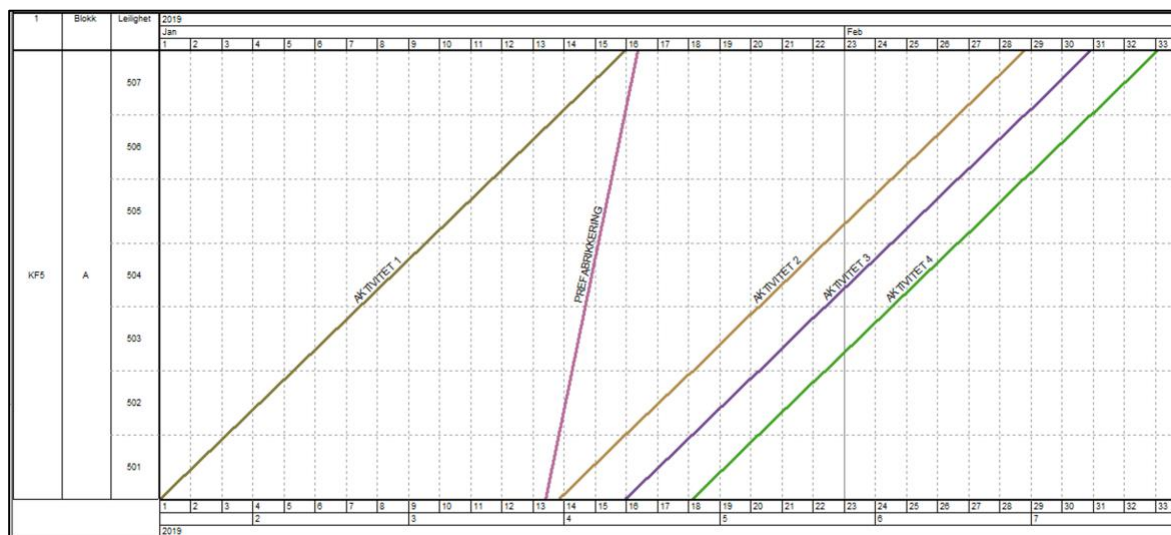
i form av *lagring*, og i tillegg vil de kunne skape *unødvendig bevegelse og venting*. Dersom skader oppstår må brekkasjen transporteres ut igjen og erstattes av nye materialer, noe som blant annet manifesterer seg som *defekter* og *overprosessering*. Derfor må grundige vurderinger gjøres før det bestemmes hva som skal heises inn på forhånd og ikke. En annen ting som også er helt avgjørende er konstruksjonsmetoden. På KF5 skal det benyttes plattendekker, som krever stempeling av dekkene under montering, støp og herding. Dette begrenser muligheten for innheising av materialer betraktelig, da stemplingen opptar mye areal inntil tilstrekkelig herdig av dekkestøpen er oppnådd. Et alternativ til å heise inn materialer kan være å bruke egne uavhengige team til å frakte inn (bære) materialer, for på denne måten å unngå forstyrrelser i arbeidsflyten.

8.2.4 Industrialisering

I takt med tiden, har det vært naturlig at industrialisering og prefabrikasjon har vært en del av denne oppgaven, både gjennom intervjuene og arbeid med løsningene som er valgt for case-prosjektet. Industrialisering er i tråd med Lean-tankegangen, men bør ikke brukes ukritisk. Prefabrikasjon kan bidra til en raskere byggetid, sikrere arbeidsforhold (mindre arbeid ute på byggeplass som kapping, etc.) og potensielt være kostnadsbesparende for byggeprosjektet. Plassbygget prefabrikasjon er også en løsning dersom prosjektet har tilstrekkelig område/riggplass å avse. Det kan da vurderes å sette opp et midlertidig telt/kaldt lager for produksjon av elementer eller andre produkter, på byggeplass. For case-prosjektet er både baderomskabiner, blåseisolasjon og precut vurdert eller valgt. Baderomskabiner er i dag mye brukt i nye leilighetsbygg, spesielt på typen bygg som KF5. Det har forøvrig kommet frem gjennom intervjuene i denne oppgaven at løsningen antagelig kunne vært gjort bedre, uten at det er mulig for forfatterne å konkludere med dette. Det er imidlertid helt klart at for å utnytte løsningen (baderomskabin) så godt som mulig, er man avhengige av godt tverrfaglig samarbeid mellom TE, tekniske fag og leverandør av baderomskabin.

For isolering av yttervegger har prosjektledelsen vurdert å bruke blåseisolasjon. For oppgavens del er denne løsningen blitt valgt. De interne kostnadskalkylene viser at denne metoden koster mer pr. kvadratmeter enn tradisjonell plateisolering. Da har man derimot ikke regnet med tiden som brukes på flytting av isolasjonspakker osv. Det kan også spares inn i søppelhåndtering, da det ved plateisolasjon blir mye kapp, som må fraktes ut. Samtlige funksjonærer og tømmerne i Skanska som ble intervjuet, mente at blåseisolasjon totalt sett ville være kostnadsbesparende, da den lagrede isolasjonen var i veien for så mange på byggeplassen. Forfatterne mener også det er grunn til å tro at man kan komme til å se en nedgang i prisen på innblåsningsisolasjon dersom etterspørselen i markedet (større byggeprosjekter) øker.

En ulempe ved bruk av prefabrikasjon eller annen form for industrialisering kan være at man øker produksjonsraten til en aktivitet for mye, se figur 8.1. Ukritisk bruk kan dermed forstyrre flyten i forhold til de andre aktivitetene og bidra negativt til den totale fremdriften. Når produksjonsraten til en aktivitet øker, betyr dette at den/de aktivitetene den er avhengig av, må sette opp tempoet tilsvarende. Om ikke dette er mulig må man legge inn en tidsbuffer i forkant for å unngå at aktivitetene kolliderer. Tilsvarende gjelder for etterfølgende aktivitet, som må sette opp tempoet dersom man skal klare å utnytte det forspranget man har fått.



Figur 8.1: Eksempel der prefabrikering har en raskere produksjonsrate. Produsert i Vico

Når man skal bestemme seg for bruk av prefabrikasjon eller liknende bør man, som i TPS, lete etter flaskehalsen og sette inn tiltaket der det trengs mest. Faren er imidlertid at man velger de aktivitetene som isolert sett egner seg best for industrialisering, uten å tenke på hvordan dette egentlig påvirker den helhetlige prosjektflyten.

Graden av industrialisering i dagens byggeprosjekter varierer, men det er liten tvil om at bransjen generelt beveger seg mot større grad av prefabrikasjon og høyere grad av industrialisering. Utfordringene med dette er at byggeteknikken da må tilpasses, noe som kan føre til at vi mister håndverket og den arkitektoniske verdien i bygningene. Prefabrikasjon stiller også store krav til nøyaktighet, noe som ikke alltid er mulig å oppnå i en bransje preget av uforutsigbarhet og egenart i prosjektene. Både Koskela og Ballard (og Lean-miljøet generelt) anerkjenner at man ikke kan sette likhetstegn mellom produksjonsindustrien og byggeindustrien [15] [27]. Som tidligere nevnt stiller også SINTEF Byggforsk i sin rapport «*Industrialisering av Byggeprosessene*», spørsmålstegn ved i hvor stor grad man faktisk kan industrialisere byggebransjen [8]. Likefremt ser vi at industrialisering har potensial til å øke effektiviteten og flyten i byggeprosjekter, samt tilføre prosjektene økt verdi i form av kontroll og forutsigbarhet. Funnene i denne rapporten peker mot at valg av typer (og grad av) industrialisering må baseres på hvert enkelt prosjekts forutsetninger, samt vurderes nøye i hver enkelt sak.

8.2.5 Testleilighet

Testleilighet er et spennende konsept som potensielt kan fjerne mye reklamasjon/klager, og kan i tillegg til å hjelpe prosjektteamet, også fungere som en visningsleilighet. Dersom det fortsatt er leiligheter som ikke er solgt, kan denne gjøre det lettere for en kunde å avgjøre et kjøp. Utfordringene med testleilighet-konseptet er å vite om det lar seg praktisk gjennomføre og om det lønner seg rent økonomisk for prosjektet. Realistisk sett ønsker de forskjellige fagene å ta område for område og ferdigstille sine arbeidere, slik at dette kan bidra til mer sløsing enn det eliminerer. Det er mange fag som kun har en liten arbeidsoppgave i hver leilighet, og det at de (for eksempel maler, kjøkkenmontør, gulvlegger) må ut på prosjektet kun for å gjøre denne leiligheten kan være svært upraktisk. Å bygge en testleilighet kan fungere som et nyttig verktøy for prosjektet, men det kan også resultere i større kostnader enn innsparingen tilsvarer. Saken må derfor vurderes nøye før det eventuelt besluttes å benytte dette.

8.2.6 Involvering

Undersøkelsene i oppgaven har vist at involvering er svært viktig både i prosjektering, planlegging og problemløsning underveis i prosjektene. Dette gjelder både i tverrfaglig involvering og involvering av utførende personell. Poenget med dette er å sikre gjennomførbarheten/byggbarheten i det som planlegges, blant annet gjennom å fange opp og ta med erfaringene fagarbeideren besitter. Å ikke utnytte dette potensialet regnes, som nevnt i kap. 3.3, som en egen form for sløsing. Videre kan man si at en vel så viktig effekt som problemløsningen i seg selv, er at de involverte føler eierskap til prosjektet og planen. Dette gjør at de lettere engasjerer seg i prosjektet og føler ansvar for å overholde planen de selv har vært med på å forberede. Oppgaven kan ikke presentere empiriske data som beviser at dette øker flyten og effektiviteten i byggeprosjektene, men ettersom flere av respondentene i den kvalitative undersøkelsen har tatt dette opp (uavhengig av hverandre), er det grunn til å tro at det er snakk om en reel effekt.

I KF5-prosjektet, har TE (Skanska) benyttet seg av tverrfaglige møter gjennom prosjekteringsperioden, samt involvering av fagarbeidere i detaljprosjekteringen. I intervjuene har det kommet gode tilbakemeldinger på dette. Men, det er også viktig å nevne at man ikke må planlegge for detaljert tidlig i prosessen. Detaljeringsnivået i planleggingen må i stedet øke når oppgavene nærmer seg, slik det er beskrevet i LPS (se kap. 3.6.). Da er det viktig at man fortsatt praktiserer god involvering på tvers av fag og nivå i organisasjonen. Dersom man klarer å få til dette, skape eierskap og ansvarsfølelse, og sammen lage gode planer og sikre forutsetninger for arbeidspakkene, øker sjansen for å lykkes med prosjektet betraktelig.

8.2.7 Kommunikasjon

Aktørene i byggebransjen prøver stadig å forbedre kommunikasjonssystemene sine ved hjelp av møteplaner og digitale verktøy. Likevel oppstår det fortsatt problemer på de fleste prosjekter og potensialet for forbedret kommunikasjon er tilsynelatende stort. Noe av årsaken kan være at det ikke er de samme personene som samarbeider på hvert prosjekt, så nye fag, bedrifter og forskjellige systemer blir benyttet. Menneskelige faktorer spiller generelt også en stor rolle for hvordan prosjekter blir styrt og vi er alle forskjellige, har annerledes arbeidsmetoder og ulike holdninger.

Informasjonssystemer og kommunikasjon på byggeplass

Noe av det forfatterne sitter igjen med, er at det før oppstart bør være satt opp en klar og strukturert plan på hvordan kommunikasjonen mellom de forskjellige fag og firmaer på prosjektet skal være. Ukentlige byggemøter er normalt og disse skal være en møteplass hvor fagene kan kommunisere sammen. Men, det er ikke alle problemer/utfordringer som kan vente en hel uke, så her burde alle de involverte få klar beskjed om hvor og med hvem slike saker skal tas opp direkte. Det er også viktig at alle vet hvem de skal forholde seg til, og at UE'er og innleide fag vet hvem som er deres kontaktperson/overordnede hos TE. Totalentreprenøren må i tillegg ha struktur for kommunikasjon mellom sine interne fag (eks. rigg, tømmer, betong og ledelsen). Dette er tradisjonelt gjort med hierarki, der prosjektleder kommuniserer med produksjonsleder, som igjen kommuniserer med bas og til slutt tar basen dette videre til sitt arbeidsteam. Problemet er da at på denne kommunikasjonsveien er det fort å utelukke detaljer, og det er ikke alltid informasjonen når helt ut (eller helt tilbake til ledelsen).

Informasjonsflyt

God informasjonsflyt er viktig, men god informasjonsflyt er ikke det samme som mye informasjon. Dette gjør det nemlig krevende å oppdrive det man leter etter, vanskeligere å avgjøre om informasjonen er den rette og utfordrende å bedømme om den er oppdatert. Balansen mellom for mye og for lite informasjon er vanskelig å få til, og det stilles store krav til et godt informasjonssystem. Generelt sett er nemlig dårlig kommunikasjon en kilde til mange typer sløsing. Forsinkelser og feil kan ofte skyldes endringer eller annen informasjon som kommer for sent og/eller som ikke når ut til alle. Dette oppstår som følge av feil/svakhet i systemet eller som følge av menneskelig svikt, men som oftest er det en kombinasjon. Her er det viktig at man følger opp, evaluerer og tilpasser systemet underveis i prosjektet. Målet er å kommunisere ut på en forståelig måte og gjøre seg forstått. Det er ikke noe standard svar på hvordan man gjør dette, da alle mennesker, organisasjoner og prosjekter er forskjellige. Digitale verktøy spiller en stadig større rolle i dagens BA-bransje, og kan helt klart tilby store fordeler med tanke på informasjonsflyt. Men, en konservativ bransje gjør at implementeringen må gjøres gradvis, og man kan heller ikke se bort fra utfordringene digitaliseringen byr på.

BIM

BIM-verktøy er på vei inn i byggebransjen i stadig større grad. For entreprenører kan dette spare mye papirarbeid og effektivisere arbeidet betraktelig. I denne oppgaven har både informasjonsskjermer (i arbeidsbrakken), BIM-kiosker og BIM 360 blitt diskutert med representanter fra både forskjellige fag og stillinger. De fleste er enige i at dette er svært nyttige verktøy og at det kan gi en stor gevinst i prosjektets helhet hvis systemet fungerer og blir benyttet. Men, det har kommet klart frem at denne gevinsten er helt avhengig av at man har et gjennomtenkt system, holder det kontinuerlig oppdatert og tilbyr opplæring til de som trenger det. En av fordelene med å bruke et system som f.eks. BIM 360, er at man kan skreddersy informasjons-formidlingen til kun å treffe de det gjelder. Dette eliminerer sløsing i form av overflødig kommunikasjon og vanskeligheter med å oppdrive opplysninger i en overbelastet informasjonsstrøm. Det er forfatterens oppfatning at man bør holde et press på økt digitalisering i prosjektene (og bransjen generelt), men at implementeringen må skje gradvis slik at man finner gode systemer og etablerer tillit til dem ute i organisasjonen.

Endringer

I store byggeprosjekter skjer det endringer underveis, selv etter at produksjonen har startet. I prosjekter som KF5 er som regel ikke alle leilighetene solgt, slik at det er vanskelig å eliminere alle endringer før byggestart. Dersom endringer forekommer er det tradisjonelt vanskelig å formidle denne informasjonen ut til alle involverte på en effektiv måte. Mange byggefeil blir gjort på grunn av kommunikasjonssvikt, utdaterte tegninger og bruk av feil materialer kan resultere i sløsing og utsatt fremdrift i prosjektet. Det er dermed viktig at prosjekter har klare rutiner for hvordan endringer skal formidles. Dette krever mye av prosjektledelsen og baser/formenn ute på byggeplass, som må sørge for at viktig informasjon formidles til riktige fagfolk. Dette peker også tilbake på den tidligere nevnte viktigheten av at systemer er oppdatert.

8.2.8 Oppfølging og evaluering

Oppfølging på byggeplass er en viktig del av prosjektledelsen, enten det dreier seg om rutinemessig oppfølging eller ledelsens daglige tilstedeværelse på byggeplass. Rutinemessig kvalitetssikring av arbeider er viktig for å hindre følgefeil og store mengder omarbeid/oppretting i slutten av prosjektet. I tillegg er den daglige oppfølgingen og kommunikasjonen mellom prosjektledelsen og fagarbeiderne viktig for å fange opp det som skjer på prosjektet, samt bygge gode relasjoner på tvers av prosjektorganisasjonen. KS-oppfølging kan utføres med standardiserte sjekklister som arkiveres i dokumentasjonssystemet. Når det gjelder feil og mangler som oppdages, er det viktig at dette behandles på en god måte. Det er menneskelig å gjøre feil, men man må sørge for å lære av dem og gjøre det hele til en del av den kontinuerlige læringsprosessen.

Evaluering er svært viktig og gjennom denne masteroppgaven har man også observert at å få være en del av et slikt forbedringssystem ser ut til å gi motivasjon til de ansatte. For de ansatte er det viktig å bli hørt, og gjennom en evaluering kan de føle at de bidrar samtidig som de påvirker sin egen arbeidshverdag på en positiv måte. Men, da hviler det også et ansvar på ledelsen for å følge opp innspillene. Dersom evalueringen ikke blir tatt til etterretning vil de ansatte slutte å melde fra, fordi de ikke føler at det nytter. Dette kan i tillegg virke demotiverende, og det er dermed viktig at man gjør et bevisst valg på om man skal gjennomføre evaluering fullt ut, eller om man skal droppe det helt. Det vil allikevel være svært dumt dersom bedriften skulle la være å investere i muligheten til systematisk læring. Eksempelvis vil evaluering underveis i prosjektet, med tilhørende aksjonsplan og god oppfølging, antagelig kunne gi stor gevinst i den resterende prosjektfasen. Videre kan det være en god idé at sluttevalueringen av et prosjekt gjerne glir over i den involverende planleggingen av neste. Dermed får man en erfaringsoverføring som spesielt er aktuell for områder som Bjørndalen, hvor man går videre fra ett prosjekt til neste i samme område. Som tidligere nevnt, ønsket også kalkulatøren tilbakemeldinger på gjennomføringen, for å kunne forbedre sine kalkyler. Dette må skje gjennom målinger, men like viktig også gjennom tilbakemeldinger direkte fra dem som utfører jobben. Samsvar mellom kalkyler og de faktiske ytelsene er viktig for at bedriftens evne til å holde seg konkurransedyktig.

Til slutt er det verdt å nevne at investeringen man gjør med å gjennomføre evaluering (og tilhørende forbedring), er noe man gjerne får mest igjen for først på neste prosjekt. Det er forfatterens oppfatning at man dermed må se lenger frem enn regnskapet for hvert enkelt prosjekt, og ha fokus på selskapets beste over tid. Kostnaden ved evaluering og tilhørende tiltak bør derfor ikke tilfalle prosjektet, men inngå i en større investering fra bedriftens side.

8.3 Innredningsarbeider

I oppgaven valgte man å se på innredningsarbeidene i case-prosjektet, for å få med den fasen hvor det er flest forskjellige fag involvert og dermed antagelig er størst potensial for forbedring. Arbeidet ble brutt ned i 13 forskjellige arbeidspakker basert på en analyse av hvilke arbeider/transformasjoner bygget må gjennom fra råbygg til overlevering. Det ble videre utført en WBS på hver enkelt arbeidspakke, hvor resultatet ble diskutert med den enkelte fagperson/faggruppe under intervju med de respektive. Eventuelle korreksjoner ble gjort på bakgrunn av dette.

For å estimere gjennomføringstider for de enkelte aktivitetene ble tegninger og grunnlagsdata (mengder, beskrivelser mm.) forevist de fagene som er involvert i hver arbeidspakke. For tømmerarbeider hadde man estimater i form av kalkyldata som grunnlag for sammenlikning. For resterende fag er gjennomføringstidene kun basert på respondentenes antakelser og erfaring. Hvert fag ble spurt om å anta følgende scenarier for gjennomføringstid, med tilhørende begrunnelse:

Best case: Den korteste gjennomføringstiden en oppgave kan ha. Dette er basert på at alle forutsetninger ligger til rette for en ideell gjennomføring og at flyten i arbeidet blir optimal. Her har respondentene også blitt bedt om å regne med effekten av gjentakelse. Mange hadde problemer med å se for seg den ideelle gjennomføringen, og enkelte la nok på noe sikkerhet også her.

Most Likely: Basert på det respondentene tror er den mest sannsynlige gjennomføringstiden. Estimater skal ikke ta hensyn til forsinkelser, feil eller større avbrudd i aktivitetene, men regne med normale forstyrrelser/tilpasninger i det daglige arbeidet.

Worst Case: Basert på at det er en viss sannsynlighet for at større forsinkelser kan forekomme. I realiteten er *worst case*-gjennomføringstiden svært usannsynlig under normale omstendigheter, men det er vanskelig å ta høyde for uforutsette forhold. Denne gjennomføringstiden tar derfor høyde for at hver aktivitet har en viss sannsynlighet for alvorlig forsinkelse. En generell totalforsinkelse av prosjektet som dermed forskyver oppstart av aktiviteten, kommer i tillegg til dette. Worst case er først og fremst utarbeidet for å sette lys på faremomentene knyttet til en aktivitet, samt gi grunnlag for tripplestimatet. Det var vanskelig å få fagarbeiderne til å anslå worst case -gjennomføringstider, og for noen aktiviteter har forfatterne måtte justere disse.

8.3.1 Forutsetninger

Last Planner System lister opp syv forutsetninger for at en aktivitet skal være sunn, altså at den skal være klar for igangsettelse [27]. Dersom man setter i gang uten at disse er på plass, er sannsynligheten stor for at en eller flere typer sløsing vil manifestere seg. Derfor er det viktig at man i god tid før en aktivitet starter, sørger for at alle forutsetningene er på plass. Videre må dette kontrolleres på nytt rett før igangsettelse. Under diskuteres de syv forutsetningene i lys av hovedfunnene i oppgaven.

Forutgående aktivitet er avsluttet: En av de kanskje mest innlysende forutsetningene for at en oppgave kan gjennomføres. Likevel viser det seg at dette ikke alltid overholdes, spesielt dersom prosjektene er presset på tid eller har dårlig styring og kommunikasjon. Noen ganger er det også vanskelig å avgjøre om en aktivitet er avsluttet eller ikke, noe som på nytt understreker viktigheten av kommunikasjon og oppfølging.

Informasjon: Er en av de viktigste forutsetningene og derfor viet mye plass i denne oppgaven. Spesielt vektlegges oppdatert informasjon og et system som gjør det enkelt for alle å oppdrive den. Tydelig kommunikasjon om oppstart (dato og tid) må foreligge mellom totalentreprenør og utførende underentreprenører. Dersom eventuelle avvik fra avtalt plan forekommer, må dette kommuniseres så tidlig som mulig. Første gang et fag kommer til byggeplass er det viktig at de får innføring/orientering og én kontaktperson å forholde seg til.

Utstyr: Mange aktiviteter er helt avhengige av utstyr, verktøy og maskiner. Derfor er det avgjørende at dette er tilgjengelig og i orden. Det inkluderer også eventuelle nødvendigheter, som eksempelvis strøm. I tillegg kommer også verne- og sikkerhetsutstyr som må være på plass for at det skal være forsvarlig å igangsette en aktivitet.

Materialer: De fleste aktiviteter går ut på å tilføre materialer til konstruksjonen (derav materialflyt som et av Koskela's perspektiv på produksjon [15]). Aktivitetene er ikke bare avhengige av riktige materialer, men også riktige kvantum. Både feil type, for mye og for lite materialer er kilder til sløsing.

Ressurser: Alle aktiviteter er avhengige av en viss mengde ressurser med riktig kompetanse. I tillegg må riktige sertifiseringer og godkjenninger for å kunne utføre arbeidene foreligge. Gjennom intervjuene i oppgaven har det blitt påpekt at man ønsker en så stabil og kontinuerlig bemanning som mulig, med de samme folkene (så langt det lar seg gjøre). Dette er fordi man skaper team som kjenner hverandre og dermed kommuniserer og samarbeider bedre. Viktig informasjon kan også gå tapt dersom en person forsvinner ut av prosjektet.

Areal/plass: Å ha nødvendige arealer tilgjengelige til en aktivitet, er i utgangspunktet lett å forstå. Men, i en tradisjonell fremdriftsplan tar man ikke høyde for lokasjoner på samme måte som man eksempelvis gjør i LBMS. Ofte kan flere aktiviteter foregå i samme område, noe som hindrer flyt og skaper forsinkelser og frustrasjon. I tillegg har det kommet frem at dette også fører til ansvarsfraskrivelse fra rydding. De fleste intervjuobjektene har påpekt hvor mye ryddige arealer betyr for både fremdrift og trivsel, som gjør denne forutsetningen svært viktig.

Ytre forutsetninger: Det er ikke mulig å kontrollere ytre forutsetninger. Likefremt er det viktig at man tegner seg et bilde over hvilke ytre forutsetninger som kan påvirke en aktivitet, slik at man vet hva slags usikkerhet man står ovenfor og kan være forberedt på dette.

8.3.2 Sløsing

Å redusere sløsing (waste) er hovedprinsippet i alt Lean-arbeid. Første skritt på veien er å skaffe en oversikt over hvilke potensielle former for sløsing man står ovenfor. Det er ikke alltid like enkelt å identifisere disse, og det er derfor svært verdifullt å benytte en tverrfaglig analyse av hver enkelt aktivitet. På denne måten kan man se saken fra flere sider. Man kan ikke alltid fjerne eller forhindre all sløsing, men man kan jobbe systematisk med forbedring.

Overproduksjon: Produsere mer, fortere eller før nødvendig. Dette kan kanskje være vanskelig å forstå, og enkelte av intervjuobjektene reagerte på akkurat dette. Men, det er ikke alltid en fordel å gjennomføre arbeider så tidlig som mulig. Dette gjelder spesielt overflatebehandling som maling, gulvlegging etc. Dersom dette blir stående for lenge, er det større sjanse for skader, eksempelvis som følge av at andre personer er inne i leilighetene, bruker dem som mellomlager eller andre årsaker. LPS legger opp til å utføre arbeidene så sent som mulig, mens det noen ganger kan være fordelaktig å fremskynde enkelte oppgaver. Hva som lønner seg avhenger antagelig av mange faktorer og kan være vanskelig å avgjøre.

Venting: Et resultat av manglete forutsetninger kan ofte være venting. Dette er en svært åpenbar form for sløsing, men er allikevel utfordrende å unngå. For å unngå venting bør man ha bufferaktiviteter tilgjengelig (se kap. 3.5), slik at personell kan flyttes over på disse dersom den opprinnelige aktiviteten ikke er sunn. Enkelte aktiviteter er forøvrig mer kritiske enn andre med tanke på venting, og kan gjerne ikke bufres eller flyttes.

Transport: Det vil alltid være nødvendig transport knyttet til byggeprosjekter, men unødvendig sløsing oppstår når det finnes et bedre alternativ til den måten man gjør ting på. For innredningsarbeidene i oppgaven dreier dette seg stort sett om å transportere direkte til lokasjon istedenfor å mellomlagre på byggeplass og transportere utstyr/materiell på en ugunstig måte. Også frakt av utstyr mellom lokasjonene bør gjøres på en så effektiv måte som mulig, eksempelvis med verktøytraller. Terminal kan også bidra til å redusere denne typen sløsing.

Overprosessering: Kan være vanskelig å identifisere, men en av de mest åpenbare formene er å levere mer enn det som er beskrevet (eks. to lag gips der det skal være ett). For å unngå overprosessering er det viktig å være klar over hva som tilfører produktet verdi. Dette gjelder både kunde verdi (sluttbruker) og etterfølgende fag (som her blir en kunde av aktiviteten). Også utdatert informasjon kan føre til overprosessering i form av at man gjør feil og dermed må gjøre ting om igjen etter at det blir oppdaget.

Lagring: I BA-bransjen er lagring først og fremst en kilde til andre typer sløsing. Dette er noe de fleste intervjuobjektene i undersøkelsen har kunnet påpeke. Å lagre materialer eller produkter kan føre til skader (defekter), unødvendige bevegelser eller transport og venting som følge av at arealer brukes til lager. Et klassisk eksempel er plateisolasjon. Den tar mye plass, må ofte flyttes rundt, skaper hindringer og kan gå i stykker (fuktskader som følge av ødelagt emballasje etc.). Dette er en stor kilde til sløsing i prosjekter i dag.

Unødvendige bevegelser: Er som transport, bevegelser under arbeidet med en aktivitet som kunne vært unngått. Dersom arbeidene gjøres i en ikke-optimal sekvens eller på en ikke-ergonomisk måte, fører dette til sløsing. Andre identifiserte kilder til dette er forflytning over unødvendig lange avstander, eksempelvis for å etterfylle materiell, gå på toalettet, eller å måtte lete unødvendig i systemet for å oppdrive riktig informasjon.

Defekter: Er en åpenbar form for sløsing og er kritisk for svært mange aktiviteter. Defekter kan, spesielt om de ikke blir oppdaget umiddelbart, føre til store kostnader og forsinkelser. Dette gjelder også for mange av aktivitetene i kapittel 7.3. Funnene i oppgaven tyder på at sikring av forutsetninger, gode kontrollsystemer og generelt bedre kontroll i prosjektene vil være med på å redusere faren for defekter og feil på arbeidene.

8.4 Fremdriftsplan

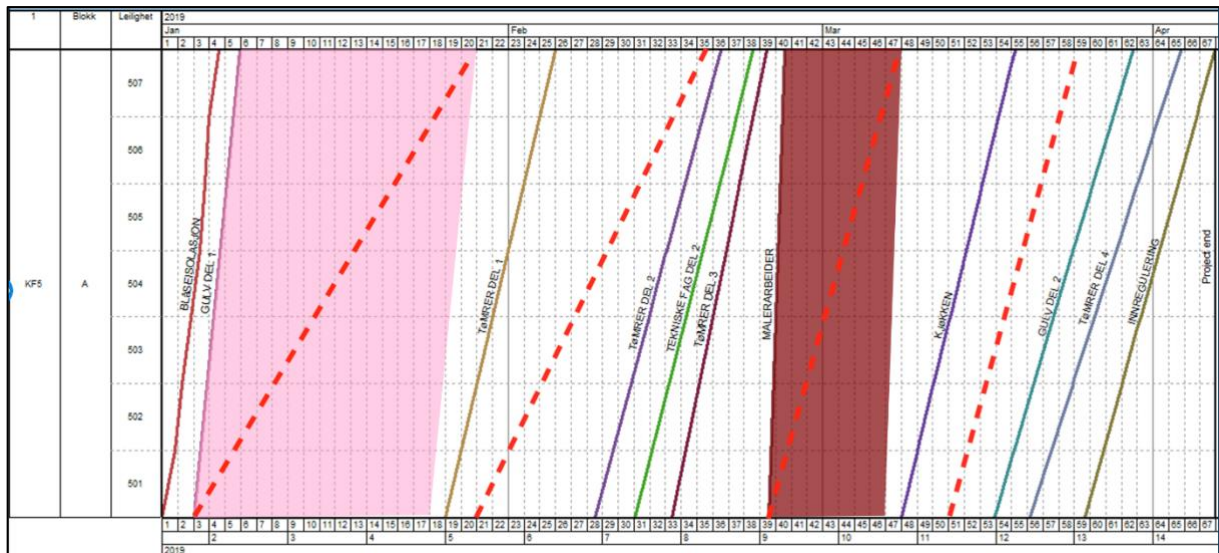
Fremdriftsplanen er produsert for å illustrere bruken av lokasjonsbasert planlegging, samt undersøke hvordan man ved hjelp av dette kan påvirke fremdriften og flyten i prosjektet. Figur 7.16 i kap 7.4 viser et utgangspunkt der alle aktivitetene er satt inn i flyttdiagrammet, kun basert på at foregående aktivitet er ferdig med første lokasjon (leilighet) og uten å justere produksjonsrate. Dette gir en helt urealistisk og ikke gjennomførbar plan, som illustrerer hva som skjer dersom man ikke tar hensyn til produksjonsrate. Kollisjonene mellom aktivitetene er merket ut, og man kan tydelig se at flere aktiviteter går forbi sine foregående aktiviteter, som de i utgangspunktet er avhengige av.

Figur 7.17 tar for seg de samme aktiviteter og produksjonsrater, men nå lagt inn med avhengighet/minimumsbuffer. Man kan se at dette eliminerer kollisjonene, men at det gir en lengre gjennomføringstid. Lokasjonene er i denne planen dårlig utnyttet, noe man ser ved at det er store åpne felt omkring enkelte aktiviteter. Dette betyr at lokasjonene er uutnyttede, noe som kan beskrives som dårlig *flyt gjennom lokasjoner*. Aktivitetene «Gulv del 1» og «Malerarbeider» er spesielle aktiviteter, da de legger beslag på en serie lokasjoner over lengre tid. Dette gjør dem vanskelige å optimalisere og krever at vi retter inn fremdriften etter dem for å oppnå god flyt. Malerarbeider er avhengige av tørketid mellom behandlingene (5 behandlinger til sammen) men kan til gjengjeld klare store arealer om gangen. Det finnes allikevel en ideell balanse mellom arealer(mengde) og ressurser, hvor man etter å ha behandlet alle lokasjonene kan gå tilbake til første lokasjon igjen (hvor det da må være ferdig tørket). Når det gjelder aktiviteten Gulv del 1, er denne svært avhengig av bemanning. Dersom man kunne ha satt inn flere ressurser på denne, kunne gjennomføringstiden blitt redusert betraktelig. Alternativt kunne man flytsparklet i flere omganger i stedet for alle arealene på en gang slik man legger opp til i denne oppgaven.

Figur 7.18 og 7.19 tar for seg optimalisering av planen ved å justere produksjonsratene. Dette gjøres med å bemanne aktivitetene opp eller ned for å få en så lik rate som mulig og dermed god flyt i prosjektet. I oppgaven har man måtte benyttet seg av begge deler. Nedbemanning gjør at man frigjør ressurser, ikke ferdigstiller aktiviteten før nødvendig og dermed unngår *overproduksjon*. Oppbemanning øker produksjonsraten og dermed fremdriften. Som regel finnes det en minimumsbemanning og en tilsvarende «fornuftig» maksimums-bemanning for hver aktivitet. Det er ikke hensiktsmessig å bemanne over denne. En annen løsning er da å splitte aktiviteten opp og heller bruke flere team som angriper oppgaven på flere lokasjoner, slik det er illustrert i figur 7.18 og 7.19. Her får man til en brattere produksjonsrate uten å gå på bekostning av effektiviteten per ressurs. En annen fordel er at dersom den etterfølgende aktiviteten har en lik eller lavere produksjonsrate, oppstår det et spillerom for den siste delen av aktiviteten (illustrert i figur 7.19 med «Tekniske fag del 3, team 1»). Dette gjør at den, innenfor et begrenset tidsrom, kan brukes som en bufferaktivitet.

I fremdriftsplanene har man forsøkt å prioritere flyt i bemanningen. Dette er noe respondentene i intervjuene har bedt om. Man har derfor prøvd å legge opp til at bemanningen skal kunne gå fra en aktivitet til en annen, altså slik at fagene ikke må innom prosjektet i flere omganger eller må justere opp og ned på den totale bemanningen i prosjektet. Dette har forøvrig vært vanskelig å få til uten å skape uutnyttede rom i planen. Forfatterne antar at det hadde vært lettere å få til dette dersom man så på prosjektet (KF5) helhetlig, da man her kunne hatt større rom til å flytte på ressurser og benytte bufferaktiviteter. Ved å justere på aktivitetene har man kunnet oppnå en bedre utnyttelse av

lokasjonene og økt flyten i prosjektet, sett i forhold til den første planen (figur 7.17). Figur 8.2 illustrerer flytlinjene i prosjektet, og man kan tydelig se at man har klart å oppnå en god tilpasning av produksjonsrater. Det har forøvrig ikke vært mulig å få linjene helt like, da dette hadde krevd at man splittet ressurser, eksempelvis sette på 1,5 mann på en aktivitet. I oppgaven er det kun foretatt justeringer av ressursbruk og ikke endringer av arbeidstempo eller benyttet andre tiltak som ville påvirket produksjonsraten.



Figur 8.2: Flytlinjer for reviderte aktiviteter. Produisert i Vico

Selv om planen hadde blitt mer realistisk dersom man hadde tatt for seg en større case, viser eksemplet i denne oppgaven at ved å ta lokasjoner og produksjonsrater med i betraktning, kan prosjektet oppnå forbedret flyt med relativt enkle grep. Selv om dette er et teoretisk forsøk, er det grunn til å tro at det vil kunne fungere i praksis også. Man har bevisst valgt å ikke korte ned byggetiden så mye som teoretisk mulig, men har i stedet valgt å beholde en liten buffer mellom hver aktivitet, samt prøvd å ivareta den praktiske gjennomførbarheten. Forfatterne mener at målet ikke må være å korte ned byggetiden så mye som mulig, men heller utnytte den tida man har tilgjengelig til å oppnå en så optimal drift som mulig.

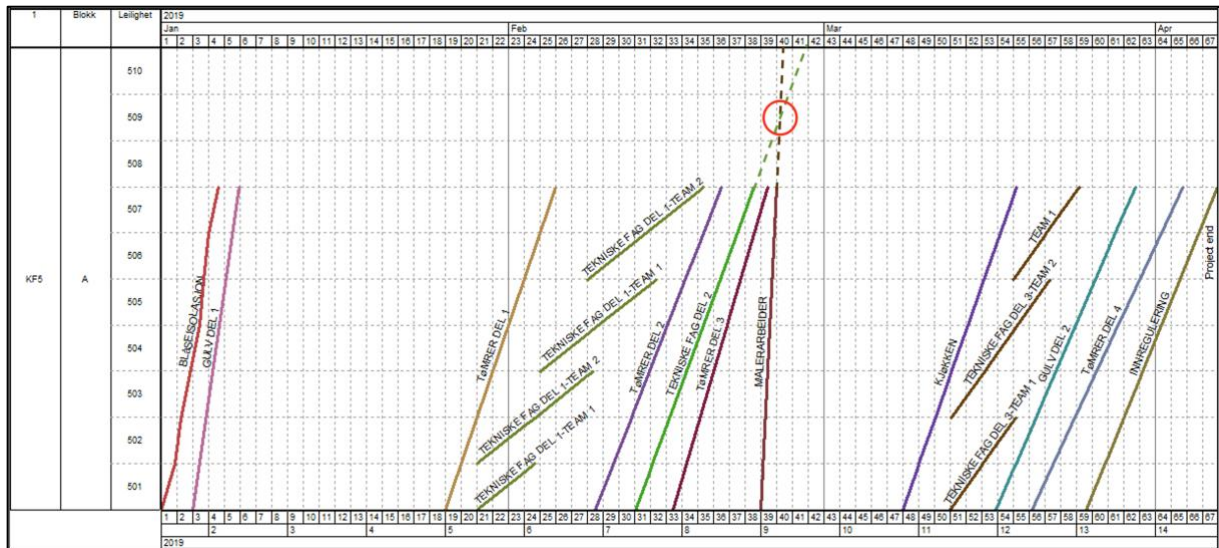
Til slutt er det viktig å nevne at en stor del av LBMS er oppfølging av planen og at korrigeringer underveis er nødvendig. Systemet er, spesielt om man bruker et dataprogram som Vico, et veldig godt verktøy for fremdriftsoppfølging og gjør at det er mulig å oppdage avvik i produksjonshastigheten(e) tidlig.

8.5 Styrker og svakheter med undersøkelsen

Det ble, som beskrevet i kapittel 6, benyttet åpne intervjuer. Intensjonen med dette var å få frem det intervjuobjektene sitter inne med av relevant kunnskap og erfaring. Hvordan en respondent kan bidra er vanskelig å vite på forhånd og det ble derfor lagt opp til at vedkommende selv delvis kunne styre hva han/hun ønsket å bidra med. Fordelen med denne typen intervjuer var at vi fikk frem aspekter rundt temaet som forfatterne selv ikke hadde tenkt på. Underveis ble det også klart at mange av respondentene kunne bidra med erfaringer og kunnskap om både andre fag og andre deler av organisasjonen enn de selv tilhørte. Utfordringen var at man kunne spore av eller bruke veldig mye tid på ett tema. Intervjuerne måtte derfor til tider komme med avbrytelser og styre intervjuet fremover. Foruten noen generelle innledningsspørsmål ble ingen av intervjuene like. Dette medfører at det er svært vanskelig å gjøre noen generalisering av data eller kvantitative fremstillinger, noe forfatterne forøvrig var klar over på forhånd. Av praktiske hensyn var det begrenset med tid til hvert intervju. De fleste respondentene var svært engasjerte og det ble raskt klart at man kunne bruke flere timer på enkelte intervju. Det ble foretatt oppfølgingsintervju med de mest relevante respondentene. Dette ble gjort både for å følge opp diskusjonen fra første intervju, men også for å få innspill på det arbeidet vi hadde gjort med oppgaven på gitt tidspunkt.

Innhentningen av data for gjennomføringstider er basert på respondentenes antakelser som igjen baserer seg på dataene de er blitt fremlagt. Selv om flere av de involverte fagene har kjennskap til case-prosjektet, må man anta at estimatene hadde vært bedre dersom respondentene hadde fått sette seg bedre inn i bygget på forhånd. Det kan også variere fra person til person hvordan man tolker oppgaven. Forfatterne mener allikevel at det er rimelig å anta, på bakgrunn av respondentenes erfaring og fagkompetanse, at dataene er tilfredsstillende for denne undersøkelsen.

Hva gjelder fremdriftsplanen produsert i oppgaven, er den basert på en forenkling om at alle leilighetene i casen består av like mengder. I realiteten er det imidlertid noen forskjeller i størrelse og dertil hørende mengder og arbeidsomfang, men forfatterne mener at for oppgavens del er leilighet 502 (som det er tatt utgangspunkt i) representativ for alle 7 enheter. Det må også tas høyde for at fremdriftsplanen ikke er reell for case-prosjektet som helhet, og derfor må betraktes som veiledende. Casen er brukt til å få frem et prinsipp, mens man i virkeligheten ville tatt høyde for resten av byggets innspill på planen. Her menes eksempelvis fag som forflytter seg mellom etasjer, ressurser som forflyttes mellom arbeider inne og ute, byggets helhetlige fremdrift osv. Utslaget av forskjell i produksjonsrate vil potensielt gjøre større utslag dersom man så på hele bygget under ett, noe som illustreres i figur 8.3 under.



Figur 8.3: Fremdriftsplan hvor leiligheter fra Blokk B er inkludert. Produsert i Vico

Man får i oppgaven allikevel frem prinsippene, og funnene har alle en overføringsverdi til det helhetlige prosjektet og til liknende byggeprosjekter generelt. Videre innser forfatterne at arbeidspakkene som består av flere fag, eksempelvis Tekniske fag del 1 og 3, med fordel kunne vært delt opp ytterligere. Man har i arbeidet med disse aktivitetene (i fremdriftsplanen) kun forutsatt at det ene faget starter etter det andre er ferdig med alle sine oppgaver, mens man egentlig hadde foretrukket at disse dannet et produksjonstog som utnyttet lokasjonene bedre. Dette betyr at det i planen presentert i kap. 7.4.2 er mer sløsing enn det som vises, og man kunne potensielt ha kortet inn gjennomføringstiden betraktelig. Dette er en svakhet i resultatet. Likevel får man, som også tidligere nevnt, frem de prinsippene man ønsker og som ligger til grunn for bruken av lokasjonsbasert planlegging.

9 Konklusjon

Gjennom arbeidet med oppgaven har man avdekket flere kilder til hvordan involvering kan bidra til forbedring av prosjektflyt i innredningsarbeider, så vel som i prosjektarbeidene generelt. Ved å involvere fagarbeidere og formenn i planleggingen av den jobben de selv skal utføre, oppnår man eierskap til prosjektet og skaper ansvarsfølelse blant de involverte. Dette fører potensielt til økt planpålitelighet og dermed flyt i prosjektet. Funnene i oppgaven tilsier at tverrfaglig planlegging og utnyttelse av fagarbeidernes erfaringer er svært verdifullt både i planfasen og gjennomføringen av byggeprosjekter. Ikke utnytte denne muligheten vil for bedriftene være sløsing med verdifulle ressurser.

Hovedsakelig foreslås det at man reduserer sløsing gjennom to angrepsvinkler. Den ene er å tilrettelegge prosjektene på en måte som skaper så lite sløsing som mulig. Dette innebærer blant annet gjennomtenkte riggløsninger, en god plan for kommunikasjon, et godt informasjonssystem og en strategi for oppfølging og evaluering. Videre må man, for å redusere sløsing, sikre forutsetningene for gjennomføring av de enkelte arbeidene. Samtidig må man også kartlegge hvilke potensielle former for sløsing man står ovenfor, for på denne måten å kunne unngå dem. Oppgaven har gjennom tverrfaglig analyse avdekket flere kilder til sløsing og forfatterne har sammen med involverte håndverkere og funksjonærer kommet frem til hvilke forutsetninger som må være på plass for å unngå dem.

Lokasjonsbasert planlegging har vist seg å være svært nyttig for å visualisere arealbruk og flyt av arbeider i prosjekt. Dette gjør at man kan planlegge for flyt og utnyttelse av lokasjoner på en effektiv måte. Videre utgjør planen et viktig verktøy for oppfølging og korrigerende av den reelle fremdriften. Metoden egner seg spesielt godt for prosjekter som Bjørndalen KF5, hvor man har begrenset med plass, og bevegelser dermed spiller en større rolle for gjennomføringen. Funnene i rapporten viser i tillegg at samarbeidet på byggeplass er bra og at kollidering av aktiviteter er et mindre problem enn det forfatterne først antok, da en del koordinering utføres av fagarbeiderne selv. Dette støtter påstanden om at tilrettelegging for redusert sløsing er viktig og at det å skape rammer for godt samarbeid i prosjektet fører til problemløsning og tilpasninger fagene imellom.

Hvordan man oppnår god prosjektflyt vil være forskjellig fra prosjekt til prosjekt og organisasjon til organisasjon. Mennesker er forskjellige og hvert prosjekt er unikt. Det er ikke alltid de samme verktøyene eller metodene vil fungere, og det er farlig å følge dem ukritisk. Bedriften må derfor heller fokusere på å finne de beste metodene for å vekke det potensialet som ligger i menneskene i organisasjonen, og praktisere kontinuerlig læring og forbedring gjennom alle ledd.

10 Anbefalinger

Gjennom arbeidet med oppgaven har forfatterne identifisert flere områder som innbyr til videre forskning. Under presenteres de viktigste punktene, i tillegg til en serie anbefalinger rettet direkte til oppdragsgiver.

10.1 Videre forskning

Vico Office, programvaren brukt til soneplanlegging i denne oppgaven, er et svært omfattende og mulighetsrikt verktøy. I oppgaven har man kun brukt en liten del, og det anbefales derfor at man utforsker videre de mulighetene som ligger i programmet. Dette værers seg å importere mengder fra BIM-modell, samt 4D og 5D visualisering.

Opgaven viser at lokasjonsbasert planlegging har potensiale til å forbedre flyten i prosjekter gjennom visualisering av lokasjoner og effekten av produksjonshastigheter. Det anbefales derfor at man videre utforsker styrker og svakheter med metoden, gjennom implementering på helhetlige prosjekter. Man bør også inkludere oppfølging av fremdrift ved hjelp av LBMS og undersøke hvordan systemet bør knyttes opp mot plan- og møtstruktur. Spesielt anbefales det at man undersøker muligheten for å kombinere LBMS og LPS, og hvilken effekt dette kan gi.

Som et ledd i å øke planpålitelighet (og dermed sikre flyt) foreslås det videre uttesting av BMW, eksempelvis som et verktøy i utarbeidelse av utkviksplan. En empirisk analyse bør gjennomføres for å konstatere om dette kan ha en reel effekt på planpåliteligheten eller ikke.

Involverende planlegging og dens effekt på prosjektgjennomføring, kvalitet og lønnsomhet bør også videre utforskes.

10.2 Anbefalinger til oppdragsgiver

Forfatterne anbefaler oppdragsgiver å sette seg inn i tiltakene foreslått i denne rapporten og vurdere bruk av disse. Spesielt anbefales det en helhetlig utprøving av LBMS for planlegging og oppfølging i prosjekt.

Da kommunikasjon har blitt avdekket som en vesentlig kilde til sløsing, anbefales det at oppdragsgiver legger opp et system og en klar strategi for kommunikasjon i prosjekt. Videre oppfordres det til å fortsette med både tverrfaglig samarbeid og involvering av fagarbeidere i planlegging, oppfølging og gjennomføring. Dette for å sikre gjennomførbarhet, planpålitelighet, samt bygge eierskap til prosjektet. I tillegg anbefales det å videre teste ut tripplestimat/BMW og hvilken effekt dette kan ha på risikostyring.

Til sist anbefales det at oppdragsgiver legger en strategi for kontinuerlig forbedring/utvikling som strekker seg ut over rammene for hvert enkelt prosjekt. Evaluering og systematisk læring bør være en sentral del av dette. Forfatterne oppfordrer til å ha et langsiktig perspektiv på implementeringen av de overnevnte verktøy og metoder, og fokusere på effekten over tid.

11 Referanser

- [1] A. Espelien og T. Reve, «Hva skal vi leve av i fremtiden? En verdiskapende bygg-, anlegg- og eiendomsnæring,» Handelshøyskolen BI Senter for byggenæringen, Oslo, 2007.
- [2] Statistisk Sentralbyrå, «SSB - Antall arbeidsforhold,» 8 Februar 2018. [Internett]. Available: <http://www.ssb.no/arbeid-og-lonn/statistikker/arblonn>. [Funnet 03 Mars 2018].
- [3] Statistisk Sentralbyrå, «SSB - Bygge- og anleggsvirksomhet, strukturstatistikk,» 1 November 2017. [Internett]. Available: <https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/statistikker/stbygganl/aarforelopige>. [Funnet 20 Mars 2018].
- [4] S. Todsén, «Statistisk sentralbyrå,» 19 Januar 2018. [Internett]. Available: <https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/artikler-og-publikasjoner/produktivitsfall-i-bygg-og-anlegg>. [Funnet 13 April 2018].
- [5] H. Dalsegg og S. Selvik, «Bygg.no,» 10 Mars 2016. [Internett]. Available: www.bygg.no/article/1268108. [Funnet 20 Mars 2018].
- [6] B. B. Wig, LEAN Ledelse for lærende organisasjoner, Oslo: Gyldendal Norsk Forlag, 2013.
- [7] SINTEF Byggeforsk, «Byggefeil for milliarder,» SINTEF Byggeforsk, Juli 2013. [Internett]. Available: <https://www.sintef.no/siste-nytt/byggefeil-for-milliarder/>. [Funnet Februar 2018].
- [8] A. Moum, H. Høilund-Kaupang, N. Olsson og M. Bredeli, «Industrialisering av byggeprosessene: Status og trender,» SINTEF Akademisk Forlag, Oslo, 2017.
- [9] R. W. Schmenner, «The Pursuit of Productivity,» *Production and Operations Management*, pp. Vol. 24, No. 2, pp. 341–350, Februar 2015.
- [10] K. Hem, Ø. Dahl, T. Rohde og A. Øren, «Kostnader ved arbeidsrelaterte sykdommer og skader,» SINTEF Teknologi og samfunn (på oppdrag fra Arbeidstilsynet), 2016.
- [11] J. K. Liker og D. Meier, *The Toyota Way Fieldbook*, USA: McGraw-Hill Companies, 2006.
- [12] G. A. Howell, «What is Lean Construction,» *Proceedings IGLC-7*, University of California, Berkeley, CA, USA, 26-28 July 1999.
- [13] L. Koskela, G. Howell, G. Ballard og I. Tommelein, «The foundations of lean construction,» Butterworth-Heinemann, Oxford, UK, 2002.
- [14] L. Koskela, «Application of the New Production Philosophy to Construction,» CIFE, Stanford University, California, 1992.
- [15] L. Koskela, «PhD: An Exploration Towards a Production Theory and its Application to Construction,» Technical Research Centre of Finland (VTT), Finland, 2000.
- [16] B. T. Kalsaas, *Lean Construction Forstå og forbedre prosjektbasert produksjon*, Bergen: Fagbokforlaget, 2007.
- [17] S. Bertelsen, «BRIDGING THE GAPS – TOWARDS A COMPREHENSIVE UNDERSTANDING OF LEAN CONSTRUCTION,» *Proceedings IGLC-10*, Gramado, Brazil, 2002.
- [18] L. Koskela, «Application of the New Production Philosophy to Construction,» Stanford University, 1992.
- [19] O. Matthews og G. A. Howell, «Integrated Project Delivery An Example Of Relational Contracting,» *Lean Construction Journal* Vol 2 #1 April 2005.
- [20] M. Christensen, Forfatter, *Nye arbeidsformer krever nye kontraktsformer*. [Performance]. Metier AS, 2016.
- [21] R. Moore, *Selecting the right manufacturing improvement tools: What tool? When?*, USA: Butterworth-Heinemann, 2011.

- [22] S. Kavanagh og D. Krings, «The 8 Sources of Waste and How to Eliminate Them,» Government Finance Review, December 2011.
- [23] J. M. Nicholas og H. Steyn, Project Management for Engineering, Business and Technology 4th Edition, Oxon, UK: Routledge, 2012.
- [24] R. Pihl, «Store Norske Leksikon,» 20 Februar 2018. [Internett]. Available: <https://snl.no/Just-in-time>. [Funnet 26 Mai 2018].
- [25] E. Daniel og C. Pasquire, «Lean construction blog,» 4 Mai 2016. [Internett]. Available: <http://leanconstructionblog.com/The-History-of-The-Development-of-the-Last-Planner-System.html>. [Funnet 3 April 2018].
- [26] G. Ballard, «Front End Planning,» Lean Construction Institute, Houston, 1998.
- [27] G. Ballard, «The Last Planner System Of Production Control, PhD,» The University of Birmingham, UK, 2000.
- [28] Fellesforbundet, «7 forutsetninger for god drift,» Fellesforbundet, Oslo, 2011.
- [29] Anlægsteknikforeningen, Anlægsteknik 2, Styling af byggeprocessen (4. udgave), Polyteknisk Forlag, 2017.
- [30] G. Ballard og G. Howell, «Shielding Production: An Essential Step in Production Control,» Journal of Construction Engineering and Management, New York, USA, 1997.
- [31] O. Seppänen og J. Kankainen, «Empirical research on deviations in production and current state of project control,» 12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Danmark, 2004.
- [32] P. Lumsden, The line-of-balance method, London, U.K.: Pergamon Press,, 1968.
- [33] O. Seppänen og R. Kenley, Location-Based Management for Construction: Planning, Scheduling and Control, Oxon, UK: Spon Press, 2010.
- [34] R. Jongeling og T. Olofsson, «A method for planning of work-flow by combined use of location-based scheduling and 4D CAD,» Luleå University of Technology, Sverige, 2006.
- [35] S. Westland, «Holte Academy,» Holte Academy AS, [Internett]. Available: <http://blogg.holteacademy.no/god-prosjektplan>. [Funnet 04 April 2018].
- [36] J. Kelley og M. Walker, «Critical-Path Planning and Scheduling,» Proceedings of the Eastern Joint Computer Conference, Boston, 1959.
- [37] J. O'Brien og F. Plotnick, CPM in Construction Management. 6th Edition, Boston: McGraw-Hill, 2006.
- [38] L. Koskela, G. Howell, G. Ballard og I. Timmelein, «The foundation of lean construction,» Butterworth-Heinemann, Oxford, 2002.
- [39] J. Meredith og S. Mantel, Project Management: A Managerial Approach, New York: John Wiley & Sons Inc, 1995.
- [40] W. Mohr, Project Management and Control 5th Edition, Melbourne, Australia: University of Melbourne, 1979.
- [41] O. Seppänen, «PhD: Empirical research on the success of production control in building construction projects,» Helsinki University of Technology, Finland, 2009.
- [42] J. Kankainen og T. Sandvik, «Controlling a construction project,» Confederation of Finnish Construction Industries, Helsinki, Finland, 1993.
- [43] D. P. Kavanagh, «SIREN: a repetitive construction simulation model. Vol. 111, No. 3.,» Journal of Construction Engineering and Management, 1985.
- [44] Aubert V. 1972 sitert av Everett og Furseth, Masteroppgaven, Universitetsforlaget, 2012, p. 128.
- [45] A. Larsen, En enklere metode - Veiledning i samfunnsvitenskapelig forskningmetode, Bergen: Fagbokforlaget, 2012.

- [46] D. Jacobsen, Hvordan gjennomføre undersøkelser? Innføring samfunnsvitenskapelig metode, 2.utgave, Oslo: Cappelen Damm Høyskoleforlaget, 2005.
- [47] M. Borrego, E. Douglas og C. Amelink, «Quantitative, Qualitative, and Mixed Research Methods in Engineering Education,» Journal of Engineering Education, Washington D.C., 2009.
- [48] J. Sauro, «Measuring U,» 29 April 2015. [Internett]. Available: <https://measuringu.com/mixing-methods/>. [Funnet 21 Mars 2018].
- [49] J. Creswell, V. Plano, M. Clark og W. H. Gutmann, Handbook of mixed methods research designs, CA: Sage Publications, 2003, p. 212.
- [50] J. Kankainen og O. Seppänen, A line-of-balance beased schedule planning and control system, Proceedings of the 11th Annual Conference of the International Group of Lean Construction, 2003.
- [51] IGLC, «International Group of Lean Construction,» [Internett]. Available: <http://www.iglc.net/home/about>. [Funnet 13 April 2018].

12 Vedlegg

12.1 Sammendrag intervjuer

Under følger en utfyllende presentasjon av observasjoner og erfaringer innhentet gjennom intervjuer med Skanska, Ulstein, Holbæk Rør, Elektroxperten, HTH Kjøkkenforum og en uavhengig tømrer/kjøkkenmontør. I tillegg presenteres også funnene fra e-post -intervju med Bo Andrén Norge og Etterisolering Agder.

12.1.1 Skanska

Under arbeidet med oppgaven ble det gjennomført intervjuer med prosjektledere, produksjonsledere, prosjektingeniører, tømrerbaser/formenn og tømreere fra Skanska. Totalt ble det gjennomført intervju med ti personer. Videre følger en oppsummering av hovedfunnene fra disse. I første intervjurunde ble Lean i Skanska tatt opp og deltakerne ble spurt om deres forhold til dette. Det viste seg at selv om de færreste hadde mye erfaring med Lean, var bakoverplanlegging og enkelte andre verktøy godt innarbeidet. De fleste stilte seg svært positive til et videre Lean-arbeid i bedriften og spesielt tømreerne ønsket en økt satsning på dette. Andre syntes Lean-begrepet var udefinert og vanskelig å få tak på. Det ble videre sagt at man derfor med fordel kunne foretatt en mer helhjertet satsning hvor opplæring ble gitt og Lean ble brukt systematisk gjennom hele prosjektet, da det tidligere ikke har vært dette.

Det ble snakket mye om involverende planlegging, noe som brukes i utstrakt grad (blant annet gjennom bakoverplanlegging), men også kan brukes i enda større grad ifølge Skanskas ansatte. Det var generelt bred enighet om at baser/formenn må tas mer med i planleggingen, både i prosjekteringsfasen og i fremdriftsplanleggingen gjennom prosjektet. En av produksjonslederne trakk frem at også logistikkplaner lages best i samråd med formenn. Effekten av involverende planlegging er både at man får til gode planer og løsninger, men også at de involverte får eierskap og ansvarfølelse ovenfor planen, noe som er svært viktig for gjennomføringen. Det ble trukket frem at UE'er med mindre andel i prosjektet (eks. fuger, taktekker etc.) ofte ikke er med i involveringsprosessen, men at også disse burde være med i planleggingen av det som angår deres arbeid. Videre er det også viktig at ledelsen, spesielt produksjonsleder, involverer seg tilstrekkelig i det daglige arbeidet og følger opp planen ute på byggeplass. Med å være mer tilstede sender man gode signaler, fanger opp problemer tidligere og har mulighet for å kommunisere direkte i stedet for over telefon. Det ble også trukket frem at ledelse og produksjon, så fremt det er mulig, bør spise lunsj sammen for på denne måten å kunne opprettholde en uformell (men svært viktig) kommunikasjon angående hva som skjer i prosjektet. «Mange problemer løses i lunsjen», ble det sagt, og dette understreker viktigheten av godt samarbeid, god kommunikasjon og godt samhold igjennom hele prosjekthierarkiet.

Intervjudeltakerne ble spurt hvordan samarbeidet med UE'er fungerer til vanlig, og hvilke forandringer som eventuelt er ønskelige. Spesielt ble det lagt vekt på å finne ut om fagene følte at de jobbet i veien for hverandre. Overraskende nok kunne tømreerne utelukkende melde at dette er noe som pleier å løse seg greit. God dialog, respekt for andres arbeid og etablering av et godt tillitsforhold ble trukket frem som suksesskriterier. Det som forøvrig ble trukket frem som problematisk, var bruken av innleid arbeidskraft og overtidsarbeid. Man er avhengige av å kjenne de man jobber med, og med større mengder innleid ressurser, følte mange dette ble vanskelig. Enkelte følte også at de brukte mye tid på opplæring av utenlandske arbeidere. Derfor skulle man gjerne sett at man da hadde de samme

personene tilstede over tid. Det ble også sagt at det er vanskelig å holde en god arbeidsflyt ved utstrakt bruk av overtids/kveldsarbeid.

Flere tekniske og praktiske løsninger ble tatt opp under intervjuene. Spesielt materialflyt ble diskutert, deriblant innheising av materialer underveis i oppføringen av råbygget. Dette var i begynnelsen av oppgaven tenkt brukt, men på grunn av konstruksjonsmetoden (plattendekke) fant man etterhvert ut at dette ville bli vanskelig å gjennomføre og derfor lite relevant. Det var forøvrig delte meninger om akkurat innheising av materialer på forhånd, men det var en felles enighet om at man må gjøre materialflyten så lite ressurskrevende og belastende som mulig. Lasteramper, traller og viktigheten av god uttransport av avfall ble brakt opp. Også god tilrettelegging for midlertidig infrastruktur ble trukket frem, spesielt i svalgangsbygg som KF5. Levering, lossing og plassering av baderomskabiner ble diskutert, og forfatterne fikk tips til mange detaljer som må tas hensyn til i innretningsarbeidene. Også blåseisolering ble diskutert, noe samtlige intervjuobjekter var positive til. Selv om det er et spørsmål om økonomisk lønnsomhet eller ikke, var alle enige om at denne metoden ville gi en stor gevinst i form av ryddighet, redusert arealbruk, mindre unødvendig flytting på lagret isolasjon osv. Flere tok i tillegg opp (uavhengig av dette spørsmålet) utfordringene med tradisjonell isolasjon og mente at denne gir større svinn og ekstrakostnader enn vi antagelig kalkulerer med. Dermed er det rimelig å ta med dette i vurderingen av en eventuell differanse i kostpris.

Ryddighet ble brakt opp og dette var noe som spesielt fagarbeiderne var opptatte av. Skanskas ansatte bruker mye tid på riggtjenester og ryddearbeid for UE'er, noe som mange mener kunne løses bedre. Forslag som kom opp var blant å ha felles riggmenn finansiert av alle de involverte i prosjektet, basert på den respektive bedrifts andel i prosjektet. Også bedre avklaringer både av ansvar og konsekvenser ble brakt opp som viktig. Eksempelvis kan dette være kontraktsfestede ansvarsavklaringer og bøter dersom det ikke overholdes. Det er helt klart at hovedfunnene i intervjuene tilsier at kommunikasjon, informasjon og mellommenneskelige relasjoner er det Skanskas personell er mest opptatt av, og at de mener dette i sin tur løser mange av de konkrete utfordringene man har på byggeplass. Som en av produksjonslederne utalte det: «Det enkle er å bygge et bygg. Det vanskelige er å forholde seg til alle de forskjellige menneskene som er involvert».

12.1.2 Holbæk Rør

Holbæk Rør er underentreprenør på rørarbeider i KF5 prosjektet. Prosjektleder og RIV var tilstede under intervju, men formann hadde dessverre ikke anledning til å stille. Begge sitter på kunnskap om både planlegging og praktisk gjennomføring av tekniske arbeider.

Prosjektleder i Holbæk Rør hadde ikke kjennskap til Lean, eller kunnskaper rundt dette. RIV hadde hørt om Lean og fulgt ett prosjekt hvor dette ble brukt, men ikke selv vært involvert. Begge syntes at involveringen i prosjekteringsfasen på KF5-prosjektet har vært positiv, og synes det er bra at man har tilstrekkelig tid til prosjekteringen. I prosjekter hvor oppstart kommer før prosjekteringen er ferdig, blir det ofte til at man prosjekterer pågående arbeider, noe som resulterer i tilhørende informasjonsmangel, venting og feilretting. Hvis man skal trekke frem mulige forbedringer, ser prosjektleder (rør) helst at også andre fag hadde vært med i prosjekteringsfasen, som for eksempel leverandør av baderomskabiner. Nettopp baderomskabiner ble et stort tema i intervjuet, noe som er naturlig da store deler av rørleggerens arbeider i leilighetene påvirkes av denne. I motsetning til Skanskas tømrere,

som helst vil ha kabinen heist direkte på plass (slik som det er planlagt på KF5), kunne rørlegger ønske seg at kabinen ble rullet inn/på plass, etter at dekket over var på plass. På denne måten kunne man ha montert rørsystem i himling over kabinen før denne plasseres. Dette hadde gjort arbeidet betydelig enklere og oppnådd mer tilgjengelig plass/areal. Når kabinen settes direkte på plass kan ikke rørlegger plassere rør lenger inn over kabinen enn at de kan nås fra kanten, og arbeidsstillingen blir dermed vanskeligere. Dette viser at en løsning som er god for noen, kan være mindre fordelaktig for andre fag. Hvorvidt dette har blitt diskutert (tverrfaglig) under prosjekteringen kom ikke frem. Antallet påkoblingspunkter på kabinene ble også diskutert. Her var rørlegger helt klar på at antallet punkter (4 stk.) gjør arbeidet mer komplisert enn det som er vanlig. Det ble innrømmet at Holbæk Rør selv burde ha vært tydeligere på dette i sin kontrakt med Skanska, men de var allikevel klare på at dette tillegget også påvirker prosjektet helhetlig. Det ble gått så langt som å stille spørsmål ved hvorvidt prosjektet her er tjent med å bruke baderomskabiner eller om plassbygde bad hadde vært like bra. Forfatterne tar ikke stilling til dette, men bemerker seg at prosessen rundt kabinene burde vært mer gjennomtenkt, at det tverrfaglige samarbeidet burde vært styrket og at leverandør av baderomskabin burde vært mer involvert. Alt dette for å belyse utfordringene fra flere sider.

Andre arbeider som ble diskutert under intervjuet var rørføringer i sjakter og anlegget for vannbåren varme. RIV mente det på KF5 var avgjørende at han alene hadde ansvaret for alle VVS-føringer i sjaktene, dette fordi det krevdes nøye planlegging for å få plass til alt. Dersom to personer, avdelinger el. skulle ha prosjektert uavhengig av hverandre hadde det vært atskillig mer jobb å unngå kollisjoner. Videre ble arbeidsrekkefølgen diskutert, og man fikk avklart at spillvannsrør og annet innhold i sjakten må settes inn før stenderne settes opp rundt. Når det gjelder vannbåren varme så ble det tatt opp at rørlegger ønsker å koble opp kursene i samme arbeidspakke som legging av selve rørslyfene, for på denne måten å kunne sikre kvalitet. Dette krever at man på forhånd har montert stendere/spikerslag der koblingsskapet skal henge, og vil på dette prosjektet antageligvis si at man må tilrettelegge med spikerslag på baderomskabinen (veggen inn mot sjakten).

Både teamstørrelse, riggplass, samarbeid og flyt ble tatt opp. Rørlegger ønsket å planlegge et produksjonstog sammen med de andre tekniske fagene, slik at man jobber seg fra leilighet til leilighet (nedenfra og opp). Arbeidene deles helst opp og tilskrives team eller enkeltpersoner som har ansvaret for én oppgave hver (f.eks. montere sprinkler). Mer generelle ting som ble tatt opp, var tidspress og samarbeid. UE'er opplever ofte at oppstarten av deres arbeider blir utsatt og/eller at tilleggsarbeider tilkommer uten at tidsfristen blir forlenget. Dette kan ofte føre med seg problemer og dårlig stemning. Rørlegger syntes også det er et tankekors at mange er så presset på tid og pris at man kun tenker på sitt, og ikke har mulighet til å hjelpe hverandre og dermed prosjektet som helhet. Forfatterne kan ikke ta stilling til årsaken til dette, men tillegger at både kontrakt og tankesett burde tilrettelegge for at alle involverte i et prosjekt er ett team som jobber sammen mot et felles mål. Ut av intervjuet har oppgaven fått se arbeidsoppgavene fra en litt annen vinkel, fått praktiske innspill og konkrete svar på spørsmål som angår de aktuelle arbeidene.

12.1.3 Elektroxperten

Elektroxperten er underentreprenør på elektroarbeider på KF5, og er ansvarlig for prosjektering og utførelse. Tilstede på intervjuet var prosjekterings/prosjektleder og formann med erfaring fra liknende prosjekter. Ingen av de spurte hadde nevneverdig erfaring med Lean direkte, men var godt kjent med

verktøy som for eksempel lappeteknikk/bakoverplanlegging. Dette er noe de synes er bra, men krever forpliktelse fra alle parter. Elektriker er opptatt av at de avtalte tidene skal holdes etter beste evne, og at ikke lappene skal omrokeres (les: fremdriften endres) uten at fagene som er involvert blir informert på nytt. De påpeker at UE'ene som kommer inn sent i prosessen ofte får ansvaret for å ta igjen den tapte tiden dersom prosjektet ikke holder fremdriften. Det kan tyde på at man ikke oppdager forsinkelser eller gjør korrigerende tiltak tidlig nok. Dette kan igjen føre til en presset arbeidssituasjon mot slutten av prosjektet, med tilhørende ulemper i form av sløsing og dårlig flyt. I tillegg til planpålitelighet trekker elektriker også frem god prosjektering før prosjektet starter, tydelig kommunikasjon og strukturert og erfaren prosjektleder fra TE som suksesskriterier. Spesielt var de opptatt av at prosjektleder må være tydelig og bestemt, slik at man vet hva man har å forholde seg til. Videre ble også møter og møtestruktur diskutert. Det er viktig at møtene er strukturerte og effektive, med en godt forberedt møteleder. Det er ofte bare en mindre del av møtene som er relevant for tekniske fag og dermed kunne elektriker gjerne ønske seg at de bare ble innkalt til sin del (eksempelvis i begynnelsen) av møtet som inneholdt det som angår dem.

Hva gjelder koordinering mellom fag og jobbing på samme lokasjon, melder elektriker at dette bør koordineres mellom baser og prosjektleder. De ser det som mest effektivt å få holde på i en leilighet for seg selv, og ser på produksjonstog (om mulig med innlagt buffer) som fordelaktig. De mener også at dette kan bety mye for ryddigheten. Dersom man kommer til et ryddet lokale tar man ansvar for å forlate dette i samme stand. Men, hvis man jobber sammen med andre, kan hvem som har ansvaret fort bli diffust og det sklir ut. De påpeker også at ryddestasjoner og avfallshåndtering bør tilrettelegges av TE.

Utenlandsk arbeidskraft ble tema også i dette intervjuet. Det ble uttrykket frustrasjon rundt en ofte mangelfull kommunikasjonsevne og det faktum at en del utenlandske arbeidere har et ansvars-hierarki som gjør at de ute på byggeplass ikke tørr/kan ta beslutninger. Kommunikasjonsmangel og vanskelig samarbeid går ifølge elektriker ikke bare ut over kvaliteten, men også i verste fall sikkerheten og HMS'en generelt.

Av praktiske ting ble blant annet lager og levering diskutert. Elektriker opplyser om at de helst ønsker en låsbar container til bruk som lager, men at de også kan ha et rom, eksempelvis i kjelleren. Poenget er at mye av deres materiell er tyveriutsatt og derfor må låses inne. På spørsmål om de kan få levert materiell pakket til hver etasje eller leilighet, svarer de at dette er fullt mulig, men avhenger av størrelsen på prosjektet. De er enige i at dette kan være effektivt på større prosjekter, men at man da er avhengig av at materialet ikke blir liggende lagret i leilighetene og dermed utsatt for skade eller tyveri (er altså avhengige av just-in-time leveranse).

På spørsmål om, og eventuelt hvordan, arbeidene kan gjøres mer effektive for elektriker, svarer de at de vil inn i så få omganger om mulig. Det vil si at de ønsker å gjøre ferdig én leilighet før de går videre (f.eks. all trekking, kobling og montering av bokser før lukkingen av vegg starter). Videre forteller de at siden skilleveggene mellom leilighetene er i betong (og ikke skal påføres), må mesteparten av trekkerørene legges ned i støpen. Dette er mindre effektivt for elektrikers del, da de må gjøre arbeidet i mange omganger. Resultatet er mye start-stopp arbeid, som betyr unødvendig sløsing. Dette viser igjen at en løsning som er effektiv på et område kan være ineffektiv på andre områder, og man må dermed legge en helhetlig vurdering til grunn for valg av løsninger. Det ble også nevnt at elektriker kun

vil montere koblingsbokser og trekkerør i vegger/tak før gipsen kommer på, og ikke med en side ferdig gipset slik som tømmerne fra Skanska foreslo.

Et konkret ønske fremmet av elektriker var et system for oppdaterte tegninger, beskrivelser og sjekklister, da dette er noe som ofte kan skape problemer for dem. Ønsket var å ha en perm liggende i hver leilighet, hvor alle fag kunne følge status og ha tilgang på den samme oppdaterte informasjon. Forfatterne foreslo her bruk av digital løsning, men det var tydelig at elektriker ikke var vant til at fagarbeidere/bas hadde tilgang på dette. Det er helt klart at BIM-løsninger (Prosjekthotell, BIM360 el.) kunne vært bra, men at det da er veldig viktig å sikre at alle på byggeplass har tilgang, eksempelvis gjennom nettbrett/mobil. En annen ting som elektriker var opptatt av, var overholdelse av rent bygg. De erfarte at det alt for ofte ikke ble overholdt, noe som forårsaket skader på overflater og synlige produkter (som lamper, stikkontakter, brytere etc.). Her mente de at prosjektledelsen må være streng. Støvfritt/rent bygg handler ikke bare om kvalitet, men også om HMS for dem som jobber der. På spørsmålet om elektriker hadde vært med på evaluering av prosjekter, ble det svart at dette ikke var noe de var vant til, men formann hadde én gang tidligere vært med på dette. Han var positiv til konseptet, men det var et spesielt ønske om å da evaluere enkeltprosjektene underveis for å kunne bruke dette til endringer/forbedringer av inneværende prosjekt.

I intervjuet ble også gjennomføringstider diskutert, og mange av de overnevnte temaene kom her opp som direkte eller indirekte avgjørende faktorer for utfallet (best-case/worst-case). Avslutningsvis ble det nevnt at elektrikerarbeidene kan inneha skjulte feil (f.eks. skjulte brudd, feilkobling o.l.) som ikke blir oppdaget før funksjonstest. Dette kan i verste fall by på store mengder feilsøking, noe som gjør «worst-case»-utfallet betydelig stort. Det er derfor nødvendig å se på hvordan dette vil påvirke gjennomføringsplanen og eventuelt ta høyde for en buffer som kan brukes i nød.

12.1.4 Ulstein AS

Ulstein AS er underentreprenør for ventilasjonsarbeider på KF5 prosjektet. Prosjektleder, som sitter på kunnskap om både planlegging og praktisk gjennomføring av tekniske arbeider, var tilstede under intervju. Det var ikke mulighet for å få med en ventilasjonsformann til intervjuet pga. stor pågang.

Prosjektlederen hadde kjennskap til Lean Construction, men kunne ærlig innrømme at han ikke var helt sikker på hva det konkret handlet om. En kort innledning om Lean ble presentert, i tillegg til hva oppgaven omhandler og hvorfor det var interessant å prate med Ulstein. Videre ble det spurt om hvilke erfaringer Ulstein hadde med totalentreprenør på prosjekter generelt. Prosjektleder nevnte at en ryddig arbeidsplass var avgjørende for å lykkes (både for tilkomst, HMS og trivsel), i tillegg til kommunikasjon og en god fremdriftsplan. Han la til at de tekniske fagene som regel hadde full kontroll på materialkosten på et bygg, men det var fremdriftsplanen og oppfølging av denne som ville avgjøre om det ble et lønnsomt prosjekt eller ikke. Det ble spurt om hvordan han opplevde den involverende planlegging på KF5 så langt, og han ga gode tilbakemeldinger på denne. Angående materialhåndtering på byggeplassen, prøvde de å få materiell så sent som mulig, helst pakket for hver leilighet, men det var ikke alltid dette kunne la seg gjøre. Prefabrikkering hadde de lite erfaring med og han ga uttrykk for at dette har liten hensikt for ventilasjon, da det er få tilpasninger som blir gjort på byggeplassen. De kunne hvis det var hensiktsmessig, prefabrikkere en del på sitt eget verksted, men dette var lite brukt på tidligere prosjekter. På riggen er de avhengige av kran og tilkomst til alle arbeidsområder. I

tillegg trenger de lagringsplass på byggeplassen (typisk i parkeringskjelleren på KF5), men det var ikke store arealer det var snakk om.

Varigheter, nødvendige ressurser og arbeidene i leiligheten på KF5 ble tatt opp og prosjektlederen nevnte at å montere toppsvill for innvendige vegger var veldig fordelaktig for deres arbeider, men kunne ikke forstå at tømmeren ønsket å gipse etter deres arbeider var ferdigstilt, da det er en del tilpasninger rundt kanaler. Eller nevnte han at pga. tyveri, monterte de ventilasjonsaggregatene så sent som mulig, som regel etter maler har ferdigstilt sine arbeider. Aggregatene ble i mellomtiden lagret på deres verksted for å unngå lagring av store verdier på byggeplassen.

Til slutt ble det snakket generelt om byggebransjen og hvordan kommunikasjonen ute på byggeplassen burde være. Han var veldig fornøyd med formidling av informasjon på mail, men det var en del som ble distribuert som ikke alltid var like relevant for ventilasjonsarbeider, eksempelvis om fargeendringer på vegger osv. I tillegg ble det nevnt at byggemøter burde være mer effektive og mer delt opp. Han ønsket at de tekniske fagene fikk ta opp sitt i begynnelsen av møtet, slik at de kunne gå tilbake til sine arbeider når andre temaer som ikke er relevant for dem blir tatt opp.

12.1.5 Br. Jakobsen AS, Malermester- og Byggtapetserfirma

Intervju med Br. Jakobsen ble gjennomført på bakgrunn av deres lange samarbeid med Skanska, og at firmaet har gitt tilbud på malerarbeidene på Bjørndalen KF5. Tilstede på intervjuet var prosjektleder og formann/fagarbeider. Målet var å få frem hva som er viktig for dem i et slikt prosjekt og å høste av deres erfaring.

Ingen av intervjuobjektene hadde hørt om Lean, men begge hadde god erfaring med bakoverplanlegging/lappeteknikk. Dette var et verktøy de synes fungerte godt, spesielt i de prosjektene hvor denne planen i etterkant ble strengt fulgt opp av alle involverte. Hva gjelder gjennomføringstid, følte maleren at deres innspill til planen ble respektert, men at TE ofte ønsket å presse dem på tid eller innføre ugunstig overlapping/samkjøring med andre fag. Det som kom frem som noe av det viktigste fra malerens side, var at prosjektledelsen (og andre fag) må forstå/respektere tørketiden. Det vil si at denne er styrende for fremdriften og at det er lite å gjøre med dette (hurtigtørkende sparkel er kun en nødløsning som ikke gir god nok kvalitet og derfor ikke kan brukes på større områder). Å justere malerarbeider som aktivitet er derfor vanskelig. Maler meddeler også, som de andre fagene som opererer i slutfasen, at dersom foregående arbeider er forsinket og hindrer dem fra å komme i gang, får de allikevel sjeldent forskjøvet sin sluttdato. Dette kan fort komme i konflikt med overnevnte tørketid, fordi syv dager ofte er det minimale tidsrommet maler må ha tilgjengelig, uavhengig av bemanning.

Angående møtestruktur og kommunikasjon forteller maler at de synes ett fremdriftsmøte i uken er nok, og de legger vekt på at møtet må være strukturert og effektivt. Videre legger maler vekt på at de trenger en klar og tydelig ledelsesstruktur fra TE/prosjektleder. De trenger å forholde seg til én enkelt person som har myndighet til å ta beslutninger og gjøre avtaler som holdes. Rent praktisk rundt arbeidene, legger maler vekt på overnevnte problem med tørketid. Dette er svært styrende for fremdriften i deres arbeid, og tørketiden er vanskelig å gjøre noe med i siste liten. Et forebyggende tiltak kan være å ha et så tørt grunnlag som mulig, blant annet gjennom å flytsparkle gulvet tidligere.

Flytsparkelen avgir nemlig fukt som lett kan tas opp av gipsen. Å male på en gipsplate som ikke er skikkelig tørr kan føre til skader som først gir utslag etter noen uker. Videre er det dumt å prøve å samkjøre andre aktiviteter med maler, dette fordi støvning er vanskelig å unngå. Maler ønsker også at deres arbeider ikke kommer inn for tidlig i prosjektet, da dette ofte fører til at det blir skader i ettertid. Dette bringer ikke bare med seg ekstraarbeid i form av flikking, men også et spørsmål om skyld- og kostnadsfordeling. Materialhåndtering bør skje med kran eller heis, og det er dermed viktig at maling og sparkel blir tatt opp til respektive områder før denne infrastrukturen eventuelt forsvinner. Veldig tungvint dersom dette må lagres et annet sted (eks. i kjelleren) og bæres opp. Et tips fra maler var også at fasiliteter som eks. WC bør være lett tilgjengelig. Dersom man må gå langt for å komme til dette, fører det til mye tapt tid.

12.1.6 HTH Kjøkkenforum

Intervju med kjøkkenleverandøren HTH Kjøkkenforum ble gjennomført på bakgrunn av at disse har en rammeavtale med Skanska og har levert kjøkken til flere av bedriftens tidligere prosjekter. Målet var som i de andre intervjuene å få frem hva som var viktig for dem som leverandør og montør, og hvilke ting de kunne tenke seg gjort annerledes. Blant annet ble bemanning, tidsforbruk, arealbruk og levering diskutert. Intervjuobjektene var selger/prosjektleder og monteringsleder. Bemanning og dermed tidsforbruk ble ifølge HTH justert etter fremdriftsplanen. Men, det var ifølge dem svært ønskelig dersom de kunne ha en kontinuerlig fremdrift med fast bemanning på prosjektet frem til fullført montering (så langt det er mulig). Videre kunne leverandøren fortelle at de til en viss grad var fleksible i forhold til endringer i planen, men at god kommunikasjon her var viktig. HTH opererer med direkte levering til byggeplass, og var dermed avhengige av å kunne ta imot denne og frakte direkte inn i leiligheter. Her pleide monteringsleder å kontrollere ryddighet og tilkomst i forkant av levering. Til selve innheisingen av kjøkkenskrog og deler, hadde HTH Kjøkkenforum Kristiansand fått utviklet en løftesertifisert kasse, se figur 7.1 under. Denne sørger for sikrere, enklere og raskere håndtering med byggekran. Samarbeid med andre fag virket også til å være uproblematisk så lenge god kommunikasjon ble opprettholdt. Kjøkkenmontørene var ikke avhengige av å ha leilighetene for seg selv, men kan selvfølgelig ikke ha andre fag gående i samme område som monteringen foregår. Et ønske fra HTH var at dersom bygget hadde heis, ville de gjerne ha denne tilgjengelig til persontransport og frakt av lett verktøy/smådel. Dette krever da at heisen monteres, sertifiseres og midlertidig kles med overflatebeskyttelse både innvendig og i åpninger.



Figur 12.1: Løfteskap for kjøkken laget av HTH. Kilde: HTH Kjøkkenforum

12.1.7 Bo Andrén Norge

Bo Andrén er parkettleverandør og utfører gulvlegging og montering av gulvlister. Bedriften har rammeavtale med Skanska og har levert gulv til mange av Skanskas prosjekter og deres systemer. På bakgrunn av dette ble leverandøren brukt som intervjuobjekt og spørsmål ble besvart av salg- og prosjektleder via e-mail.

Ved spørsmål om bemanning og fremdrift svarte Bo Andrén at dette avhenger av hva slags fremdriftsplan de har å forholde seg til. Generelt sett legger en montør ca. 50m² parkett pr dag og bemanning justeres etter mengde og tilgjengelig tid. For leverandøren er det viktig med en fremdriftsplan som overholdes og med god kommunikasjon mellom montører og byggeleder. Forøvrig brukes belistningsarbeid og andre småting som bufferaktiviteter og montørene er fleksible med tanke på endringer, så lenge man holder en tett dialog med byggeleder. I forkant av arbeidene er det viktig at leverandøren tidlig får avklart parkettvalg, fremdriftsplan og forutsetninger. Forut for arbeidene, i så god tid som mulig, avholdes en befaring hvor forutsetningene sjekkes og eventuelle punkter utbedres. Ved ankomst trenger montørene bistand til lossing og innheising av selve parketten, som avtales på forhånd. Arbeidene er ikke væravhengige, men i ekstreme tilfeller kan været påvirke selve leveringen.

12.1.8 Etterisolering Agder

Blåseisolering er vurdert brukt på Bjørndalen KF5, og derfor ble det valgt å opprette dialog med en leverandør. Etterisolering Agder AS er en lokal leverandør av Rockwool-isolasjon og utfører denne tjenesten. De har gitt et pristilbud til det respektive prosjektet og ble på bakgrunn av dette valgt som intervjuobjekt. Spørsmål ble besvart per email.

Riggplass og arbeidsvilkår ble diskutert, samt bemanning og tidsbruk. Leverandøren kunne opplyse om kravet til riggplass samt en bemanning på 2-3 personer som ferdigstiller 120-150m² vegg pr dag. God kommunikasjon med byggeleder var viktig og leverandøren ønsket befaring før oppstart og etter utført jobb. De ønsket også 1-2 ukers varsel før oppstart, men kunne være noe fleksible dersom endringer oppstår. Noe finstøv gjør at eventuelt andre fag i samme område/rom, under eller rett etter isolering, må bruke verneutstyr (maske).

12.1.9 Uavhengig tømmer/kjøkkenmontør

Møtereferat		
15.04.2018	14:00	Søgne
Møtetype:	Intervju tømmer/kjøkkenmontør	
Deltakere	Svein Ove Langenes Olsen, Marius Langenes	
Emne: Veiledningsmøte		
Formål		
<p>Svein Ove har 10 års erfaring innenfor tømmerfaget og har i tillegg jobbet det siste året som montør hos en lokal kjøkkenleverandør på Sørlandet. I sine 10 år som tømmer har han erfaring som bas/formann fra nybygg og restaurering av eneboliger og leilighetskomplekser.</p> <p>I og med at oppgaven er basert på intervjuer med fagpersoner som er eller har tidligere vært involvert i prosjekter med Skanska, ønsket forfatterne å få et syn fra en håndverker med mye erfaring fra andre prosjekter og bedrifter. Det ønskes å diskutere prosjektet fra en tømmerers perspektiv som er involvert i hele byggeperioden, men også som montør der arbeidsomfanget er mindre og er på byggeplassen i en kort periode. Forfatterne ønsket også å få litt mer tyngde på kjøkkenmonterings-arbeid.</p>		
Konklusjoner	Sammendrag fra intervju	
<p>Plantegning for leilighetene i 5.etg. på Bjørndalen ble vist. Kjøkkenmonteringen ble diskutert først.</p> <p>Kjøkkenmontering: Det første som ble nevnt var viktigheten av å ha kjøkkentegninger med eventuelle elektriske punkter ferdig lenge før produksjon. At rammer for siste kundeendring for en leilighet er helt avgjørende slik at det er mulig å produsere riktig første gang. Svein Ove nevnte at å montere kjøkken etter malearbeider er en god idé og det beste for dem. Kjøkkenmontøren er ikke avhengige av tekniske fag under monteringen så lenge elektriske punkter, vann/avløp og ventilasjon er riktig plassert. Da kan skap monteres og alle de tekniske fagene har mulighet for å komme til. Spikerslag på vegg bak kjøkken er de fleste kjøkken avhengige av. Her pleier Skanska normalt å legge et lag med finerplater bak gipsen slik at det er spikerslag på hele veggen, men det er fortsatt et viktig punkt å huske på før lukking av vegger. Normalt er de 2 montører ute på byggeplass, der de begynner med å montere skinner på vegg i to leiligheter, slik at skap/kjøkken kan monteres i hver leilighet samtidig, da dette fint kan gjøres alene. Så lenge det er ryddig og alle avhengige foregående fag er ferdigstilt, er det fort å montere et kjøkken på denne størrelsen, spesielt når de er tilnærmet like hele veien. Han anslår omtrent en uke på montering av kjøkken i 5.etg, bygg A. Da ikke gulv er lagt, må kjøkkenmontøren inn før gulvlisting for montering av dekkplater og sokkellist. Hvis netto gulvhøyde er tilgjengelig når skap monteres, kan det ofte være hensiktsmessig å kutte dette til på forhånd.</p> <p>Tømmerarbeider: Det ble snakket om erfaringen fra leilighetsbygg som tømmer(bas). En god fremdriftsplan ble nevnt som det viktigste i et byggeprosjekt. Han fortalte om et tidligere prosjekt hvor det var ukentlige byggemøter med alle fag, der de i først omgang, kun så tilbake på hva som var gjort den siste uken og om de hadde klart å følge planen eller ikke. Hvis et fag var bak tidsplanen var dette deres problem og deres egen jobb å hente seg inn. Mot slutten av prosjektet begynte de å ha befaringer der alle fag gikk ut sammen og prøvde å finne en optimal løsning for å fullføre soner/aktiviteter. Han følte dette var en effektiv og god måte å gjøre det på, men nevnte at det var noen fag som følte de ikke hadde tid til dette og gikk litt fortere gjennom sonene, samt bidro mindre enn byggeledelsen ønsket. Underveis på disse befaringene ble det nevnt mye bra, men det var ingen som loggførte dette og da de kom inn til møterommet etter befaringen, var mye glemt. Alt i alt, synes han dette var bra, det var nytt for mange, så det var behov for forbedringer/justeringer på denne typen byggemøter med befaringrunde først.</p> <p>Han nevner også at en god og gjennomførbar HMS-plan er viktig for slike byggeprosjekter, og ordentlig sikkerhetsstyr må alltid være tilgjengelig. Når prefabrikasjon ble diskutert, nevnte han viktigheten av å kontinuerlig kvalitetssikre alle mål og tegninger, da de tidligere hadde erfart at alle dør- og vindusåpninger var blitt forskjøvet 30cm på en prefabrikkert vegg, noe som resulterte i mye oppretting (det var avlest feil på tegningen). Han sa også at å holde håndverkerne informert med fremdriftsplanen, milepæler og annen informasjon er avgjørende for et godt byggeprosjekt. Han hadde tidligere vært på et prosjekt hvor tegninger og fremdriftsplaner ble hengt opp i lunsj-brakken og dette endte opp med at folk sluttet å se på mobilen i lunsjen, men heller rettet blikket opp mot fremdriftsplanen og fikk en god forståelse om de lå før eller etter planen. Normalt er det kun bas/formann som får denne informasjonen og det er ikke alltid denne eller disse personene klarer å formidle videre til alle sine håndverkere. Han mente at dette var en god og enkel måte å få håndverkerne engasjert og interessert i mål og milepæler for prosjekter. Dette skaper eierskap for jobben og prosjektet de er involvert i. En god kommunikasjon er selvfølgelig viktig ved alle prosjekter der det er mange forskjellige typer fag, men også folk.</p>		

12.2 Personvernombudet for forskning

12.2.1 Meldeskjema



MELDESKJEMA

Meldeskjema (versjon 1.6) for forsknings- og studentprosjekt som medfører meldeplikt eller konsesjonsplikt (jf. personopplysningsloven og helseregisterloven med forskrifter).

1. Intro		
Samles det inn direkte personidentifiserende opplysninger?	Ja ● Nei ○	En person vil være direkte identifiserbar via navn, personnummer, eller andre personentydige kjennetegn. Les mer om hva personopplysninger er.
Hvis ja, hvilke?	<input checked="" type="checkbox"/> Navn <input type="checkbox"/> 11-sifret fødselsnummer <input type="checkbox"/> Adresse <input type="checkbox"/> E-post <input type="checkbox"/> Telefonnummer <input type="checkbox"/> Annet	NB! Selv om opplysningene skal anonymiseres i oppgave/rapport, må det krysses av dersom det skal innhentes/registreres personidentifiserende opplysninger i forbindelse med prosjektet. Les mer om hva behandling av personopplysninger innebærer.
Annet, spesifiser hvilke		
Skal direkte personidentifiserende opplysninger kobles til datamaterialet (koblingsnøkkel)?	Ja ○ Nei ●	Merk at meldeplikten utløses selv om du ikke får tilgang til koblingsnøkkel , slik fremgangsmåten ofte er når man benytter en databehandler .
Samles det inn bakgrunnsopplysninger som kan identifisere enkeltpersoner (indirekte personidentifiserende opplysninger)?	Ja ● Nei ○	En person vil være indirekte identifiserbar dersom det er mulig å identifisere vedkommende gjennom bakgrunnsopplysninger som for eksempel bostedskommune eller arbeidsplass/skole kombinert med opplysninger som alder, kjønn, yrke, diagnose, etc.
Hvis ja, hvilke	Arbeidsplass, yrke, kjønn	NB! For at stemme skal regnes som personidentifiserende, må denne bli registrert i kombinasjon med andre opplysninger, slik at personer kan gjenkjennes.
Skal det registreres personopplysninger (direkte/indirekte/via IP-/epost adresse, etc) ved hjelp av nettbaserte spørreskjema?	Ja ○ Nei ●	Les mer om nettbaserte spørreskjema .
Blir det registrert personopplysninger på digitale bilde- eller videoopptak?	Ja ○ Nei ●	Bilde/videoopptak av ansikter vil regnes som personidentifiserende.
Søkes det vurdering fra REK om hvorvidt prosjektet er omfattet av helseforskningsloven?	Ja ○ Nei ●	NB! Dersom REK (Regional Komité for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk) har vurdert prosjektet som helseforskning, er det ikke nødvendig å sende inn meldeskjema til personvernombudet (NB! Gjelder ikke prosjekter som skal benytte data fra pseudonyme helseregistre). Les mer. Dersom tilbakemelding fra REK ikke foreligger, anbefaler vi at du avventer videre utfylling til svar fra REK foreligger.
2. Prosjekttittel		
Prosjekttittel	Involverende planlegging i større byggeprosjekter (arbeidstittel)	Oppgi prosjektets tittel. NB! Dette kan ikke være «Masteroppgave» eller liknende, navnet må beskrive prosjektets innhold.
3. Behandlingsansvarlig institusjon		
Institusjon	Universitetet i Agder	Velg den institusjonen du er tilknyttet. Alle nivå må oppgis. Ved studentprosjekt er det studentens tilknytning som er avgjørende. Dersom institusjonen ikke finnes på listen, har den ikke avtale med NSD som personvernombud. Vennligst ta kontakt med institusjonen. Les mer om behandlingsansvarlig institusjon .
Avdeling/Fakultet	Fakultet for teknologi og realfag	
Institutt	Institutt for ingeniørvitenskap	
4. Daglig ansvarlig (forsker, veileder, stipendiat)		

Fornavn	John	Før opp navnet på den som har det daglige ansvaret for prosjektet. Veileder er vanligvis daglig ansvarlig ved studentprosjekt. Les mer om daglig ansvarlig . Daglig ansvarlig og student må i utgangspunktet være tilknyttet samme institusjon. Dersom studenten har ekstern veileder, kan biveileder eller fagansvarlig ved studiestedet stå som daglig ansvarlig. Arbeidssted må være tilknyttet behandlingsansvarlig institusjon, f.eks. underavdeling, institutt etc. NB! Det er viktig at du oppgir en e-postadresse som brukes aktivt. Vennligst gi oss beskjed dersom den endres.
Etternavn	Skaar	
Stilling	Universitetslektor	
Telefon	919 09 313	
Mobil		
E-post	john.skaar@uia.no	
Alternativ e-post	harkunenmail@uia.no	
Arbeidssted	Universitetet i Agder, campus Grimstad	
Adresse (arb.)	Jon Lilletunsvei 9	
Postnr./sted (arb.sted)	4879 Grimstad	
5. Student (master, bachelor)		
Studentprosjekt	Ja ● Nei ○	Dersom det er flere studenter som samarbeider om et prosjekt, skal det velges en kontaktperson som føres opp her. Øvrige studenter kan føres opp under pkt 10.
Fornavn	Marius	
Etternavn	Langenes	
Telefon	99545835	
Mobil		
E-post	mariul14@student.uia.no	
Alternativ e-post	mariuslangenes@icloud.com	
Privatadresse	Ausvigheia 86	
Postnr./sted (privatadr.)	4641 Søgne	
Type oppgave	<ul style="list-style-type: none"> ● Masteroppgave ○ Bacheloroppgave ○ Semesteroppgave ○ Annet 	
6. Formålet med prosjektet		
Formål	<p>Masteroppgave er i samarbeid med Skanska Kristiansand. Tar for seg et fremtidig byggeprosjekt og ønsker å intervju tømrrere, produksjonsledere, prosjektledere fra Skanska, samt andre involverte fag/bedrifter. Med informasjonen vi får ut av intervjuene ønsker vi å optimalisere flyten på byggeplass. Personen som har blitt intervjuet vil bli referert med navn, stilling og bedrift.</p> <p>Forskerspørsmål: Hvordan kan involverende planlegging optimalisere prosjektflyt i innredningsarbeider? - Hvordan kan sløsing reduseres? - Hvordan påvirker lokasjonsbasert planlegging prosjektflyten?</p>	Redegjør kort for prosjektets formål, problemstilling, forskningsspørsmål e.l.
7. Hvilke personer skal det innhentes personopplysninger om (utvalg)?		
Kryss av for utvalg	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Barnehagebarn <input type="checkbox"/> Skoleelever <input type="checkbox"/> Pasienter <input type="checkbox"/> Brukere/klienter/kunder <input checked="" type="checkbox"/> Ansatte <input type="checkbox"/> Barnevernsbarn <input type="checkbox"/> Lærere <input type="checkbox"/> Helsepersonell <input type="checkbox"/> Asylsøkere <input type="checkbox"/> Andre 	Les mer om forskjellige forskningstematikker og utvalg .
Beskriv utvalg/deltakere	håndverkere, produksjonsledere og prosjektledere fra bedrifter involvert i byggeprosjektet vi har som case.	Med utvalg menes dem som deltar i undersøkelsen eller dem det innhentes opplysninger om.

Rekruttering/trekking	Gjennom bedriften vi skriver for	Beskriv hvordan utvalget trekkes eller rekrutteres og oppgi hvem som foretar den. Et utvalg kan rekrutteres gjennom f.eks. en bedrift, skole, idrettsmiljø eller eget nettverk, eller trekkes fra registre som f.eks. Folkeregisteret, SSB-registre, pasientregistre.
Førstegangskontakt	Blir opprettet gjennom ekstern veileder for prosjektet som er ansatt i Skanska. Olaug Ingeborg Hofgaard-Espeland	Beskriv hvordan førstegangskontakten opprettes og oppgi hvem som foretar den. Les mer om førstegagskontakt og forskjellige utvalg på våre temasider .
Alder på utvalget	<input type="checkbox"/> Barn (0-15 år) <input type="checkbox"/> Ungdom (16-17 år) <input checked="" type="checkbox"/> Voksne (over 18 år)	Les om forskning som involverer barn på våre nettsider.
Omtrentlig antall personer som inngår i utvalget	15	
Samles det inn sensitive personopplysninger?	Ja <input type="radio"/> Nei <input checked="" type="radio"/>	Les mer om sensitive opplysninger .
Hvis ja, hvilke?	<input type="checkbox"/> Rasemessig eller etnisk bakgrunn, eller politisk, filosofisk eller religiøs oppfatning <input type="checkbox"/> At en person har vært mistenkt, siktet, tiltalt eller dømt for en straffbar handling <input type="checkbox"/> Helseforhold <input type="checkbox"/> Seksuelle forhold <input type="checkbox"/> Medlemskap i fagforeninger	
Inkluderes det myndige personer med redusert eller manglende samtykkekompetanse?	Ja <input type="radio"/> Nei <input checked="" type="radio"/>	Les mer om pasienter, brukere og personer med redusert eller manglende samtykkekompetanse .
Samles det inn personopplysninger om personer som selv ikke deltar (tredjepersoner)?	Ja <input type="radio"/> Nei <input checked="" type="radio"/>	Med opplysninger om tredjeperson menes opplysninger som kan identifisere personer (direkte eller indirekte) som ikke inngår i utvalget. Eksempler på tredjeperson er kollega, elev, klient, familiemedlem, som identifiseres i datamaterialet. Les mer .

8. Metode for innsamling av personopplysninger

Kryss av for hvilke datainnsamlingsmetoder og datakilder som vil benyttes	<input type="checkbox"/> Papirbasert spørreskjema <input type="checkbox"/> Elektronisk spørreskjema <input checked="" type="checkbox"/> Personlig intervju <input type="checkbox"/> Gruppeintervju <input type="checkbox"/> Observasjon <input type="checkbox"/> Deltakende observasjon <input type="checkbox"/> Blogg/sosiale medier/internett <input type="checkbox"/> Psykologiske/pedagogiske tester <input type="checkbox"/> Medisinske undersøkelser/tester <input type="checkbox"/> Journaldata (medisinske journaler)	Personopplysninger kan innhentes direkte fra den registrerte f.eks. gjennom spørreskjema, intervju, tester, og/eller ulike journaler (f.eks. elevmapper, NAV, PPT, sykehus) og/eller registre (f.eks. Statistisk sentralbyrå, sentrale helseregistre). NB! Dersom personopplysninger innhentes fra forskjellige personer (utvalg) og med forskjellige metoder, må dette spesifiseres i kommentar-boksen. Husk også å legge ved relevante vedlegg til alle utvalgs-gruppene og metodene som skal benyttes. Les mer om registerstudier . Dersom du skal anvende registerdata, må variabeliste lastes opp under pkt. 15 Les mer om forskningsmetoder .
	<input type="checkbox"/> Registerdata	
	<input type="checkbox"/> Annen innsamlingsmetode	
Tilleggsopplysninger		

9. Informasjon og samtykke

Oppgi hvordan utvalget/deltakerne informeres	<input type="checkbox"/> Skriftlig <input checked="" type="checkbox"/> Muntlig <input type="checkbox"/> Informeres ikke	Dersom utvalget ikke skal informeres om behandlingen av personopplysninger må det begrunnes. Les mer . Vennligst send inn mal for skriftlig eller muntlig informasjon til deltakerne sammen med meldeskjema. Last ned en veiledende mal her . Les om krav til informasjon og samtykke . NB! Vedlegg lastes opp til sist i meldeskjemaet, se punkt 15 Vedlegg.
Samtykker utvalget til deltakelse?	<input checked="" type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nei <input type="radio"/> Flere utvalg, ikke samtykke fra alle	For at et samtykke til deltakelse i forskning skal være gyldig, må det være frivillig, uttrykkelig og informert . Samtykke kan gis skriftlig, muntlig eller gjennom en aktiv handling. For eksempel vil et besvart spørreskjema være å regne som et aktivt samtykke. Dersom det ikke skal innhentes samtykke, må det begrunnes. Les mer .

10. Informasjonssikkerhet		
Spesifiser	Referater fra intervjuene vil bli lagt i vedlegget til rapporten. I tillegg vil utvalget bli nevnt på navn, yrke og bedrift hvis dette er nødvendig.	NB! Som hovedregel bør ikke direkte personidentifiserende opplysninger registreres sammen med det øvrige datamaterialet. Vi anbefaler koblingsnøkkel .
Hvordan registreres og oppbevares personopplysningene?	<input type="checkbox"/> På server i virksomhetens nettverk <input type="checkbox"/> Fysisk isolert PC tilhørende virksomheten (dvs. ingen tilknytning til andre datamaskiner eller nettverk, interne eller eksterne) <input type="checkbox"/> Datamaskin i nettverkssystem tilknyttet Internett tilhørende virksomheten <input checked="" type="checkbox"/> Privat datamaskin <input type="checkbox"/> Videoopptak/fotografi <input type="checkbox"/> Lydopptak <input checked="" type="checkbox"/> Notater/papir <input type="checkbox"/> Mobile lagringsenheter (bærbar datamaskin, minnepenn, minnekort, cd, ekstern harddisk, mobiltelefon) <input type="checkbox"/> Annen registreringsmetode	<p>Merk av for hvilke hjelpemidler som benyttes for registrering og analyse av opplysninger.</p> <p>Sett flere kryss dersom opplysningene registreres på flere måter.</p> <p>Med «virksomhet» menes her behandlingsansvarlig institusjon.</p> <p>NB! Som hovedregel bør data som inneholder personopplysninger lagres på behandlingsansvarlig sin forskningsserver.</p> <p>Lagring på andre medier - som privat pc, mobiltelefon, minnepinne, server på annet arbeidssted - er mindre sikkert, og må derfor begrunnes. Slik lagring må avklares med behandlingsansvarlig institusjon, og personopplysningene bør krypteres.</p>
Annen registreringsmetode beskriv		
Hvordan er datamaterialet beskyttet mot at uvedkommende får innsyn?	Brukernavn og passord	Er f.eks. datamaskintilgangen beskyttet med brukernavn og passord, står datamaskinen i et låsbart rom, og hvordan sikres bærbare enheter, utskrifter og opptak?
Samles opplysningene inn/behandles av en databehandler (ekstern aktør)?	Ja <input type="radio"/> Nei <input checked="" type="radio"/>	Dersom det benyttes eksterne til helt eller delvis å behandle personopplysninger, f.eks. Questback, transkriberingsassistent eller tolk, er dette å betrakte som en databehandler . Slike oppdrag må kontraktreguleres.
Hvis ja, hvilken		
Overføres personopplysninger ved hjelp av e-post/Internett?	Ja <input type="radio"/> Nei <input checked="" type="radio"/>	F.eks. ved overføring av data til samarbeidspartner, databehandler mm.
Hvis ja, beskriv?		<p>Dersom personopplysninger skal sendes via internett, bør de krypteres tilstrekkelig.</p> <p>Vi anbefaler ikke lagring av personopplysninger på nettskytjenester. Bruk av nettskytjenester må avklares med behandlingsansvarlig institusjon.</p> <p>Dersom nettskytjeneste benyttes, skal det inngås skriftlig databehandleravtale med leverandøren av tjenesten. Les mer.</p>
Skal andre personer enn daglig ansvarlig/student ha tilgang til datamaterialet med personopplysninger?	Ja <input type="radio"/> Nei <input checked="" type="radio"/>	
Hvis ja, hvem (oppgi navn og arbeidssted)?		
Utleveres/deles personopplysninger med andre institusjoner eller land?	<input checked="" type="radio"/> Nei <input type="radio"/> Andre institusjoner <input type="radio"/> Institusjoner i andre land	F.eks. ved nasjonale samarbeidsprosjekter der personopplysninger utveksles eller ved internasjonale samarbeidsprosjekter der personopplysninger utveksles.
11. Vurdering/godkjenning fra andre instanser		
Søkes det om dispensasjon fra taushetsplikten for å få tilgang til data?	Ja <input type="radio"/> Nei <input checked="" type="radio"/>	For å få tilgang til taushetsbelagte opplysninger fra f.eks. NAV, PPT, sykehus, må det søkes om dispensasjon fra taushetsplikten . Dispensasjon søkes vanligvis fra aktuelt departement.
Hvis ja, hvilke		
Søkes det godkjenning fra andre instanser?	Ja <input type="radio"/> Nei <input checked="" type="radio"/>	I noen forskningsprosjekter kan det være nødvendig å søke flere tillatelser. Søkes det f.eks. om tilgang til data fra en registreier? Søkes det om tillatelse til forskning i en virksomhet eller en skole? Les mer om andre godkjenninger .
Hvis ja, hvilken		
12. Periode for behandling av personopplysninger		
Prosjektstart	29.01.2018	Prosjektstart Vennligst oppgi tidspunktet for når kontakt med utvalget skal gjøres/datainnsamlingen starter.
Planlagt dato for prosjektslutt	14.06.2018	Prosjektslutt: Vennligst oppgi tidspunktet for når datamaterialet enten skal anonymiseres/slettes, eller arkiveres i påvente av oppfølgingsstudier eller annet.

Skal personopplysninger publiseres (direkte eller indirekte)?	<input checked="" type="checkbox"/> Ja, direkte (navn e.l.) <input type="checkbox"/> Ja, indirekte (identifiserende bakgrunnsopplysninger) <input type="checkbox"/> Nei, publiseres anonymt	Les mer om direkte og indirekte personidentifiserende opplysninger. NB! Dersom personopplysninger skal publiseres, må det vanligvis innhentes eksplisitt samtykke til dette fra den enkelte, og deltakere bør gis anledning til å lese gjennom og godkjenne sitater.
Hva skal skje med datamaterialet ved prosjektslutt?	<input type="checkbox"/> Datamaterialet anonymiseres <input checked="" type="checkbox"/> Datamaterialet oppbevares med personidentifikasjon	NB! Her menes datamaterialet, ikke publikasjon. Selv om data publiseres med personidentifikasjon skal som regel øvrig data anonymiseres. Med anonymisering menes at datamaterialet bearbeides slik at det ikke lenger er mulig å føre opplysningene tilbake til enkeltpersoner. Les mer om anonymisering av data .
Planlagt dato for avsluttet behandling av personopplysninger:	15.06.2018	NB! Merk at "Planlagt dato for avsluttet behandling av personopplysninger" må være senere enn "Planlagt dato for prosjektslutt" over.
Oppgi hvorfor	<input checked="" type="checkbox"/> Oppbevares for oppfølgingsstudier/videre forskning <input type="checkbox"/> Oppbevares for undervisningsformål <input type="checkbox"/> Annet	Hovedregelen for videre oppbevaring av data med personidentifikasjon er samtykke fra den registrerte. Årsaker til oppbevaring kan være planlagte oppfølgingsstudier, undervisningsformål eller annet. Datamaterialet kan oppbevares ved egen institusjon, offentlig arkiv eller annet. Les om arkivering hos NSD.
Annet, beskriv		
Hvor skal datamaterialet oppbevares?	Masteroppgave blir publisert, men eget materiell fra intervju vil bli slettet fra personlig datamaskin	
13. Finansiering		
Hvordan finansieres prosjektet?		Fylles ut ved eventuell ekstern finansiering (oppdragsforskning, annet).
14. Tilleggsopplysninger		
Tilleggsopplysninger		Dersom prosjektet er del av et prosjekt (eller skal ha data fra et prosjekt) som allerede har tilrådning fra personvernombudet og/eller konsesjon fra Datatilsynet, beskriv dette her og oppgi navn på prosjektleder, prosjektittel og/eller prosjektnummer.
15. Vedlegg		
Vedlegg	Antall vedlegg: 3. <ul style="list-style-type: none"> ● intervju_formann.pdf ● intervju_produksjonsleder.pdf ● intervju_prosjektleder.pdf 	

12.2.2 Innvilget søknad

John Skaar

4630 KRISTIANSAND S

Vår dato: 10.04.2018

Vår ref: 59970 / 3 / LAR

Deres dato:

Deres ref:

Vurdering fra NSD Personvernombudet for forskning § 31

Personvernombudet for forskning viser til meldeskjema mottatt 20.03.2018 for prosjektet:

<i>59970</i>	<i>Involverende planlegging i større byggeprosjekter</i>
<i>Behandlingsansvarlig</i>	<i>Universitetet i Agder, ved institusjonens øverste leder</i>
<i>Daglig ansvarlig</i>	<i>John Skaar</i>
<i>Student</i>	<i>Marius Langenes</i>

Vurdering

Etter gjennomgang av opplysningene i meldeskjemaet og øvrig dokumentasjon finner vi at prosjektet er meldepliktig og at personopplysningene som blir samlet inn i dette prosjektet er regulert av personopplysningsloven § 31. På den neste siden er vår vurdering av prosjektopplegget slik det er meldt til oss. Du kan nå gå i gang med å behandle personopplysninger.

Vilkår for vår anbefaling

Vår anbefaling forutsetter at du gjennomfører prosjektet i tråd med:

- opplysningene gitt i meldeskjemaet og øvrig dokumentasjon
- vår prosjektvurdering, se side 2
- eventuell korrespondanse med oss

Vi forutsetter at du ikke innhenter sensitive personopplysninger.

Meld fra hvis du gjør vesentlige endringer i prosjektet

Dersom prosjektet endrer seg, kan det være nødvendig å sende inn endringsmelding. På våre nettsider finner du svar på hvilke [endringer](#) du må melde, samt endringskjema.

Opplysninger om prosjektet blir lagt ut på våre nettsider og i Meldingsarkivet

Vi har lagt ut opplysninger om prosjektet på nettsidene våre. Alle våre institusjoner har også tilgang til egne prosjekter i [Meldingsarkivet](#).

Vi tar kontakt om status for behandling av personopplysninger ved prosjektslutt

Ved prosjektslutt 14.06.2018 vil vi ta kontakt for å avklare status for behandlingen av

Dokumentet er elektronisk produsert og godkjent ved NSDs rutiner for elektronisk godkjenning.

personopplysninger.

Se våre nettsider eller ta kontakt dersom du har spørsmål. Vi ønsker lykke til med prosjektet!

Marianne Høgetveit Myhren

Lasse André Raa

Kontaktperson: Lasse André Raa tlf: 55 58 20 59 / Lasse.Raa@nsd.no

Vedlegg: Prosjektvurdering

Kopi: Marius Langenes, mariul14@student.uia.no



INFORMASJON OG SAMTYKKE

Dere har opplyst i meldeskjema at utvalget vil motta muntlig informasjon om prosjektet, og samtykke muntlig til å delta. Vi gjør oppmerksom på at for å innhente et gyldig samtykke må utvalget minst motta følgende informasjon:

- hva som er formålet med prosjektet og hva opplysningene vil bli brukt til
- hvilke opplysninger som samles inn og hvordan opplysningene samles inn
- at deltakelse i prosjektet er frivillig, og at man kan trekke seg uten begrunnelse
- hvem som vil få tilgang til opplysningene
- når prosjektet vil bli avsluttet og hva som vil skje med opplysningene ved prosjektslutt; opplysningene anonymiseres, slettes eller lagres/arkiveres
- navn og kontaktopplysninger til behandlingsansvarlig institusjon
- navn og kontaktopplysninger til den daglig ansvarlige for prosjektet, samt til studenten ved studentprosjekt

DATASIKKERHET

Personvernombudet forutsetter at dere behandler alle data i tråd med Universitetet i Agder sine retningslinjer for datahåndtering og informasjonssikkerhet. Vi legger til grunn at bruk av privat datamaskin er i samsvar med institusjonens retningslinjer.

PUBLISERING AV PERSONOPPLYSNINGER

Dere har opplyst i meldeskjema at personopplysninger publiseres. Personvernombudet har lagt til grunn at dere innhenter samtykke fra den enkelte informanten til publiseringen. Vi anbefaler at hver enkelt informant får anledning til å lese og godkjenne sine opplysninger før publisering.

PROSJEKTSLUTT

Prosjektslutt er oppgitt til 14.06.2018. Det fremgår av meldeskjema at dere vil anonymisere datamaterialet ved prosjektslutt. Anonymisering innebærer vanligvis å:

- slette direkte identifiserbare opplysninger som navn, fødselsnummer, koblingsnøkkel
- slette eller omskrive/gruppere indirekte identifiserbare opplysninger som bosted/arbeidssted, alder, kjønn
- slette lydopptak

For en utdypende beskrivelse av anonymisering av personopplysninger, se Datatilsynets veileder:

<https://www.datatilsynet.no/globalassets/global/regelverk-skjema/veiledere/anonymisering-veileder-041115.pdf>

Erklæring om bruk av navn/arbeidssted/yrke/prosjekt i rapport og opptak av samtale

For å innhente et gyldig samtykke må utvalget minst motta følgende informasjon:

1.	Formålet med prosjektet og hva opplysningene vil bli brukt til	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	Hvilke opplysninger som samles inn og hvordan opplysningene samles inn	<input checked="" type="checkbox"/>
3.	At deltakelse i prosjektet er frivillig, og at man kan trekke seg uten begrunnelse	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	Hvem som vil få tilgang til opplysningene	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	Når prosjektet vil bli avsluttet og hva som vil skje med opplysningene ved prosjektslutt; opplysningene slettes	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	Navn og kontaktopplysninger til behandlingsansvarlig institusjon: Universitet i Agder, Grimstad v/Paul Ragnar Svennevig, tlf: 372 33 254	<input checked="" type="checkbox"/>
7.	Navn og kontaktopplysninger til den daglig ansvarlige for prosjektet, samt til studenten ved studentprosjekt: Daglig ansvarlig: John Skaar, veileder UiA, tlf: 919 09 313 Student: Marius Langenes, tlf 995 45 835	<input checked="" type="checkbox"/>

- Jeg godtar at følgende at samtlige punkter over er blitt informert før intervju.
- Navn/arbeidsted/prosjekter/yrke kan kun brukes i forhold til intervjuet og temaene rundt intervjuet i masteroppgaven. Opptaket fra intervjuet skal ikke publiseres og kun brukes for hjelp til analysering av intervjuet og vil ikke bli vedlagt rapporten. Et sammendrag fra intervjuet kan bli publisert i masteroppgaven.
- Lydopptak og eventuelle andre notater fra intervju vil bli slettet ved prosjektslutt 14.06.2018

Steiner Holbak

Navn

Vennesla

Sted

Steiner Holbak

Underskrift

23/4-18

Dato

Erklæring om bruk av navn/arbeidssted/yrke/prosjekt i rapport og opptak av samtale

For å innhente et gyldig samtykke må utvalget minst motta følgende informasjon:

1.	Formålet med prosjektet og hva opplysningene vil bli brukt til	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	Hvilke opplysninger som samles inn og hvordan opplysningene samles inn	<input checked="" type="checkbox"/>
3.	At deltakelse i prosjektet er frivillig, og at man kan trekke seg uten begrunnelse	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	Hvem som vil få tilgang til opplysningene	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	Når prosjektet vil bli avsluttet og hva som vil skje med opplysningene ved prosjektslutt; opplysningene slettes	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	Navn og kontaktopplysninger til behandlingsansvarlig institusjon: Universitet i Agder, Grimstad v/Paul Ragnar Svennevig, tlf: 372 33 254	<input checked="" type="checkbox"/>
7.	Navn og kontaktopplysninger til den daglig ansvarlige for prosjektet, samt til studenten ved studentprosjekt: Daglig ansvarlig: John Skaar, veileder UiA, tlf: 919 09 313 Student: Marius Langenes, tlf 995 45 835	<input checked="" type="checkbox"/>

- Jeg godtar at følgende at samtlige punkter over er blitt informert før intervju.
- Navn/arbeidsted/prosjekter/yrke kan kun brukes i forhold til intervjuet og temaene rundt intervjuet i masteroppgaven. Opptaket fra intervjuet skal ikke publiseres og kun brukes for hjelp til analysering av intervjuet og vil ikke bli vedlagt rapporten. Et sammendrag fra intervjuet kan bli publisert i masteroppgaven.
- Lydopptak og eventuelle andre notater fra intervju vil bli slettet ved prosjektslutt 14.06.2018

TORBjørn OLSEN

Navn

Vennesla 23.04.2

Sted

[Signature]

Underskrift

23.04.2018

Dato

Erklæring om bruk av navn/arbeidssted/yrke/prosjekt i rapport og opptak av samtale

For å innhente et gyldig samtykke må utvalget minst motta følgende informasjon:

1.	Formålet med prosjektet og hva opplysningene vil bli brukt til	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	Hvilke opplysninger som samles inn og hvordan opplysningene samles inn	<input checked="" type="checkbox"/>
3.	At deltakelse i prosjektet er frivillig, og at man kan trekke seg uten begrunnelse	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	Hvem som vil få tilgang til opplysningene	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	Når prosjektet vil bli avsluttet og hva som vil skje med opplysningene ved prosjektslutt; opplysningene slettes	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	Navn og kontaktopplysninger til behandlingsansvarlig institusjon: Universitet i Agder, Grimstad v/Paul Ragnar Svennevig, tlf: 372 33 254	<input checked="" type="checkbox"/>
7.	Navn og kontaktopplysninger til den daglig ansvarlige for prosjektet, samt til studenten ved studentprosjekt: Daglig ansvarlig: John Skaar, veileder UiA, tlf: 919 09 313 Student: Marius Langenes, tlf 995 45 835	<input checked="" type="checkbox"/>

- Jeg godtar at følgende at samtlige punkter over er blitt informert før intervju.
- Navn/arbeidsted/prosjekter/yrke kan kun brukes i forhold til intervjuet og temaene rundt intervjuet i masteroppgaven. Opptaket fra intervjuet skal ikke publiseres og kun brukes for hjelp til analysing av intervjuet og vil ikke bli vedlagt rapporten. Et sammendrag fra intervjuet kan bli publisert i masteroppgaven.
- Lydopptak og eventuelle andre notater fra intervju vil bli slettet ved prosjektslutt 14.06.2018

SHIRLEY NETLAND

Navn

Kristiansund

Sted

Shirley Netland

Underskrift

16/4 - 18

Dato

Erklæring om bruk av navn/arbeidssted/yrke/prosjekt i rapport og opptak av samtale

For å innhente et gyldig samtykke må utvalget minst motta følgende informasjon:

1.	Formålet med prosjektet og hva opplysningene vil bli brukt til	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	Hvilke opplysninger som samles inn og hvordan opplysningene samles inn	<input checked="" type="checkbox"/>
3.	At deltakelse i prosjektet er frivillig, og at man kan trekke seg uten begrunnelse	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	Hvem som vil få tilgang til opplysningene	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	Når prosjektet vil bli avsluttet og hva som vil skje med opplysningene ved prosjektslutt; opplysningene slettes	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	Navn og kontaktopplysninger til behandlingsansvarlig institusjon: Universitet i Agder, Grimstad v/Paul Ragnar Svennevig, tlf: 372 33 254	<input checked="" type="checkbox"/>
7.	Navn og kontaktopplysninger til den daglig ansvarlige for prosjektet, samt til studenten ved studentprosjekt: Daglig ansvarlig: John Skaar, veileder UiA, tlf: 919 09 313 Student: Marius Langenes, tlf 995 45 835	<input checked="" type="checkbox"/>

- Jeg godtar at følgende at samtlige punkter over er blitt informert før intervju.
- Navn/arbeidsted/prosjekter/yrke kan kun brukes i forhold til intervjuet og temaene rundt intervjuet i masteroppgaven. Opptaket fra intervjuet skal ikke publiseres og kun brukes for hjelp til analysering av intervjuet og vil ikke bli vedlagt rapporten. Et sammendrag fra intervjuet kan bli publisert i masteroppgaven.
- Lydopptak og eventuelle andre notater fra intervju vil bli slettet ved prosjektslutt 14.06.2018

Paul Erik Møller-Sørensen

Navn

U.R. Skaar

Sted

[Signature]

Underskrift

16/4-18

Dato

Erklæring om bruk av navn/arbeidssted/yrke/prosjekt i rapport og opptak av samtale

For å innhente et gyldig samtykke må utvalget minst motta følgende informasjon:

1.	Formålet med prosjektet og hva opplysningene vil bli brukt til	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	Hvilke opplysninger som samles inn og hvordan opplysningene samles inn	<input checked="" type="checkbox"/>
3.	At deltakelse i prosjektet er frivillig, og at man kan trekke seg uten begrunnelse	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	Hvem som vil få tilgang til opplysningene	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	Når prosjektet vil bli avsluttet og hva som vil skje med opplysningene ved prosjektslutt; opplysningene slettes	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	Navn og kontaktopplysninger til behandlingsansvarlig institusjon: Universitet i Agder, Grimstad v/Paul Ragnar Svennevig, tlf: 372 33 254	<input checked="" type="checkbox"/>
7.	Navn og kontaktopplysninger til den daglig ansvarlige for prosjektet, samt til studenten ved studentprosjekt: Daglig ansvarlig: John Skaar, veileder UiA, tlf: 919 09 313 Student: Marius Langenes, tlf 995 45 835	<input checked="" type="checkbox"/>

- Jeg godtar at følgende at samtlige punkter over er blitt informert før intervju.
- Navn/arbeidsted/prosjekter/yrke kan kun brukes i forhold til intervjuet og temaene rundt intervjuet i masteroppgaven. Opptaket fra intervjuet skal ikke publiseres og kun brukes for hjelp til analysering av intervjuet og vil ikke bli vedlagt rapporten. Et sammendrag fra intervjuet kan bli publisert i masteroppgaven.
- Lydopptak og eventuelle andre notater fra intervju vil bli slettet ved prosjektslutt 14.06.2018

Terje Lian

Navn

Kr. Sma

Sted

Terje Lian

Underskrift

26.04.18

Dato

Erklæring om bruk av navn/arbeidssted/yrke/prosjekt i rapport og opptak av samtale

For å innhente et gyldig samtykke må utvalget minst motta følgende informasjon:

1.	Formålet med prosjektet og hva opplysningene vil bli brukt til	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	Hvilke opplysninger som samles inn og hvordan opplysningene samles inn	<input checked="" type="checkbox"/>
3.	At deltakelse i prosjektet er frivillig, og at man kan trekke seg uten begrunnelse	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	Hvem som vil få tilgang til opplysningene	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	Når prosjektet vil bli avsluttet og hva som vil skje med opplysningene ved prosjektslutt; opplysningene slettes	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	Navn og kontaktopplysninger til behandlingsansvarlig institusjon: Universitet i Agder, Grimstad v/Paul Ragnar Svennevig, tlf: 372 33 254	<input checked="" type="checkbox"/>
7.	Navn og kontaktopplysninger til den daglig ansvarlige for prosjektet, samt til studenten ved studentprosjekt: Daglig ansvarlig: John Skaar, veileder UiA, tlf: 919 09 313 Student: Marius Langenes, tlf 995 45 835	<input checked="" type="checkbox"/>

- Jeg godtar at følgende at samtlige punkter over er blitt informert før intervju.
- Navn/arbeidsted/prosjekter/yrke kan kun brukes i forhold til intervjuet og temaene rundt intervjuet i masteroppgaven. Opptaket fra intervjuet skal ikke publiseres og kun brukes for hjelp til analysering av intervjuet og vil ikke bli vedlagt rapporten. Et sammendrag fra intervjuet kan bli publisert i masteroppgaven.
- Lydopptak og eventuelle andre notater fra intervju vil bli slettet ved prosjektslutt 14.06.2018

INGE KNUTSEN
Navn

Kristiansand
Sted

Inge Knutsen
Underskrift

26/8-18
Dato

Erklæring om bruk av navn/arbeidssted/yrke/prosjekt i rapport og opptak av samtale

For å innhente et gyldig samtykke må utvalget minst motta følgende informasjon:

1.	Formålet med prosjektet og hva opplysningene vil bli brukt til	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	Hvilke opplysninger som samles inn og hvordan opplysningene samles inn	<input checked="" type="checkbox"/>
3.	At deltakelse i prosjektet er frivillig, og at man kan trekke seg uten begrunnelse	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	Hvem som vil få tilgang til opplysningene	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	Når prosjektet vil bli avsluttet og hva som vil skje med opplysningene ved prosjektslutt; opplysningene slettes	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	Navn og kontaktopplysninger til behandlingsansvarlig institusjon: Universitet i Agder, Grimstad v/Paul Ragnar Svennevig, tlf: 372 33 254	<input checked="" type="checkbox"/>
7.	Navn og kontaktopplysninger til den daglig ansvarlige for prosjektet, samt til studenten ved studentprosjekt: Daglig ansvarlig: John Skaar, veileder UiA, tlf: 919 09 313 Student: Marius Langenes, tlf 995 45 835	<input checked="" type="checkbox"/>

- Jeg godtar at følgende at samtlige punkter over er blitt informert før intervju.
- Navn/arbeidsted/prosjekter/yrke kan kun brukes i forhold til intervjuet og temaene rundt intervjuet i masteroppgaven. Opptaket fra intervjuet skal ikke publiseres og kun brukes for hjelp til analysering av intervjuet og vil ikke bli vedlagt rapporten. Et sammendrag fra intervjuet kan bli publisert i masteroppgaven.
- Lydopptak og eventuelle andre notater fra intervju vil bli slettet ved prosjektslutt 14.06.2018

Mats Svendsen

Navn

Mats Svendsen

Underskrift

Grimstad

Sted

07.05.2018

Dato

Erklæring om bruk av navn/arbeidssted/yrke/prosjekt i rapport og opptak av samtale

For å innhente et gyldig samtykke må utvalget minst motta følgende informasjon:

1.	Formålet med prosjektet og hva opplysningene vil bli brukt til	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	Hvilke opplysninger som samles inn og hvordan opplysningene samles inn	<input checked="" type="checkbox"/>
3.	At deltakelse i prosjektet er frivillig, og at man kan trekke seg uten begrunnelse	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	Hvem som vil få tilgang til opplysningene	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	Når prosjektet vil bli avsluttet og hva som vil skje med opplysningene ved prosjektslutt; opplysningene slettes	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	Navn og kontaktopplysninger til behandlingsansvarlig institusjon: Universitet i Agder, Grimstad v/Paul Ragnar Svennevig, tlf: 372 33 254	<input checked="" type="checkbox"/>
7.	Navn og kontaktopplysninger til den daglig ansvarlige for prosjektet, samt til studenten ved studentprosjekt: Daglig ansvarlig: John Skaar, veileder UiA, tlf: 919 09 313 Student: Marius Langenes, tlf 995 45 835	<input checked="" type="checkbox"/>

- Jeg godtar at følgende at samtlige punkter over er blitt informert før intervju.
- Navn/arbeidssted/prosjekter/yrke kan kun brukes i forhold til intervjuet og temaene rundt intervjuet i masteroppgaven. Opptaket fra intervjuet skal ikke publiseres og kun brukes for hjelp til analysering av intervjuet og vil ikke bli vedlagt rapporten. Et sammendrag fra intervjuet kan bli publisert i masteroppgaven.
- Lydopptak og eventuelle andre notater fra intervju vil bli slettet ved prosjektslutt 14.06.2018

Rooyk Kruvello
Navn

Arvid Sted
Sted

Kruvello
Underskrift

2/05-18
Dato

Erklæring om bruk av navn/arbeidssted/yrke/prosjekt i rapport og opptak av samtale

For å innhente et gyldig samtykke må utvalget minst motta følgende informasjon:

1.	Formålet med prosjektet og hva opplysningene vil bli brukt til	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	Hvilke opplysninger som samles inn og hvordan opplysningene samles inn	<input checked="" type="checkbox"/>
3.	At deltakelse i prosjektet er frivillig, og at man kan trekke seg uten begrunnelse	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	Hvem som vil få tilgang til opplysningene	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	Når prosjektet vil bli avsluttet og hva som vil skje med opplysningene ved prosjektslutt; opplysningene slettes	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	Navn og kontaktopplysninger til behandlingsansvarlig institusjon: Universitet i Agder, Grimstad v/Paul Ragnar Svennevig, tlf: 372 33 254	<input checked="" type="checkbox"/>
7.	Navn og kontaktopplysninger til den daglig ansvarlige for prosjektet, samt til studenten ved studentprosjekt: Daglig ansvarlig: John Skaar, veileder UiA, tlf: 919 09 313 Student: Marius Langenes, tlf 995 45 835	<input checked="" type="checkbox"/>

- Jeg godtar at følgende at samtlige punkter over er blitt informert før intervju.
- Navn/arbeidssted/prosjekter/yrke kan kun brukes i forhold til intervjuet og temaene rundt intervjuet i masteroppgaven. Opptaket fra intervjuet skal ikke publiseres og kun brukes for hjelp til analysering av intervjuet og vil ikke bli vedlagt rapporten. Et sammendrag fra intervjuet kan bli publisert i masteroppgaven.
- Lydopptak og eventuelle andre notater fra intervju vil bli slettet ved prosjektslutt 14.06.2018

Björn Østebø
Navn

Vennesla
Sted

Björn Østebø
Ønderskrift

18.05.2018
Dato

Erklæring om bruk av navn i rapport og opptak av samtale

Etter intervju 06.03.18 godtar jeg at mitt navn kan nevnes i masteroppgaven som skrives våren 2018 av Carl Tommy Ellingsen og Marius Langenes. Navnet kan kun brukes i forhold til intervjuet og temaene rundt intervjuet. Opptaket fra intervjuet skal ikke publiseres og kun brukes for hjelp til analysering av intervjuet og vil ikke bli vedlagt rapporten.

Thomas Iversen
Navn

Kristiansund
Sted

6/3 2018
Dato

Erklæring om bruk av navn i rapport og opptak av samtale

Etter intervju 06.03.18 godtar jeg at mitt navn kan nevnes i masteroppgaven som skrives våren 2018 av Carl Tommy Ellingsen og Marius Langenes. Navnet kan kun brukes i forhold til intervjuet og temaene rundt intervjuet. Opptaket fra intervjuet skal ikke publiseres og kun brukes for hjelp til analysering av intervjuet og vil ikke bli vedlagt rapporten.

Dijksh
Navn

Vind
Sted

06.03.18
Dato

Erklæring om bruk av navn i rapport og opptak av samtale

Etter intervju 06.03.18 godtar jeg at mitt navn kan nevnes i masteroppgaven som skrives våren 2018 av Carl Tommy Ellingsen og Marius Langenes. Navnet kan kun brukes i forhold til intervjuet og temaene rundt intervjuet. Opptaket fra intervjuet skal ikke publiseres og kun brukes for hjelp til analysering av intervjuet og vil ikke bli vedlagt rapporten.

Rune Håland
Navn

Kr. Sand
Sted

06.03.18
Dato

Erklæring om bruk av navn i rapport og opptak av samtale

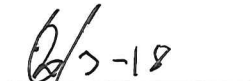
Etter intervju 06.03.18 godtar jeg at mitt navn kan nevnes i masteroppgaven som skrives våren 2018 av Carl Tommy Ellingsen og Marius Langenes. Navnet kan kun brukes i forhold til intervjuet og temaene rundt intervjuet. Opptaket fra intervjuet skal ikke publiseres og kun brukes for hjelp til analysering av intervjuet og vil ikke bli vedlagt rapporten.



Navn



Sted



Dato

Erklæring om bruk av navn i rapport og opptak av samtale

Etter intervju 06.03.18 godtar jeg at mitt navn kan nevnes i masteroppgaven som skrives våren 2018 av Carl Tommy Ellingsen og Marius Langenes. Navnet kan kun brukes i forhold til intervjuet og temaene rundt intervjuet. Opptaket fra intervjuet skal ikke publiseres og kun brukes for hjelp til analysering av intervjuet og vil ikke bli vedlagt rapporten.

Olav Hofgaard Espeland
Navn

Kr. sand
Sted

6. mars 2018
Dato

Erklæring om bruk av navn i rapport og opptak av samtale

Etter intervju 06.03.18 godtar jeg at mitt navn kan nevnes i masteroppgaven som skrives våren 2018 av Carl Tommy Ellingsen og Marius Langenes. Navnet kan kun brukes i forhold til intervjuet og temaene rundt intervjuet. Opptaket fra intervjuet skal ikke publiseres og kun brukes for hjelp til analysering av intervjuet og vil ikke bli vedlagt rapporten.

Leonard Hovden
Navn

Kr. SAND
Sted

6/3-18
Dato

Erklæring om bruk av navn i rapport og opptak av samtale

Etter intervju 06.03.18 godtar jeg at mitt navn kan nevnes i masteroppgaven som skrives våren 2018 av Carl Tommy Ellingsen og Marius Langenes. Navnet kan kun brukes i forhold til intervjuet og temaene rundt intervjuet. Opptaket fra intervjuet skal ikke publiseres og kun brukes for hjelp til analysering av intervjuet og vil ikke bli vedlagt rapporten.

Erik Sandness

Navn

Kv. sand

Sted

6/3-18

Dato

Erklæring om bruk av navn i rapport og opptak av samtale

Etter intervju 06.03.18 godtar jeg at mitt navn kan nevnes i masteroppgaven som skrives våren 2018 av Carl Tommy Ellingsen og Marius Langenes. Navnet kan kun brukes i forhold til intervjuet og temaene rundt intervjuet. Opptaket fra intervjuet skal ikke publiseres og kun brukes for hjelp til analysering av intervjuet og vil ikke bli vedlagt rapporten.

F. P. Ellingsen
Navn

Kristiansand
Sted

6/3-18
Dato

Erklæring om bruk av navn i rapport og opptak av samtale

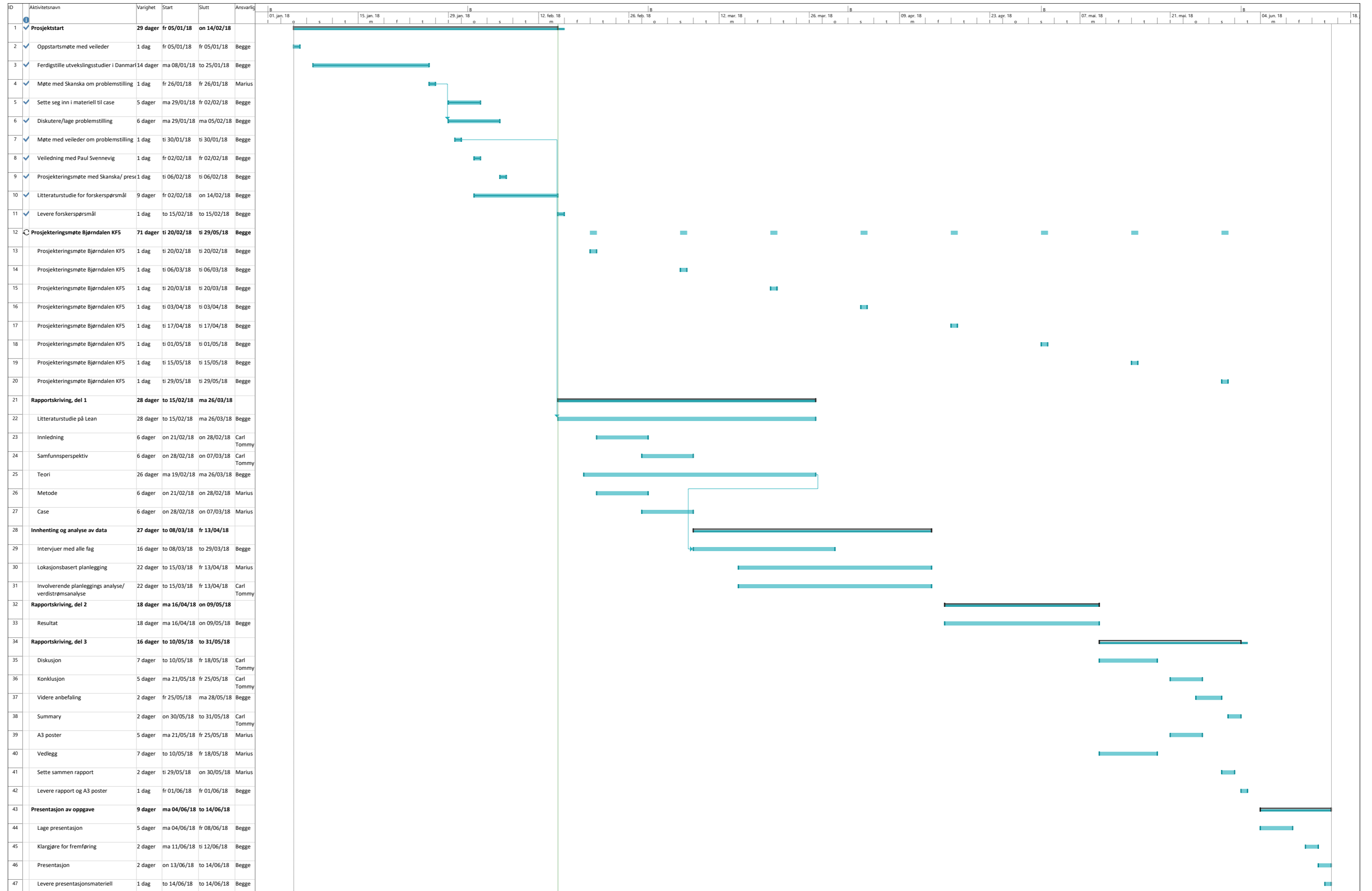
Etter intervju 06.03.18 godtar jeg at mitt navn kan nevnes i masteroppgaven som skrives våren 2018 av Carl Tommy Ellingsen og Marius Langenes. Navnet kan kun brukes i forhold til intervjuet og temaene rundt intervjuet. Opptaket fra intervjuet skal ikke publiseres og kun brukes for hjelp til analysering av intervjuet og vil ikke bli vedlagt rapporten.

Terje Vatn
Navn

Kristiansand 13/3
Sted

Dato

12.3 Fremdriftsplan



Prosjekt: Prosjektplan masterop
 Dato: to 15/02/18

■ Aktivitet
■ Milepæl
■ Deling
■ Sammenheng
■ Prosjektsammenheng
■ Inaktiv milepæl
■ Inaktiv sammenheng
■ Inaktiv aktivitet
■ Inaktiv sammenheng
■ Manuell aktivitet
■ Bare varighet
■ Manuell sammendragsfremheving
■ Manuelt sammendrag
■ Bare start
■ Bare slutt
■ Eksterne aktiviteter
■ Ekstern milepæl
■ Tidfrist
■ Fremdrift
■ Manuell fremdrift



Innledning

Byggebransjen er i stadig utvikling og kompleksiteten i dagens bygg øker. Dette stiller strenge krav til utførelsen. Samtidig er bransjen stadig mer presset på tid og pris, noe som resulterer i mangelfull gjennomføring, byggefeil og tilhørende samfunnsøkonomiske kostnader. Å levere byggeprosjekter med riktig kvalitet til avtalt tid og pris er derfor viktig både for bransjen og samfunnet generelt.

Lean Construction er en filosofi som søker å redusere sløsing, skape flyt, samt økt kvalitet og planpålitelighet i byggeprosjekter.



Illustrasjon Bjørndalen KF5. Trollvegg Arkitektstudio.

Masteroppgaven er skrevet i samarbeid med Skanska Bygg - Distrikt Agder, med Bjørndalen KF5 som case. Oppgaven tar for seg lokasjonsbasert planlegging og flytoptimalisering ved hjelp av involverende planlegging. Det ble vektlagt å gjennomføre oppgaven med høy grad av involvering fra fagpersonell, med det mål å forene teori og praksis på en fornuftig måte.

Oppgaven tar for seg innredningsarbeidene i syv leiligheter i 5. etasje, blokk A, i case-prosjektet. Gjennom involvering av fagpersonell har man

foretatt en tverrfaglig analyse, for å undersøke hvordan man kan sikre forutsetningene for gjennomføring og oppnå økt flyt i prosjektet.



KF5, Blokk A, Leilighet 501-507. Trollvegg Arkitektstudio.

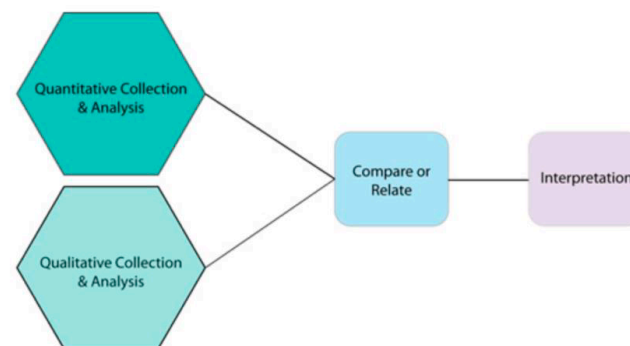
Forskerspørsmål

Hvordan kan involverende planlegging optimalisere prosjektflyt i innredningsarbeider?

- Hvordan kan sløsing reduseres?
- Hvordan påvirker lokasjonsbasert planlegging prosjektflyten?

Metode

Oppgaven kombinerer kvalitativ og kvantitativ metode gjennom en fremgangsmåte kalt *mikset metode*. Åpne intervju med fagarbeidere og prosjektledere utgjorde den kvalitative delen av undersøkelsen. Fremdriftsplanlegging i Vico Office, med tilhørende innsamling og usikkerhetsbehandling av gjennomføringstider, utgjorde den kvantitative.

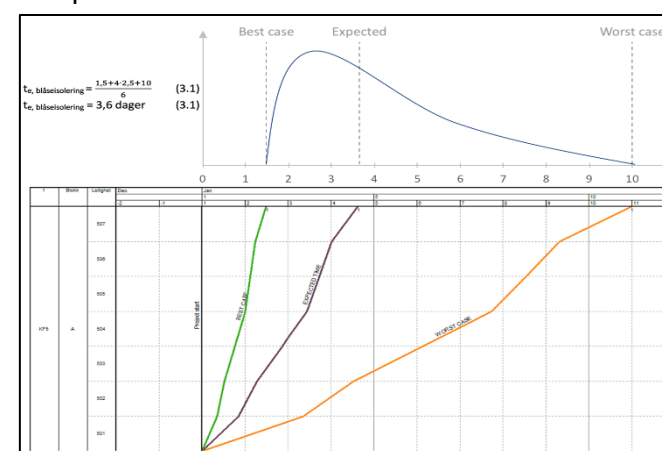


Mikset metode. Illustrasjon av Jeff Sauro.

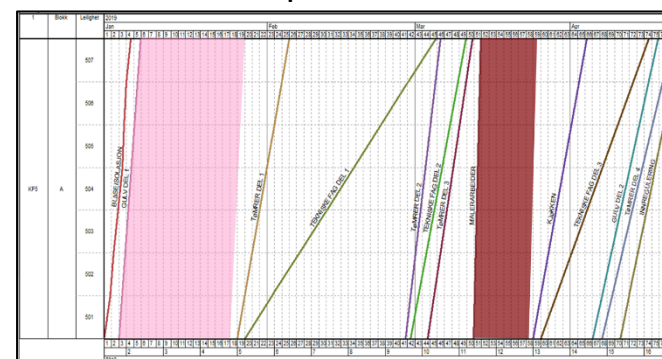
Resultat

Innredningsarbeidene oppgaven omhandler, er delt inn i 13 arbeidspakker. På bakgrunn av intervju med fagpersonell, gjennomført i oppgaven, har man for hver av arbeidspakkene identifisert kilder til sløsing og hvilke forutsetninger som må være på plass for å sikre god gjennomføring. I tillegg har man identifisert områder i prosjektstrukturen hvor forbedring kan bidra til å redusere sløsing og bedre prosjektflyten.

Gjennom intervjuene er det også innhentet gjennomføringstider som er blitt behandlet i et trepunktsestimat.

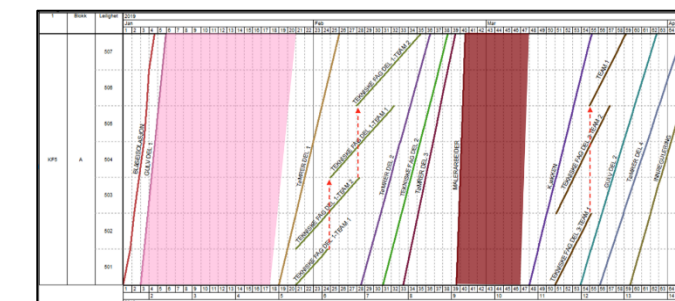


Usikkerhetsbehandling av gjennomføringstider med trepunktsestimat.



Lokasjonsbasert fremdriftsplan i Vico Office.

I Vico Office er det utarbeidet en lokasjonsbasert plan for gjennomføring av arbeidene, og en optimaliseringsprosess er gjennomgått for å forbedre flyten i arbeidene.



Fremdriftsplan etter flytoptimalisering

Konklusjon

Gjennom arbeidet med oppgaven har man avdekket flere kilder til hvordan involvering kan bidra til forbedring av prosjektflyt. Spesielt viktig her er involvering av fagarbeidere og formenn i planleggingen. Dette fører også til eierskaps- og ansvarsfølelse blant de involverte, noe som potensielt medfører økt planpålitelighet og dermed flyt i prosjektet.

Hovedsakelig foreslås det sløsing reduseres gjennom to angrepsvinkler:

- (1) Tilrettelegge prosjektene på en måte som skaper så lite sløsing som mulig.
- (2) Kartlegge potensielle former for sløsing og sikre forutsetningene for gjennomføring av de enkelte arbeidene.

Lokasjonsbasert planlegging har vist seg å være svært nyttig for å visualisere arealbruk og flyt av arbeider i prosjekt. Dette gjør at man kan planlegge for flyt og utnyttelse av lokasjoner på en effektiv måte. Videre utgjør planen et viktig verktøy for oppfølging og korrigering.

12.5 Møtereferater

12.5.1 Intern veileder

Veiledningsmøte		
05.01.18	12:00	Universitetet i Agder, campus Grimstad
Møtetype:	Veiledningsmøte	
Deltakere	John Skaar, Marius Langenes, Carl Tommy Ellingsen-Lind	
Emne: Veiledningsmøte		
Formål	Oppstartsmøte	
<u>Oppstart:</u> Presentere oss selv Drøfte ideer for oppgaven		
Konklusjoner		
Mulige tema: <ul style="list-style-type: none"> • Fremdrift • Gjennomføringsmodell for tidlig planlegging/ involvering av bruker. Basert på Lean Startup. • Bjørndalen (Skanska) • Muligheter for økt industrialisering Kontakt Yngve Sletten og/eller Ståle Stundal for å høre om Skanska har forslag til case og oppgave.		
Gjøremål	Ansvarlig(e)	Tidsfrist
Kontakt Yngve Sletten og/eller Ståle Stundal	ML	12.01.18

Veiledningsmøte		
30.01.18	12:00	Universitetet i Agder, campus Grimstad
Møtetype:	Veiledningsmøte	
Deltakere	John Skaar, Marius Langenes, Carl Tommy Ellingsen-Lind	
Emne: Veiledningsmøte		
Formål	Veiledningsmøte med intern veileder, avklare rammer for oppgaven	
<ul style="list-style-type: none"> • Presentere case fra Skanska • Kan vi bruke denne? Hva slags oppgave kan vi lage? Avgrensninger/rammer • Teori- Hvor begynner vi? 		
Konklusjoner		
Foreløpig utgangspunkt for oppgaven (grove rammer): Hvordan oppnår vi minst mulig (unødvendig) bevegelse under bygging? Minst mulig materialhåndtering? Se på dagens bevegelser. Hvordan forbedre? <ul style="list-style-type: none"> • Location-Based Planning • Terminal-mindre transport? • Arbeidspakke med materialer • Ser på dette som en mulighetsstudie. Ikke utvikling av selve materialpakkas innpakning? Anta at det er mulig. Ikke ta hensyn til at kunden kan endre underveis. Anta at dette er satt/ se bort håndtering av dette? • Tenke helhetlig på produksjonen. • Lage MVP? • Bruke Vico til Location-Based Planning? Høre med Skanska om de har en lisens vi kan bruke? John hører med Vico om vi eventuelt kan få en studentlisens. Teori <ul style="list-style-type: none"> • Kort om generelt (anta at leseren kan dette) • 7-wastes • Location-Based Planning • Verdistrømsanalyse • Rapporter fra Skaar 		

Møtereferat		
13.02.18	12:30	Universitetet I Agder, campus Grimstad
Møtetype:	Veiledningsmøte	
Deltakere	John Skaar, Marius Langenes, Carl Tommy Ellingsen-Lind	
Emne: Veiledningsmøte		
Formål		
<p>Oppdatere veileder på hvor vi er med oppgaven nå</p> <p>Avklare forskningsspørsmål</p> <p>Avtale/se på muligheten for felles møte med Skanska</p>		
Konklusjoner		
<p>Pga. dobbelbooking ble det kun tid til 30min møte.</p> <p>Forskerspørsmålet ble diskutert og det ble konstatert at det måtte konkretiseres og spisses en del.</p> <p>Gruppen jobber videre med et nytt utkast og sender til Skaar for vurdering.</p>		
Gjøremål	Ansvarlig(e)	Tidsfrist
Utarbeide ny revisjon av forskerspørsmålet	Begge	14.02.18

Møtereferat		
27.02.18	12:00	Universitetet I Agder, campus Grimstad
Møtetype:	Veiledningsmøte	
Deltakere	John Skaar, Marius Langenes, Carl Tommy Ellingsen-Lind	
Emne: Veiledningsmøte		
Formål		
<ol style="list-style-type: none"> Hvordan skal vi håndtere intervjuer med ansatte i Skanska? Hvordan sikre god/riktig datafangst? Får vi til et felles møte med Skanska? Tilbakemelding fra Paul: <p>Forskerspørsmål og fremdriftsplan er godkjent. anbefaler at dere lager en kort innledning til forskerspørsmålet, og at dere også legger inn en tekst etter selve forskerspørsmålet - som sier noe ala dette "for å svare på dette spørsmålet, så må vi se nærmere på disse underspørsmålene". Dette gjør det enklere å diskutere og konkludere på oppgaven.</p>		
Konklusjoner		
<ol style="list-style-type: none"> Kvalitativ undersøkelse. Skal lære, kartlegge dagens praksis og innhente tips/ideer/læring. Gjør derfor ikke noe om intervjuene er relativt åpne. Felles møte med Skanska: Skaar tar kontakt med Yngve. Ok. Jobber videre med utformingen av dette etter hvert. <p>Diverse</p> <p>Skanskas akkordsystem er «offentlig tilgjengelig». Avvik mellom akkord og faktisk tid? Sjekk akkorden mot den tida vi regner med? Forhåndsmåling? Spør Skanska.</p> <p>Husk å sende tema for veiledningsmøte til John Skaar på forhånd.</p>		
Gjøremål	Ansvarlig(e)	Tidsfrist
Avtale fellesmøte med Skanska	John	-

Møtereferat		
08.03.18	12:00	Rigedalen, Kristiansand
Møtetype:	Veiledningsmøte	
Deltakere	Yngve Sletten, Thomas Fluør, John Skaar, Marius Langenes, Carl Tommy Ellingsen-Lind	
Emne: Veiledningsmøte		
Formål		
<p>Hovedformål: Avklare rammer for oppgaven. Fortelle om Intervjuene vi har gjennomført til nå.</p> <p>Spørsmål:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ikke-bærende yttervegger: Når settes disse opp? Gjøres hele eller deler av bygget ferdig utvendig før innvendige arbeider påbegynnes? 2. Ved eventuell blåseisolering: Hvilken type duk brukes til å blåse imot? Har denne god nok fuktspærre til å erstatte dampspærre? 3. Vinduer: Type? Kommer disse ferdig med foringer / foringssett? 4. Stål eller tre-stendere i innervegger? 		
Konklusjoner		
<p>Avklaringer rundt oppgaven: Hovedfokus på lokasjonsbasert planlegging? Bruke Vico til å lage skråstrekkdiagram og optimalisere dette. (NB: Kommer til å ta mye tid å lære seg programmet!)</p> <p><u>Grensesnitt for oppgaven:</u> Innvendige arbeider, fra isolering og innover i rommet. Ingen betongarbeider.</p> <p><u>Tidsavgrensning:</u> Fra de innvendige tømmerarbeidene begynner. (det kan være at disse kan starte noe før man er ferdig med ytterveggene, osv.)</p> <p>Tydeliggjøre i oppgaven hva vi gjør for å vekte aktivitetene «riktig». Bufferaktivitetene bør ikke ha for stor økonomisk konsekvens. Ta høyde for sykefravær. Ca 5%?</p> <p>Vurdere blåseisolering VS Tradisjonell isolering</p> <p>Intervjue Terje Vatne på Amalienborg-prosjektet.</p> <p>Spørsmål:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fikk ikke avklart dette. Må ta dette med Prosjektleder (Fredrik) når han begynner på prosjektet. 2. Blåses mot en perforert duk. Deretter settes dampspærre på. MÅ AVKLARE HVEM SOM MONTERER DENNE (Skanska eller blåseisolatør) 3. Fikk ikke avklart dette. 4. Angivelig stålstendere. 		
Gjøremål	Ansvarlig(e)	Tidsfrist
Sette gruppa i kontakt med Terje Vatne	Yngve S.	09.03.18
Skaffe lisens på Solibri Model Checker	John S.	-
Sette seg inn i Vico	ML+CT	-

Møtereferat		
20.03.18	09:00	Universitetet I Agder, campus Grimstad
Møtetype:	Veiledningsmøte	
Deltakere	John Skaar, Marius Langenes, Carl Tommy Ellingsen-Lind	
Emne: Veiledningsmøte		
Formål		
<ol style="list-style-type: none"> Teoridelen: Presentere hva vi har tenkt å skrive om/har skrevet om. Kommentarer til dette? <ul style="list-style-type: none"> Kan John lese gjennom noe av det og gi kommentarer på hva som mangler/må utfylles? Intervjuene: Hvordan tar vi med dette i rapporten? Skal vi lage sammendrag av intervjuene/ erfaringene vi har hentet der? Vico: hvilke erfaringer har Skaar med programmet. Hvor mye har han brukt det? 		
Konklusjoner		
<ol style="list-style-type: none"> Arbeidslisten er gjennomgått og oppdatert med hensyn på teoridelen. Send gjerne utkast til Skaar for veiledning og kommentarer underveis. Intervjuer: Personvern, intervjuer: Skaar sender link. Norsk Senter for forskningsdata. Må søke om dette. Vico: Har brukt hele «pakka». Kun kostnader i en prøve. Enig i at vi prøver oss på full bruk av datainnsamling fra BIM-modellen. Om ikke så tar vi det manuelt i Schedule-delen av programmet. Intern kontakt i Skanska (kompetanse på Vico): Caroline Jørgensen tlf. 982 10 379 		
Gjøremål	Ansvarlig(e)	Tidsfrist
Skrive videre på Teori-delen	ML + CT	
Sende søknad til Norsk senter for forskningsdata	ML	

Møtereferat		
18.04.18	09:00	Universitetet I Agder, campus Grimstad
Møtetype:	Veiledningsmøte	
Deltakere	John Skaar, Marius Langenes, Carl Tommy Ellingsen-Lind	
Emne: Veiledningsmøte		
Formål		
<ul style="list-style-type: none"> Teoridelen generelt og teorigrunnlag for planleggingsdelen (WBS?) Resultat (Trippel estimat/PERT og BMW(Skanska)) Kildebruk (sidehenvisning) 		
Konklusjoner		
<p>Teoridelen: Endre de tre formene for flyt. Ikke lage norske begrep. Ser ut til at oppsett og innhold i teoridelen er ok.</p> <p>BMW er bra. Skaar sender rapport fra NTNU (Frode Drevland) Forklar i resultatet/ ha som et «resultat»: Hvordan gå frem med dette i prosjektet. En oppskrift på hvordan Skanska kan planlegge og behandle usikkerhet. Følgende tall tar vi med inn i skråstrekkplanleggingen: De nye tallene vi kommer frem til og som utførende kan være enige i. Enten legger vi inn worst case, best case og most likely i Vico og lar programmet regne ut selv. Eller så plotter vi inn det tallet vi har regnet ut. Kildebruk, sidenummerering: Bruk sidetall når det er direktisitat og oppgi helst kapittel når det er fra en bok. Gjør ellers en vurdering.</p>		
Gjøremål	Ansvarlig(e)	Tidsfrist
Fortsette på BMW	CT + ML	

Møtereferat		
25.04.18	09:00	Universitetet I Agder, campus Grimstad
Møtetype:	Veiledningsmøte	
Deltakere	John Skaar, Marius Langenes, Carl Tommy Ellingsen-Lind	
Emne: Veiledningsmøte		
Formål	<ul style="list-style-type: none"> - Tittel for oppgaven - Avtale dato for gjennomlesning 	
Konklusjoner		
Tittel:	Unngå pop-ord. Involverende planlegging er egentlig ikke direkte en hoveddel av oppgaven. Bør derfor ikke være med i tittelen. Foretar revidering og sender til Skaar på mail for tilbakemelding.	
Gjennomlesning:	Inn 24.mai ut 25. mai	
Annet:	Lage en teoretisk modell på hvordan vi mener man bør legge opp en plan (ha med i resultatet)?	
Gjøremål	Ansvarlig(e)	Tidsfrist
Send revidering av tittel til Skaar	ML + CT	25.04.18

Møtereferat		
02.05.2018	09:00	Universitetet I Agder, campus Grimstad
Møtetype:	Veiledningsmøte	
Deltakere	John Skaar, Marius Langenes, Carl Tommy Ellingsen-Lind	
Emne: Veiledningsmøte		
Formål	<ul style="list-style-type: none"> - Hvor mye kan vi «diskutere» i resultatet? Hvor går grensen mellom resultat og diskusjon - Vise forslaget til graf (fremstilling av BMW) i resultat-delen 	
Konklusjoner	<ul style="list-style-type: none"> - Kan behandle funnene og sortere dem i lys av teori/kunnskap, men prøv å hold drøftingen i diskusjonskapittelet. - Graf ser bra ut 	
	Til «videre arbeider»: Skanska bør etterhvert vurdere hvordan tripplestimatet stemmer (når/hvis de får erfaring med metoden). Andre faktorer (her bruker vi 4 og 6) som endrer vektingen?	
Gjøremål	Ansvarlig(e)	Tidsfrist
Arbeide videre med sammenhengen mellom resultat/diskusjon i lys av teori	CT + ML	

Møtereferat		
16.05.2018	08:15	Universitetet I Agder, campus Grimstad
Møtetype:	Veiledningsmøte	
Deltakere	John Skaar, Marius Langenes, Carl Tommy Ellingsen-Lind	
Emne: Veiledningsmøte		
Formål	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gå gjennom resultatdelen: fremdrift (Vico) 2. Waste: Hva ligger i wasten «defekter»? Er feil på utstyr/verktøy med her? 3. Referere til teorien i diskusjon: Må vi lage henvisninger, kilder eller trenger vi ikke gjøre noe spesielt? 4. Vi skriver litt om industrialisering (i resultat og diskusjon). Har litt om dette i samfunnspektiv, men ikke så mye i teori. Burde vi det? Eller kan vi anta at dette er basiskunnskap? 5. Info: Dette er siste veiledning før innlevering av utkast. 	

Konklusjoner		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Fremdriften: Gulv del 1 og malerarbeider er fremvist feil. Rett oppi dette. 2. Waste: Kan regne utstyr/verktøy som en del av defekter ja. 3. [Rakk ikke gjennomgå dette] 4. Mener at vi burde kunne anta at dette er basiskunnskap. Trenger ikke ha det med i teorien så lenge det er Lean som er det bakenforliggende fokuset når vi skriver om industrialiseringen. 5. Innlevering av utkast: John får ikke tid før torsdag kveld eller fredag (24.-25.). 		
Gjøremål	Ansvarlig(e)	Tidsfrist
Endre gulv del og malerarbeider	ML	

12.5.2 Ekstern veileder (Skanska)

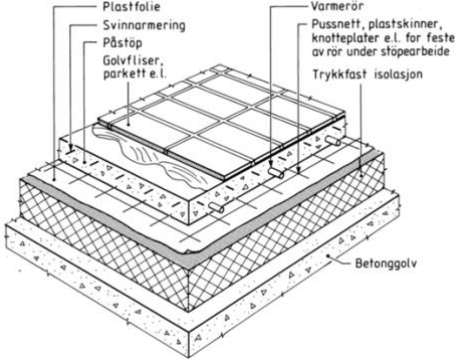
Overskrift		
	09:00	Skanska, Rigatedalen, Kristiansand
Møtetype:	Møte med Skanska Kristiansand	
Deltakere	Yngve Sletten, Thomas Fluør, Marius Langenes, Carl Tommy Ellingsen-Lind	
Emne: Veiledningsmøte		
Formål		
	<ul style="list-style-type: none"> • Avklare om Skanska har en oppgave som kan passe oss. • Hva mener Skanska kan være nyttig for dem og bransjen (med tanke på oppgavetype/resultat) 	
Konklusjoner		
Skanska foreslår følgende case <ul style="list-style-type: none"> • Bjørndalen, byggetrinn 1, «KL5» • Lean i prosjektering eller Lean i produksjon • Forfatterne foretrekker Lean i produksjon. Dette mener også Skanska at er mest hensiktsmessig • Gir tilgang til prosjekttrom (Skanska ISI) • Møte med tekniske fag tirsdag 6.feb 13:30. Vi kan få delta. Møte med Yngve og Thomas før dette? 		
Gjøremål	Ansvarlig(e)	Tidsfrist
Må snakke videre med John Skaar og UiA om rammene for oppgaven.	ML + CT	
Prosjekteringsmøte 06.02	ML + CT	

Møte med Skanska		
06.02.2018	12:00	Skanska, Rigatedalen, Kristiansand
Møtetype:	Møte med Skanska	
Deltakere	Yngve Sletten, Thomas Fluør, Marius Langenes, Carl Tommy Ellingsen-Lind	
Emne: Veiledningsmøte		
Formål		
	<ul style="list-style-type: none"> • Presentere ideen til oppgave <ul style="list-style-type: none"> ◦ Hva tenker dere/ Thomas om prefabrikkerte systemer for ventilasjon og sprinkler • Avtale felles møte med Skanska, John Skaar og oss. • Avklare: Kan vi få intervju/snakke med fagpersoner tilknyttet prosjektet (UE'er)? 	
Konklusjoner		
Skanska (v/Yngve og Thomas) stiller seg positive til oppgaven. Er åpne for at vi former den sammen med John Skaar. Vi, eventuelt John, kontakter Yngve angående felles møte. Prøver å få dette til i forkant av neste fellesmøte. UE'er med på at vi kan få snakke med de vi ønsker hos dem.		
Gjøremål	Ansvarlig(e)	Tidsfrist
BE om utsettelse på frist for innlevering av problemstilling	CT	09.02.18
Forme forskningsspørsmål	Begge + John	14.02.18
Avtale felles møte	Begge	-

Møtereferat		
21.03.18	9:00	Skanska, Rigatedalen Kristiansand
Møtetype:	Veiledning med Skanska	
Deltakere	Fredrik Pettersen (Prosjektleder Bjørndalen), Marius Langenes, Carl Tommy Ellingsen-Lind	
Emne: Veiledningsmøte		
Formål		
<p>Spørsmål til Fredrik Pettersen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Løsninger på plattendecker (se eget ark) - Trykkfast isolasjon under vannbåren varme - Kjøkken, utføres av hvem? - Gulv, utføres av hvem? 		
Konklusjoner		
<p>Løsninger på plattendecker</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mye stemming, heise inn materialpakke utgår pga. dette. - Flytparkling før innervegger - Hvordan bygge opp byggene? A, B, C - Etablere god møtestruktur, digitalisere, prosjektledermøter, - Beslag i leilighet - Flytparkling før innervegger - Ikke inn med gips - Blåseisolere <p>Trykkfast isolasjon under vannbåren varme</p> <ul style="list-style-type: none"> - Flytparkling før innervegger - Trykkfast legges ut, så vannbårenvarme, deretter flytparkel <p>Kjøkken, utføres av hvem?</p> <ul style="list-style-type: none"> - HTH Kjøkken <p>Gulv, utføres av hvem?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Egen UE: Bo Andrén Norge AS <p>Prosjektet generelt</p> <ul style="list-style-type: none"> - Etablere god møtestruktur, digitalisering, prosjektledermøter - Terminal: Kabiner, vinduer, innvendig dører, UE lager, - Involverende planlegging med baser for vegg precut - Bas informerer tømrere om hva de bygger. - Bakoverplanlegging ved oppstart - Bruke tømrere der de er gode - Detalj prosjekteringa sammen med tømrer - Oppstartsmøte før aktiviteter starter (involverende planlegging med utførende). Fått Gode tilbakemeldinger fra involverte - Bruk av BIM 360 i produksjonen for kommunikasjon og oppfølging ute på byggeplass. Evaluering og internkontroll gjennom dette systemet - Bygge en test leilighet for å eliminere feil og hindringer, deretter bygge resten etter dette? - Få avklaringer inn i kontrakten med UE - Bruk av BIM Kiosk på byggeplass for å holde de alle involverte ute på byggeplass oppdatert på fremdriftsplan, endringer, HMS, samlinger, osv. - Work Breakdown Structure – Skanska - Best case, most likely, worst case (BMW), for arbeider i en leilighet <p>NB: Fast møtestruktur tirsdager framover med Prosjektleder, Fredrik Pettersen</p>		
Gjøre mål	Ansvarlig(e)	Tidsfrist
Sette opp en plan for resultatet	Begge	22.03
Lage et forslag til en fremdrift på innredningsarbeider til en leilighet og presentere på neste møte	Begge	03.04
Overordna fremdrift for masteroppgaven som presenteres for Skanska	Begge	03.04

Møtereferat		
03.04.18	09:00	Skanska Kristiansand, Rigatedalen
Møtetype:	Veiledning/avklarings-møte	
Deltakere	Fredrik Pettersen, Marius Langenes, Carl Tommy Ellingsen-Lind	
Emne: Veiledning/avklaring		
Formål		
<p>Gå gjennom oppsatte aktiviteter; Diskutere den oppsatte rekkefølgen og om det er noe som mangler. Mulighet for å plukke ut erfaringstall til dette? Løsninger på vindusforinger?</p>		
Konklusjoner		
<ul style="list-style-type: none"> - Flytsparkle før påforingsveggen settes opp. Må eventuelt sjekke denne løsningen mhp. kuldebro?? - Avklare med HTH (eller Sigdal): Hvor mange kjøkken kan de montere på en dag? Hvor mange må de ha tilgjengelige for å komme inn? - Kjernebore gjennomføringer i sjaktene. Dette gjøres etter at gulvet er flytsparklet. - Avklare med tekniske fag og montører (kjøkken etc.): Hvem kan jobbe sammen med andre? - Agder Etterisolering (autorisert for Rockwool): Fredrik skal sende ut en forespørsel om pris til dem. Sier i samme slengen at vi vil kontakte dem. - Snakke med Steinar Farestad (kalkulator, Skanska) om kalkulering av timeverk. - Gulvlegger monterer også gulvlist. Dette må mest sannsynlig inn som egen aktivitet. - Snakke med Brødrene Jakobsen om maling - Maling: 7 behandlinger. - Hensiktsmessig å få inn andre fag (sprinkling, vann etc.) før ventilasjon?? Hør med Ulstein - Når vi snakker med tekniske: Hva de tenker om å jobbe seg ovenfra og ned? 		
Gjøremål	Ansvarlig(e)	Tidsfrist
Snakke med Steinar Farestad	ML	
Avtale møte med Maler	ML	

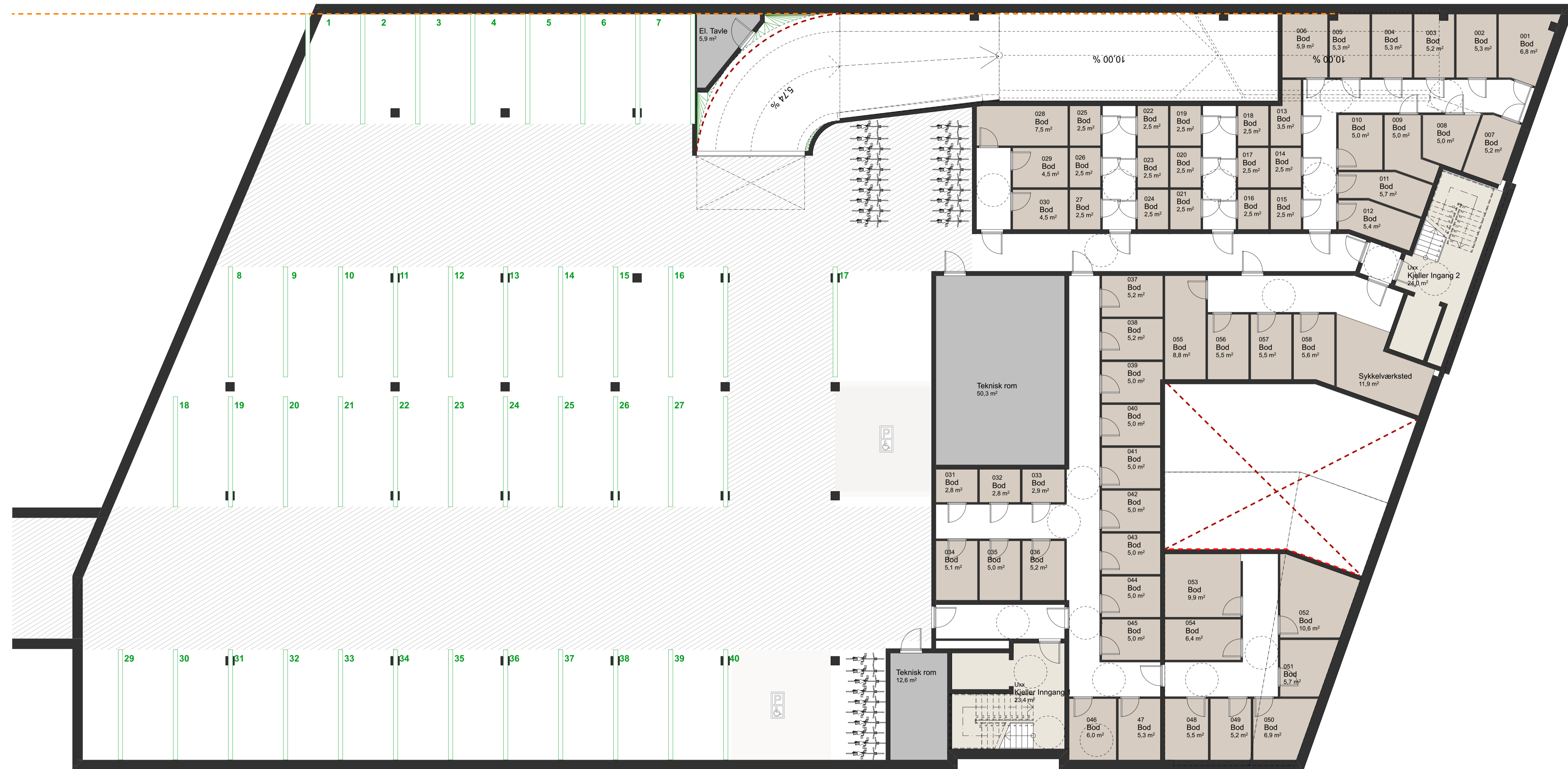
Møtereferat		
10.04.18	10:00	Rigatedalen, Kristiansand
Møtetype:	Veiledningsmøte	
Deltakere	Fredrik Pettersen, Marius Langenes, Carl Tommy Ellingsen-Lind	
Emne: Veiledningsmøte		
Formål		
<p>Agenda:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kjøkkenleverandør. Hvem prater vi med? • Bekrefte at vi kan snakke med Brødrene Jakobsen • BMW-strukturen 		
Konklusjoner		
<ul style="list-style-type: none"> • Vi kan prate med HTH selv om det ikke er bestemt hvem som skal levere. Fredrik sender kontaktinfo til Sherly • Fredrik sender en mail til Brødrene Jakobsen (selv om det ikke nødvendigvis er dem som blir kontrahert) • Anbefaler å få til et nytt møte med Terje Vatne (og eventuelt Soli) for å få tilbakemeldinger på tidene vi setter opp. • BMW-verdiene settes opp etter skjønn. Må ta hensyn til at noen er optimistiske, andre pessimistiske etc. Blir mye «kvalifisert tipping». Kommentar fra tidligere: Viktig å få til en god spredning, da denne ofte blir litt for liten (folk tør ikke tenke for optimistisk eller tenke worst-case). • Viktig å få med planfasene og viktigheten av å (i virkeligheten) ikke gå for detaljert inn i planleggingen for tidlig. 		
Gjøremål	Ansvarlig(e)	Tidsfrist
Ordne møte med HTH	ML	
Ordne møte med Br. Jakobsen	ML	
Avtale møte med tømre i Skanska	ML	

Møtereferat		
17.04.18	9:00	Rigedalen, Skanska
Møtetype:	Veiledningsmøte med prosjektleder for KF5	
Deltakere	Fredrik Pettersen, Marius Langenes, Carl Tommy Ellingsen-Lind	
Emne: Veiledningsmøte		
Formål		
<ul style="list-style-type: none"> - Vannbåren varme / Flytsparkel <ul style="list-style-type: none"> o Oppbygning o Isolering + div utføres av hvem? o Prosedyrer før flytsparkel o Lukket/låst bygg ved lagte vannrør? - Info: vi har pratet med Bo Andrn, Etterisolering Agder og HTH - Maler? Skal vi bare prate med Br. Jakobsen? - Vi har fått erfaringstall nå. Skal ikke legge med disse i rapporten direkte, men bruke dem til utregning. Må det gjøres noe sensurering i forhold til beskyttelse av Skanskas data? - Kan vi bruke Prosjekteringsmøtet til å be om intervju med tekniske fag? 		
Konklusjoner		
<ul style="list-style-type: none"> - Fredrik tar tak i de tekniske fagene og hører om vi kan knytte kontakt - Avklart at det ikke er noe problem med publisering av tallene vi <u>regner ut</u>, så lenge ikke grunddataene kommer frem i oppgaven. - Blåseisolering vs. Trad. Isolering: Prisen er 56kr dyrere pr. m2 for blåsing. Kan vi gjøre noen antakelser rundt dette? Hvor mye tid er det som ikke blir tatt med i kalkylen? Rydding, bæring, varemottak, støv, - Mester mal (for Weber) skal sparkle gulvet. De tar hele prosessen fra ferdig plattendecke og til sparklet gulv. Dette inkluderer EPS(?), trinnlydsmatte (med foliesom tetter), sparkling. Rørlegger tar rør for vannbåren varme. - Fredrik sender snittegning - Intervju med Halvard Hinlo om Sia prosjektet 		
Gjøremål	Ansvarlig(e)	Tidsfrist
Hører med Br. Jakobsen om vi kan ta kontakt	Fredrik	-
Ta tak i de tekniske fagene og hører om vi kan knytte kontakt	Fredrik	-
Ta kontakt med Halvard Hinlo om et møte	ML/Fredrik	-

Møtereferat		
22.05.18	09:00	Skanska, Rigedalen Kristiansand
Møtetype:	Veiledningsmøte	
Deltakere	Yngve Sletten, Fredrik Pettersen, Thomas Fluør, Marius Langenes, Carl Tommy Ellingsen-Lind	
Emne: Siste veiledningsmøte		
Formål		
<ul style="list-style-type: none"> - Presentere resultat og for prosjektledelsen til KF5 - Tilbakemeldinger - Presentasjon 14.06.18, kl. 10.15 		
Konklusjoner		
<p>En presentasjon av resultatet ble gjort. Prosjektledelsen viste seg positive for resultatet av oppgaven og det ble videre diskutert hvordan de kunne bruke dette videre på KF5 og eventuelt andre prosjekter. Det ble også tatt opp at bruken av Vico Office kan bidra til å visualisere flyten bedre enn de er vant til, som kan være fordelaktig for fremtidige prosjekter. Vico var noe de hadde prøvd ut før, men da som en erstatning for Gantt, som ble en drastisk endring for fremdriftsplanlegging. Til slutt ønsket de forfatterne lykke til med innspurten og håpet å få tid til å komme på presentasjonen av oppgaven i midten av juni.</p>		

12.6 Tegninger, Bjørndalen KF5

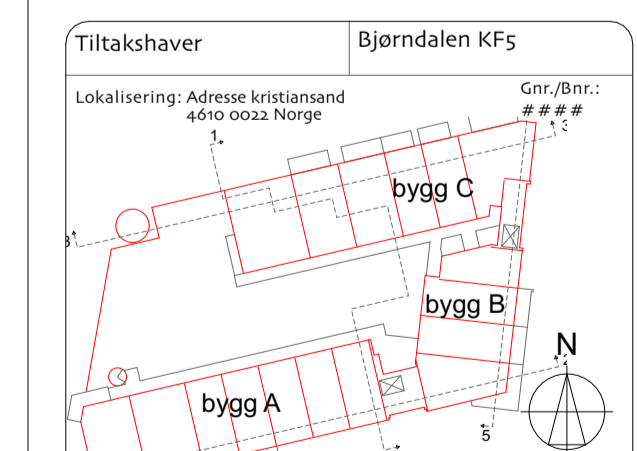
12.6.1 Planer



REV.	Dato:	Change Name	SIGN
RevID	CHID		Date

Vedlegg-

BH	#Client Full Name	
PBL	#Client Address	
ARK	Trollvegg Arkitektstudio AS	
LARK	Lokaliteter pr. etasjeflokk, post@trollvegg.no	
RIB		
RIBR		
RIAKU		
RIV		
RIE		
RIG		



TROLLVEGG
 Østre Strandgate 31, 4600 Kristiansand - Org. nr: 991 688 285
 MVA - www.trollvegg.no - post@trollvegg.no

Type tegning: Parkering og bodar
 Fase: Detaljprosjektering

Målestokk: 1:100
 Dato: 19.12.17
 Tegn: Kontroll: Rev nr:

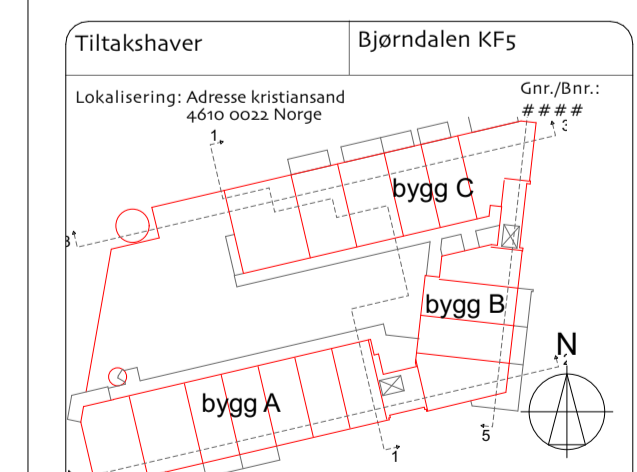
Prosjekt: KF5 Bjørndalen A440
 Tegningsnr.: A71-118



REV.	Dato:	SIGN
RevID	Change Name	Date

Vedlegg-

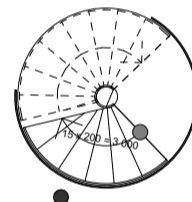
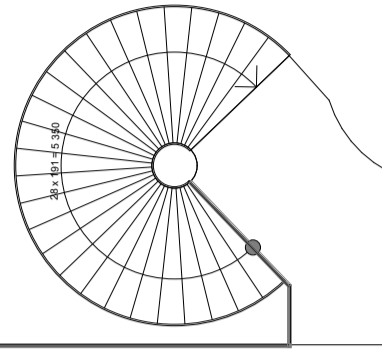
BH	#Client Full Name
PBL	*****
LARK	Trollvegg Arkitektstudios AS
LARK	*****
RIB	*****
RIBR	*****
RIAKU	*****
RIV	*****
RIE	*****
RIG	*****



TROLLVEGG
 Østre Strandgate 31, 4600 Kristiansand - Org. nr. 691 688 283
 MVA - www.trollvegg.no - post@trollvegg.no

Type tegning: 1 etg. Butikk og Inngang
 Fase: Detaljprosjektering

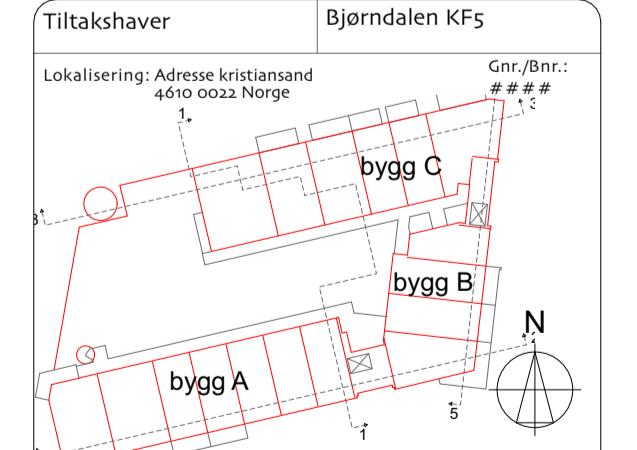
Målestokk:	Dato:	Tegn:	Kontroll:	Rev nr:
1:100	19.12.17			
Prosjekt nr.: KF5 Bjørndalen A440		Tegningsnr.: A71-117		



REV.	Dato:	Change Name	SIGN
RevID	CHD		Date

Vedlegg-

BH	#Client Full Name
PBL	*****
ARK	Trollvegg Arkitektstudios AS
LARK	*****
RIB	*****
RIBR	*****
RIAKU	*****
RIV	*****
RIE	*****
RIG	*****

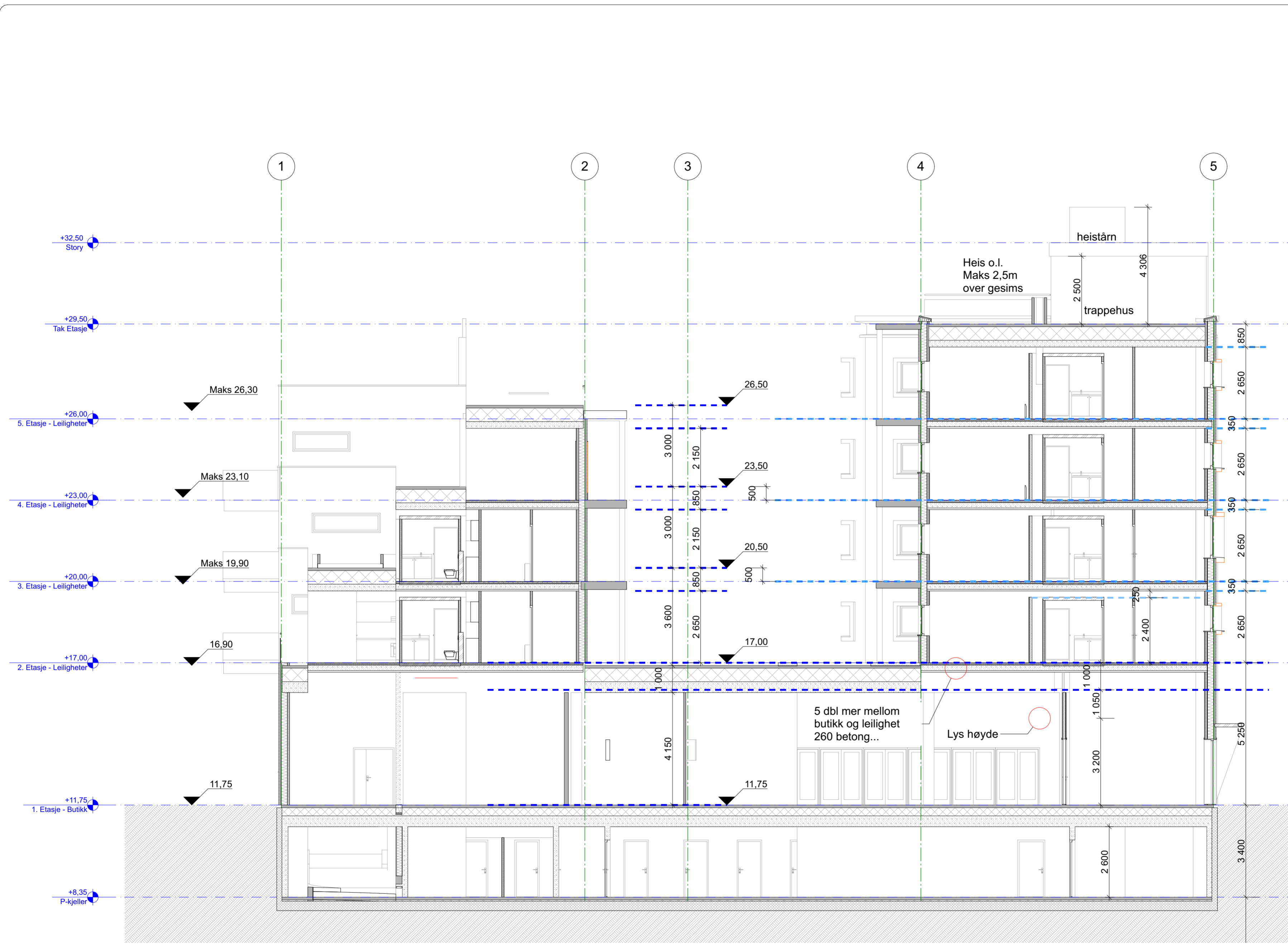


TROLLVEGG
 Østre Strandgate 31, 4600 Kristiansand - Org. nr. gnr 688 285
 MVA - www.trollvegg.no - post@trollvegg.no

Type tegning: 2 etg. salgstegning
 Fase: Detaljprosjektering

Målestokk: 1:100
 Dato: 19.12.17
 Tegner: Kontroll: Rev nr:

Prosjekt: KFS Bjørndalen A440
 Tegningsnr.: A71-113

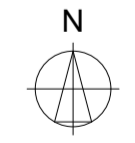


REV.	Dato:	SIGN
RevID	ChID	Change Name

Vedlegg-

BH	#Client Full Name
PBL	Tiltaksveien 9 Byen 0000
ARK	Trollvegg Arkitektstudio AS
LARK	Østre Strandgate 31, 4610 Kristiansand, post@trollvegg.no
RIB	****
RIBR	****
RIAKU	****
RIV	****
RIE	****
RIG	****

Tiltakshaver	Bjørndalen KF5
Lokalisering:	Adresse kristiansand 4610 0022 Norge
Gnr./Bnr.:	****



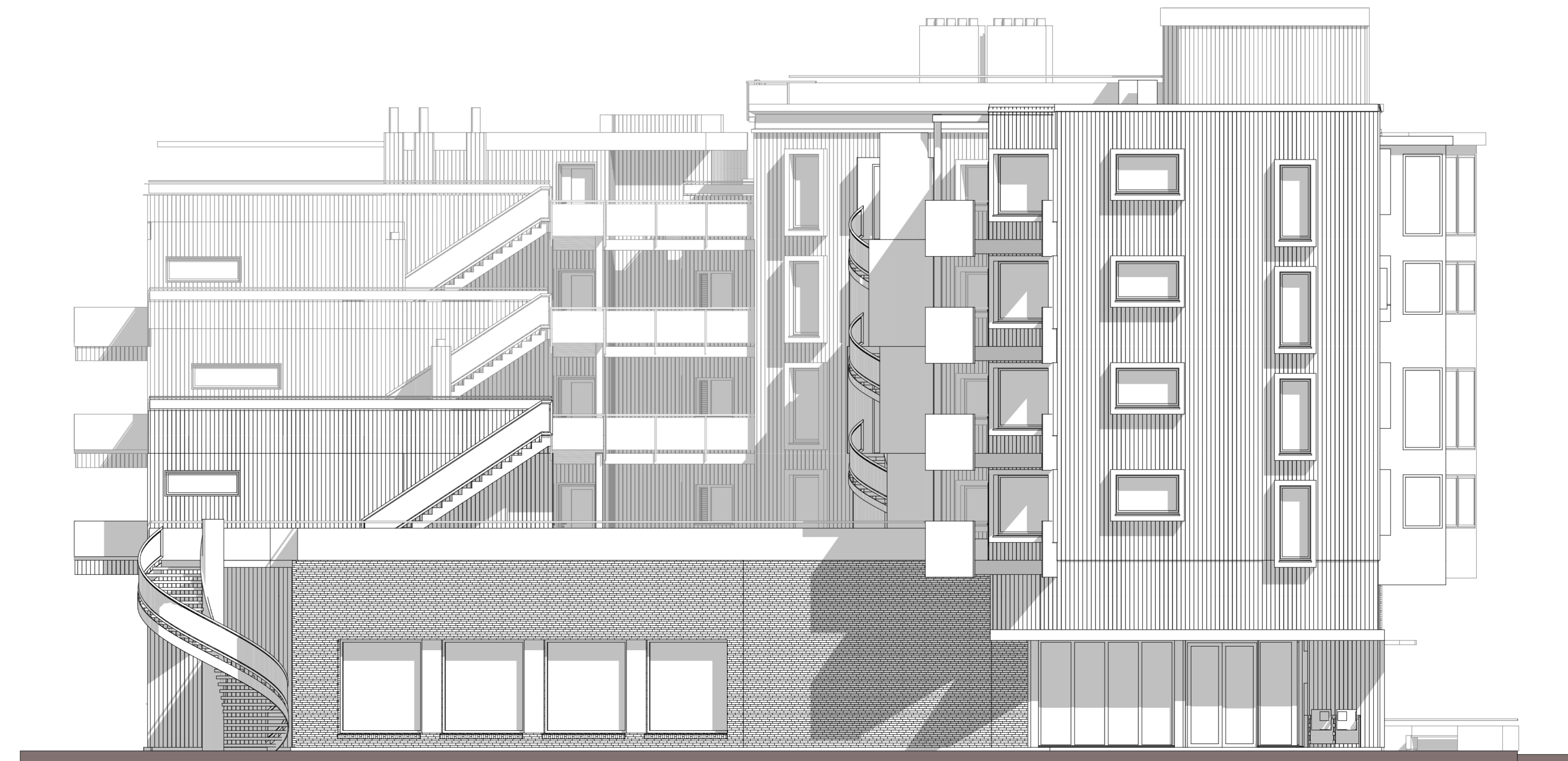
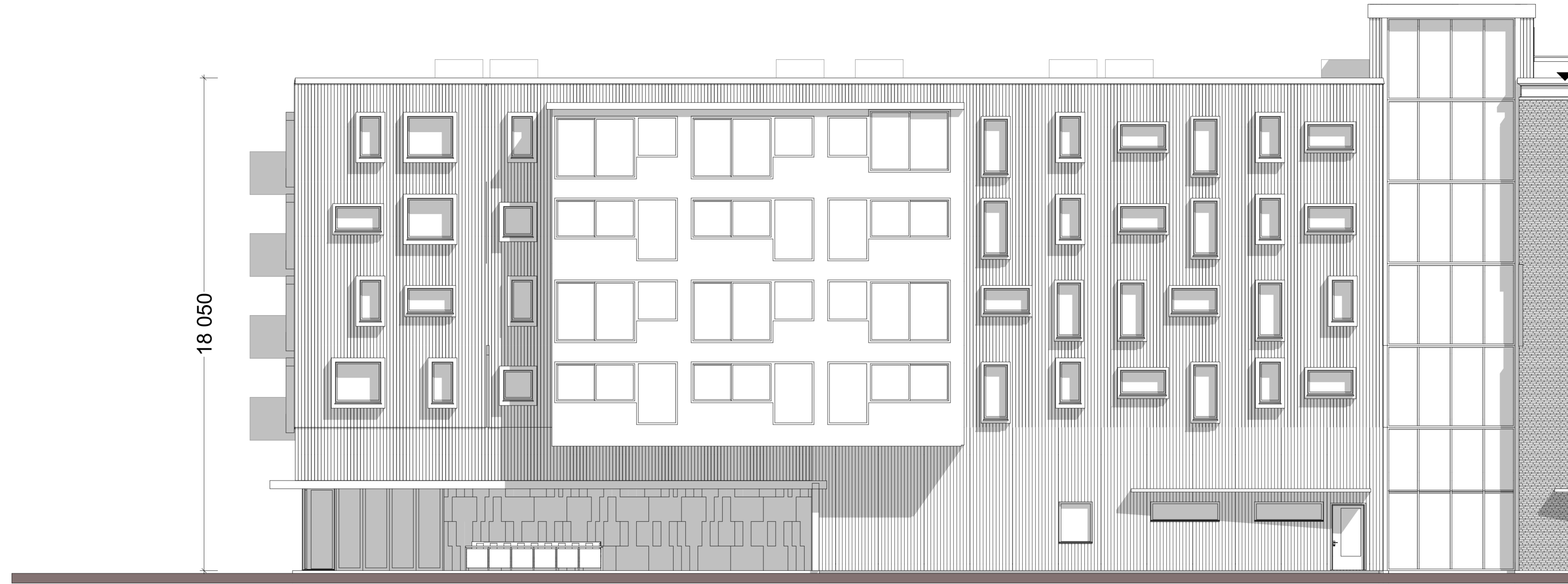
TROLLVEGG
 Østre Strandgate 31, 4610 Kristiansand - Org. nr: 991 688 285
 MVA - www.trollvegg.no - post@trollvegg.no

Type tegning:	Fase:
1 prinsipp Snitt 1	Detaljprosjektering

Målestokk:	Dato:	Tegn:	Kontroll:	Rev nr:
1:100	19.12.17			

Prosjektnr.:	Tegningsnr.:
KF5 Bjørndalen A440	KF5 ARK-

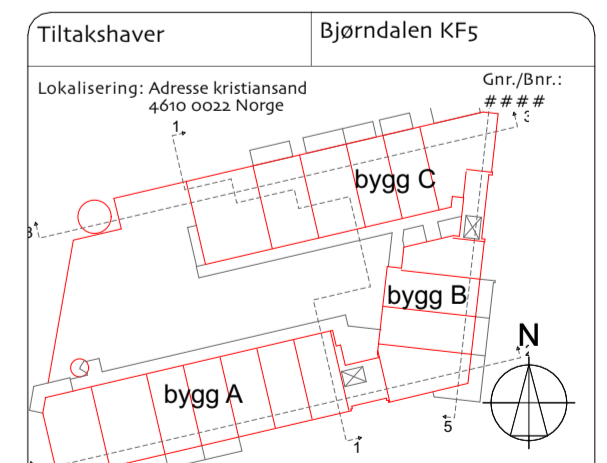
12.6.3 Fasader



REV	dato	skilt
RevID	CHD	Change Name
		Date

Vedlegg-

BH	Client Full Name	
PBL	Prosjektansvarlig	
ARK	Arkitekt	
LARK	Landskapsarkitekt	
RIB	Rådgiver	
RIBR	Rådgiver	
RIAKU	Rådgiver	
RIV	Rådgiver	
RIE	Rådgiver	
RIG	Rådgiver	



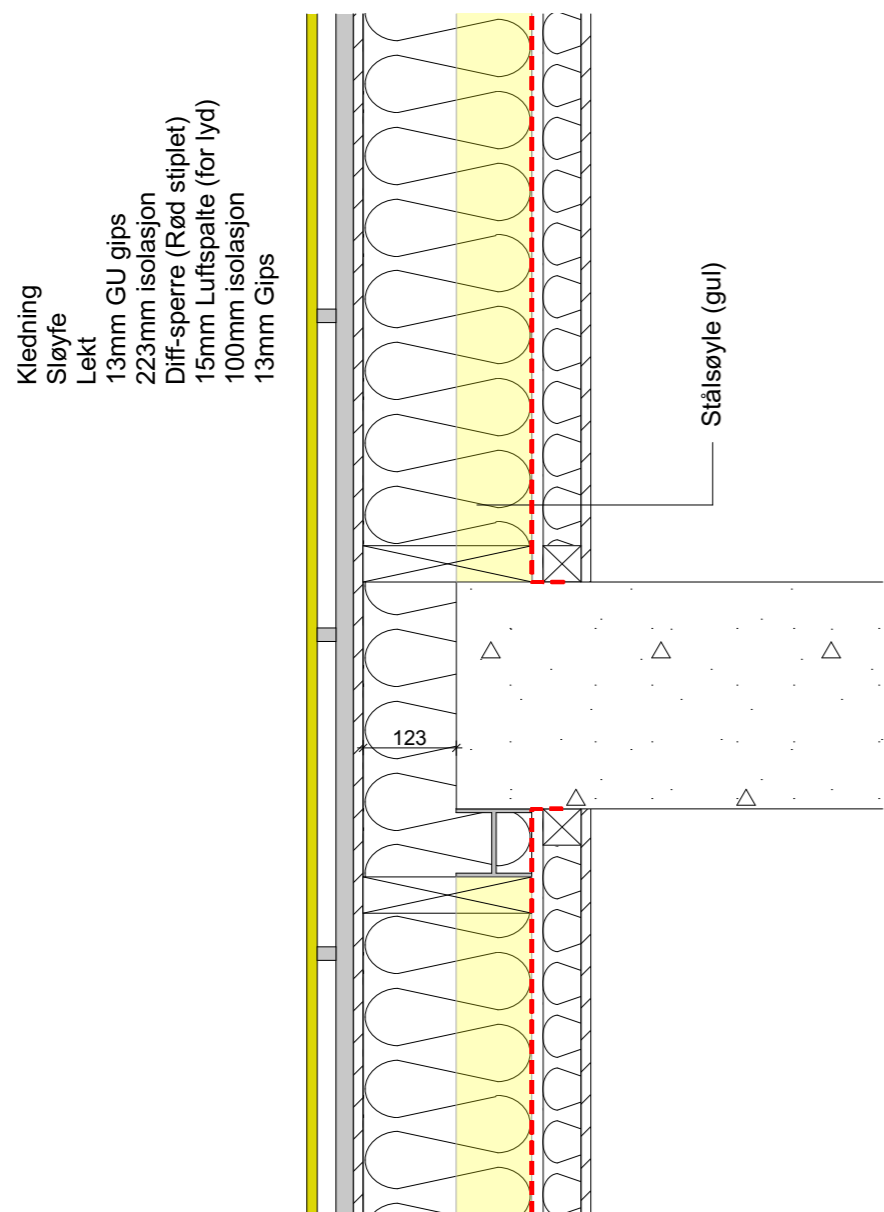
TROLLVEGG
 Oslo Strandgate 31, 4650 Kristiansand - Org. nr. 991 488 385
 TNA - www.trollvegg.no - post@trollvegg.no

Type tegning: Fasader A bygge Fase: Detaljprosjektering

Målestokk	Dato	Tegn	Kontroll	Rev.nr.
1:100	19.12.17			

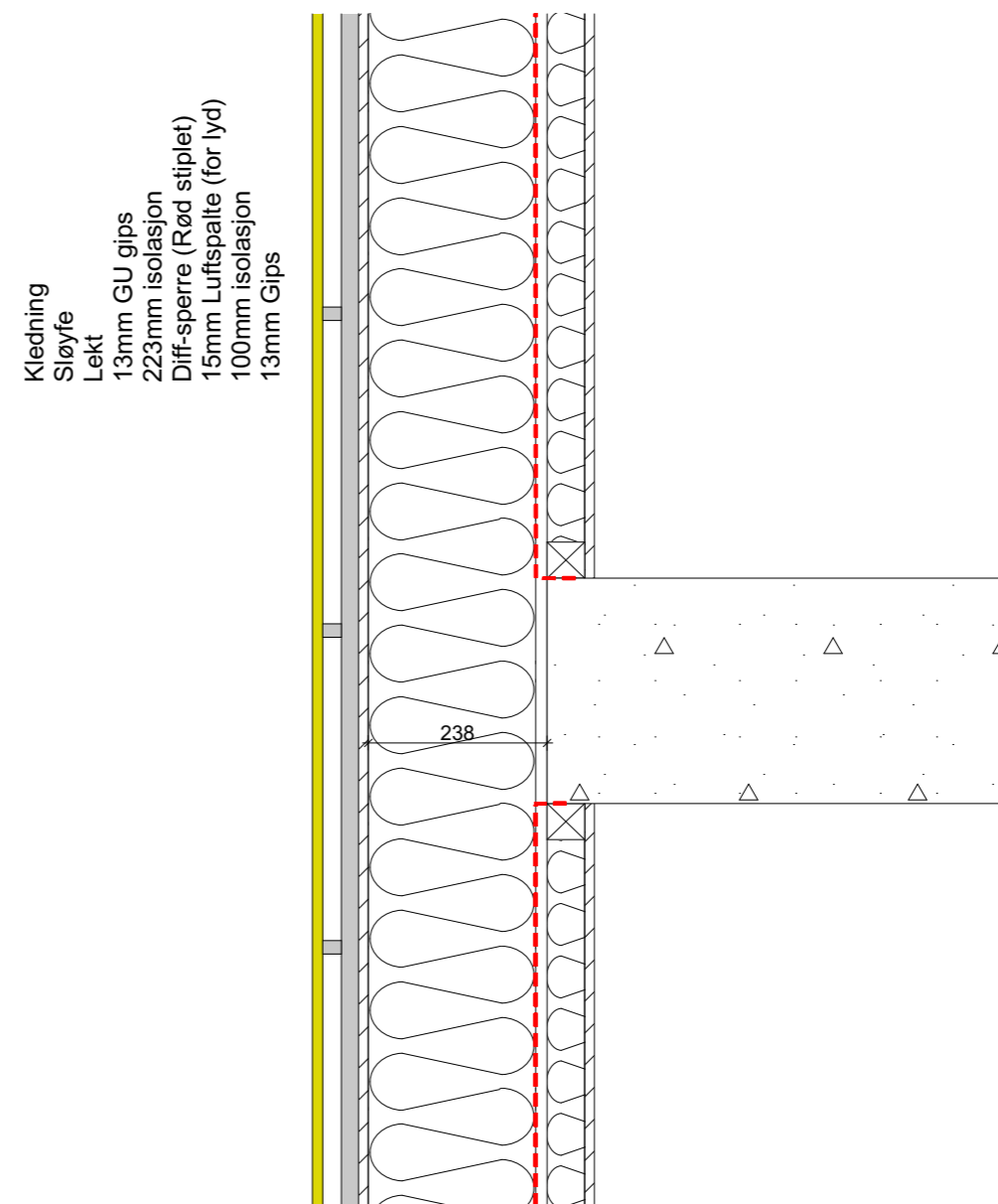
Prosjekt: KF5 Bjørndalen A440 Tegningsnr.: KF5 ARK

Yttervegger



Yttervegg gavl

1:10



Yttervegg uten bæring

1:10

Etasjeskiller

