

Implementering av taktplanlegging i byggeprosjekt for første gang - Casestudie av prosjekt Strandgata 41

Preben Bernhard Berntsen Røtvold

Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: august 2017

Hovedveileder: Frode Olav Drevland, IBM

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for bygg- og miljøteknikk



Oppgavens tittel: Implementering av taktplanlegging i byggeprosjekt for første gang – Casestudie av prosjekt Strandgata 41	Dato: 06.08.2017	
	Antall sider (inkl. bilag): 99	
	Masteroppgave	<input checked="" type="checkbox"/> Prosjektoppgave
Navn: Preben Bernhard Berntsen Røtvold		
Faglærer/veileder: Frode Drevland		
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere:		

Ekstrakt:

Formålet med masteroppgaven er å belyse hvordan det er å implementere taktplanlegging i et byggeprosjekt for første gang. Masteroppgaven er utført i samarbeid med Consto AS gjennom en casestudie på et av deres prosjekter; «Strandgata 41», hvor taktplanlegging implementeres og hvor dette er første gang for alle involverte aktører.

I oppgaven er det utført et litteraturstudie og en casestudie som inkluderer aktiv deltagende observasjon, semistrukturerte intervju og dokumentstudie.

Taktplanlegging blir ansett som en metode for planlegging og strukturering av arbeid med det formål å sammenkoble aktiviteter for kontinuerlig flyt. Det er klare retningslinjer for hvordan en taktplan utvikles, mens det teoretiske grunnlaget viser mangler i forhold til hvordan gjennomføringen kan kontrolleres for å sikre planens pålitelighet.

Masteroppgaven viser hvordan en planleggingsprosess kan se ut og presenterer mulige løsninger på kontrollutfordringer. I tillegg bidrar oppgaven til økt forståelse for ressursbruk og hvordan kunnskap om taktplanlegging spiller en sentral rolle når dette skal implementeres for første gang.

Etter å ha dokumentert og beskrevet taktplanleggingen og –gjennomføringen for caset, trekker oppgaven frem en rekke erfaringer som er gjort og som anses for nødvendig om man skal lykkes med å implementere taktplanlegging for første gang.

Stikkord:

1. Taktplanlegging
2. Første gang
3. Implementering
4. Casestudie

Preben Røtvold

Forord

Denne masteroppgaven er utarbeidet våren og sommeren 2016 og markerer slutten på mitt toårige masterprogram/sivilingeniørstudie ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet i bygg- og miljøteknikk, ved institutt for bygg, anlegg og transport. Min studiefordypning er prosjektledelse. Oppgaven utgjør en studiebelastning på 30 studiepoeng.

Oppgaven er utarbeidet i samarbeid med Consto AS gjennom utførelse av en casestudie av deres prosjekt «Strandgata 41». Et gjensidig ønske mellom meg og Consto AS om å utforske taktplanlegging endte med at de bestemte seg for å forsøke å implementere taktplanlegging i prosjektet samtidig som jeg kunne bidra underveis og høste erfaringer for bruk i masteroppgaven. Jeg ønsker å takke Consto AS for muligheten de ga meg og for måten de involverte meg i prosjektet. Prosjektledelsen på prosjektet fortjener en stor takk for måten de har vært tilgjengelig gjennom hele prosessen. Delte diskusjoner og refleksjoner under gjennomføringen har kommet til stor nytte for oppgaven.

Jeg ønsker også å takke intervjupersonene som har bidratt med verdifull informasjon til oppgaven.

Til slutt ønsker jeg å takke min veileder fra NTNU, Frode Drevland, for utarbeidelse av tema og problemstilling i tillegg til konkrete og gode tilbakemeldinger underveis i prosessen.

God lesing!



Preben B. B. Røtvold

Trondheim, 06.08.2017

Sted, dato

Sammendrag

Formålet med masteroppgaven er å belyse hvordan det er å implementere taktplanlegging i et byggeprosjekt for første gang. Masteroppgaven er utført i samarbeid med Consto AS gjennom en casestudie på et av deres prosjekter; «Strandgata 41», hvor taktplanlegging implementeres og hvor dette er første gang for alle involverte aktører.

Masteroppgavens problemstilling er som følger: Hva kreves for en vellykket implementering av taktplanlegging som gjennomføres for første gang?

I oppgaven er det utført en litteraturstudie med det formål å etablere et solid grunnlag for forståelsen av taktplanlegging. Innhenting av empirisk data er gjort gjennom en casestudie som inkluderer aktiv deltakende observasjon gjennom planlegging- og utførelsesfasen, semistrukturerte intervju av nøkkelpersoner i prosjektet og dokumentstudie.

Taktplanlegging blir ansett som en metode for planlegging og strukturering av arbeid med det formål å sammenkoble aktiviteter for kontinuerlig flyt. Metoden kan visualiseres som et tog med et sett av vogner som kjører gjennom definerte soner i en bestemt takt. Det er klare retningslinjer for hvordan en taktplan utvikles, mens det teoretiske grunnlaget viser mangler i når det gjelder hvordan gjennomføringen kan kontrolleres for å sikre planens pålitelighet.

Masteroppgaven viser hvordan en planleggingsprosess kan se ut og presenterer mulige løsninger på kontrollutfordringer. I tillegg bidrar oppgaven til økt forståelse for ressursbruk og hvordan kunnskap om taktplanlegging spiller en sentral rolle når dette skal implementeres for første gang.

Etter å ha dokumentert og beskrevet taktplanleggingen og –gjennomføringen for casen, trekker oppgaven frem en rekke erfaringer som er gjort og som anses for nødvendig om man skal lykkes med å implementere taktplanlegging for første gang. Disse inkluderer blant annet:

- Lederposisjoner må inneha kunnskap om taktplanlegging og ha evne til videreformidling.
- Involvering av nøkkelfag gjennom hele planleggingsprosessen.
- Daily Huddle som hjelpemiddel for å kontrollere taktplanens fremdrift.

Summary

The purpose of the master thesis is to shed light on how it is to implement takt time planning for the first time as a part of a construction project. The master thesis is carried out in collaboration with Consto AS through a case study of one of their projects; «Strandgata 41». For the participants, this was the first time they had worked with implementing takt time planning.

The thesis statement is as follows: What is required for a successful first-time implementation of takt time planning?

It is conducted a literature study with the purpose of establishing a solid foundation for the understanding of takt time planning. The collection of empirical data is done through a case study that includes active participating observation throughout the planning- and the carrying-out phase, semi-structured interviews with key persons in the project, and document study.

Takt time planning is perceived as a method for planning and structuring of work with the goal to connect activities for a continuous flow. The method can be visualized as a train with wagons that goes through defined zones in a fixed pace. It is made explicit guidelines for how a takt time plan should be developed, but the theoretical foundation has shortcomings in relation to how the carrying-out should be controlled to secure the plan's reliability.

The master thesis explains how a planning process can look like and presents possible solutions for the challenges relating to control. The thesis contributes to better understanding for use of recourses and how knowledge about takt time planning plays and important part in implementing it for the first time.

After documenting and describing the takt time planning and the carrying-out of the case, the thesis emphasizes the knowledge that is gained, and that is perceived as necessary to succeed with implementing takt time planning for the first time. This includes in particular:

- Leader positions need to hold knowledge about takt time planning and have the skill to communicate this knowledge.
- Involving of key actors through the entire process of planning.
- Daily Huddle as a tool to control the progress of the takt time plan.

Innhold

Forord	I
Sammendrag	III
Summary	IV
Innhold.....	V
Tabeller.....	VIII
Figurer	IX
1. Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Formål	2
1.3 Problemstilling og forskningsspørsmål	2
1.4 Omfang og begrensninger	3
1.4.1 Casestudie – prosjekt «Strandgata 41».....	3
1.4.2 Teori om taktplanlegging	3
1.5 Oppgavens struktur.....	4
2. Metode.....	5
2.1 Caseprosjekt «Strandgata 41»	5
2.2 Valgt forskningsmetode.....	6
2.3 Litteraturstudie	6
2.3.1 Litteraturstudie i forbindelse med prosjektoppgave	7
2.3.2 Litteraturstudie i forbindelse med masteroppgave	7
2.3.3 Hvordan ble søkene utført?	8
2.3.4 Evaluering og kildekritikk.....	9
2.4 Casestudie - «Strandgata 41»	10
2.4.1 Generaliserbarhet.....	10
2.4.2 Kriterier for casestudier.....	10
2.4.3 Triangulering	13
2.4.4 Datainnsamling.....	13
2.4.5 Intervju	16
2.4.6 Dokumentinnsamling	17
2.5 Feilkilder og metodologiske svakheter.....	17
2.5.1 Feilkilder i observasjonen og tilhørende analyser	17
2.5.2 Feilkilder i dokumentinnsamlingen.....	18

2.5.3 Reliabilitet og validitet	18
3. Teoretisk rammeverk	20
3.1 Produksjonsteori	20
3.1.1 TFV-teorien	20
3.1.2 Variabilitet	22
3.1.3 Buffere	23
3.1.4 Sløsing	23
3.1.5 Push- og pull	25
3.2 Hva er taktplanlegging?	25
3.2.1 Lean Production og Lean Construction	26
3.2.2. Aktivitets- og lokasjonsbasert planlegging	28
3.3 Hvordan utvikles en taktplan?	30
3.3.1 Steg 1: Samle informasjon	31
3.3.2 Steg 2: Definere soner	32
3.3.3 Steg 3: Forstå fagenes sammensetning	32
3.3.4 Steg 4: Avstemme arbeidsflyt	32
3.3.5 Steg 5: Forstå fagenes varighet	33
3.3.6 Steg 6: Planlegge produksjonen	33
3.4 Hva ønsker man å oppnå med taktplanlegging?	33
3.4.1 Hva kan gå galt?	35
3.5 Last Planner System (LPS) som bidragsyter til kontroll av taktplan	35
3.5.1 Produksjonsenhetskontroll	35
3.5.2 Arbeidsflytkontroll	36
3.5.3 Daily Huddle	37
4. Resultater	38
4.1 Etablering av taktplan	38
4.1.1 Planleggingsprosessen	38
4.1.2 Forberedende arbeid før PM1	41
4.1.3 PM1	44
4.1.4 Forberedende arbeid – før PM2	50
4.1.5 PM2	53
4.2 Gjennomføring av taktplan	55
4.2.1 Daily Huddle – Daglige statusmøter	55
4.2.3 Innretting av avvik	60

4.2.4 Logistikk.....	61
4.2.5 Arbeid i soner	62
4.3 Ressursbruk ved implementering	62
4.3.1 Planleggingsfase	63
4.3.2 Utførelsesfase	64
4.3.3 Oppsummering av ressursbruk.....	65
4.4 Nødvendig kunnskap for taktplanlegging	65
5. Diskusjon.....	66
5.1 Hvorfor lyktes det å lage en taktplan som alle hadde tiltro til og som var mulig å gjennomføre?	66
5.1.1 Involvering ga motivasjon for å overholde planen.....	66
5.1.2 Sikre produksjonen mot variabilitet utover «normalen».....	66
5.1.3 Daily Huddle som et nødvendig kontrollsystem	67
5.1.4 Hybridvogner som en fleksibel tilnærming til taktplanens teoretisk sett rigide struktur	67
5.1.5 Forenkling av logistikk.....	68
5.1.6 To vogner på rad.....	68
5.1.7 Oppsummering: Tiltro til en gjennomførbar taktplan	68
5.2 Erfaringer fra prosjekt «Strandgata 41»	69
5.3 Begrensninger og videre forskning	69
5.3.1 Begrensninger.....	69
5.3.2 Videre forskning.....	70
7. Konklusjon	71
Referanseliste	72
Vedlegg	76
Vedlegg 1: Plantegninger med soneinndeling.....	76
Vedlegg 2: Intervjuguide.....	77

Tabeller

Tabell 1: Tabellen under viser hvordan oppgaven er strukturert.	4
Tabell 2: Oversikt over databaser og fremgangsmåter for innhenting av litteratur.	8
Tabell 3: Utdrag av søkeord med tilhørende treff.	9
Tabell 4: Gerrings (2017) mål for casestudier opp mot det aktuelle studiet.	11
Tabell 5: Oversikt over hvilke nøkkelpersoner som ble intervjuet.	17
Tabell 6: Åtte former for sløsing (Liker, 2004).	24
Tabell 7: Oversikt over deltakelse fra ulike aktører på de ulike møtene.	38
Tabell 8: Sammenligning av den amerikanske tilnærmingen til taktplanlegging og framgangsmåten for prosjekt «Strandgata 41».	40
Tabell 9: Eksempler på tømmerfagets operasjoner i sone 5.	46
Tabell 10: Bruk av buffere.	53
Tabell 11: Endelig taktplan. Se tabell 12 for tilhørende beskrivelser av fargekoder, arbeidsoperasjoner, varighet, foreslått bemanning og togvogn.	55
Tabell 12: Tilhørende beskrivelser til taktplanen.	56
Tabell 13: Eksempel fra hvordan gjennomføringen av Daily Huddle kunne se ut.	57
Tabell 14: Ressursbruk i forhold til tradisjonell planlegging.	65

Figurer

Figur 1: Illustrasjon av «Strandgata 41».....	5
Figur 2: Oversikt over hva litteraturstudiet og casestudien inneholder.	7
Figur 3: Prosjektets organisasjonskart. Prosjektet utføres som en totalentreprise, der Consto AS er totalentreprenør med ansvar for hvordan prosjektet skal nå fastsatte mål. Taktplanlegging ble brukt som et verktøy for å nå disse. Under planleggingsprosessen var Consto AS sin prosjekt-, anleggs-, og driftsleder (beskrives som prosjektledelse (PL) i den videre oppgaven) involvert i tillegg til enkelte underentreprenører (UE).	15
Figur 4: Illustrasjon av en transformasjonsprosess. Prosessen kan deles inn i mindre delprosesser. Fritt etter Koskela (2000).	20
Figur 5: Illustrasjon av produksjonen som en flytprosess. De oransje boksene representerer ikke-verdiskapende flytaktiviteter, i kontrast til de verdiskapende delprosessene. Fritt etter Koskela (2000).	21
Figur 6: Illustrasjon av leverandør-kunde-forhold fritt etter Koskela (2000).	22
Figur 7: Illustrasjon av takttoget som «kjører» gjennom sonene i bygget.....	26
Figur 8: Oppdelingen i aktivitets- og lokasjonsbasert planlegging med tilhørende underkategorier (hentet fra Kenley and Seppänen, 2009, s. 2564).	28
Figur 9: Flytlinjer som illustrerer fire planlagte og balanserte aktiviteter i stedsproduksjon. Figuren viser også hvordan Task 3 tok lengre tid enn forventet i lokasjon B, og medførte en forsinkelse for Task 4 (hentet fra Kenley og Seppänen, 2009, s. 2567).	30
Figur 10: Fremgangsmåte for taktplanlegging bestående av seks trinn (Fredson et al., 2013).	31
Figur 11: Syv forutsetninger for "sunne" oppgaver (Haarr, 2016 fritt etter Østby-Deglum et al., 2013).	36
Figur 12: Arbeidsflytkontroll som en skjematisk utkvikksplan (Haarr, 2016 fritt etter Ballard, 2000).	36
Figur 13: Oversikt over ulike steg i forberedende arbeid (FA) før PM1 og PM2, og innholdet i disse stegene.....	39
Figur 14: Utkast til taktplan del 1, plan 1 og 3 med S-1-2 og S-3.1. Sone 1.1 planlegges å brukes som lagerområde for materialer og utstyr.	42
Figur 15: Utkast til soner del 2, plan 4 og 5 med S-4 og S-5.....	43

Figur 16: Plantegninger ble benyttet for å identifisere arbeidsoperasjoner og beregne mengder.	44
Figur 17: Illustrasjon av inndeling på post-it lappene som ble brukt i bakoverplanleggingen.	45
Figur 18: Utdrag av slutt punktet for taktsonene som var starten på bakoverplanleggingen. ..	47
Figur 19: De to nederste radene illustrerer bakoverplanleggingen av buffersonene. Resten er bakoverplanleggingen av taktplanen.....	47
Figur 20: Her ser vi at sone 1.2 i figur 14 er delt opp til nye soner 1.2 og 1.3.....	50

1. Innledning

I dette kapitlet presenteres oppgavens rammeverk. Bakgrunnen og formålet for masteroppgaven presenteres først, som igjen leder frem til oppgavens problemstilling og forskningsspørsmål. Omfang og avgrensninger i oppgaven beskrives før kapitlet avsluttes med en oversikt over oppgavens struktur.

1.1 Bakgrunn

I 1913 introduserte Henry Ford samlebåndsproduksjon som en innovativ løsning for masseproduksjon (Hopp og Spearman, 2011). Dette revolusjonerte produksjonsindustrien. Nå om lag ett århundre senere gjør det som blir ansett som byggebransjens svar på samlebåndsproduksjonen, taktplanlegging, sitt inntog i Norge. Dette bekreftes gjennom en rekke casestudier som er gjort innenfor temaet de siste årene (Smiseth, 2013, Mordal, 2014, Harr, 2016, Vatne, 2016) og gjelder for både prosjekter i offentlig og privat sektor. Felles for disse er ønsket om å utvide kunnskapen om denne måten å planlegge og strukturere arbeidet på gjennom å studere aktuelle prosjekter.

Taktplanlegging bidrar til å øke forutsigbarheten for frigjøring av arbeidsoperasjoner ved å «tvinge» alle til å følge lik rytme (Linnik et al., 2013). I et prosjekt hvor taktplanlegging blir ideelt utformet elimineres situasjoner hvor arbeidere venter på arbeid og arbeid venter på arbeidere. Dermed tilrettelegges det for kontinuerlig flyt i produksjonen, uten stans.

Linnik et al. (2013) studerte et caseprosjekt hvor de oppnådde en reduksjon i gjennomføringstid på 17 prosent. I en annen casestudie bidro taktplanleggingen til å etablere kontinuerlig flyt i produksjonen, og dermed redusere sløsing og varighet, som igjen medførte lavere kostnader (Yassine et al., 2014). Frandson et al., (2013) beskriver også en betydelig reduksjon i gjennomføringstid fra 11 til 5 mnd som følge av innføring av taktplanlegging og daglig oppfølging av produksjonen. Dette var et prosjekt hvor et utvendig kledningssystem skulle monteres på en sykehusbygning. Samtidig er det flere som uttrykker at manglende omfang av eksisterende empirisk data på temaet hindrer dem i å tydeligere kunne fastslå effekten av taktplanlegging (Linnik et al., 2013, Frandson et al., 2015).

I en hverdag hvor tid og kostnad i stor grad setter premissene for et prosjekts grad av suksess, må alternative metoder for planlegging og strukturering av produksjon utforskes. Consto AS er en entreprenør i stadig utvikling, og som hele tiden er på jakt etter muligheter for å utføre prosjektene sine på en mer effektiv måte. Taktplanlegging er et forsøk på dette.

Prosjekt «Strandgata 41» er det andre prosjektet hvor Consto AS benytter taktplanlegging. Det har vært begrensede muligheter med erfaringsoverføring fra det første prosjektet som ikke er ferdig. Ved å studere prosjekt «Strandgata 41» vil det være interessant å samle erfaringer fra et prosjekt hvor taktplanlegging implementeres, og hvor dette er første gang for alle involverte aktører. Dette er forskning som potensielt vil kunne bidra i utviklingen av Consto AS og samtidig øke den empiriske datamengden innenfor temaet.

1.2 Formål

Opgaven er ment å tjene et todelt formål. Det første retter seg inn mot Consto AS og deres ønske om erfaringsoverføring mellom prosjekter. Consto AS har allerede et pågående prosjekt hvor taktplanlegging benyttes, hvor de foreløpige erfaringene er positive. For prosjektledelsen ved prosjekt «Strandgata 41» er dette første erfaring med taktplanlegging. Det er i deres og Consto AS sin interesse å kartlegge prosessen som følger med taktplanlegging og analysere den i jakt på forbedringspotensial, og på denne måten videreføre kunnskapen til kommende prosjekter.

Den andre delen av oppgavens formål er rettet mot fagmiljøet og byggebransjen generelt. I en ellers konservativ bransje kan taktplanlegging være nytenking som bidrar til utvikling. Som prosjektet i «Strandgata 41», så vil de aller fleste bedrifter og prosjekter som velger å benytte taktplanlegging i fremtiden, gjøre det for første gang. Denne oppgaven søker derfor å være et bidrag til økt kunnskap om taktplanlegging i tillegg til å dele erfaringer fra prosjektledelsen og underentreprenører i «Strandgata 41». Slik kan denne oppgaven bidra til å gi innsikt i hva det innebærer å implementere taktplanlegging for første gang.

1.3 Problemstilling og forskningsspørsmål

Tema for masteroppgaven er: «Implementering av taktplanlegging i byggeprosjekt for første gang – Casestudie av prosjekt Strandgata 41.»

Opgaven søker å besvare følgende problemstilling: «*Hva kreves for en vellykket implementering av taktplanlegging som gjennomføres for første gang?*»

For å kunne besvare problemstillingen på en god måte, vil følgende forskningsspørsmål være ledende for metode og fremstilling av resultater:

- *Hvordan utføres planleggingsprosessen og hvordan oppleves den?*
- *Hvor godt fungerer gjennomføringen?*
- *Hva er ressursbruken ved implementeringen av taktplanlegging?*
- *Hva kreves av kunnskap?*

1.4 Omfang og begrensninger

1.4.1 Casestudie – prosjekt «Strandgata 41»

Oppgaven begrenser seg til en casestudie. Slik oppgaven ble gjennomført med hensyn til deltakelse underveis i taktplanleggingen av prosjektet, ville det blitt for ressurskrevende å følge flere caser. Consto AS har som nevnt et annet pågående prosjekt hvor taktplanlegging benyttes, men ble på grunn av den ovennevnte årsak ikke studert. Det var også viktig å kunne delta i planleggingsprosessen, noe som ikke var mulig i det andre prosjektet siden den var ferdig og gjennomføringen var langt på vei.

Fokuset i casestudiet er begrenset til den delen av prosjektet som inngikk i taktplanleggingen, og utelater alt annet.

1.4.1.1 Tidsbegrensning

Valget om å benytte taktplanlegging i prosjektet ble tatt i midten av januar 2017, omtrent to måneder før utførelsen av arbeidet skulle begynne. I tiden frem til dette tidspunktet skulle selve taktplanleggingen utføres. Senere ble oppstarten for arbeidet som inngikk i den ferdige taktplanen utsatt til uke 16, 2017. På bakgrunn av dette ble rammen for oppgaven å følge casestudiet frem til utgangen av uke 24, 2017. På det tidspunktet hadde gjennomføringen av taktplanen pågått i ni uker. Dermed ble omfanget av casestudiet å følge hele planleggingsprosessen, mens gjennomføringen ble begrenset til de ni første ukene.

1.4.1.2 Intervju

Intervjuene som er utført som en del av casestudiet inkluderer såkalte nøkkelpersoner. Dette er personer som representerer underentreprenører og var delvis eller helt involvert i planleggingsprosessen. Dermed ble personer som var deltakende i gjennomføringen, men ikke i planleggingen, utelatt å intervju. Denne vurderingen baserer seg på ønsket om å inkludere de mest sentrale aktørene og samtidig holde oppgavens arbeidsmengde innenfor rimelige grenser.

1.4.2 Teori om taktplanlegging

Det er i oppgaven forsøkt å gi et teorigrunnlag som er fokusert til å gjelde det som anses som relevant for oppgavens problemstilling. Dermed utelates alt annet, også det som blir vurdert å være allmenn kjent for leseren.

1.5 Oppgavens struktur

Tabell 1: Tabellen under viser hvordan oppgaven er strukturert.

1 Innledning	Innledningen presenterer oppgavens rammeverk. Dette innebærer bakgrunn, formål, problemstilling og forskningsspørsmål, omfang og avgrensninger, samt oppgavens struktur.
2 Metode	Her presenteres rapportens valgte metoder; litteraturstudie og casestudie. Fremgangsmåten beskrives med den hensikt å gi leseren forståelse for hvordan oppgaven er gjennomført, og samtidig skape et grunnlag for å etterprøve den.
3 Teoretisk rammeverk	Under dette kapitlet presenteres teori som er relevant for oppgavens problemstilling med hensikt å gi leseren nødvendig teorigrunnlag for oppgaven.
4 Resultater	Resultatene presenteres i sammenheng med forskningsspørsmålene som er utarbeidet for å svare på problemstillingen. Den empiriske dataen fremkommer gjennom observasjoner og dokumentstudier gjort av forfatter i tillegg til uttalelser og sitater fra informantene.
5 Diskusjon	Diskusjonen tar for seg resultatene opp mot det teoretiske grunnlaget som sier hvordan taktplanlegging bør implementeres. Det vil her gjøres rede for hva som viste seg å være viktige tiltak som følge av at det var første gang prosjektledelse og underentreprenørene implementerte takt.
6 Konklusjon	Kapitlet gir konklusjon på oppgavens problemstilling og tilhørende forskningsspørsmål.
Referanseliste	Referanselisten gir en oversikt over benyttet litteratur i oppgaven.
Vedlegg	Kapitlet viser informasjon som ikke er funnet nødvendig å ha med i selve oppgaven, men som likevel er nyttig for leseren. Dette gjelder fullstendige sonetegninger og intervjuguide.

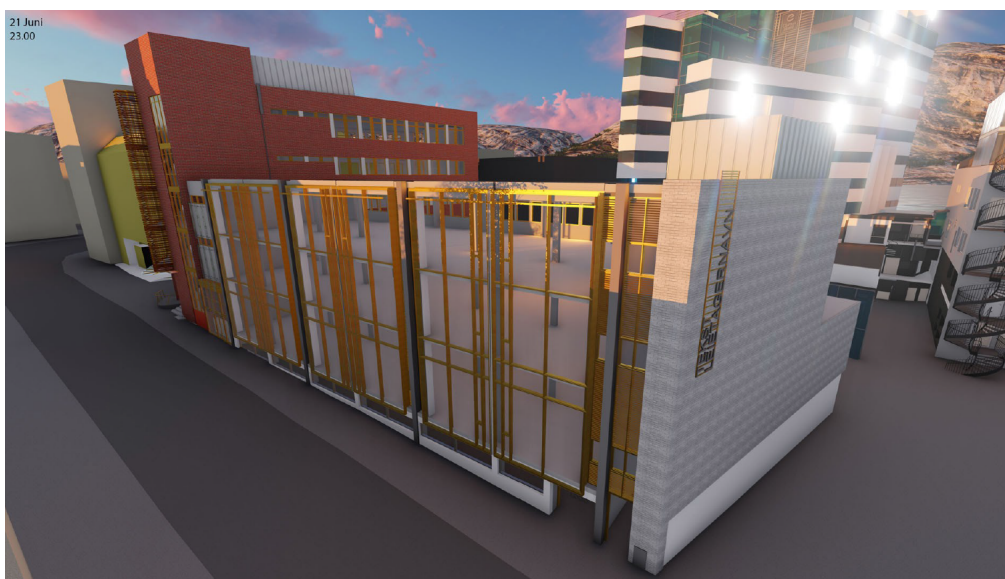
2. Metode

Fremgangsmåtene beskrives med den hensikt å gi leseren forståelse for hvordan oppgaven er gjennomført, og samtidig skape et grunnlag for å etterprøve den. Det er imidlertid utfordrende å gjenta studier med små utvalg, og Gerring (2017) og Yin (2014) anbefaler derfor å følge en protokoll som gir mulighet til å teste teorier og å utforske antakelser. For å legge til rette for dette bør protokollen tydeliggjøre teori, caseseleksjon, hvordan datainnsamlingen ble gjort, om konfidensialitet, metode for analyse og beskrivelse av rekkefølgen av de ulike stegene. Yin (2014) mener i tillegg at det er fordelaktig å samle data fra ulike deltakere over tid, både gjennom møtevirksomhet, deltakelse i normale aktiviteter, og intervju. Dette kapittelet presenterer rapportens valgte metoder som har fulgt protokollanbefalingene til Gerring (2017) og Yin (2014).

Det første delkapittelet presenterer caseprosjektet «Strandgata 41». Videre vil metodevalg presenteres og eventuelle begrensninger gjøres rede for.

2.1 Caseprosjekt «Strandgata 41»

«Strandgata 41» beskrives som et rehabilitering-, ombygging- og tilbyggsprosjekt (ROT-prosjekt). Prosjektet består av et gammelt privateid kontorbygg plassert midt i sentrum av Tromsø. Bygget har vært brukt til forskjellige formål siden det ble bygget i 1966. Når prosjektet er ferdig vil dette leies ut og brukes til samlokalisering av voksenopplæring og boligkontor for Tromsø kommune.



Figur 1: Illustrasjon av «Strandgata 41».

Prosjektet gjennomføres som en totalentreprise hvor Consto AS fungerer som totalentreprenør. En fullstendig oversikt over organiseringen i prosjektet fremkommer av organisasjonskartet som blir presentert i senere i metoddelen av oppgaven (figur 1). Consto AS har i ingen egenproduksjon i prosjektet, men har satt bort utførelsen av alt arbeid til underentreprenører.

I vedlegg 1 finnes en oversikt over byggets plantegninger. Bygget består av en «høyblokk» (6 etasjer, 5 over bakken) og en «lavblokk» (4 etasjer, 3 over bakken).

Det ble først bestemt at det som skulle inngå i prosjektets taktplan skulle avgrensnes til innredningsarbeider. Det vil si alt bortsett fra rivningsarbeider, fasader og utvendig arbeid. Før planleggingsprosessen var ferdig ble dette snevret enda mer inn, hvor også underetasjen med teknisk rom og toalettkjerner, kantinedel i plan 1 og hele plan 2 ekskluderes fra taktplanen. En nærmere beskrivelse av hvorfor denne innsnevringen ble gjort beskrives senere i resultatdelen.

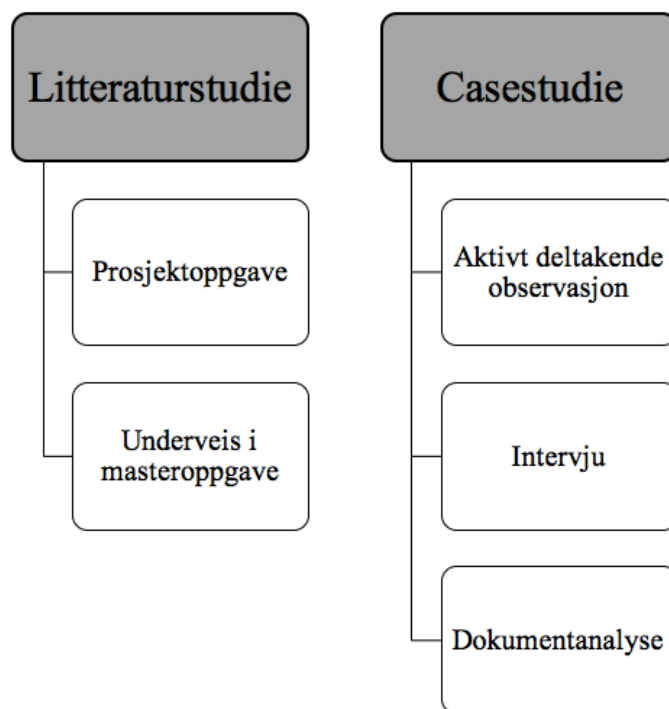
2.2 Valgt forskningsmetode

De overordnede metodene i denne oppgaven er litteraturstudie og casestudie. Figur 1 viser oppgavens valgte forskningsmetode. Litteraturstudiet ble utført i to deler. Først i forbindelse med prosjektoppgave høsten 2016, så underveis i masteroppgaven. Innenfor casestudiets forskningsdesign ble det utført en aktivt deltakende observasjon i tillegg til intervjuer og dokumentanalyse. Videre følger en mer detaljert beskrivelse av de valgte metodene og utførelsen av dem.

2.3 Litteraturstudie

En litteraturstudie kan ifølge Business Research Methods (Blumberg et al., 2011) utføres med flere formål. Det bidrar til å gi oversikt over sammenhengen mellom temaets emne og tidligere arbeid tilknyttet tematikken. Litteraturstudiet bringer relevante teorier, variabler og forhold til tematikken. Det presenterer hvilke teorier som allerede er utviklet og synliggjør hva som kan forskes videre på i lys av eksisterende kunnskap og forskning.

Litteraturstudiet som er utført i forbindelse med oppgaven kan deles inn i to deler. Den første delen ble gjort i tilknytning til prosjektoppgave, mens den andre delen ble utført underveis i masteroppgaven.



Figur 2: Oversikt over hva litteraturstudiet og casestudien inneholder.

2.3.1 Litteraturstudie i forbindelse med prosjektoppgave

Høsten 2016 ble det gjennomført en litteraturstudie som del av emnene TBA4128 Prosjektledelse VK og TBA4151 Anleggsteknikk VK. Litteraturstudiet gikk ut på å gjennomføre litteratursøk med det formål å identifisere relevant litteratur i forbindelse med det valgte temaet; «Risiko i taktplanlegging og –gjennomføring». Dette la grunnlaget for prosjektoppgave i emnet TBA 4531 Prosjektledelse fordypning, senere samme semester. Temaet for prosjektoppgaven var; «Tiltak for å kontrollere risiko i taktplanlegging». Selv om temaene avviker noe fra hverandre var litteraturstudiet som ble utført i stor grad relevant for prosjektoppgaven. Selv om søkets tema var noe innsnevret med fokus på risiko, var likevel mye av dette relevant for masteroppgaven. Dermed ble deler av teorien fra prosjektoppgaven, som har sitt opphav i litteratursøkene, benyttet i masteroppgaven. I tabell 2 følger en oversikt over hvilke databaser og fremgangsmåter som ble benyttet under litteratursøkene.

2.3.2 Litteraturstudie i forbindelse med masteroppgave

Fremgangsmåten som ble benyttet i litteraturstudiet i forbindelse med prosjektoppgaven høsten 2016 har blitt videreført til masteroppgaven. Nye søk ble gjort for å tilpasse oppgavens problemstilling og tilhørende forsknings spørsmål.

2.3.3 Hvordan ble søkene utført?

Det er benyttet ulike søkefunksjoner for å få fullt utbytte av de utvalgte databasene, og for å sørge for et godt resultat av søkeprosessen. De søkefunksjonene som er tatt i bruk er parenteser for oppstyking av søketekst, logiske operatører; AND, OR, NOT og trunkering; *.

Tabell 2: Oversikt over databaser og fremgangsmåter for innhenting av litteratur.

Oria	Oria er universitetsbibliotekets database for trykte og elektroniske samlinger. Dette inkluderer bøker, artikler, tidsskrift, masteroppgaver, doktoravhandlinger m.m. (Oria.no, u.d). Databasen består av samlinger fra alle universiteter og høyskoler i Norge.
Compendex	Fagdatabasen Compendex er den største databasen innen teknologi og ingeniørfag, og er en av flere databaser som anbefales av VIKO (NTNU Universitetsbiblioteket, u.d-b).
Scopus	Fagdatabasen Scopus er den største databasen av fagfellevurdert litteratur, noe som inkluderer vitenskapelige journaler, bøker og konferanseartikler (Elsevier.com, u.d).
Google Scholar	Databasen benyttes for å fange opp litteratur som ikke dekkes av de nevnte databasene. Ofte kan Google Scholar bidra til å gi en bedre oversikt over troverdigheten til litteraturen gjennom bl.a. siteringer, da denne databasen dekker et mye større felt enn de ovennevnte.
International Group for Lean Construction	IGLC arrangerer årlige konferanser, hvor ny forskning innenfor Lean Construction presenteres. Dette er et anerkjent internasjonalt nettverk med målsetting om å fornye og forbedre byggeindustrien (International Group for Lean Construction. u.d.). Nettverket publiserer all forskning tilknyttet konferansene, noe som dermed gir en oppdatert oversikt over aktuelle konferanseartikler.
Søk i referanselister	Referanselister til interessant litteratur studeres med det formål å finne annen litteratur innenfor temaet. Det er bestandig en risiko med å følge referanselisten for mange trinn, da dette kan inkludere foreldet litteratur og informasjon.

Utgangspunktet for søkene er å starte med nøkkelord fra relevant terminologi, for så å bygge videre på dette med det formål å begrense søket og gjøre det enklere å finne tak i de man «ønsker» å finne. Tabell 3 illustrerer en oversikt over eksempler på oppbyggingen av noen av søkene som er utført, for eksempel inkluderer dette søkeord og hvor mange treff de ulike søkene ga i de forskjellige databasene.

Søkene er i all hovedsak utført med engelsk som skriftspråk. Dette baserer seg på erfart kunnskap innenfor temaet, hvor det aller meste av litteratur er publisert på engelsk. Dette er også kontrollert gjennom forsøk med «norske» søk.

Tabell 3: Utdrag av søkeord med tilhørende treff.

Database	Oria	Compendex	Scopus	Google Scholar	IGLC
	Takt	2577	288	339	190000
Takt Time	2184	234	205	34500	16
Takt Time Planning	360	67	30	14000	9
((Takt Time) OR (Takt Time Planning)) AND (Last Planner System)	134	5	3	957	-
Variability	687952	1,77mill	667038	3,9mill	113
(Variability) AND (Work Flow)	3737	22858	2995	2,5mill	-
(Variability) AND (Work Flow) AND (Construction)	129	1653	94	584000	-

2.3.4 Evaluering og kildekritikk

Evalueringen av kildene tar utgangspunkt i VIKOs TONE-kriterier. Dette står for T; troverdighet, O; objektivitet, N; nøyaktighet og E; egnethet (NTNU Universitetsbiblioteket, u.d-a). Kvaliteten på all litteratur som er benyttet i masteroppgaven er kontrollert opp mot disse kriteriene. De tre første punktene ser på kilden i seg selv og i hvilken grad den oppfyller kriterier som stilles til en troverdig, objektiv og nøyaktig kilde. Under det siste punktet blir kildens relevans vurdert, og kilden settes i sammenheng med oppgavens problemstilling. Disse fire punktene danner grunnlaget for vurderingen av den benyttede litteraturen.

2.4 Casestudie - «Strandgata 41»

En casestudie er en «intensiv studie av et «enkeltcase» eller et mindre antall caser som baserer seg på observerbar data, og lover å kaste lys på et større antall caser» (Gerring, 2017, s. 30). Yin (2014) peker på at en casestudie kan representere et signifikant bidrag til kunnskap og teoribygging ved å bekrefte, utfordre eller utvide teorien. Siden dette var treffende med oppgavens formål ble det valgt å benytte en casestudie. Denne oppgaven fokuserer på *ett case*. Målet med dette kapittelet er å forklare de metodiske valgene i casestudien.

2.4.1 Generaliserbarhet

Generaliserbarhet og kontekstualisering bør inngå som casestudiers formål (Gerring, 2017). Dette studiet søker å komme frem til kunnskap som kan benyttes av Consto AS i fremtidige prosjekter, å belyse en tematikk som det finnes begrenset kunnskap om, og som kan benyttes i forbindelse med implementering av taktplanlegging for de uten erfaring. Således er det et mål at funnene skal kunne gjenspeile hvordan andre prosjekter kan oppleve førstegangs implementering av takt, og derfor være generaliserbare. Når det gjelder kontekst kan det i dette studiet være implementering av nye metoder og mål om effektivisering. Det er imidlertid essensielt å påpeke at andre prosjekter som formmessig er lik «Strandgata 41» kan variere på mange områder. Dette begrenser muligheten for å si at casen som studeres her er representativ for andre caser *på alle områder*. Dette er en kjent begrensning for casestudier, men trenger ikke nødvendigvis begrense hvordan forståelse og kunnskap kan anvendes på andre caser med likheter.

2.4.2 Kriterier for casestudier

I følge Gerring (2017) er det noen kriterier som må være oppfylt for å gjennomføre en casestudie. Det mest fundamentale spørsmålet i følge han er om studiet søker å beskrive eller vise kausale sammenhenger. I dette tilfellet søker man å beskrive elementer i førstegangs planlegging og gjennomføring av takt. Gerring (2017) skiller mellom en typisk eller en mangfoldig strategi. I dette tilfellet søker man å se på en case som kan være typisk for det feltet som studeres. Et slikt utgangspunkt benytter ofte en uformell kvalitativ tilnærming til caseseleksjon. En kvalitativ seleksjon innebærer begrensninger i å *måle* hva som er gjennomsnittlig eller typisk, og seleksjonen må derfor gjøres basert på andre kriterier. Det vil blant annet være et kriterium at det er minst ett case som studeres. Gerring (2017) mener også at man bør identifisere andre mål for caseseleksjonen som er bredt gjeldende, og dette fremstilles i tabell 4.

Tabell 4: Gerrings (2017) mål for casestudier opp mot det aktuelle studiet.

Iboende viktighet

Seleksjonen av caser er ofte påvirket av viktigheten i casen. Dersom denne viktigheten er drevet av interessen til en sosial gruppe eller organisasjon primært kan man si at studiet er idiografisk. Slike studier oppfyller på generelt grunnlag ikke kravet om å være generaliserbart, og derfor ikke kravet om å være en casestudie (Gerring, 2017). Dersom en case som er valgt for idiografiske grunner kan resultere i innsikt som har bredere anvendelse kan det allikevel kvalifisere som casestudie. Dette er tilfellet med «Strandgata 41», hvor viktigheten av prosjektet i utgangspunktet springer ut fra behovet til den sosiale gruppen innenfor byggemiljøet. Resultatene i dette studiet kan ut fra prosjektet ha implikasjoner for andre prosjekt innenfor samme yrkesgruppe, samtidig som det også kan ha implikasjoner for andre yrkesgrupper som implementerer taktplanlegging for første gang. Dette kan sies å være en «bredere anvendelse», og således oppfyller dette studiet kravet om en iboende viktighet.

Uavhengighet

Dette kriteriet er ikke relevant som følge av at studiet ikke ønsker å belyse kausale sammenhenger.

Ny evidens

Studiet bør søke å gi ny kunnskap om et tema som ikke er tilgjengelig, eller ikke lett tilgjengelig, for et større utvalg. Denne evidensen kommer ofte på et lavere analysenivå. En case som velges for dybdeanalyser må gi nok data av riktig sort, og adressere spørsmål som er interessante på et lavere analysenivå. Dette handler ikke bare om tilgjengelig data, men også om hvor passende funnene er for forskerens formål (Gerring, 2017). Dette studiet søker å gi detaljerte beskrivelser av hvordan det er å implementere taktplanlegging for første gang. Tilgangen på denne kunnskapen er begrenset, og resultatene som søkes å oppnå i dette studiet egner seg godt til å besvare konkrete problemstillinger som kan være til nytte for senere anvendelse.

Logistikk

Hvor tilgjengelig en case i seg selv er bør være med i betraktningen i en utvelgelsesprosess av en case. Utvalgelse basert på tilgjengelighet refereres ofte til bekvemmelighetsutvalg. Det er i følge Gerring (2017) sjeldent at dette blir ansett som problematisk fordi det antas at slik seleksjon ikke har konsekvenser for den interne validiteten. En slik vurdering er gjort i dette tilfellet også. Prosjektet som er studert er valgt som følge av tilgjengelighet og bekjentskap til Consto AS. Dette kjennskapet ble vurdert å øke tilgjengeligheten på informasjon, for eksempel gjennom aktiv deltakelse over tid. Den interne validiteten er vurdert å være ivaretatt gjennom å opprettholde en viss avstand til arbeiderne og prosjektet for å unngå for mye direkte innvirkning.

Representativitet

For å være en case som er bredere enn seg selv må casen representere en bredere populasjon på en måte som er relevant for det større argumentet som er ledende i teorien. Det er ofte utfordrende å kunne si noe generelt ut fra en case i og med at det ofte er variasjon i trekket eller trekkene som studeres. Derfor kan man som regel kun oppnå å representere en sentral tendens, noe typisk, gjennom å studere en enkelt case. Dette er det eksplisitte målet for en typisk case, slik det også er i dette tilfellet. Selv om funnene i dette studiet ikke nødvendigvis vil være identisk med andre prosjekter på alle områder, så vil det kunne være et bidrag til forbehold og hensyn i fremtidige prosjekter, og et komplimenterende bidrag for fremtidig forskning og forståelse av problemstillingen som undersøkes.

Beskrivelsene gjort i tabell 4 er nødvendige for å kvalitetssikre at dette er riktig fremgangsmåte for å svare på oppgavens problemstilling i tillegg til at det bidrar til gjennomsiktighet, eller transparency («åpenhet om forskningsprosessen og hvordan den utviklet seg over tid»; Gerring, 2017 s. 138). Slik gjennomsiktighet gir mulighet til å belyse mulige seleksjonsbias, og mulige implikasjoner for de endelige resultatene som følge av seleksjonsmetoden. Det bidrar også til mulighet for gjentakelse som innebærer at andre

forskere kan gå gjennom de samme prosedyrene og komme frem til de samme konklusjonene som forfatteren (Gerring, 2017).

2.4.3 Triangulering

Gerring peker på at kombinasjonen av analysekategoriene longitudinelt, «innad i caser» og «på tvers av caser» gir en verdifull form for triangulering. Et standpunkt eller en påstand er mer sikker dersom den er undersøkt på ulike analysenivå (Gerring, 2017).

2.4.3.1 Longitudinelt

Det er nevnt ovenfor at denne casestudien foregår over tid, og er derfor av en longitudinell karakter. Studien begynte tirsdag 7. mars 2017, og pågikk til fredag 16. juni 2017. Gjennom å følge et prosjekt over tid kan man se sammenhenger og endringsprosesser som er verdifulle i senere analyser.

2.4.3.2 «Innad i caser»

I undersøkelsestiden var det fokus på å innhente informasjon av deskriptiv karakter om ulike forhold innad i prosjektet, herunder forhold ved planleggingsfasen og begynnelsen av gjennomføringsfasen. Dette har eksempelvis blitt gjort gjennom intervju, som har belyst enkeltelementer som ellers ikke ville blitt belyst med et overordnet perspektiv. Undersøkelser av denne typen har gitt innblikk i forhold på et mer underordnet nivå; forhold innad i prosjektet.

2.4.3.3 «På tvers av caser»

Selv om denne undersøkelsen ikke eksplisitt gjennomfører analyser på tvers av caser, skjer dette sannsynligvis i følge Gerring (2017) implisitt gjennom sammenligninger med den større populasjonen eller eksisterende evidens eller tidligere forskning.

2.4.4 Datainnsamling

For å få dybdekunnskap til førstegangs gjennomføring av taktplanlegging har det vært viktig å innta en holistisk tilnærming med ulike strategier for innhenting av informasjon. Disse strategiene er først og fremst kvalitative. Kvalitativ analyse refererer til en uformell analyse av ikke-sammenlignbare observasjoner som er mest hensiktsmessig når utvalget er lite (Gerring, 2017). I følge Gerring har ikke uformelle metoder noe klart definert format, og er derfor best forstått i sammenheng med konteksten den brukes i. Han uttrykker også at det er kvaliteten i observasjonene og hvordan de er analysert, ikke kvantiteten i observasjonene, som er relevant i å evaluere påstandene som en studie basert på kvalitative observasjoner

legger frem. Dette er viktig i denne sammenhengen fordi observasjonene gjort i denne studien ikke har fokusert på kontinuerlig tilstedeværelse, men heller deltakelse og tilstedeværelse under kritiske tidspunkt som har vært kvalitativt viktig i forhold til problemstillingens formulering.

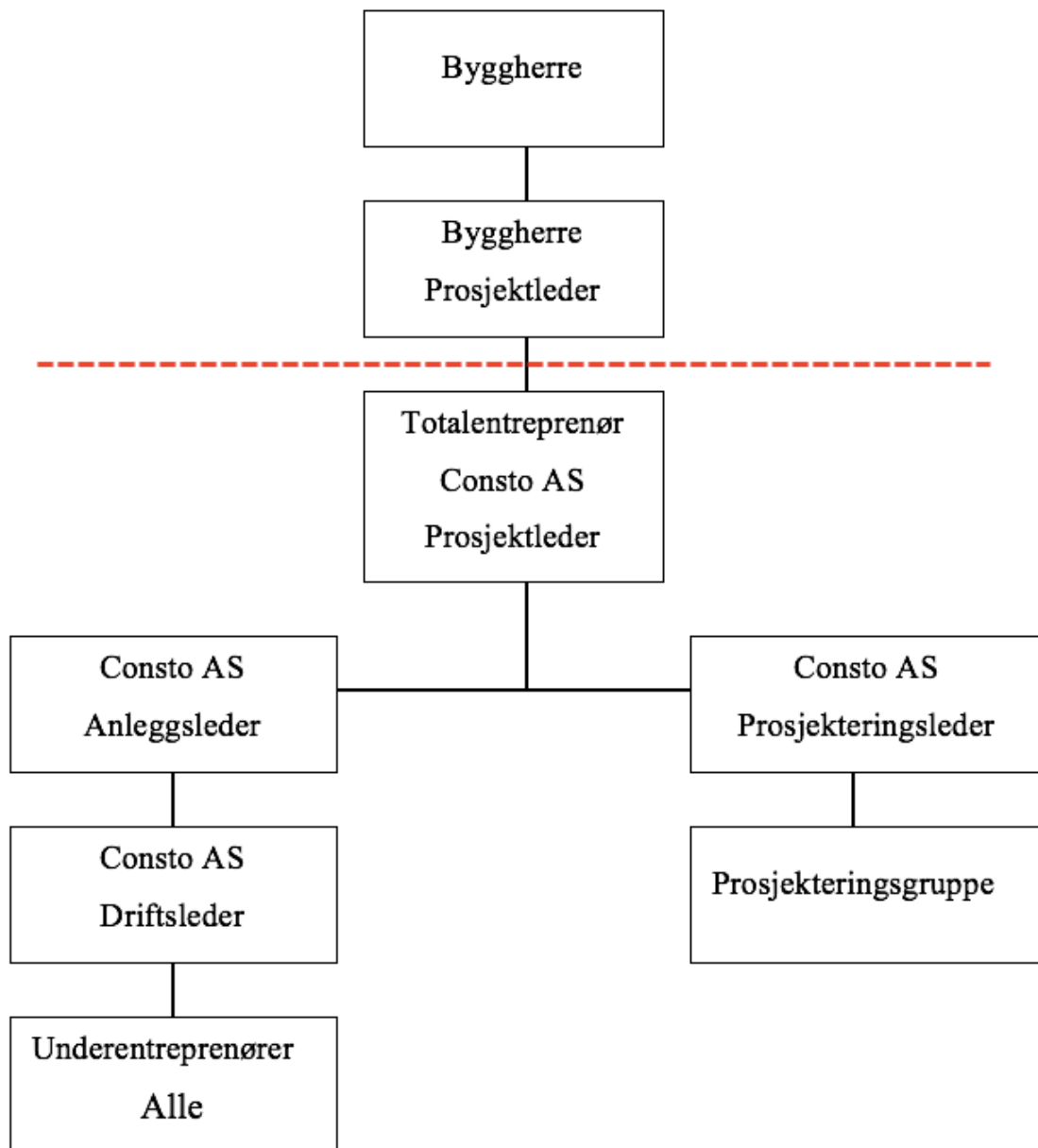
Aktiv deltakelse ga mulighet til å utforme en plan for datainnsamlingsstrategier, eks. å identifisere personer i arbeidsgruppen som kunne delta i senere intervju. Det ble også besluttet å dokumentere fremgangen i prosessene. Nyttige spørsmål anbefalt fra Hartley (2004, s. 329) ble jevnlig benyttet. Eksempler er: *har jeg samlet inn atferd/prosesser fra ulike informanter? Er det noen som kan ha forskjellige forklaringer? Er det noen data som ikke støtter nåværende antakelser?* Datainnsamlingen ble gjort systematisk i form av intervju og dokumentasjon, og ad hoc gjennom deltakelse på ulike nivå. Innenfor casestudiets designområde ble det valgt å utføre følgende:

- Aktivt deltakende observasjon
- Intervju
- Dokumentanalyse

2.4.4.1 Feltstudie – Aktivt deltakende observasjon

En metode for datainnsamling var å være delaktig i og observerende gjennom planleggingsfasen og starten på gjennomføringen. Det er ulikt hvor mye observatører faktisk deltar i aktivitetene til de som studeres (Waddington, 2004). I dette tilfellet hadde forfatteren en kjent observerende og deltakende rolle. Tradisjonelt inntar ofte observatører en induktiv strategi som betyr at personen bruker sine begynnende observasjoner som utgangspunkt for videre formuleringer av hypoteser (Waddington, 2004). Dette skjer gjerne i forbindelse med fenomen og situasjoner som ikke er lett tilgjengelig for forskning. Problemstillingen i denne undersøkelsen hadde få eller ingen etiske begrensninger som gjorde det nødvendig å følge strenge retningslinjer for deltakelsen. Tvert i mot var det i dette tilfellet nødvendig med en aktiv deltakelse hvor forfatterens kunnskaper kunne benyttes som en ressurs i gjennomføringen, og hvor denne deltakelsen ga personlig erfaring sammen med muligheten å observere hvordan resten av arbeidsgruppen forholdt seg til planlegging og gjennomføring. Som nevnt tidligere understreker Gerring (2017) hvordan en kvalitativ tilnærming ofte er uformell, og at dette gir forskeren mulighet til å være fleksibel. Denne fleksibiliteten ble ansett som en stor styrke da forfatteren kunne delta aktivt og til en viss grad inngikk som en naturlig del av arbeidsgruppen.

Innledningsvis i en casestudie er det viktig å få oversikt over strukturen og funksjonen i organisasjonen (Hartley, 2004). Figur 3 viser prosjektets organisasjonskart slik det framkom gjennom å inngå som en naturlig del av arbeidsgruppen og ved å innhente opplysninger.



Figur 3: Prosjektets organisasjonskart. Prosjektet utføres som en totalentreprise, der Consto AS er totalentreprenør med ansvar for hvordan prosjektet skal nå fastsatte mål. Taktplanlegging ble brukt som et verktøy for å nå disse. Under planleggingsprosessen var Consto AS sin prosjekt-, anleggs-, og driftsleder (beskrives som prosjektledelse (PL) i den videre oppgaven) involvert i tillegg til enkelte underentreprenører (UE).

Det er ønsket at datainnsamlingen skal være hovedsakelig systematisk, men det er også *noe* rom for ad hoc datainnsamling i følge Hartley (2004). Ad hoc datainnsamling ble gjort i forbindelse med deltakelse på ulike nivå.

- Å være en del av prosjektledelsen under planleggingsprosessen med bidrag til å lede planleggingen med samtidige observasjoner som kom til nytte for oppgaven.
- Deltakelse på å definere førsteutkast til soneinndeling.
- Deltakelse på å utvikle en power-point-presentasjon som ble brukt til å introdusere taktplanlegging for de deltakende underentreprenørene.
- Deltakelse under definering av arbeidsoperasjoner og kalkulering av ressursbruk for de fagene som ikke var kontrahert i forkant av planleggingsprosessen.
- Utarbeide utkast til taktplanen.
- Tilstedeværelse på arbeidsplassen ved enkelte tidspunkt for å observere gjennomføringen av taktplanen. Blant annet til stede under «Daily Huddle» ved flere anledninger.

Underveis i den deltakende observasjonen ble det notert ned erfaringer og observasjoner. I tillegg ble det tatt bilder underveis i møtene for å dokumentere arbeid og hendelser.

2.4.5 Intervju

For å kunne samle erfaringer fra aktørene ble det valgt å benytte intervjuer. En intervjuguide ble utarbeidet og benyttet som støtte under intervjuene. Intervjuguiden finnes som vedlegg 2. Intervjuguiden var et semistrukturert intervju med åpne spørsmål hvor det stilles oppfølgingsspørsmål i forhold til hva som blir fortalt, etter anbefaling fra Howitt (2010). Kvalitetssikring av intervjuguiden ble gjort gjennom konferering med en representant fra prosjektledelsen i Consto AS som kunne gi innspill på hva som ville være relevant å spørre om. På denne måten kunne datainnsamlingen kvalitetssikres i tilknytning til problemstillingen, og når det gjaldt å øke relevansen for oppdragsgiveren.

De aktuelle representantene ble kontaktet av forfatteren og spurt om de hadde anledning til å ta del i et intervju som ville vare omtrent 15 minutter. Samtlige som ble forespurt var velvillige til å delta. Tabell 5 gir en oversikt over hvilke nøkkelpersoner som ble intervjuet. To stykker tok med seg en ekstra representant. Dette ble gjort på eget initiativ. Initiativet ble ansett som en styrke i form av entusiasme og spontanitet, som har betydning for kvaliteten i informasjonen som fremkom. Det ble også ansett som en styrke i form av å oppnå et bredere

perspektiv. På grunn av manglende tilstedeværelse fra en av representantene ble dette intervjuet gjennomført over telefon, mens resten ble utført på prosjektet. Samtlige intervju ble gjennomført i slutten av uke 24, 2017 og intervjuene varte mellom 20-30 minutter, altså 5-15 minutter lengre tid enn opprinnelig beregnet. På tross av tett timeplan for informantene ble det ikke registrert tegn på at lengre tidsbruk på intervjuene gikk ut over kvaliteten på informasjonen.

Tabell 5: Oversikt over hvilke nøkkelpersoner som ble intervjuet.

Fag	Representert ved
Elektro	Prosjektleder
Maler	Prosjektleder
Rør	Prosjektleder og Bas
Ventilasjon	Prosjektleder
Tømmer	Prosjektleder og Bas

2.4.5.1 Etiske betraktninger

Det ble hentet inn muntlig samtykke hos samtlige informanter til å referere de aktuelle representantene. De har blitt anonymisert så langt det har vært mulig i selve oppgaveteksten. Intervjuene ble ikke tatt opp på lydbånd, men informasjon ble notert ned fortløpende. Disse notatene har ikke vært av høy konfidensiell kvalitet, men tilgangen har likevel blitt skjermet for å ivareta informantenes integritet og tillit.

2.4.6 Dokumentinnsamling

Skriftlig dokumentasjon ble gjort under planlegging og gjennomføring i form av tavleoppslag under planleggingsprosess, tabeller under «Daily Huddle» og jevnlig oppdateringer på mail fra prosjektledelsen underveis i utførelsesfasen. Denne dokumentasjonen ga mulighet for å strukturere de faktiske forholdene i prosjektet, og kunne sammenlignes opp mot observasjoner og informasjon fra deltakere.

2.5 Feilkilder og metodologiske svakheter

Det vil her bli gjort rede for mulige metodologiske svakheter og drøfting omkring disse.

2.5.1 Feilkilder i observasjonen og tilhørende analyser

Aktiv deltakelse i store deler av planleggings- og starten på gjennomføringsprosessen kunne medføre et ønske om at prosjektet skulle bli vellykket. En slik subjektiv forstyrrelse ble

forsøkt å balansere for kontinuerlig gjennom casestudiet. Blant annet var intervjuene kilde til korreksjon. Det er imidlertid ikke mulig å fjerne all bias i denne sammenheng, og dette må tas med i betraktningen under gjennomlesningen.

2.5.2 Feilkilder i dokumentinnsamlingen

Jevnlige oppdateringer på fremdriften under starten på gjennomføringen av takten ble oversendt på e-post. Datainnsamlingen og analysene kan være påvirket av at informasjonsformidlingen kom fra personer i prosjektledelsen. Det finnes ingen garantier for at denne informasjonen er endret på eller selektert før den ble levert forfatteren. Det er imidlertid vurdert at forfatteren av oppgaven har blitt gjort oppmerksom på slike avvik. Tilsendte oppdateringer kunne sammenlignes med observasjoner gjort under tilstedeværelse på ulike tidspunkt, og her ble det avdekket at informasjonen som ble oversendt var noe misvisende fordi registreringen under gjennomføringen av «Daily Huddle» var noe ulik den planlagte gjennomføringen. Det ble ikke forsøkt å skjule dette fra forfatteren under tilstedeværelse, og må derfor tolkes som at overleveringen av informasjonen har vært så nær prosjektledernes sannhet som mulig. Konsekvensen av dette var at det ikke kunne gjennomføres en fullstendig kvantifisering av taktgjennomføringen som opprinnelig var planlagt, men det hadde ingen ytterligere konsekvenser for de kvalitative vurderingene som ble gjort.

2.5.3 Reliabilitet og validitet

Reliabilitet innebærer at målingene er konsistente (SNL, 2016). Reliabilitet som mål i seg selv er ikke i fokus i denne forskningen. Dette kan ha konsekvenser for validiteten, for eksempel den ytre validiteten som sier noe om muligheten for å generalisere funnene (SNL, 2015). Det er et mål at funnene skal være anvendbare på lignende situasjoner, men ikke at funnene *alltid* skal gjelde for lignende prosjekt.

Gerring (2017) understreker at intern og ekstern validitet ikke er de sterkeste sidene ved forskningsdesignet til casestudier. Denne typen forskning er i følge han mer egnet for utforskning enn å etablere validitet. Indre validitet referer til om man måler det man ønsker å måle (SNL, 2015). Ved høy indre validitet forutsettes det blant annet at man har kontroll over mulige bias. Gjennom å ha nærhet til teori og de begreper som brukes der, og å være åpen gjennom hele forskningsprosessen når det gjelder forfatterens rolle i de vurderingene som gjøres, vurderes det at denne undersøkelsen klarer å opprettholde en god indre validitet. Det å være til stedet gjennom observasjoner, og å få personlige beskrivelser fra informanter

gjennom intervju gir en unik mulighet til å kvalitetssikre at man beskriver de temaene som var ønsket å belyse i utgangspunktet, og at slutningene man trekker derfor er gyldige.

Mulige feilkilder som kan innvirke på validiteten er som nevnt bias, eller antakelser man sitter med som forsker og som påvirker graden av objektivitet. Det legges i denne oppgaven vekt på at vurderinger og observasjoner ses gjennom øynene til forfatteren, og det er ikke forsøkt å oppnå objektivitet. Heller tvert i mot anses subjektiviteten i prosessen som verdifull fordi det gir rom for skjønnsmessige vurderinger underveis som kan tilpasse prosessen for å svare best mulig på problemstillingen. Det å ha personlig kontakt med deltakerne i prosjektet har vært en verdifull måte å oppnå beskrivelser og informasjon om den naturlige settingen. Ved tilstedeværende og deltakende observasjon kan de naturlige prosessene forstyrres, men dette ble forsøkt redusert gjennom begrenset tilstedeværelse til de mest kritiske periodene.

3. Teoretisk rammeverk

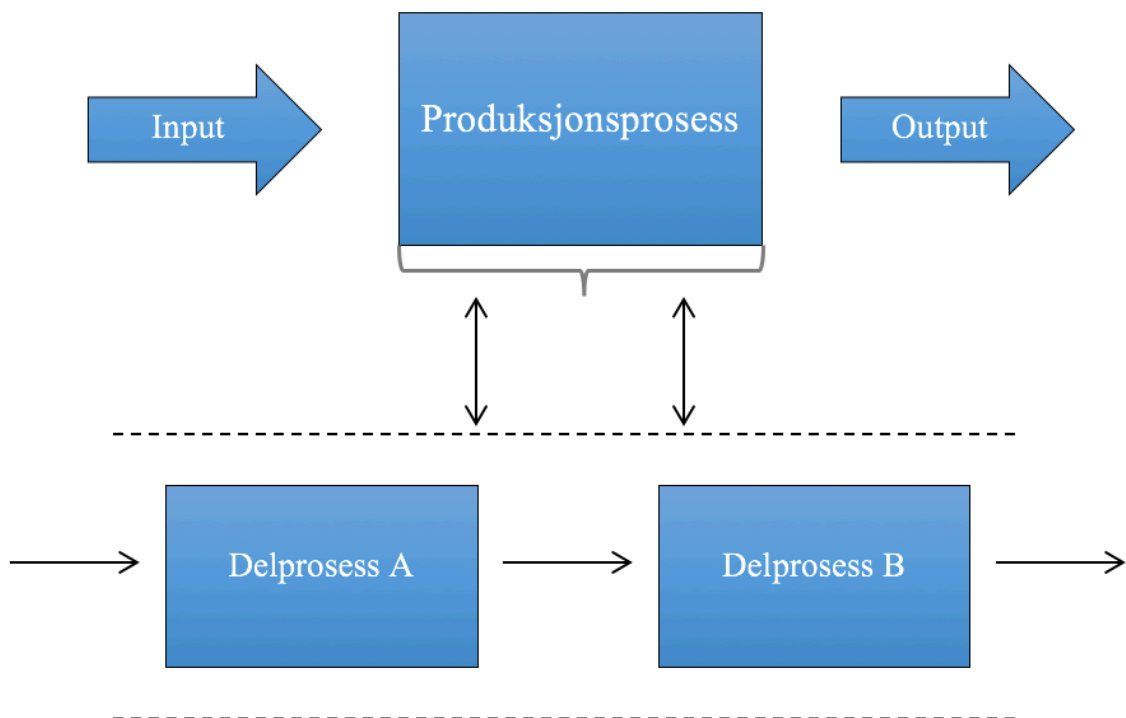
Dette kapitlet presenterer teori som er relevant for oppgavens problemstilling, med den hensikt å gi leseren nødvendig teorigrunnlag for å forstå bakgrunnen for taktplanlegging.

3.1 Produksjonsteori

Dette delkapitlet vil gjøre rede for generell produksjonsteori som er nødvendig for å forstå den senere redegjørelsen om taktplanlegging.

3.1.1 TFV-teorien

Ifølge Koskela (2000) er det mulig å dele produksjonsteorien opp i tre konsepter. Disse tre konseptene utgjør TFV-teorien, som står for transformasjon, flyt og verdi. Koskela mente alle tre var nødvendige for å fullt ut forstå et produksjonssystem, og samlet dem derfor under en felles teori.



Figur 4: Illustrasjon av en transformasjonsprosess. Prosessen kan deles inn i mindre delprosesser. Fritt etter Koskela (2000).

3.1.1.1 Transformasjon

Spesielt innenfor byggebransjen har transformasjon vært den dominerende måten å betrakte produksjon på (Koskela et al., 2002). Arbeidskraft, materialer, osv. (input) tilføres produksjonssystemet og ut på andre siden kommer ferdige produkter (output) (Koskela, 2000). En visuell fremstilling av denne prosessen kan ses i figur 4. Den overordnede produksjonsprosessen kan deles inn i mindre delprosesser, og ved å optimalisere disse kan produksjonsprosessen som helhet forbedres.

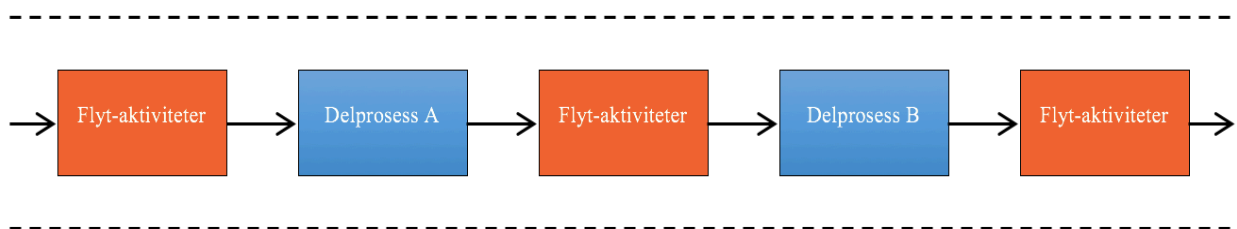
Ifølge Koskela et al. (2002) er det to klare svakheter ved denne måten å betrakte produksjon:

- (1) Den mislykkes i å gjenkjenne at det er andre elementer ved produksjon enn bare transformasjonsprosessene, og tar dermed ikke hensyn til hva som skjer mellom disse.
- (2) Den mislykkes i å gjenkjenne at det ikke er transformasjonsprosessen i seg selv som gjør outputen verdifull, men heller at outputen tilpasses kundens krav.

3.1.1.2 Flyt

Det manglende hensynet på det som skjer mellom transformasjonsprosessene rettes opp gjennom flytkonseptet, hvor produksjonen sees på som en flyt av ressurser (Koskela, 2000, se figur 5). På denne måten skilles det mellom selve transformasjonsprosessene og flytaktiviteter som oppstår mellom dem. Flytaktiviteter i denne sammenheng er ikke-verdiskapende aktiviteter som oppstår mellom de verdiskapende transformasjonsprosessene, og betraktes for det meste som sløsing, noe som beskrives nærmere i kapittel 3.1.4. Et eksempel på en flytaktivitet kan være venting.

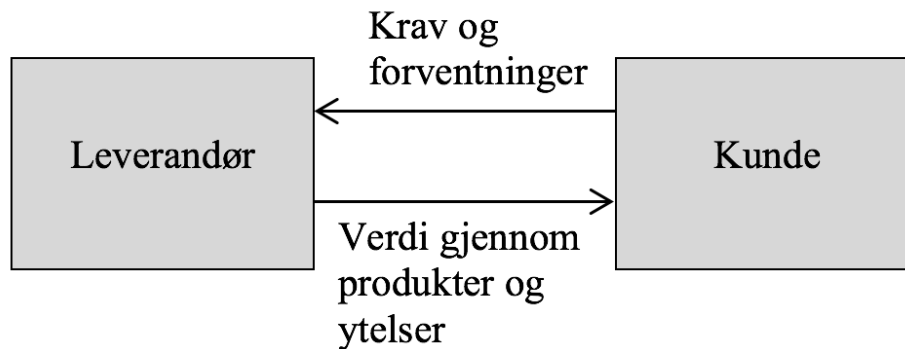
Gjennom å se produksjonen som en flytprosess er målet å eliminere sløsing, altså de ikke-verdiskapende aktivitetene (Koskela, 2002).



Figur 5: Illustrasjon av produksjonen som en flytprosess. De oransje boksene representerer ikke-verdiskapende flytaktiviteter, i kontrast til de verdiskapende delprosessene. Fritt etter Koskela (2000).

3.1.1.3 Verdi

Verdi-konseptet handler om å se kundens behov som et ledd i transformasjonsprosessen og dermed levere det kunden ønsker (Koskela, 2000), se figur 6.) Dette handler om alle nedstrømsmottakere i produksjonskjeden.



Figur 6: Illustrasjon av leverandør-kunde-forhold fritt etter Koskela (2000).

Samtidig har det vist seg utfordrende å etablere en felles definisjon av verdi (Drevland & Lohne, 2015). Drevland og Lohne (2015) konkluderer med at en enkel definisjon som «verdi er hva kunden ønsker» i de fleste tilfeller vil være gjeldene. Verdi er imidlertid kilde for diskusjon innenfor fagfeltet, en diskusjon som ikke anses som et av hovedfokusene i denne oppgaven og vil ikke utdypes nærmere.

3.1.2 Variabilitet

Hopp og Spearman (2008) beskriver variabilitet som graden av uensartethet av noe. Dette kan for eksempel være forskjeller i produksjon av i utgangspunktet identiske produkter, eller det kan være forskjeller i fysiske egenskaper hos mennesker.

I forbindelse med «Parade of Trades» (Tommelein et al. 1999), et produksjonssystem bestående av én enkelt rekke av avhengige arbeidsenheter, representerer variabilitet det produksjonen avviker fra det som er planlagt. Ingen variabilitet kan forstås som at produksjonen er pålitelig. Det betyr altså at produksjonen blir upålitelig ved tilstedeværelse av variabilitet. Dette er i tråd med variabilitetsloven som forteller at økning i variabilitet alltid vil medføre en reduksjon i et produksjonssystems ytelse (Hopp og Spearman, 2008). Dette er et viktig poeng, da det innenfor taktplanlegging ikke nødvendigvis er essensielt å kunne utføre eksakte målinger av variabilitet, men heller å forstå hva variabilitet innebærer og hvilke konsekvenser det kan ha.

I denne sammenheng er det to former for variabilitet som skiller seg ut (Hopp og Spearman, 2008); prosestetidsvariabilitet og flytvariabilitet.

Prosesstidsvariabilitet er knyttet til usikkerheten rundt hvor lang tid det tar å utføre en aktivitet. Dette vil være forskjeller i utførelsestid til arbeidsenheter. Selv om oppgaver repeteres mange ganger etter hverandre vil det alltid være noe variasjon i tiden som går med.

Flytvariabilitet er knyttet til usikkerheten rundt ankomsten av oppgaver og nødvendig informasjon og ressurser til å utføre dem.

Et viktig prinsipp for å skape god flyt innenfor produksjonssystem er å redusere variabiliteten (Koskela, 2000). Den praktiske tilnærmingen for å gjøre dette ligger i å finne og eliminere variabilitetens rotårsaker.

3.1.3 Buffere

Buffere benyttes for å sikre seg mot variabilitet i et produksjonssystem. Ifølge Hopp og Spearman (2008) finnes det tre kategorier av buffere; kapasitetsbuffere, inventarbuffere og tidsbuffere. Disse fungerer på ulike måter og benytter forskjellige prinsipper for å skjerme produksjonen fra potensielt skadelig variabilitet. I likhet med hva tilfellet var for variabilitet, beskriver Hopp og Spearman (2008) bufferloven; variabiliteten i et produksjonssystem vil alltid bufres av en eller flere typer buffere.

Kapasitetsbuffere kan være å underlaste arbeidslag ved å sette av lenger tid på arbeidsoperasjoner enn det som er kalkulert og antatt å være behov for. Dette har sine utfordringer ved at arbeidere risikerer å gå arbeidsledig om de blir ferdig før tiden. En annen kapasitetsbuffer vil være bruk av overtid.

Inventarbuffere kan bestå av overskuddsaktiviteter, varelager, soner, osv.

Tidsbuffere benyttes for å legge inn ekstra tid, også ansett som pauser i produksjonen.

For taktplanlegging er det bruk av kapasitetsbuffere som er det naturlige valget (Frandsen et al., 2015), hvor underlasting av arbeidslag er den mest brukte buffer. Samtidig påpeker Frandsen et al., (2015) at det også er vanlig å benytte inventarbuffere, gjennom å ha klargjort overskuddsaktiviteter som kan utføres ved ledig kapasitet. Inventarbuffere kan også benyttes ved å planlegge en del av taktplanen uten arbeidslag, slik at soner står tomme.

3.1.4 Sløsing

Sløsing defineres som en ikke-verdiskapende aktivitet som krever ressurser (Denzer et al., 2015). Dette stemmer overens med Koskelas (2000) flytaktiviteter. For å forstå hva som menes med ikke-verdiskapende aktiviteter kan produksjonssystemet deles inn i tre kategorier

(Denzer et al., 2015); verdiskapende aktiviteter, ikke-verdiskapende aktiviteter, men som anses nødvendig, ikke-verdiskapende aktiviteter som anses unødvendig.

Verdiskapende aktiviteter er alle aktiviteter som transformerer materialer i henhold til kravene til kunden (Denzer et. al., 2015) noe som støttes gjennom Koskelas (2000) TFV-teori.

De *ikke-verdiskapende aktiviteter* deles inn i to kategorier, hvor de som anses nødvendig er det fordi de gjør det mulig å utføre etterfølgende verdiskapende aktiviteter. Denzel et al. (2015) trekker frem at det uten disse «nødvendige» aktivitetene ikke vil være mulig å utføre de verdiskapende aktivitetene, gitt teknologinivået på det aktuelle tidspunkt. De ikke-verdiskapende aktivitetene som anses unødvendig gjør ingen nytte og kan forhindres.

3.1.4.1 8 kategorier av sløsing

Målet for et produksjonssystem er altså å fjerne eller minimere de ikke-verdiskapende aktivitetene, også kalt sløsing. Liker (2004) beskriver 8 hovedkategorier av sløsing som presenteres i tabell 6.

Tabell 6: Åtte former for sløsing (Liker, 2004).

Overproduksjon	Produsere mer enn det som er umiddelbart nødvendig, eller som ikke er bestilt. Genererer andre typer sløsing slik som unødvendig lager og transport.
Venting	Vente på produkter, informasjon, utstyr, osv.
Transport	Unødvendig forflytting av eksempelvis personer og utstyr.
Overprosessering	Produsere noe som har høyere kvalitet enn nødvendig.
Lager	Oppbevaring av materialer før de tas i bruk. Kan også medføre økte kostnader, større fare for skade på materialene, osv. Genererer også ekstra sløsing ved transport.
Bevegelse	Unødvendige bevegelser som å bøye seg, snu seg, rekke etter, løfte osv. Gjelder både personer og maskiner.
Defekter	Omgjøring etter feil og mangler.
Dårlig utnyttelse av ansatte	Ikke optimal utnyttelse av de ansatte kan medføre tap av tid, ideer, ferdigheter, osv.

I tillegg til de åtte kategoriene som presenteres av Liker (2004), argumenterer Koskela (2004) for ytterligere én kategori av sløsing og kaller den «making-do». Dette er sløsing som er forbundet med aktiviteter som starter eller fortsetter uten at alle forutsetninger er til stede. I byggeprosjekter kan dette blant annet være manglende informasjon om materialvalg eller utførelse, men at man på grunn av tidspress går i gang med byggingen uten dette er på plass. Samtidig kan det diskuteres hvorvidt dette er en egen form for sløsing eller om det heller er en årsak til sløsing. Å bygge uten nødvendig informasjon kan for eksempel medføre defekter og i noen tilfeller forårsake behov for omgjøring.

3.1.5 Push- og pull

I tradisjonell produksjonsstyring har en såkalt *pushtilnærming* vært det vanlige (Ballard, 2000). Den tradisjonelle push-tilnærmingen kan sees på som en reaktivt tilnærming hvor arbeid, materialer, informasjon, osv. frigis basert på en plan eller forutsett behov. Det er ingen kontroll for å sjekke at produksjonssystemet er i en slik tilstand at det faktisk kan motta dette.

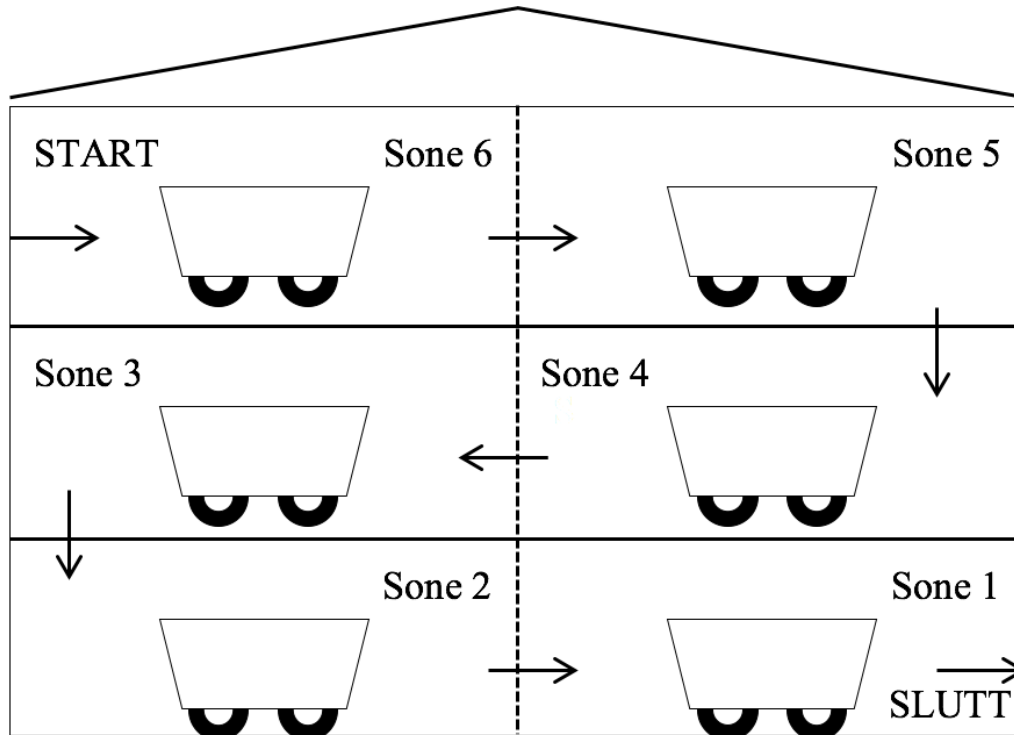
Ved en *pulltilnærming* autoriseres dette frislippet basert på statusen til produksjonssystemet (Ballard, 2000). Her vil bare arbeid, materialer, osv. som faktisk kan håndteres frigis til arbeiderne. På denne måten blir pull-tilnærmingen sett på som en proaktiv tilnærming.

Dette kan også overføres til å gjelde strategier for hvordan taktplanlegging utføres, samt hvordan logistikken håndteres. I taktplanlegging kan dette komme til uttrykk i «bakoverplanlegging» (Frandsen et al, 2014) som bygger på en pulltilnærming. Dette går ut på at aktiviteter planlegges bakover fra et angitt slutt punkt i produksjonen. Formålet med å arbeide seg bakover fra slutten og «pulle» arbeidet, er å bidra til å identifisere arbeid som frigjør arbeid for andre (Frandsen et al., 2014).

3.2 Hva er taktplanlegging?

Takt er tiden et produkt må produseres på for å stemme overens med frekvensen for når produktet trengs (Frandsen et al. 2013). Taktplanlegging blir ansett som en metode for planlegging og strukturering av arbeid med det formål å sammenkoble aktiviteter for kontinuerlig flyt (Ballard, 1999).

Taktplanlegging handler om å sette en rytme for produksjonen, ved å tilpasse aktiviteter slik at de kan følge den bestemte rytmen. Gjennom utvikling og bruk av en produksjonsplan er målet å balansere og stabilisere arbeidsflyten innenfor definerte soner (Frandsen et al. 2015).



Figur 7: Illustrasjon av takttoget som «kjører» gjennom sonene i bygget.

Prinsippet er i utgangspunktet enkelt. Et «tog» med et bestemt antall «vogner», som representerer arbeidsenheter (ulike fag) kjører gjennom definerte soner (avgrensede områder i bygget) i bygningen i en bestemt takt. Takttiden (avstand mellom hver forflytning av vogner) varierer etter hva som er mest hensiktsmessig for det aktuelle toget, og kan typisk være 1-5 dager. Figur 7 gir en visuell fremstilling av denne prosessen. Selv om prinsippet er enkelt å forstå, er det langt mer utfordrende å få «toget» til å holde seg gående i jevn takt uten at det «sporer av».

3.2.1 Lean Production og Lean Construction

For å fullt ut forstå taktplanlegging må man sette seg inn i hvor metoden stammer fra, og det er her Lean Construction (LC) og Lean Production (LP) kommer inn i bildet.

3.2.1.1 Lean Production (LP)

Gjennom utviklingen av Toyota Production System (TPS) som ble styrt av ingeniør Taiichi Ohno ble grunnlaget for LP lagt (Howell, 1999). Dette er i tråd med Koskela (1992) som omtaler «den nye produksjonsfilosofien» - LP - hvor TPS utgjør den viktigste bestanddelen. Han beskriver den grunnleggende idéen i TPS å være eliminering av lager og annen sløsing gjennom å iverksette en rekke tiltak, deriblant oppdeling av produksjonen i

mindre deler og tettere samarbeid med leverandører. Howell (1999) beskriver den grunnleggende tilnærmingen til LP som ønsket om å utvikle et produksjonssystem som vil kunne levere et tilpasset produkt umiddelbart etter ordre uten behov for midlertidig varelager. Denne tilnærmingen innebærer følgende fire konsepter:

- Identifisere og levere verdi til kunden. Dette innebærer å eliminere alt som ikke skaper verdi.
- Organisere produksjonen for kontinuerlig flyt.
- Perfeksjonere produktet ved å skape pålitelig flyt gjennom å stoppe produksjonen ved feil, benytte pull-tilnærming for varelager og dele informasjon og beslutningstaking.
- Etterstrebe perfeksjon, som er å levere et produkt som møter kundens krav uten bruk av varelager.

3.2.1.2 Lean Construction (LC)

Lean Construction oppstod tidlig på 90-tallet etter at Koskela (1992) foreslo implementeringen av LP inn i byggebransjen. Koskela et al. (2002) beskriver LP som en teoretisk inspirasjonskilde for en ny teoribasert metodelære for byggebransjen, altså LC. Selv om LC ikke kan sies å være en replika av LP overført til byggebransjen, benytter LC seg av flere av metodene og verktøyene utviklet i LP (Koskela et al., 2002).

Lean Construction beskrives som en ledelsesfilosofi definert av idealet det etterstreber, prinsippene som følges i jakten på idealet og metodene som benyttes for å implementere prinsippene (Ballard, 2016).

3.2.1.3 Taktplanlegging i tilknytning til LP og LC

Ifølge Liker (2004) er det å planlegge etter en bestemt takttid noe som har sine røtter tilbake i Lean Production, og er best egnet for repeterende fabrikasjon og serviceoperasjoner. Det påstås samtidig at denne prosessen også kan utvides til å gjelde enhver gjentakende prosess vet at stegene beskrives og sløsing indentifiseres og elimineres for å skape bedre flyt.

Som nevnt er flere metoder blitt overført fra LP til LC, hvor det å planlegge i takt er ett eksempel. Taktplanlegging har som flere andre metoder blitt tilpasset byggebransjen og flere studier er utført for å etablere en tilpasset modell (Frandsen et al. 2013, 2015).

Oppsummert kan man si at taktplanlegging stammer fra LP, men har de senere årene blitt gjort aktuell for bruk i byggebransjen som en del av LC sine metoder.

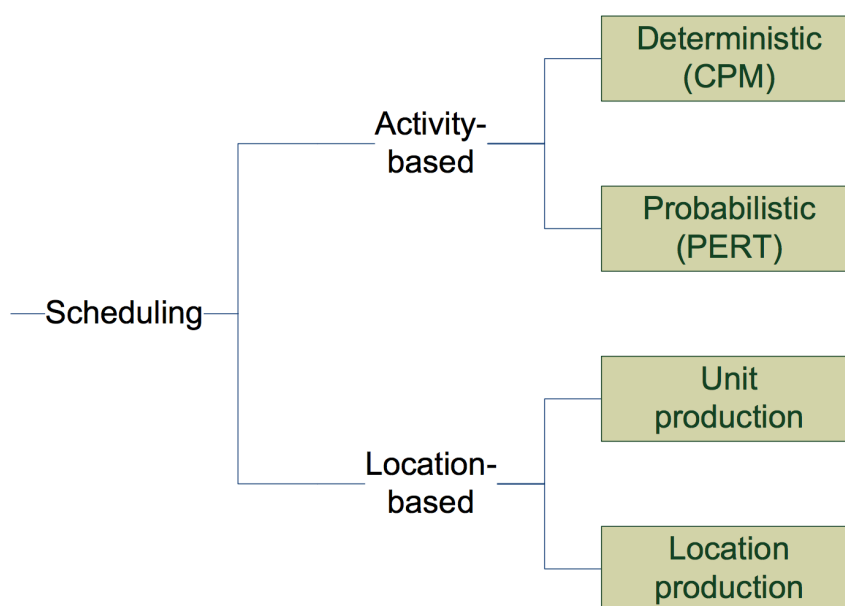
3.2.2. Aktivitets- og lokasjonsbasert planlegging

Det finnes to overordnede metodelærer for hvordan å planlegge arbeid (Kenley og Seppänen, 2010); aktivitetsbasert planlegging og lokasjonsbasert planlegging. Ved å benytte disse for å sette taktplanlegging i kontekst, vil det være enklere å forstå taktplanlegging som metode og dens tilnærming til planlegging. Figur 8 gir en hierarkisk oversikt over hva disse metodelærene innebærer.

3.2.2.1 Aktivitetsbasert planlegging

Aktivitetsbasert planlegging er en samlebetegnelse for planleggingsmetoder hvor fokuset er rettet mot arbeidet som skal gjøres (Kenley og Seppänen, 2010), og hvor arbeid ses på som «pakker» som kun er knyttet til hverandre gjennom tidsfrister. Metodene tar ikke tydelig hensyn til den fysiske lokasjonen hvor arbeidet utføres og dets forhold til omgivelsene. Sagt på en annen måte er det ingen lokasjonsbasert tilknytning mellom aktivitetene.

Critical Path Method (CPM) er den dominante metoden for hvordan prosjekter planlegges og kontrolleres, og følger en aktivitetsbasert tilnærming (Kenley og Seppänen, 2010). I denne metoden etableres den «kritiske stien» i prosjektet og de resterende aktivitetene planlegges rundt denne. Man sier at denne metoden er deterministisk, altså den følger et gitt mønster hvor avvik fra dette vil få direkte konsekvenser for de etterfølgende aktiviteter.



Figur 8: Oppdelingen i aktivitets- og lokasjonsbasert planlegging med tilhørende underkategorier (hentet fra Kenley and Seppänen, 2009, s. 2564).

En annen metode som på mange måter er lik CPM er Program Evaluation Review Technique (PERT) (Kenley og Seppänen, 2010). Denne skiller seg fra CPM ved at den tar hensyn til mulige avvik fra planlagt produksjon. Basert på tre ulike anslag for de forskjellige aktivitetenes tidsbruk kommer man frem til en forventet samlet gjennomføringstid. Denne anses som mer tidkrevende og benyttes i mindre grad enn CPM.

3.2.2.2 Lokasjonsbasert planlegging

Lokasjonsbasert planlegging går ut på å styre ressurser gjennom en kontinuerlig produksjon, i motsetning til enkelte aktiviteter (Kenley og Seppänen, 2009), og deler denne formen for planlegging inn i to kategorier; enhetsproduksjon og stedsproduksjon.

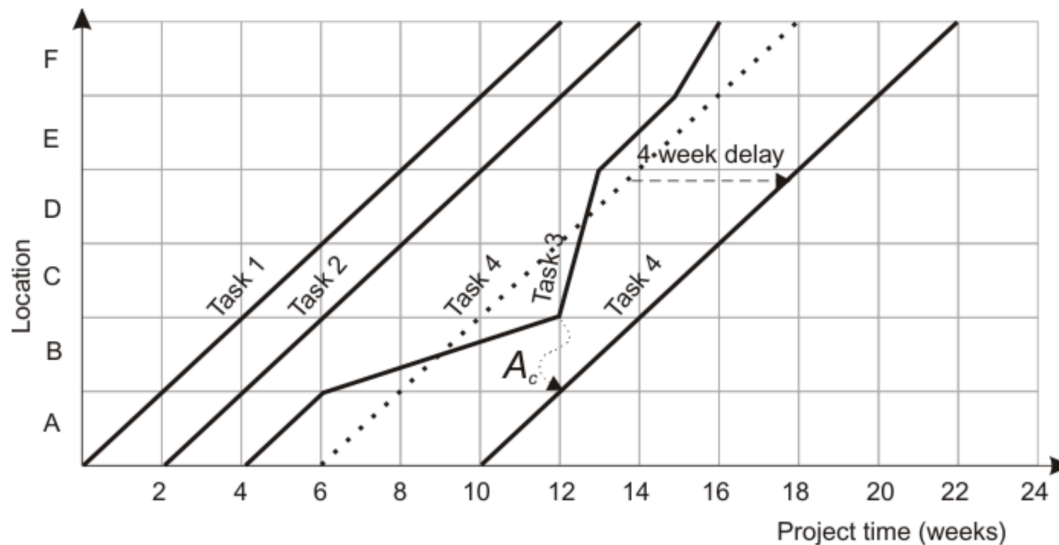
Enhetsproduksjon fokuserer på like enheter og hvordan kontinuerlig produksjon av disse kan oppnås (Kenley og Seppänen, 2009). I dette tilfellet vil enhetene bevege seg gjennom lokasjoner som tilpasser produksjonshastigheten for å passe inn i det helhetlige systemet. Dette vil i hovedsak være gjeldende for fabrikasjon og masseproduksjon, og i liten grad for komplekse byggprosjekter.

Stedsproduksjon fokuserer på hastigheten i produksjonen for de ulike lokasjonene (Kenley og Seppänen, 2009). Til forskjell fra enhetsproduksjon hvor det er like enheter som beveger seg gjennom lokasjoner, er det her ofte snakk om komplekse inndelinger med ulik grad av arbeid for hver lokasjon. Ved å dele opp prosjektet i mindre lokasjoner kan man fokusere på å skape en kontinuerlig flyt av ressurser gjennom lokasjonene, samtidig som man benytter buffere for å ta opp for variabilitet i produksjonen. Figur 9 viser manglende bruk av buffere, og har ført til en fire ukers forsinkelse som følge av at det ble brukt lengre tid på en lokasjon enn planlagt.

Det er også viktig å uttrykke at lokasjonsbasert planlegging ikke ekskluderer metoder som CPM (Kenley og Seppänen, 2009). Tvert imot er det nødvendig å benytte CPM for å sammenkoble aktiviteter.

3.2.2.3 Taktplanlegging i tilknytning til aktivitet- og lokasjonsbasert planlegging

Taktplanlegging er på de fleste områder likt stedsbasert planlegging (Frandsen et al., 2015). Begge metodene forsøker å oppnå kontinuerlig flyt av arbeid gjennom produksjonsområder i en fastsatt hastighet, i tillegg til å forenkle oversikten over produksjonen. Frandsen et al. (2015) fremhever samtidig at det er enkelte elementer ved metodene som gjør det vanskelig å sidestille dem og trekker frem tre forskjeller; 1) Bruk av buffere, 2) Tildeling av bemanning for arbeidslagene, 3) Oppfølging og kontroll av planen.



Figur 9: Flytlinjer som illustrerer fire planlagte og balanserte aktiviteter i stedsproduksjon. Figuren viser også hvordan Task 3 tok lengre tid enn forventet i lokasjon B, og medførte en forsinkelse for Task 4 (hentet fra Kenley og Seppänen, 2009, s. 2567).

Det fokuseres i denne oppgaven på hvordan disse elementene utføres i taktplanlegging alene (se kapittel 3.1.3, 3.4 og 3.5) framfor å også gjøre rede for elementene i sammenheng med stedsbasert planlegging.

Taktplanlegging som metode kan oppsummert sies å ha en lokasjonsbasert tilnærming uten å direkte kunne sidestilles med stedsbasert planlegging. I likhet med hva tilfellet er for lokasjonsbasert planlegging, benytter taktplanlegging også til dels en aktivitetsbasert tilnærming gjennom bruk av CPM for sammenkobling av aktiviteter.

3.3 Hvordan utvikles en taktplan?

Det finnes i dag i hovedsak to tilnæringsmetoder for å utvikle en taktplan. Den første tilnærmingen omtales ofte som «amerikansk takt» og beskrives av Frandson et al., (2013, 2015). Den andre er utviklet av Porsche Consulting og omtales derfor som «Porsche takt». På grunn av proprietære forhold kan ikke «Porsche takt» presenteres i sin helhet i denne oppgaven. På de aller fleste områder er disse to tilnærmingene nærmest identiske. Likevel er det noen grunnleggende forskjeller. «Porsche takt» baserer planleggingen på erfaringsdatabaser og prosjektledelsens personlige erfaringer. I forhold til hva tilfellet er for «amerikansk takt» benyttes det i langt mindre grad involvering av de som til syvende og sist

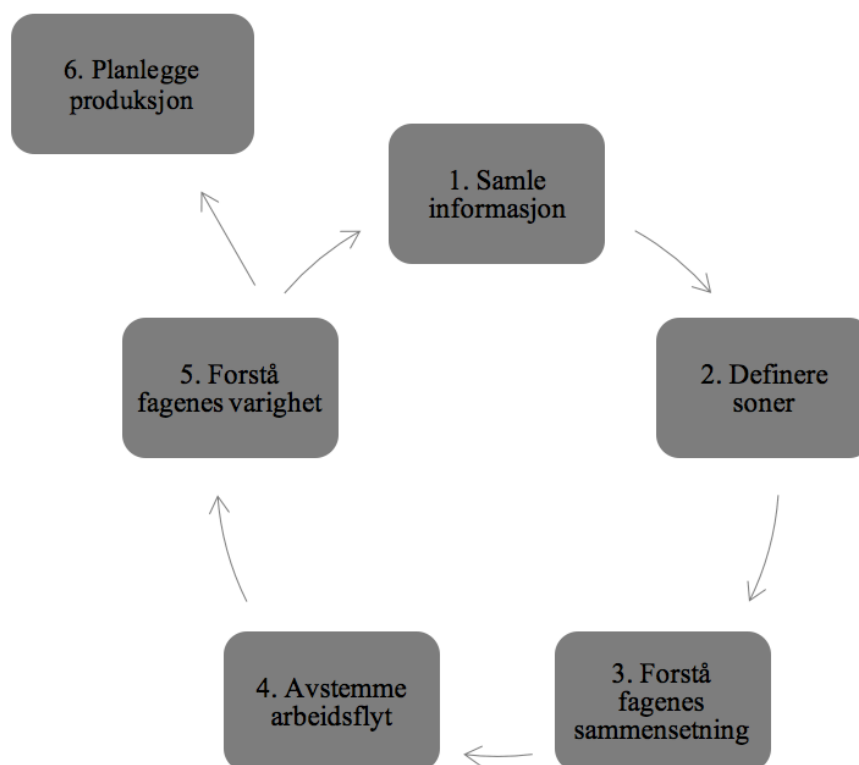
skal utføre arbeidet. På grunn av overnevnte forhold, vil det kun handle om den «amerikanske» tilnærmingen videre i oppgaven.

Frandsen et al. (2013) har utarbeidet en sekstrinns fremgangsmåte for taktplanlegging, hvor man til slutt kommer frem til takttiden (definert som tiden et fag er gitt for å fullføre arbeidet i én sone) som brukes i planlegging av produksjon. Stegene i prosessen presenteres sekvensielt. De fem første stegene er iterative (steg som blir gjentatt) og krever derfor ofte flere gjentakelser for å optimaliseres (Frandsen et al., 2015). I figur 10 er stegene presentert i form av et kretsdiagram med beskrivelse av de ulike stegene.

Planleggingsstrukturen er relativt enkel å forstå, men fordi taktstrukturen legger opp til lite rom for endringer, vil det være behov for langt større detaljeringsgrad i planleggingen enn i mer tradisjonell fremdriftsplanlegging.

3.3.1 Steg 1: Samle informasjon

Første steg går ut på å samle inn relevant informasjon, og legger grunnlaget for den videre planleggingsprosessen. Hvert fag samler inn informasjon knyttet til deres arbeid. Dette innebærer type aktivitet, mengde og eksakt hvor arbeidet skal utføres.



Figur 10: Fremgangsmåte for taktplanlegging bestående av seks trinn (Frandsen et al., 2013).

Representanter for fagene (eks. formenn) gjennomfører en grundig vurdering. I tillegg til å bruke erfaringstall basert på kvantiteter, kan utmerking av plantegninger benyttes. Ulike farger representerer arbeidskapasitet for en gitt tidsperiode, for eksempel én dag. Dette innbyr til en dypere vurdering hvor de involverte må tenke nøye over hvordan arbeidet skal utføres, av hvem, hvor og i hvilken rekkefølge.

Etter informasjonsinnsamlingen er målet å ha en fullstendig oversikt over omfanget av de ulike fagenes arbeid, og hvilke ønsker de har for gjennomføringen.

3.3.2 Steg 2: Definere soner

I denne delen defineres soner hvor arbeidet skal foregå. Sonene defineres etter; allerede utviklede faseplaner fra tidligere arbeid, helhetsvurdering av den innsamlede informasjonen (steg 1) og/eller flaskehalsen – det faget som trenger mest tid til gjennomføringen.

Etter steg 2 er målet (optimalt sett) å ha definert soner som alle inneholde identisk mengde arbeid for hvert fag.

3.3.3 Steg 3: Forstå fagenes sammensetning

Steg 3 handler om å systematisere de ulike fagene i en hensiktsmessig rekkefølge. Forhold knyttet til hvilke fag som må innom de definerte sonene, hvilken rekkefølge dette skal foregå på, og hvor mange ganger hvert enkelt fag må være innom de aktuelle sonene må avklares. Man må også spørres seg hva som må være på plass før det enkelte fag kan utføre sitt arbeid. Dette krever mye arbeid med de ulike fagene for å sammen komme frem til en rekkefølge som best gagnar alle. Utfordringen er å skape en sammensetning som alle kan være fornøyde med og som best serverer den totale gjennomføringen, og ikke hvert enkelt fag.

3.3.4 Steg 4: Avstemme arbeidsflyt

Nå er omfanget av arbeidet kartlagt, soner definert og rekkefølge gitt. Steg 4 går ut på å gjøre justeringer for de ulike fagene med det formål å oppnå en balansert arbeidsflyt for produksjonen. Dette innebærer at noen fag må gå raskere, mens andre kanskje må senke tempo. Kan sonene justeres for å avstemme arbeidsflyten på en bedre måte?

Det kan hende noen soner skiller seg klart ut fra andre med hensyn til arbeidsmengde for enkelte eller flere fag. Hvis så er tilfelle vil en løsning være å se på muligheter for at fag kan trekke arbeid ut av takten og utføre den «på siden».

Takttiden kan reduseres ved at ett eller flere fag ser på muligheter for løsninger som involverer prefabrikasjon, og dermed reduserer behovet for installasjonstid i takten. En annen mulighet er å splitte opp fagenes arbeidsoppgaver i flere mindre operasjoner.

Om ingen løsning synes å virke kan enkelte soner, som siste utvei, trekkes ut av takten og eventuelt fungere som bufferaktiviteter.

3.3.5 Steg 5: Forstå fagenes varighet

Dette steget handler om å sikre at det som er planlagt faktisk er mulig å gjennomføre på avsatt tid. For å forstå og være trygg på nøyaktigheten til de vurderingene som er gjort vil det være fordelaktig å utføre et pilotprosjekt (eng: First-run-studies). Dette er tids- og kostnadskrevende og vil i de fleste tilfeller være utfordrende å få til. Dette steget kan derfor oppfattes som mer en anbefaling for å sikre taktplanens gjennomførbarhet, enn en nødvendighet.

3.3.6 Steg 6: Planlegge produksjonen

Etter å ha identifisert takttiden i steg 4 (med mulig støtte i steg 5), vil aktiviteter dekomponeres til mindre tidsintervaller i steg 6. Formålet med dette er å skaffe et bedre grunnlag for kontroll og styring underveis i produksjonen. På den måten kan «brudd» i takten oppdages på et tidligere stadium, og korrigerende tiltak iverksettes før takttiden er utløpt.

Steg 6 krever at det gjøres en siste gjennomgang med alle involverte hvor planens gjennomførbarhet bekreftes og alle forplikter seg til å utføre arbeidet i henhold til den.

For å fullføre taktplanen er det nødvendig at fagene estimerer planlagt bruk av kapasitetsbufferer i produksjonen. Dette gjøres først og fremst for å absorbere eventuelle variasjoner i gjennomføringen, men kan også benyttes til å dekke opp for arbeidet som utføres utenfor takten.

3.4 Hva ønsker man å oppnå med taktplanlegging?

Frandsen et al. (2013) trekker frem potensielle fordeler med å planlegge etter takt i stedet for en mer tradisjonell tilnærming. De potensielle fordelene er knyttet til arbeidslagene eller de fagene som utfører arbeidet og er som følger:

- Ha muligheten til å diskutere med andre fag hvordan hver og en kan og ønsker å utføre sitt arbeid. På denne måten kan de sammen bestemme produksjonssystemets flaskehalser (rytmesetter) og hvilken tilnærming som passer hvert enkelt fag best og samtidig bidrar til prosjektet som helhet.
- Vite akkurat hvor og når dem skal arbeide, slik at hvis noen koordinering skulle gjenstå vil det kunne løses uten stort oppstyr og overraskelser bør kunne unngås under utførelsen.

- Kjenne sin plass i rekkefølgen slik at de kan fokusere på sin egen koordinering, og ikke andres.
- Kunne ha tiltro til planen i forhold til når og hvor de skal arbeide, og dermed kunne planlegge i detalj hvordan de skal utføre arbeidet (inkludert sikkerhet, kvalitet og logistikk) uten å samtidig bruke tid på å planlegge alternativer i tilfelle avvik.
- Få umiddelbar tilbakemelding på progresjonen som gjøres (overholder de takttiden, er kvaliteten god nok, osv.?) på grunn av relativt små enheter å kontrollere (enheter i taktplanen er ofte i størrelsesorden én til fem dager).
- Kan få deres fremgang målt i mange mindre omganger og dermed;
- Kan være mer produktive enn de ellers muligens er.

I tillegg til disse er det andre fordeler som anses som mer overordnede følger for prosjektet. En rekke studier beskriver deres erfaringer med taktplanlegging og kan identifisere følgende oppnådde fordeler:

- Frandson et al. (2013) beskriver en betydelig reduksjon i gjennomføringstid som konsekvens av innføring av taktplanlegging. Dette var et prosjekt hvor et utvendig kledningssystem skulle monteres på en sykehusbygning, og den opprinnelige planlagte tidsbruken var satt til 11 måneder. Gjennom innføring av taktplanlegging og daglig oppfølging av produksjonen ble gjennomføringstiden redusert til 5 måneder.
- I en annet casestudie bidro taktplanleggingen til å etablere kontinuerlig flyt i produksjonen, og dermed redusere sløsing og korte ned på varigheten, noe som igjen medførte lavere kostnad (Yassine et al., 2014).
- Fordelen med å benytte takt i prosjektet er at problemer identifiseres og korrigeres raskt, i stedet for at problemene forskyves over til de påfølgende aktivitetene (Frandson et al., 2015).
- Mordal (2014) viser en nedgang i total byggetid som en konsekvens av implementering av taktplanlegging i et rekkehusprosjekt.
- Taktplanlegging leder arbeidsproduktiviteten i den riktige retningen gjennom forenkling og gjennomsiktigheten av arbeidsflyt og jaget etter forbedret utforming av arbeidsoperasjoner (Linnik et al., 2013).

3.4.1 Hva kan gå galt?

Utfordringen med å benytte taktplanlegging for produksjonsformål er at tydelig kommunikasjon og større grad av planlegging av hver aktivitet er nødvendig (Frandsen et al., 2013). Dette kommer som en konsekvens av det rigide systemet hvor hver aktivitet er bundet til definerte soner over en bestemt mengde tid, takttiden. Det er dermed en forutsetning at aktivitetene er nøye planlagt for å sikre gjennomføring i henhold til taktplanen.

Taktplanlegging medfører en risiko for kapasitetstap som en konsekvens av manglende evne til å definere soner med identiske arbeidsmengder for det faget som anses som flaskehalsen og som en konsekvens av forskjellene i produksjonshastighet av de etterfølgende fagene (Linnik et al., 2013).

3.5 Last Planner System (LPS) som bidragsyter til kontroll av taktplan

Last Planner system (LPS) er et planlegging- og styringsverktøy som har til mål å gjøre produksjonen bedre og mer pålitelig (Ballard, 2000). Ifølge Frandsen et al. (2014) kompletterer LPS taktplanlegging gjennom kontroll og fasilitering av planlegging og tilpasning der hvor kontinuerlig arbeidsflyt ikke er mulig.

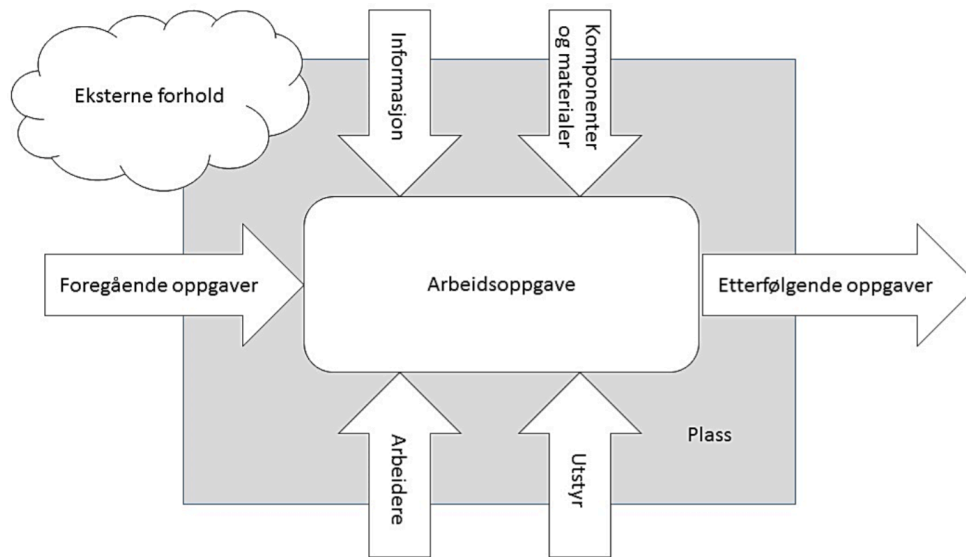
LPS er et komplekst system som består av en rekke metoder og verktøy (Ballard et al., 2009). Med bakgrunn i dette blir det i denne oppgaven fokusert på den delen av LPS som kompletterer taktplanlegging i form av kontroll i gjennomføringen.

Systemet er delt inn i to komponenter; produksjonsenhetskontroll og arbeidsflytkontroll (Ballard, 2000).

3.5.1 Produksjonsenhetskontroll

Produksjonsenhetskontroll går ut på å lage stadig bedre oppgaver for å veilede arbeidere gjennom kontinuerlig læring og forbedrende tiltak (Ballard, 2000). For å være kapabel til å gjøre dette er det utarbeidet fire kriterier for «gode» oppgaver:

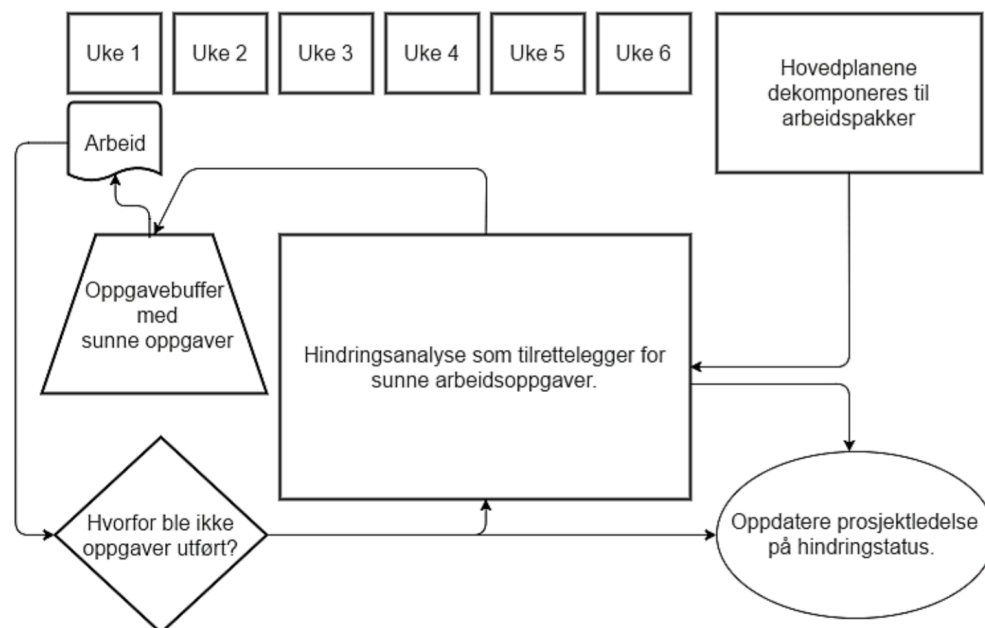
- Oppgavene er «sunne». Det vil si at alle forutsetninger for å gjennomføre oppgaven er til stedet før oppstart. Bertelsen et al. (2006) trekker frem syv forutsetninger som må være til stede for at en oppgave skal kunne betegnes som sunn: Arbeidere, utsyr, informasjon, komponenter og materialer, foregående oppgaver, plass og eksterne forhold (se figur 11).
- Oppgavene er veldefinert.
- Oppgavene har passende størrelse.
- Oppgavene har riktig rekkefølge.



Figur 11: Syv forutsetninger for "sunne" oppgaver (Haarr, 2016 fritt etter Østby-Deglum et al., 2013).

3.5.2 Arbeidsflytkontroll

LPS opererer med et planhierarki hvor det er utviklingsplanen som sørger for kontroll over arbeidsflyten (Ballard, 2000). Utviklingsplanen som er illustrert i figur 12 omfavner seks uker. Utstrekningen justeres etter hva som er hensiktsmessig for hvert enkelt prosjekt.



Figur 12: Arbeidsflytkontroll som en skjematisk utviklingsplan (Haarr, 2016 fritt etter Ballard, 2000).

Utkvikksplanens hovedformål er å sikre at arbeidet som er planlagt faktisk kan utføres gjennom å dekomponere hovedplanen i mindre arbeidspakker og sørge for at dem bare består av sunne oppgaver. Planen er et utsnitt av hovedplanens siste del (nærmest nåtid) og strekker seg et bestemt antall uker frem i tid. Planen er operativ, som medfører at den hele tiden forflytter seg fremover i tid. Frandson et al. (2014) beskriver at utviklingsplanen som et kontrollelement for taktplanlegging er forenklet til å bare sørge for at oppgavene som allerede er planlagt er klargjort for utførelse.

3.5.3 Daily Huddle

Ifølge Frandson et al. (2015) er det nødvendig med en kontroll av fremgangen for de ulike vognene med en høyere frekvens enn hva den aktuelle takttiden er fastsatt til. På denne måten kan man i større grad forutse avvik før takttiden er ute og dermed gjøre nødvendige justeringer i produksjonen. Det trekkes også frem at visuell kommunikasjon av både prestasjon og planen til alle involverte er en viktig del av å opprettholde kontroll, identifisere avvik og følge planen. Ut over dette foreslås det ingen spesifikke tiltak for hvordan en slik tilnærmet daglig kontroll kan gjennomføres.

Paez et al. (2005) forklarer Daily Huddle som daglige møter i prosjektet hvor målet er å optimalisere ressurser ved tilpasning til varierende forhold. Møtene anses av Paez et al. (2005) som en nødvendighet i LC fordi den bidrar til å ta hånd om unntak og usikkerhet. Daily Huddle lar teammedlemmer dele hva som har blitt gjennomført og hvilke hindringer de eventuelt måtte stå overfor og ser etter umiddelbare iverksettelse for å sikre ferdigstilling av høyst variable aktiviteter. Møtene har hovedsakelig et kortsiktig fokus ettersom mange aktiviteter i byggeprosjekter ikke kontinuerlig gjentas.

Ballard et al. (2009) beskriver Daily Huddle som et verktøy innenfor LPS og viser til en arbeidsgruppe hvor dette ble suksessfullt innført. I dette tilfellet ble Daily Huddle avholdt av teamleder med hvert enkelt medlem på daglig basis, før alle møttes til ukentlige møter for felles gjennomgang. Daniel et al. (2015) viser til en rekke studier hvor Daily Huddle har blitt benyttet i ulike prosjekter som en del av LPS for å øke kontrollen og oppfølgingen i prosjekter.

4. Resultater

Hvert av delkapitlene søker å svare på oppgavens forskningsspørsmål. Resultatene fra casestudien presenteres fortløpende.

4.1 Etablering av taktplan

I dette delkapittelet fokuseres det på prosessen fra det ble besluttet å implementere taktplanlegging til taktplanen var ferdigstilt. Ved å gi en detaljert beskrivelse av hvordan planleggingen ble gjennomført i prosjekt «Strandgata 41», er målet å belyse hvordan prosessen som ledet frem til taktplan opplevdes for de involverte.

4.1.1 Planleggingsprosessen

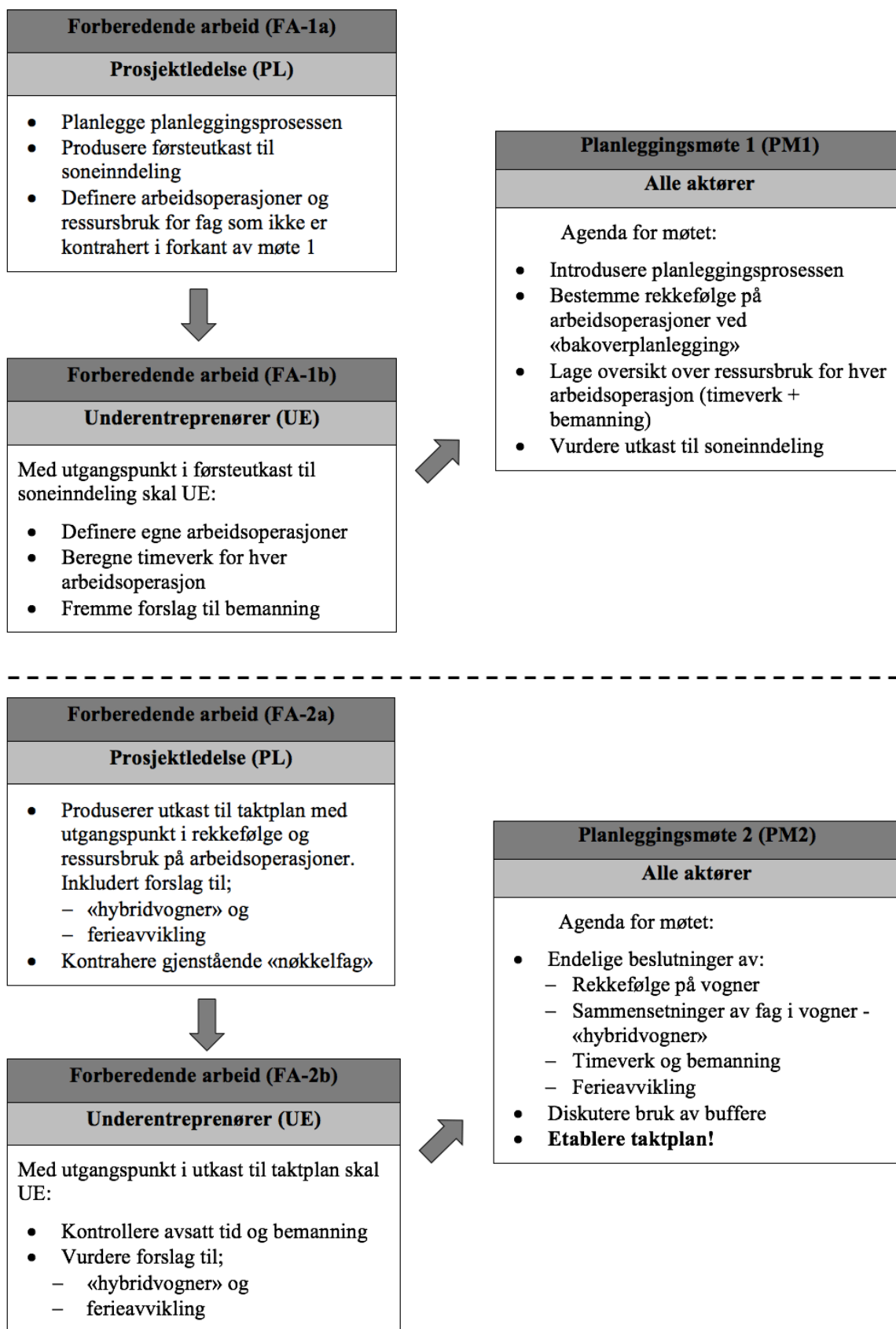
Taktplanen ble utviklet gjennom to separate dager med felles planleggingsmøter hvor representanter fra alle involverte aktører var ment å delta. Dette forutsatte at alle fag var kontrahert i forkant av møtene, noe som de ikke var i dette tilfellet. Løsningen var at de fagene som manglet ble representert av prosjektledelsen i Consto AS, enten under deler eller hele planleggingsprosessen. Consto AS stilte med tre representanter fra prosjektledelsen (PL) gjennom hele prosessen. Tabell 7 gir en oversikt over hvilke fag som var involvert i planleggingen, herunder planleggingsmøte 1 (PM1) og planleggingsmøte 2 (PM2), og hvem de var representert ved. Ingen av aktørene som deltok i planleggingsprosessen har tidligere vært med på prosjekter hvor taktplanlegging har blitt benyttet. Det ble besluttet å gjennomføre to fellesmøter for å gi mulighet til tilvenning med den nye måten å tenke på, og for å

Tabell 7: Oversikt over deltakelse fra ulike aktører på de ulike møtene.

Fag	Representert ved	Deltakelse
Elektro	Prosjektleder	Begge møter
Maler	Prosjektleder og Bas	Begge møter
Rør	Prosjektleder og Bas	Begge møter
Ventilasjon	Prosjektleder	Begge møter
Tømmer*	Prosjektleder	Planleggingsmøte 2
Andre**	-	Ingen

* Representert ved prosjektledelsen/Consto AS under første møte, kontrahert og deltakende under planleggingsmøte 2.

** Representert ved prosjektledelsen/Consto AS under begge møtene, kontrahert etter etablert taktplan. Eks.: Brann, vask, Lås og beslag, etc.



Figur 13: Oversikt over ulike steg i forberedende arbeid (FA) før PM1 og PM2, og innholdet i disse stegene.

kvalitetssikre de beslutningene som ble tatt i det første møtet. Det forberedende arbeidet (FA) startet med oppgaver for PL som la til rette for arbeidet som UE måtte gjøre før PM1 og PM2. Figur 13 gir en oversikt over hva dette arbeidet innebar i tilknytning til de to fellesmøtene. På disse møtene deltok aktører fra Consto AS sin prosjektledelse og representanter for de fag som fremgår av tabell 7.

Tidligere i rapporten er det gjennom teorien beskrevet fremgangsmåter for etablering av taktplan. Prosessen som ledet frem til den endelige taktplanen for prosjektet «Strandgata 41» skiller seg i noen grad fra det som presenteres i teoridelen. Prosjektledelsen var mer ledende i begynnelsen av planleggingsprosessen framfor å samle inn all nødvendig informasjon. Man valgte også å ha to planleggingsmøter framfor ett fordi det ble vurdert som nødvendig for kvalitetssikring og tilstrekkelig tid for UE å forstå viktigheten av detaljert planlegging. Man fulgte ikke punktet om å forstå fagenes varighet, fordi det ikke ble ansett som nødvendig og dessuten vanskelig å gjennomføre. Tabell 8 viser en sammenligning av stegene som ble gjort i dette prosjektet sammenlignet med den amerikanske tilnærmingen beskrevet i teorien.

Tabell 8: Sammenligning av den amerikanske tilnærmingen til taktplanlegging og framgangsmåten for prosjekt «Strandgata 41».

«Amerikansk»	Prosjekt «Strandgata 41»
(7) Samle informasjon	(7) Definere førsteutkast til soner
(8) Definere soner	(8) Samle informasjon
(9) Forstå fagenes sammensetning	(9) Forstå fagenes sammensetning
	Vurdere og justere soneinndelingen
(10) Avstemme arbeidsflyt	(10) Avstemme arbeidsflyt
(11) Forstå fagenes varighet	(11) Forstå fagenes varighet
(12) Planlegge produksjon	(12) Planlegge produksjon

Gjennom de neste delkapitlene vil prosessen som leder frem til etablert taktplan i dette prosjektet bli beskrevet nærmere. Med utgangspunkt i oversikten som fremgår av figur 13, vil arbeidet i forkant, mellom og under planleggingsmøtene utdypes.

4.1.2 Forberedende arbeid før PM1

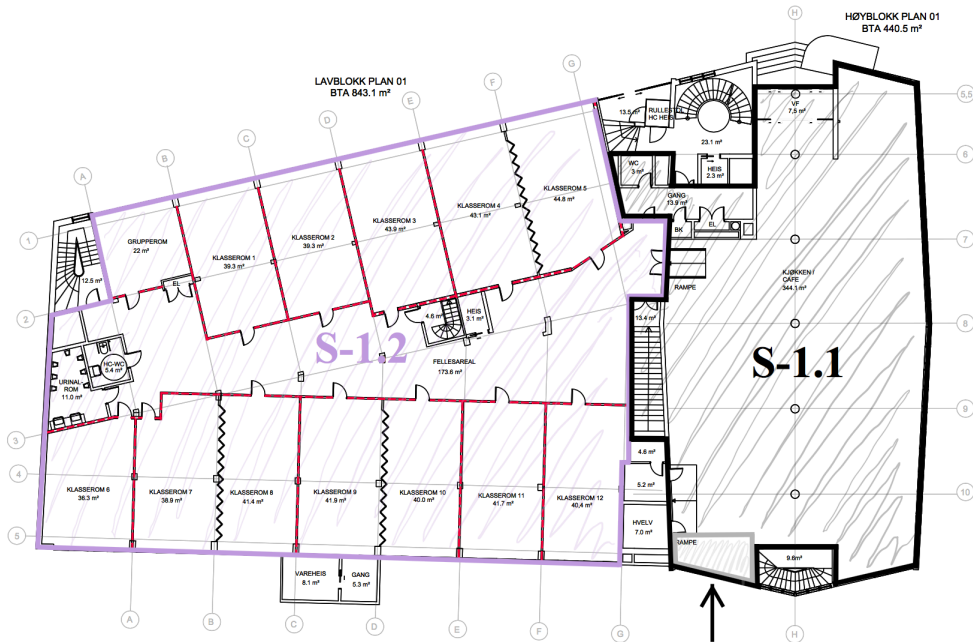
Den første delen av planleggingsprosessen bestod av forberedende arbeid med det formål å legge forholdene til rette for de felles planleggingsmøtene. I figur 13 er det forberedende arbeidet oppdelt i to grupper; Prosjektledelse (PL) og Underentreprenører (UE). Dette gjenspeiler det faktiske bildet, hvor UE sine oppgaver tok utgangspunkt i arbeidet som ble utført og forutsetninger satt av prosjektledelsen i forkant. Prosjektledelsen sendte møteinnkallelse med vedlagte beskrivelser og arbeidsoppgaver som skulle være klargjort i forkant av første planleggingsmøte.

Videre i dette underkapittelet presenteres prosjektledelsens og de deltakende underentreprenørenes forberedende arbeid som ble utført i forkant av det første planleggingsmøtet.

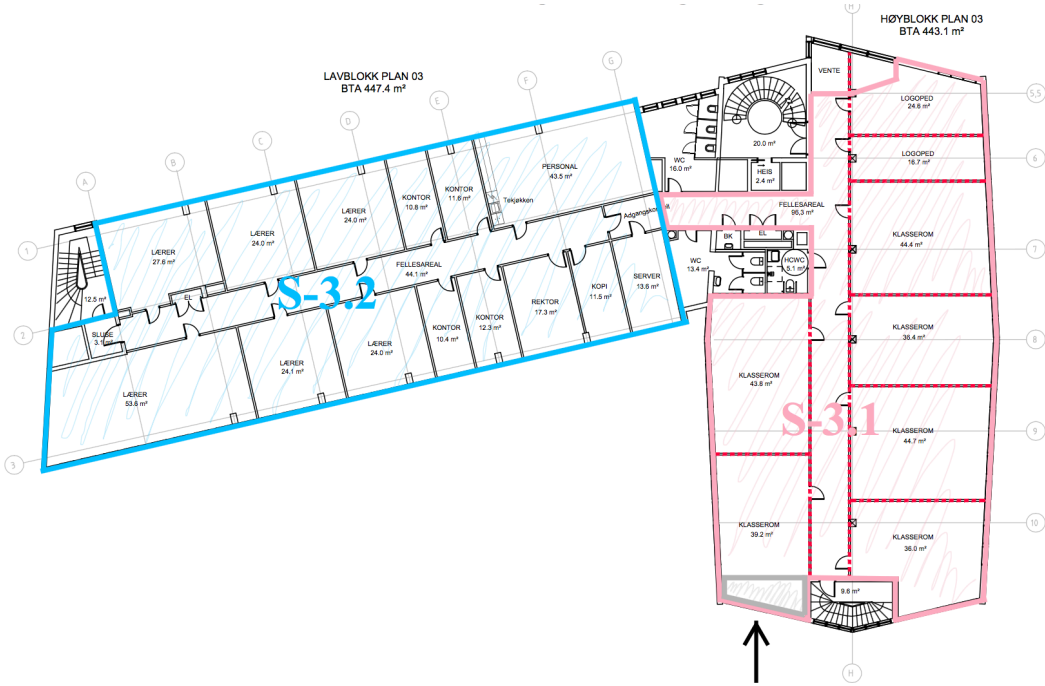
4.1.2.1 FA-1a – Prosjektledelse

Prosessen med å etablere taktplan for prosjektet startet ved at PL avgjorde fremgangsmåten for *planleggingsprosessen*. På dette stadiet ble det lagt en klar strategi for hvordan planleggingen skulle utformes og struktureres.

For å ha et utgangspunkt å jobbe ut fra, ble et *førsteutkast til soneinndelinger* utarbeidet. Utkastet til soneinndeling for de områdene som var tenkt å skulle inngå i taktplanen er vist i figur 14 og 15. Sonene var ikke bastante på dette tidspunktet, men fungerte som holdepunkt for det videre forberedende arbeidet som skulle gjøres av både PL og UE. De valgte sonene kom som en konsekvens av PL sine vurderinger om hva som kunne være gunstige inndelinger. Vurderingene ble utført med bakgrunn i en prosess hvor PL benyttet sine erfaringer til å definere soner med omtrentlig like arbeidsmengder. Samtidig gjorde byggets utforming det relativt ukomplisert å finne like soner. De to blokkene som bygget bestod av hadde alle ganske like etasjer og det ble vurdert at disse kunne være godt egnet som soner til taktplanen. Det var også ønsket å finne soner som man tenkte kunne korrelere med 5-dagerstakt for å ha ekstra buffere i form av helg etter hver endt takt, noe PL vurderte at ville passe godt overens med en inndeling basert på blokkenes etasjer. Likevel ble noen av etasjene utelatt fra taktplanen. Grunnen for dette presenteres i de neste avsnittene.

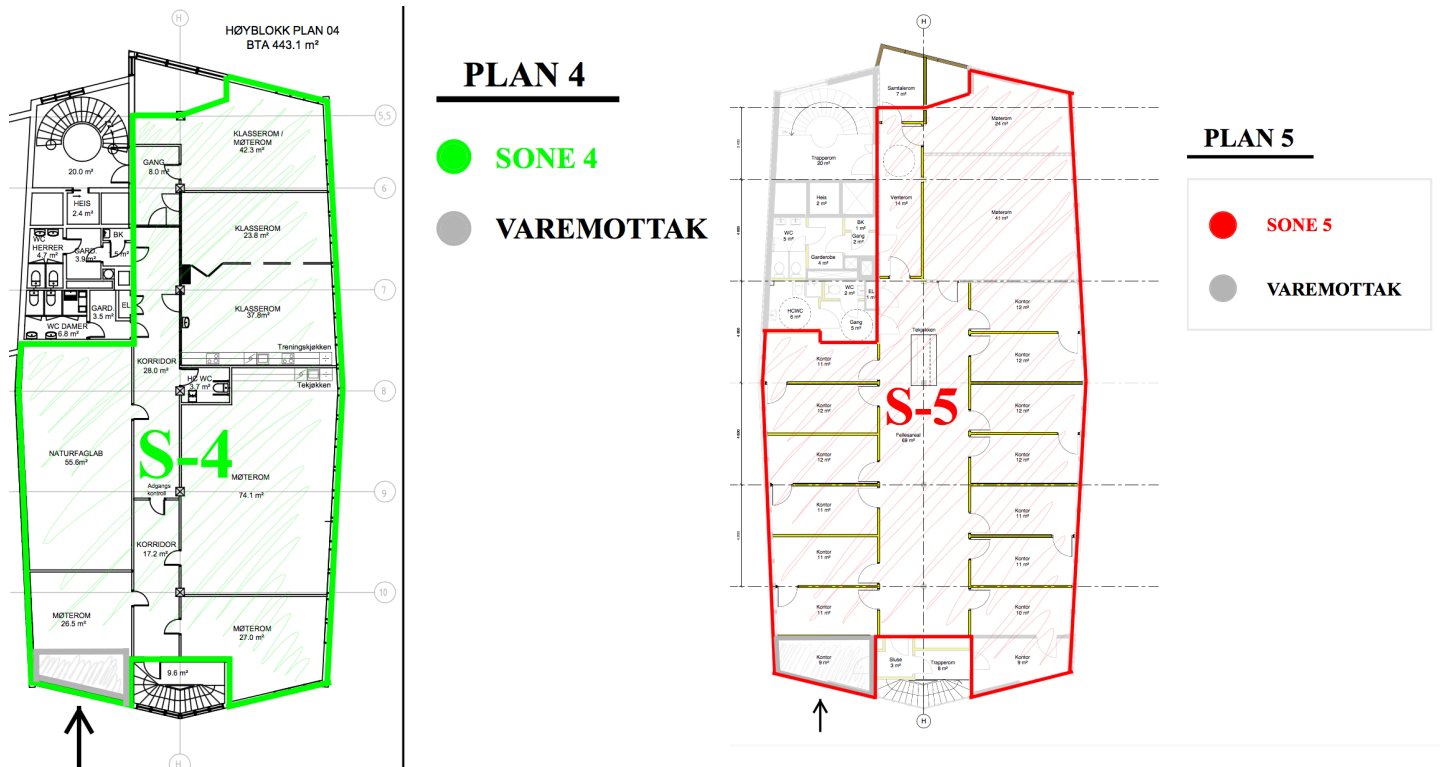


- PLAN 1**
- SONE 1.1
 - SONE 1.2
 - VAREMOTTAK



- PLAN 3**
- SONE 3.1
 - SONE 3.2
 - VAREMOTTAK

Figur 14: Utkast til taktplan del 1, plan 1 og 3 med S-1-2 og S-3.1. Sone 1.1 planlegges å brukes som lagerområde for materialer og utstyr.



Figur 15: Utkast til soner del 2, plan 4 og 5 med S-4 og S-5.

Dette avsnittet gjør rede for punktet om *arbeidsoppgaver og ressursbruk under FA-1a*. På tidspunktet for første fellesmøte var ikke alle involverte fag kontrahert av PL. Dette fikk konsekvenser både for de fagene det gjaldt men også for PL og de resterende fagene. Førstnevnte fordi de ikke hadde påvirkningsmulighet og dermed ikke fikk forsvart egne interesser, sistnevnte fordi de mistet viktige diskusjonspartnere i jakten på en pålitelig og gjennomførbar taktplan. Som det fremgår av tabell 7 gjaldt dette flere fag, hvor tømmer var det mest betydningsfulle med størst arbeidsmengde.

For de fagene som ikke var kontrahert ble de i planleggingsprosessen representert av PL. Dette forutsatte at PL satt seg nøye inn i fagenes arbeidsoperasjoner og ressursbruken knyttet til disse. Plantegninger ble benyttet for å beregne de ulike arbeidsoperasjonenes mengder (figur 16). Ved å støtte seg på PL sine egne erfaringstall, ble det etter beste evne kalkulert ressursbruk for hver arbeidsoperasjon i de ulike sonene.



Figur 16: Plantegninger ble benyttet for å identifisere arbeidsoperasjoner og beregne mengder.

4.1.2.2 FA-1b – Underentreprenører

Det forberedende arbeidet til de deltakende UE gikk ut på å gjøre de samme arbeidsoppgavene for seg selv, som de PL utførte for de fagene som ikke var kontrahert på tidspunktet; å *definere arbeidsoperasjoner* og *beregne ressursbruk* med utgangspunkt i de foreslåtte sonene. De skulle også *fremme forslag til bemanning*, noe som ville komme til nytte når et helhetlig bilde av situasjonen skulle dannes senere i planleggingsprosessen.

Observasjonene som ble gjort viste en tydelig forskjell i hvilken grad de deltakende fagene hadde utført det forberedende arbeidet. Et par av informantene forklarer at de på dette tidspunktet i prosessen ikke forstod omfanget og viktigheten av at arbeidet ble gjort i forkant av det første møtet. En av informantene sa det slik:

«Det kunne kanskje vært gitt tydeligere beskjed om hva dette innebærer. Sett i ettertid, ville jeg ha forberedt meg bedre til det første planleggingsmøtet.»

4.1.3 PM1

Planleggingsmøtet besto av å introdusere planleggingsprosessen, bakoverplanlegging, lage oversikt over ressursbruk og å vurdere utkast til soneinndeling.

4.1.3.1 Introdusere planleggingsprosessen.

Det første planleggingsmøtet startet med en felles introduksjon til planleggingsprosessen. Gjennom en PowerPoint-presentasjon ga PL en innføring i taktplanlegging og den prosessen som til slutt leder frem til en ferdig taktplan. Hver fase i taktplanleggingen ble detaljert beskrevet for å forberede alle på det arbeidet som senere skulle

gjøres. Takttid, soneinndeling og buffere ble enkelt diskutert uten at noen endelige rammer ble satt. Det ble også gitt en enkel gjennomgang av hvordan PL hadde sett for seg at gjennomføringen ble utformet med hensyn til oppfølging og logistikk. På denne måten kom helheten i opplegget tydelig frem.

De observasjonene som ble gjort under den innledende gjennomgangen tydet på at den var med på å oppklare eventuelle usikkerheter og spørsmål som aktørene måtte ha. En av aktørene beskrev innledningen til det første planleggingsmøtet på denne måten:

«Det var skremmende den første timen, inntil jeg forstod systemet og virkningen av det som skulle gjøres.»

Informantene var enige om at det for deres vedkommende gikk greit å sette seg inn i en ny måte å strukturere og planlegge arbeidet på. Samtidig påpekte én av informantene viktigheten av å ha personer som engasjerer seg i taktplanlegging som ledere av planleggingen:

«Det er en spesiell og utfordrende måte å gjennomføre planleggingen på. Man må ha noen som engasjerer seg og har god kontroll på temaet for å få det til.»

4.1.3.2 Bakoverplanlegging og ressursbruk

Med utgangspunkt i de foreslåtte sonene startet arbeidet med bakoverplanleggingen. Planleggingen ble styrt av PL, men alle aktører var involvert i prosessen. Det ble besluttet å starte med de to sonene i underetasjen, for så å gå videre til å planlegge sonene som skulle inngå i taktplanen. På denne måten kunne rekkefølgen på arbeidsoperasjoner i «bufferzonene» effektivt planlegges samtidig som det fungerte som en innføring til bakoverplanleggingen før taktsonene sto for tur. Aktørene (tabell 7) representerte sine respektive fag og fikk utlevert

Arbeidsoperasjon	
Timeverk	Foreslått Bemannings

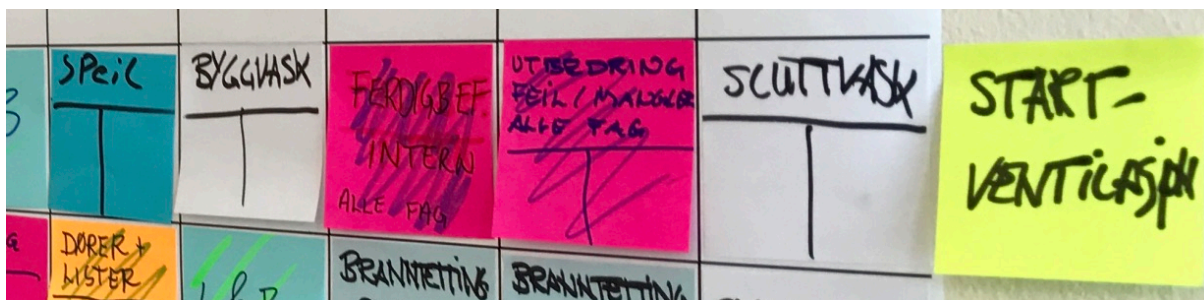
Figur 17: Illustrasjon av inndeling på post-it lappene som ble brukt i bakoverplanleggingen.

post-it-lapper med farge som tilhørte faget under planleggingen. Hver lapp deltes i tre deler; arbeidsoperasjon, timeverk og foreslått bemanning. Dette er illustrert i figur 17. Det ble laget en lapp for hver arbeidsoperasjon i hver sone. Nødvendige kalkuleringer skulle i utgangspunktet være utført som del av det forberedende arbeidet, og dermed bare være å føre på lappene. Som nevnt var dette utført i varierende grad, noe som medførte at enkelte måtte gjøre estimater der og da. I tabell 9 er noen eksempler på tømmerfagets arbeidsoperasjoner for sone 5 (se figur 15). Disse og de resterende arbeidsoperasjonene innenfor hver sone ble overført til post-it-lapper som beskrevet gjennom figur 17, og benyttet videre i bakoverplanleggingen.

Tabell 9: Eksempler på tømmerfagets operasjoner i sone 5.

Tømmer – Sone 5		
Arbeidsoperasjon	Timeverk	Bemanning
Enkling delevegger og skjørt	200	5
Kubbing, dobling delevegger og hulltaking	160	4
Himling - kantlist og oppheng	120	3
Himling - system, tek. plater	120	3
Himling - plater lukking	50	3

Bakoverplanleggingen startet med å fastsette et «sluttpunkt» for produksjonen. Dette vil være det punktet hvor taktplanen slutter. «Sluttpunktet» for taktsonene ble i dette tilfellet satt til «oppstart ventilasjonsanlegg» illustrert i figur 18. Fra dette «sluttpunktet» startet planleggingen «bakover» helt til alle arbeidsoperasjonene var kartlagt. På dette stadiet var det identifisering av arbeidsoperasjoner og rekkefølgen på disse som var i fokus. Rekkefølgen på arbeidsoperasjonene ble først bestemt for én sone, for så å dupliseres over til de andre. Deretter ble det særegne arbeidsoperasjoner lagt inn i rekkefølgen for hver av sonene. Selv om disse bare måtte gjelde for én enkelt sone, ble de lagt inn i rekkefølgen for samtlige soner og skapte «blanke» felter i de sonene hvor arbeidsoperasjonene ikke forekom. Dette var viktig for ikke å gå glipp av arbeidsoperasjoner, selv om de skilte seg ut fra det repeterende arbeidet i sonene. Hele prosessen med kartleggingen av arbeidsoperasjonene og fastsettelsen av rekkefølgen på disse var tidkrevende. Det var en iterativ prosess som innebar mye prøving og feiling.



Figur 18: Utdrag av sluttpunktet for taktsonene som var starten på bakoverplanleggingen.

Når alle arbeidsoperasjonene for samtlige soner hadde funnet sin plass i rekkefølgen ble det dannet diagonale rader med samme farge på oversiktstavlen (se figur 19), noe som indikerte gjentakende arbeidsoperasjoner. De vannrette radene representerte rekkefølgen på arbeidsoperasjonene i en sone, mens de loddrette representerte operasjoner som teoretisk sett skulle pågå parallelt i de ulike sonene.

Avslutningsvis ble det fokusert på å komplettere alle lapper med timeverk og bemanning. Denne informasjonen skulle benyttes videre i planleggingsprosessen for å vurdere de foreslåtte sonenes likhet i arbeidsmengde, og bidra til arbeidet med oppsettet av taktplanen.



Figur 19: De to nederste radene illustrerer bakoverplanleggingen av bufferzonene. Resten er bakoverplanleggingen av taktplanen.

Observasjonene som ble gjort tilsier at det å starte på «slutten» og planlegge tilbake gjorde at aktørene ble tvunget til å tenke annerledes enn hva de var vant til. Fra før er de vant til å tenke; «hva passer best at kommer som neste arbeidsoperasjon?» Svaret kan være ganske uklart og inkludere en rekke mulige arbeidsoperasjoner. Når bakoverplanlegging benyttes, blir denne tankegangen endret til; «hvilke(n) arbeidsoperasjon er vi avhengig av at er utført, for å kunne starte med denne operasjonen?» Dermed innsnevres alternativene og de «beste» valgene kommer lettere til syne.

Flere av informantene har sett nytten av å planlegge på denne måten. En av informantene sa dette:

«Jeg tror en av «nøkklene» for å få dette til var å planlegge på det viset vi gjorde, starte på slutten og arbeide oss tilbake til start.»

Observasjonene som ble gjort tydet på et godt arbeidsklima hvor alle bidro i diskusjoner for å sammen komme frem til gode løsninger. Tilbakemeldingene fra informantene bekrefter dette. Flere trekker frem at fellesskapsfølelsen blir styrket av måten planleggingen ble utført på. En av informantene sa det slik:

«Det beste var at vi gjorde det sammen og dermed så sammenhengene mellom hverandres arbeidsoperasjoner i større grad enn vanlig. Man så de andre fagene på en annen måte og fikk større respekt for hverandres behov.»

Samtidig mente én av informantene at bakoverplanleggingen kunne vært gjort mer effektivt, men viste også forståelse for at dette var første gangen for alle de involverte. Informanten sa dette:

«Det kunne vært gjort på en mer striglet og systematisk måte. Samtidig er det første gang for alle, og man må føle seg frem litt. Når man har fått gjort det noen ganger tror jeg det vil gå raskere.»

4.1.3.3 Soneinndeling.

Som forespeilet ble resultatet av bakoverplanleggingen benyttet til å revurdere den foreslåtte soneinndelingen (Figur 14 og 15). I utgangspunktet var det foreslått en taktplan bestående av 5 soner. Etter å ha drøftet resultatet av bakoverplanleggingen, stod man overfor følgende utfordringer:

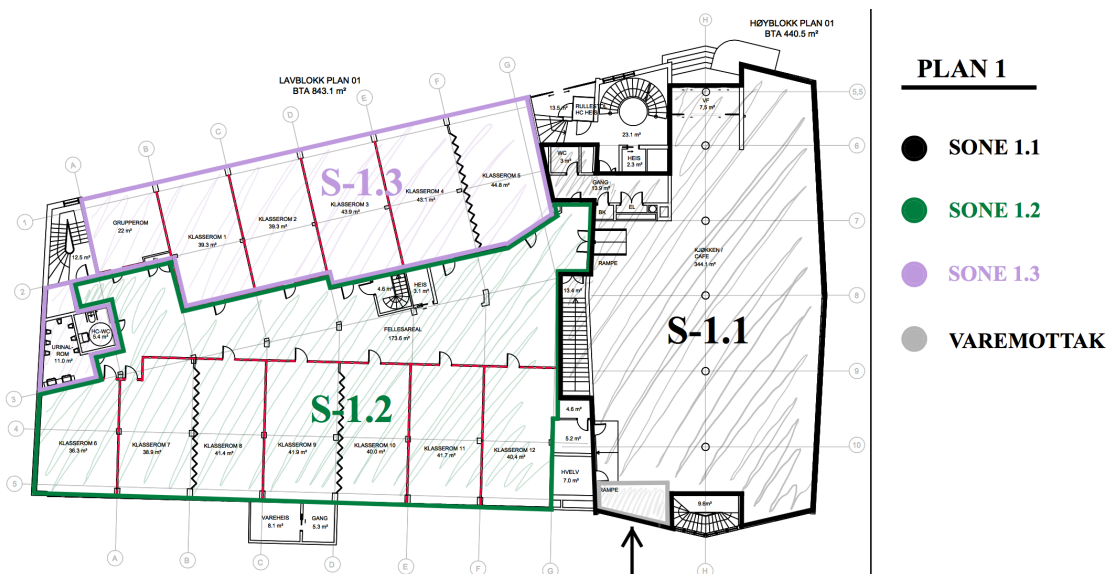
- Sone 1.2 var betydelig mer ressurskrevende enn de resterende.
- De gjentakende arbeidsoperasjonene hadde enkelte variasjoner i timeverk.
- Særegne arbeidsoperasjoner for enkelte av sonene.

Den første utfordringen ble løst ved å dele det som i utgangspunktet var sone 1.2 opp i to soner; 1.2 og 1.3 (se figur 20). Ved hjelp av de kalkulerte timeverkene ble det naturlig å utføre denne oppdelingen. Etter oppdelingen passet timeverkene til de fleste arbeidsoperasjonene godt med de tilsvarende operasjonene i de øvrige sonene. Samtidig medførte oppdelingen noen problemer for enkelte tekniske fag gjennom at arbeidsfordelingen ikke ble helt lik mellom de to sonene. I tillegg kom utfordringer med tanke på adkomst til sone 1.3 gjennom sone 1.2. Gevinsten ved å gjennomføre oppdelingen blir likevel vurdert betydelig større enn ulempene som forårsakes.

Gjennom observasjonene som ble gjort kom det tydelig frem hvor utfordrende, for ikke si umulig, det var å definere soner som tilfredsstilte alle de involverte med hensyn til arbeidslighet. Det var hele tiden en vurdering av individuelle preferanser, satt opp mot hva som fungerte best for fellesskapet.

Den andre utfordringen ble vurdert uunngåelig, og fikk dermed ingen videre innvirkning på soneinndelingen. Flere og mindre soner ble vurdert, noe som kunne medført likere arbeidsbelastning fra sone til sone, men ble forkastet fordi de eksisterende sonenes størrelse passet godt med en plan om 5-dagers takt. Begrunnelsen for dette og det felles ønsket om en slik taktlengde hadde sammenheng med bruk av buffere, og dermed taktplanens pålitelighet. Dette presenteres under kapittel 4.1.5.2.

Den siste utfordringen ble løst ved å «trekke» de aktuelle arbeidsoperasjonene ut av takten. De ble likevel tatt med i den videre planleggingen slik at både de fagene som skulle utføre arbeidet og de fagene som gjennom taktplanen hadde arbeid i sonen på det aktuelle tidspunktet, kunne forberedes på dette.



Figur 20: Her ser vi at sone 1.2 i figur 14 er delt opp til nye soner 1.2 og 1.3.

4.1.4 Forberedende arbeid – før PM2

I etterkant av det første fellesmøtet fortsatte planleggingsprosessen med individuelle oppgaver. Dette arbeidet ble av PL vurdert som mest hensiktsmessig å utføre hver for seg. Arbeidet som ble gjort i denne perioden tok utgangspunkt i den felles planleggingen som var utført tidligere. På lignende vis som før første fellesmøte fullførte PL sitt arbeid og sendte møteinnkallelse med vedlagt utkast til taktplan, samt beskrivelser og arbeidsoppgaver som skal være utført av UE i forkant av det andre og siste planleggingsmøtet.

4.1.4.1 FA-2a – Prosjektledelse

Planleggingen og de beslutningene som ble fattet i PM1 var utgangspunktet da PL utarbeidet utkast til taktplan for prosjektet. I arbeidet ble det tatt hensyn til alle fags kalkulerte timeverk og foreslått bemanning for de respektive arbeidsoperasjonene. Med en fastsatt tidsramme på prosjektet var det utfordrende å oppfylle alle fags ønsker.

Selv om mange arbeidsoperasjoner opptok mindre tid i sonene enn 5 dager, ble planen først satt opp uten flere forskjellige fags operasjoner i samme vogn. Det ble umiddelbart klart at det ikke var mulig å komme i mål til fastsatt tid med en slik ordning. *Før utkastet til taktplan* var ferdig ble det utført en rekke tiltak for å komprimere gjennomføringstiden og dermed ha mulighet til å overholde prosjektets tidsramme. Under er de konkrete tiltakene listet opp. Det er viktig å fremheve at disse på daværende tidspunkt ikke var endelige, men iverksatt av PL som et forslag til en mulig løsning på utfordringene. Listen under (fra topp til

bunn) reflekterer den faktiske rekkefølgen tiltakene ble foreslått implementert. Disse blir så beskrevet nærmere.

1. Arbeidsoperasjoner settes som forberedende arbeid i forkant av taktplanen.
2. Alle malerarbeider i forbindelse med delevegger fjernes og erstattes av systemvegger med ferdigbehandlede overflater. Resterende malerarbeider utføres som forberedende arbeider i forkant av taktplanen.
3. Særegne arbeidsoperasjoner trekkes ut av taktplanen, og utføres parallelt med annet arbeid i de sonene det gjelder.
4. Bygg- og sluttvask legges til helger.
5. Enkelte fag må bemanne opp i forhold til foreslått bemanning.
6. Hybridvogner opprettes. Dette er vogner hvor to eller flere fag er involvert.
7. Fellesferie innskrenkes.

Flere arbeidsoperasjoner, deriblant kjerneboring og malerarbeider ble foreslått å bli utført i forkant av taktplanen. Siden dette er et ROT-prosjekt var det mange operasjoner som måtte utføres etter rivningsarbeidet, men før selve innredningen kunne starte. Ved å ha en slik periode med forberedende arbeider i forkant av taktplanen ble uoversiktlig arbeid fjernet samtidig som taktplanen ble komprimert.

Av bakoverplanleggingen framstod malerarbeidene som taktplanens flaskehals. Å bemanne opp fra det som var foreslått ville bare redusere tidsbruken minimalt da tørkeprosessen uansett krever sin tid. Ved å heller erstatte ubehandlede overflater med ferdigbehandlede ble alle malerarbeider knyttet til delvegger fjernet.

De særegne arbeidsoperasjonene som ble trukket ut av taktplanen ble ført inn i en oversikt slik at de enkelt kunne følges opp underveis i utførelsesfasen av prosjektet. På dette viset ble planleggingen som allerede var utført gjennom bakoverplanleggingen videreført, selv om de aktuelle arbeidsoperasjonene ikke fremgår av taktplanen.

Forslaget om å sette bygg- og sluttvask som helgeaktiviteter medførte at ytterligere to arbeidsoperasjoner ble frigjort fra den «ordinære» takttiden, som var mandag til fredag. Dette fikk samtidig konsekvenser for bruk av «overtid i helg» (se tabell 10) som buffer i de vognene hvor disse arbeidsoperasjonene forekom.

Med malerarbeidene enten erstattet eller flyttet i forkant av taktplanen, var det tømmerarbeidene som fremstod som planens flaskehals. Dette var ett av flere fag som ble foreslått å måtte bemanne opp under enkelte arbeidsoperasjoner.

Det viste seg også helt nødvendig å foreslå en rekke hybridvogner om taktplanen skulle basere seg på ønsket 5-dagers takt. PL forsøkte så langt det var mulig å unngå at fagenes arbeidsoperasjoner skulle «overlappe» hverandre, men var i forslaget nødt til å ha vogner hvor dette forekom.

Det ble også foreslått å innskrenke den oppsatte fellesferien. Som en avslutning i arbeidet med å produsere utkastet til taktplanen ble det lagt frem tre forskjellige scenarioer; innskrenke første halvdel av ferien, siste halvdel eller ingen ferie. Denne avgjørelsen skulle senere bli tatt i felleskap under det siste planleggingsmøtet.

Etter arbeidet med utkast til taktplan ble det tydelig at tømmerfaget var av stor betydning for å *kontrahere omgående slik at representanter fra faget kunne være deltakende på det siste planleggingsmøtet*. Dette ble derfor en prioritet for PL. Under kontraheringen ble behovet for kort gjennomføringstid for enkelte arbeidsoperasjoner tydeliggjort. Det var også viktig for PL at faget fikk nok tid i forkant av det siste planleggingsmøtet for å kunne sette seg inn i utkastet til taktplan, og vurdere den avsatte tiden til arbeidsoperasjonene.

Informanten som representerer tømmer synes det har gått fint å komme inn på dette tidspunktet og måtte forholde seg til tiden som var avsatt av PL:

«Det ble den tiden jeg fikk, og det var tilstrekkelig til å sette meg inn i planen og gå gjennom våre arbeidsoperasjoner for å være forberedt til planleggingsmøte 2. Selvfølgelig kunne jeg hatt mer tid, men det er ikke sikkert det hadde utgjort noen forskjell»

4.1.4.2 FA-2b – Underentreprenører

Arbeidet for UE i forkant av PM2 gikk ut på å sette seg inn i og vurdere utkastet til taktplan utarbeidet av PL. Dette innebar avsatt tid, bemanning og ellers de tiltakene som er foreslått for å komprimere taktplanen. Av disse var det spesielt forslag til hybridvogner og mulige scenarioer av ferieavvikling som var sentrale tema å sette seg inn i før PM2. Eventuelle innvendinger eller ønsker om justeringer i forhold til utkastet ble tatt med videre og presentert på møtet.

Flere av informantene trekker frem valget om å dele planleggingsprosessen opp i to deler og ha et opphold mellom planleggingsmøtene, og mener dette var positivt for resultatet av planleggingen. En av informantene sa følgende:

«Det var en god løsning å dele møtene i to deler med god tid i mellom dem, spesielt med tanke på at det er nytt for alle. Dette gjør at man får tid til å bli trygg på avgjørelsene.»

4.1.5 PM2

Hovedtemaene i PM2 var å ta endelige beslutninger. Det ble fokusert på bruk av buffere, og den endelige taktplanen ble satt.

4.1.5.1 Endelige beslutninger

Med representantene som fremgår av tabell 7 til stedet gikk alle aktørene i felleskap gjennom PL sitt foreslåtte utkast til taktplan. Sammen blir alle tvister som var dukket opp som følge av de forberedende arbeidene løst og endelige beslutninger fattet. Dette var en møysommelig prosess hvor alle representanter fikk komme med sine anmodninger og ønsker. Utkastet ble omforent til en endelig plan med fastsatt rekkefølge, tidsintervaller og bemanning for alle arbeidsoperasjonene.

4.1.5.2 Buffere

Før en endelig taktplan kunne etableres måtte det avgjøres hvordan planen skulle beskyttes mot variabilitet i produksjonen. Siden dette var første erfaring med taktplanlegging for alle aktører ble det et stort fokus på hvilke buffere som skulle benyttes. Kapasitetsbuffere ble et naturlig valg, men på grunn av mangelen på erfaring med taktplanlegging ble også inventar- og tidsbuffere benyttet. De fleste av bufferne hadde blitt diskutert tidligere på ulike stadier av planleggingsprosessen, men det var først på dette tidspunktet at de ble endelig innført i taktplanen. En oversikt over hvilke buffere som ble valgt og hensikten med dem fremgår av tabell 10.

Tabell 10: Bruk av buffere.

Buffer	Type buffer	Hensikt
Overtid i ukedager	Kapasitetsbuffer	Daglig innretting av avvik.
Overtid i helg	Kapasitetsbuffer	Innretting av avvik som ikke lar seg gjøre i løpet av takttiden.
«Bufferpersoner» med ekstra oppgaver	Inventarbuffer	Hindre «arbeidsledighet» ved tidlig ferdigstillelse.
«Pause» i taktplanen	Tidsbuffer	Skjerme produksjonen mot helligdager og gi en ekstra sikkerhet til planen.

En utfordring som dukket opp under den siste gjennomgangen var helligdagens innvirkning på produksjonen. I perioden like etter oppstart i taktplanen var det flere uker med helligdager. Dette løstes ved at fagene pliktet å gjøre individuelle tilpasninger med hensyn til bemanning for de ukene det gjaldt. I tillegg innførtes en tidsbuffer som medførte at den sjette uken i taktplanen ble en «pauseuke». Dermed ble én av de utfordrende ukene «fjernet», samtidig som den sjette uken kom like i etterkant av flere uker med én helligdag. Tanken var at om det på tross av bemanningstilpasninger skulle oppstå utfordringer med å overholde takttiden, ville det være mulighet til å bruke «pauseuken» til å komme tilbake på planen.

Til slutt ble det også tydelig at halve fellesferien måtte innskrenkes. Valget falt på å omgjøre den første delen av ferien, og ble tatt etter en felles enighet om hva som medførte den beste overordnede løsningen. Den resterende ferien ble ikke tatt med som en buffer i tabell 10 da den ikke var planlagt som en tidsbuffer. Likevel bidro den til en ekstra trygghet for planen.

4.1.5.3 Etablere taktplan

Taktplanen (tabell 11) er et resultat av en omfattende planleggingsprosess hvor sentrale aktører i prosjektet har jobbet sammen mot et felles mål.

Samtlige informanter mener å ha hatt betydelig innflytelse gjennom hele planleggingsprosessen, og at det i stor grad skiller seg fra det som vanligvis har vært tilfellet. To av informantene beskrev det på denne måten:

«Selv om sluttdato er satt har vi hatt en stor innflytelse på hvordan hverdagen skal se ut. Jeg opplever større aksept fra prosjektledelsen for min fremdrift. Vanligvis er ikke prosjektledelsen med i min planlegging, og dermed finnes det ikke forståelse for tiden som går med. Her ser de mitt behov og tar hensyn til det.»

«Som regel får vi bare «slengt» en fremdriftsplan i fanget. Tidsaspektet henger ofte ikke på greip i andre prosjekter. I dette prosjektet er det bedre forståelse for tidsbruken vår.»

Flere av informantene uttrykte også begeistring for hvordan planleggingsprosessen ble utført og at det bidro til økt engasjement i prosjektet. En av informantene sa det slik:

«Jeg er fornøyd med hvordan det ble løst. Det var spennende å planlegge slik som vi gjorde, noe som gjorde folk engasjerte. Dette var noe vi skulle få til.»

Tabell 11: Endelig taktplan. Se tabell 12 for tilhørende beskrivelser av fargekoder, arbeidsoperasjoner, varighet, foreslått bemanning og togvogn.

Ar	2017																																								
	Dato	17.4.	24.4.	1.5.	8.5.	15.5.	22.5.	29.5.	5.6.	12.6.	19.6.	26.6.	3.7.	10.7.	17.7.	24.7.	31.7.	7.8.	14.8.	21.8.	28.8.	4.9.	11.9.	18.9.	25.9.	2.10.	9.10.														
Uke	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41															
TOG	SONER:																																								
Sone 5-1-2	Sone 5 - Plan 5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14																										
	Sone 4 - Plan 4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14																										
	Sone 3.2 - Plan 3		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14																									
	Sone 3.1 - Plan 3			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14																								
	Sone 1.3 - Plan 1				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14																							
Sone 1.2 - Plan 1					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14																							

Når informantene ble konfrontert med valget mellom å benytte taktplanlegging og tradisjonell planlegging i kommende prosjekter, var alle samstemte om at taktplanlegging var det foretrukne alternativet. En av informantene gikk langt i å antyde at sine forventninger for fremtiden:

«Jeg forventer at et konsern som Consto AS benytter taktplanlegging på alle sine prosjekter.»

4.2 Gjennomføring av taktplan

Slik det er beskrevet i innledningen til oppgaven, begrenses tiden prosjektets utførelsesfase har blitt fulgt til utgangen av uke 24. Resultatene baserer seg derfor på gjennomføringen av de ni første ukene av taktplanen. Ved slutten av uke 24 var planen i rute. Det vil

si at alle vognen som etter taktplanen skulle vært utført frem til det tidspunktet var ferdige. Videre i delkapitlet presenteres resultatene fra gjennomføringen av taktplanen.

4.2.1 Daily Huddle – Daglige statusmøter

Som et ledd i den daglige oppfølgingen av taktplanen ble det i prosjektet innført daglige statusmøter, kalt «Daily Huddle». Hver morgen kl. 08.00 samlet alle fagene som hadde pågående arbeidsoperasjoner i sonene for en statusoppdatering. Hvert fag stilte med en representant som hadde oversikt over fagets pågående arbeid. En representant fra Consto AS sin prosjektledelse styrte møtet, som pågikk i 5-15 minutter. Målet var å skaffe en felles oversikt over hvordan fremdriften forløp seg i forhold til taktplanen.

Tabell 12: Tilhørende beskrivelser til taktplanen.

Taktplan - Vognoversikt				
Aktør	Arbeidsoperasjon	Varighet [d]*	Foreslått bemanning	Togvogn
Tømmer	Merking, svill, stav skjørt, enkling delevegger	5	5	1
Elektro EL/Vent/Rør	Rør og bokser i vegger Merking for hulltaking delevegger	4 1	3 ?	2
Tømmer	Kubbing Dobling delevegger Hulltaking delevegger	5	4	3
Ventilasjon	Hovedstrekk	5	2	4
Ventilasjon	Delstrekk, spjeld	5	2	5
Rørlegger Elektro	Strekk og stammer Tavle, føringsveier i himling, trekking	3 5	1 3	6
Branntetting Himling Vask	Branntetting delevegger Kantlist og oppheng Vask over himling	2 5 0	2 3 ?	7
Himling	Himling - system, tek. Plater	5	3	8
Ventilasjon Elektro	Ventiler Montasje i himling	4	4 2 3	9
Himling Belegg	Himling - plater lukking Belegg	2 3	3 3	10
Belegg System	Belegg Systemvegg, foldevegg, glassfelt	2 3	3 3	11
Elektro Rørlegger	Kanaler, sluttmontasje Radiator montering	5 5	4 2	12
Tømmer Tømmer Lås og beslag	Dører og lister Gulvlister Lås og beslag	2 2 1	2 2 1	13
Vask Intern ferdigbef. Utbedringer f&m Vask	Byggvask Intern ferdigbefaringer - alle fag Utbedring f&m - alle fag Sluttvask	0 1 4 0	 ? 	14

4.2.1.1 Ukeplan

Møtet startet med en gjennomgang av status for de ulike vognene som var aktive på det aktuelle tidspunktet. I dette arbeidet ble det benyttet en tavle utformet som en ukeplan.

Ukeplanen var en «zoomet» versjon av taktplanen for den inneværende uken. Tavlen ble fylt med post-it-lapper med fagenes respektive farger som markerte den avsatte tiden til hvert av

fagene i de ulike sonene. Hvert fag bekreftet eller avkreftet at deres «vogn» var i henhold til planlagt fremdrift. Var de ifølge seg selv på planen, markertes dette med en halvveis avkryssning på fagets post-it-lapp som representerte inneværende dag på tavlen. Var de ikke det, blir kryss utelatt. Det ble også satt kryss selv om det ikke foregikk arbeid i vognen den aktuelle dagen i tilfeller hvor arbeidet hadde gått raskere enn planlagt. I etterkant av «Daily Huddle» gikk møteleder en runde i sonene for å kontrollere vognenes rapporterte status. Om arbeidet var tilfredsstillende fullførtes krysset på post-it-lappene som allerede var halvveis avkrysset. Avvik fra planlagt fremdrift ble effektivt oppdaget og mulige innrettelsestiltak kunne umiddelbart vurderes.

For å gi en oversikt over hvordan ukeplanen fungerte og hvilken informasjon som kunne leses av den, presenteres et eksempel på hvordan en uke så ut. Tabell 13 gjenspeiler uketavlen for uke 22 som var den første uken hvor alle sonene hadde aktive «vogner» på samme tid.

Tabell 13: Eksempel fra hvordan gjennomføringen av Daily Huddle kunne se ut.

UKE 22: 29.05-02.06 2017						
Sone	«Vogn»	Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	Fredag
5	6	EL 1	1	1	1	0
		RØR 0	0	0		
4	5	VENT 2	2	0	0	1
3.2	4	VENT 2	2	4	4	3
3.1	3	TØ 5	5	5	3	1
1.3	2	EL 3	1	1	1	EL, RØR
		RØR 2	2	2	3	VENT, TØ
1.2	1	TØ 2	2	2	2	2

Vogn 6 var en hybridvogn hvor rørlegger (RØR) hadde arbeidsoperasjoner gående parallelt med elektriker (EL). Det er altså satt av fem dager til EL og tre dager til RØR. Selv om det var planlagt inn i taktplanen (se tabell 11), viste det seg at RØR i dette tilfellet likevel ikke hadde arbeid i den aktuelle sonen. Dette fremgår av de avkryssede lappene samtidig som de er markert 0 i bemanning. Den respektive arbeidsoperasjonen ble ikke betraktet som

særegen siden den forekom i de fleste sonene, men altså ikke i sone 5. EL ble ferdig tidligere enn planlagt med avkrysning og hadde 0 i bemanning fredag.

Ventilasjon (VENT) var både vogn 5 og 4. Onsdag ble to arbeidere som i starten av uken arbeidet i sone 4 flyttet over til sone 3.2 slik at bemanningen ble doblet der. Dette kom som en konsekvens av at de hang etter i sone 3.2, samtidig som de var godt foran skjema i sone 4, noe som også fremgår av avkrysningen på ukeplanen. Senere i uken ble én arbeider flyttet tilbake for å fullføre sone 4. VENT opplevde at enkelte soner inneholdt mer arbeid enn andre, noe som medførte at arbeidere måtte flyttes mellom soner. Informanten sa dette:

«Det var veldig avklart hva som skulle gjøres. Samtidig var belastningen kanskje litt for stor forskjell på fra sone til sone, spesielt for oss.»

Når situasjonen var slik for VENT ble det tydelig at to «vogner» rett etter hverandre økte fleksibiliteten for justeringer underveis i taktplanen, noe de benyttet seg av.

I vogn 3 og 1 oppholdt tømmer (TØ) seg. De hadde alle lappene avkrysset, noe som viser at tidskjemaet ble fulgt gjennom hele uken. I tillegg kunne de tillate seg å bemanne ned i sone 3.1 på slutten av uken.

I vogn 2 var det ifølge taktplanen kun EL som skulle ha arbeidsoperasjoner de fire første dagene. Likevel har det foregått arbeidsoperasjoner i regi av RØR i samme vogn. Dette viser et eksempel på hvordan særegne arbeidsoperasjoner som ikke fremgår av taktplanen, ble satt inn i den respektive ukeplanen. Ved å føre disse opp på tavlen ble det tydelig for alle at faget hadde en arbeidsoperasjon pågående i sonen. Den siste dagen i uken var avsatt til «merking for kubbing og hulltaking delevegger» og involverte flere fag.

4.2.1.2 Deltakernes opplevelse av «Daily Huddle»

«Daily Huddle» bidro til at alle parter (fagene og prosjektledelsen) ble tvunget til å aktivt rapportere fremdriftsstatus for taktplanen på daglig basis. En av informantene sa det slik:

«Daily Huddle er en nødvendighet for å holde folk på tå.»

Alle informantene var positive til innføringen av Daily Huddle og mente den bidro til å styrke samhandlingen mellom aktørene i prosjektet. De så hverandres behov og tok i større grad enn ellers hensyn til hverandre. En informant beskrev det slik:

«Vi blir kjent med hverandre på en annen måte enn tidligere. Det er viktig for oss at vi rekker å bli ferdige i tide til de andre fagene skal inn etter oss.»

En vanlig arbeidsdag på prosjektet startet kl. 07.00. Ved å ha møtet kl. 08.00 fikk de deltakende representantene tid i forkant til å undersøke «tilstanden» til sine respektive arbeidslag og ta med seg denne informasjonen tilbake til statusmøtet. I den grad det var mulig, ble uklarerheter og problemer løst under eller like i etterkant av møtet. Om det ikke lot seg løse enkelt ble dette prosjektledelsens og det respektive fags hovedfokus fremover. Kom faget på etterskudd ville partene sammen etablere en plan for hvordan det tapte skulle hentes inn.

Informantene var enige om at møtet bidro til rask problemløsning under møtet og gjennom god oppfølging i etterkant. En informant uttrykte følgende:

«Det beste med *Daily Huddle* er at misforståelser aldri blir eldre enn 24 timer. Feil kan elimineres raskt, og behov for endringer i utførelsen kan avklares i felleskap på møtene.»

4.2.2 Fremdriftsmøter

I tråd med standard møtestruktur gjennomførte Consto AS fremdriftsmøte for prosjektet annenhver uke, hvor representanter for alle operative fag var deltakende. Møtet bruktes som en rettesnor for å ha oversikt over hvordan prosjektet ligger an i forhold til planlagt fremdrift. Samtidig var det et møte hvor man hever blikket for å planlegge kommende arbeid og fjerne eventuelle hindringer som stod i veien for at produksjonen kunne gå slik som ønsket.

En informant mente oversikten som kom med taktplanen bidro til å skape en ekstra interesse for hva andre aktører gjorde i forhold til å overholde planlagt fremdrift. Flere opplevde at det var veldig enkelt å måle produksjonen for den delen av prosjektet som inngikk i taktplanen. En informant beskrev det slik:

«Det er så enkelt å måle fremdrift at det nesten er ekkelt. Er man ikke på planen må man iverksette voldsomt for å komme på plan. I andre prosjekter blir det ofte «fingeren i været» og dermed et omtrentlig anslag.»

Samtidig var det et par av informantene som merker liten eller ingen forskjell på fremdriftsmøtene ved *Strandgata 41* og tidligere prosjekter hvor taktplanlegging ikke ble

benyttet. De mener også at møtene var for lange og at møtets potensial ikke ble utnyttet, noe som ble spesifisert slik av to informanter:

«Arbeidstegninger kommer for seint, og bidrar til at avklaringer som skulle tas tidlig under fremdriftsmøter ikke blir gjort.»

«Prosjekteringen er ofte enten ikke korrekt eller mangelfull, så må derfor bruke mye tid på dette.»

4.2.3 Innretting av avvik

Selv om fremdriften i prosjektet ved slutten av uke 24 var i tråd med taktplanen, har det ikke foregått uten avvik fra planen frem til da. Som nevnt var en av utfordringene som gikk igjen at prosjekteringen slet med å holde tritt med taktplanen, og at det dermed manglet tegninger og avklaringer som følgelig fikk konsekvenser for fremdriften. En av informantene påpeker at dette ofte har vært et problem som oppstår i renoveringsprosjekter som prosjekt Strandgata 41. Dette førte ved et fåtall anledninger til stopp i produksjonen. En av informantene som opplevde dette, sa følgende:

«Fikk stopp i produksjonene på grunn av manglende avklaringer, og måtte sende fem mann over til et annet prosjekt i én dag før de kunne komme tilbake. Måtte jobbe overtid i etterkant for å hente oss inn.»

I dette tilfellet og i enkelte andre ble det behov for overtid- og helgearbeid for å hente inn det tapte. Dette gjaldt spesielt for noen av tømmer sine første arbeidsoperasjoner i taktplanen som man på forhånd var klar over at var presset på tid i forbindelse med helligdager.

Likevel ble utfordringene i de aller fleste tilfellene løst uten betydelige konsekvenser for de som utførte arbeidsoperasjonene. For flertallet av informantene har det ikke blitt behov for ekstra arbeid ut over det planlagte. Det var tydelig at taktplanen hjalp alle aktører i det forberedende arbeidet for å tilrettelegge for «sunne» arbeidsoperasjoner. To informanter sa følgende:

«Taktplanens detaljgrad gjør at vi kan stille krav til når avklaringer må være på plass.»

«Om jeg sier ifra om nødvendige avklaringer som trengs, blir det faktisk iverksatt for å få gjort noe med det.»

Endringer i utførelsen medførte at enkelte fag måtte gå tilbake for å utføre tilleggsarbeider. Dette arbeidet måtte foregå i allerede «opptatte» vogner som kom etter i rekken. Det ble løst uten nevneverdige problemer da samtlige aktører viste forståelse for utfordringene som oppstod og en gjensidig respekt for hverandres behov. Flere informanter påpekte at sonenes størrelse har økt fleksibiliteten for å tillate annet arbeid i samme vogn uten at det var planlagt.

«Pauseuken» som ble innført som den sjette uken i taktplanen viste seg å komme til nytte, men ikke slik som den opprinnelig var tiltenkt. I utgangspunktet skulle dette være en buffer for å ta opp eventuelle etterslep som en konsekvens av helligdager i ukene i forkant. I stedet ble den brukt til å hente inn arbeid som var stoppet opp på slutten av uken før på grunn av manglende avklaringer.

4.2.4 Logistikk

Prosjektets plassering midt i Tromsø sentrum medførte at det var minimalt med oppbevaringsplass tilgjengelig. For å løse utfordringen ble sone 1.1 (figur 14) benyttet som midlertidig lagringsplass frem til de arbeidsoperasjonene som krevde mest materialer var ferdige.

Taktplanen gjorde det mulig å detaljplanlegge logistikken ned på døgnnivå lenge før arbeidsoperasjonen finner sted. For PL var det et ønske at fagene skulle bruke planen aktivt for å «time» vareleveranser til tidspunktet det skulle benyttes, og dermed unngå unødvendig mellomlagring på bygget. Hver mandags morgen før «Daily Huddle», foregikk det flytting av utstyr og materiell mellom sonene. I dette tidsrommet ville det være ideelt å motta nødvendige vareleveranser. Hvis dette skulle fungere krevde det nøye planlegging av alle fag og samtidig god samhandling med leverandører. En av informantene sa dette:

«Logistikk må planlegges i langt større grad innenfor taktplanlegging enn ellers.»

De fleste informantene påstod at deres fag brukte taktplanen aktivt og hadde lagt seg opp en strategi hvor de rettet blikket ett bestemt antall uker frem i tid for å fange opp bestillinger som måtte settes i ordre. Selv om samtlige informanter mente logistikken fungerte godt på prosjektet og var positive til mulighetene taktplanen ga dem, oppstod det også utfordringer. Flere påpekte at også i forbindelse med logistikk kom avklaringer for sent og at det på grunn av dette ble utfordrende å rekke ordrefrister. En av informantene mente at et tydeligere system for endelige avklaringer om utførelse og materialvalg ville styrket gjennomføringen. Informanten sa det slik:

«Det burde vært kjørt et «tog» i forkant av taktplanen for å fastsette datoer for når endelige beslutninger må fattes. Dette kunne hjulpet en god del, og hindret forsinkede beslutninger som får konsekvenser for fremdriften.»

4.2.5 Arbeid i soner

4.2.5.1 Ryddighet

Som nevnt var alt arbeid utenom de særegne arbeidsoperasjonene beskrevet i taktplanen. Det ble derfor enkelt å holde kontroll på hvem som oppholdt seg i sonene, og dermed hvem som hadde ansvaret for ryddigheten. I tillegg til Consto AS sine overordnede krav til ryddighet, skulle alle soner ryddes og støvsuges på slutten av uken for å være klargjort til neste vogn som startet uken etter. PL mener å ha sett en betydelig positiv forskjell i ryddigheten på dette prosjektet, sammenlignet med tidligere prosjekter. Samtlige informanter sitter igjen med et utelukket positivt inntrykk av ryddigheten i sonene. En av informantene uttrykte det på denne måten:

«Det er ryddig og rent, noe som medfører at det er enkelt og oversiktlig å utføre arbeidet, og som bidrar til et veldig godt [fysisk] arbeidsmiljø på prosjektet.»

4.2.5.2 Hybridvogner

Hybridvogner ble brukt for å komprimere taktplanen slik at tidsfristen for prosjektet kunne overholdes. Som nevnt består noen av disse av helt eller delvis overlappende arbeidsoperasjoner. For de som har vært involvert i slike vogner har det ikke bydd på noen problemer. Informantene trekker frem det faktum at det vanligvis er hverdagen på prosjekter og at sonene er store, noe som gjør det lettere å unngå konflikter mellom fag. Informantene fra RØR sa dette:

«Vi har vært i samme vogn som elektro, og det har gått helt fint. Vi er vant til det fra tidligere.»

4.3 Ressursbruk ved implementering

Dette delkapittelet vil gjøre rede for den informasjonen som framkom omkring ressursbruk i planleggingsfasen og i utførelsen.

4.3.1 Planleggingsfase

4.3.1.1 Prosjektledelsen

Ved starten av året utarbeidet PL en fullstendig fremdriftsplan for prosjektet. Dette ble gjort på tradisjonelt vis med aktivitetsbasert planlegging fremsatt i Gant-diagram. På det aktuelle tidspunktet var det ikke besluttet at deler av prosjektet senere skulle taktplanlegges. Dermed ble store deler av prosjektet planlagt to ganger; først etter tradisjonell metode, så med taktplanlegging. Ved å sammenligne ressursbruken for de to metodene, vil man kunne få en indikasjon på hvordan det å benytte taktplanlegging i prosjektet har innvirket på ressursbruken i planleggingsfasen.

Siden hele prosjektet ble planlagt i første omgang, i motsetning til taktplanleggingen som «bare» omfattet de arbeidsoperasjoner som inngikk i den endelige taktplanen, blir tallene heftet av unøyaktighet. Likevel er det mulig å gjøre tilpasninger i sammenligningen slik at feilmarginen reduseres. Ifølge PL tilsier et røft estimat at det som er omfattet av taktplanen står for omlag 70 prosent av prosjektets totale arbeidsmengde.

Tradisjonell planlegging: PL benyttet ca. 40 timeverk for å fullføre den tradisjonelle fremdriftsplanleggingen. Om man legger PL sitt estimatet om 70 prosent til grunn, blir antallet timeverk ca. 28 for tilsvarende planlagt mengde som inngikk i taktplanleggingen.

Taktplanlegging: PL benyttet ca. 100 timeverk i forbindelse med taktplanleggingen. Dette inkluderer timeverkene som gikk med til de to fellesmøtene, alle forberedelsene som måtte utføres i forkant av dem, samt i etterkant av det siste møtet.

I tillegg til dette kom tiden det tok for prosjektleder å sette seg inn i metoden og gjøre seg i stand til å kunne lede planleggingsprosessen. I tilknytning til planleggingsfasen kan det dermed med stor grad av sikkerhet konkluderes med at det for PL på dette prosjektet var betydelig mer ressurskrevende å benytte taktplanlegging enn det var å gjennomføre tradisjonell planlegging.

4.3.1.2 Underentreprenører

Flertallet av informantene mener å ha brukt mer tid i forbindelse med prosjektets planleggingsfase sammenlignet med tidligere prosjekter hvor taktplanlegging ikke benyttes. På grunn av for mange usikkerhetsmomenter kunne ingen av disse gi noen spesifikke anslag om hvor store forskjellene var, men det var tydelig at det for flere var benyttet mer tid enn vanlig. En av informantene beskrev det slik:

«Vanligvis bruker vi veldig liten tid på planlegging i prosjekter som dette. Det har gått med mer tid, men det har vært vel anvendt tid.»

Samtidig virker det å være individuelle forskjeller mellom fagene. Én av informantene påstår at tidsbruken for dem har vært lik med andre prosjekter, mens én annen synes å ha brukt mindre tid enn ellers. Det er dermed ulike oppfatninger blant informantene vedrørende ressursbruk i planleggingsfasen, når de sammenligner dette prosjektet med andre. Likevel er det en overvekt av informanter som mener ressursbruken har økt.

4.3.2 Utførelsesfase

4.3.2.1 Prosjektledelsen

For PL sin del bestod den viktigste delen av oppfølgingen av taktplanen i å lede «Daily Huddle» hver morgen. Dette medførte at problemløsningen i stor grad konsentrertes til perioden rundt møtet, da alle var samlet og tilgjengelige for hverandre. På dette viset ble det frigjort kapasitet for PL til å fokusere på de fremdriftssensitive avklaringene som oppstod underveis i utførelsen av prosjektet.

Den detaljerte planleggingen som var gjort i forbindelse med taktplanen bidro til å redusere arbeidet knyttet til den kortsiktige planleggingen. Taktplanen er satt og delfrister kan dermed ikke forskyves uten at det får konsekvenser for den endelige sluttdatoen. Hvis enkelte fag var forsinket, ble dette raskt oppdaget og faget ble tvunget til å iverksette umiddelbare tiltak for å hente seg inn. Dette reduserte arbeidet PL ellers potensielt ville hatt med å organisere den kortsiktige fremdriften i prosjektet.

Det er vanskelig å estimere en eventuell nedgang i ressursbruk for PL i utførelsesfasen. Likevel er det av ovennevnte grunner tydelig å se en endring i måten ressursene brukes.

4.3.2.2 Underentreprenører

En av informantene kan med sikkerhet si å ha opplevd en tydelig reduksjon i ressursbruken på dette prosjektet. Informanten sa det slik:

«Vi har brukt betydelig mindre ressurser enn vi ellers ville gjort. Det gjentagende arbeidet nedover i sonene gjør at vi støter på de samme problemene om igjen og dermed kan løse disse raskt. Jeg vil påstå vi sparer 30 prosent, noe som tilsvarer én arbeider.»

For de resterende informantene var det derimot vanskelig å fastslå hvorvidt det hadde vært en nedgang i ressursbruk i gjennomføringen som følge av taktplanleggingen. Samtidig

virket alle å være trygge på at det ikke har gått med mer ressurser enn vanlig. Alle syntes også å enes om at taktplanen har gjort arbeidet mer forutsigbart og dermed bedret premissene for å lykkes med planleggingen. En av informantene sa dette:

«Arbeidet er veldig forutsigbart. Oppgavene er klart definerte i forkant, noe som gjør det enklere å planlegge bemanningen.»

Selv om én av informantene var klar i sin tale, er det vanskelig å fastslå i hvilken grad taktplanleggingen påvirker ressursbehovet i utførelsen av prosjektet. Likevel er det verdt å merke seg at ingen av informantene opplevde negative ringvirkninger.

4.3.3 Oppsummering av ressursbruk

I tabellen under fremkommer en oversikt av ressursbruken i forhold til tradisjonell planlegging for de ulike aktørene knyttet til planleggings- og utførelsesfasen i prosjektet.

Tabell 14: Ressursbruk i forhold til tradisjonell planlegging.

Aktører	Fase	Ressursbruk i forhold til tradisjonell planlegging
PL	Planleggingsfase	Betydelig økning
PL	Utførelsesfase	Usikkert, men mulig reduksjon i forhold til kortsiktig planlegging
UE	Planleggingsfase	Individuelle oppfatninger, men de fleste opplever en økning.
UE	Utførelsesfase	Vanskelig å stadfeste for de fleste. Én opplever betydelig reduksjon.

4.4 Nødvendig kunnskap for taktplanlegging

I dette prosjektet har det vært nødvendig at et en person i PL har hatt betydelig kunnskap om taktplanlegging og som har styrt planleggingsprosessen, og lagt strategien for gjennomføringen. Gjennom samarbeid med forfatter ble den totale kunnskapen om taktplanlegging styrket. Det har vært nyttig med ressurspersoner med lang erfaring i forberedende arbeider, men en vurdering tilsier at dette ikke er nødvendig fordi systemet har vært anvendelig og lett å sett seg inn i. Samtidig har det også vært avgjørende at UE har evne til å beregne sine arbeidsoperasjoner. Dette innebærer derfor at det ikke er nødvendig med bred kunnskap blant *alle* aktører fordi den kontinuerlige involveringen har bidratt til en helhetlig forståelse av hva som må til. Prosjektet var i rute ved uke 9, noe som tyder på at dette nivået av kunnskap har vært tilstrekkelig.

5. Diskusjon

Kapittel 5 består av oppgavens diskusjonsdel hvor resultater og teori knyttes opp mot hverandre.

5.1 Hvorfor lyktes det å lage en taktplan som alle hadde tiltro til og som var mulig å gjennomføre?

Vi vil i dette avsnittet se på og begrunne de vellykkede funnene presentert i resultatene som var i overensstemmelse med de potensielle fordelene man kan forvente gjennom implementering av taktplanlegging. Tekst merket i kursiv refererer til utdrag fra punktene i kapittel 3.3 som omhandler potensielle fordeler beskrevet av Frandson et al. (2013).

5.1.1 Involvering ga motivasjon for å overholde planen

Frandson et al. (2013, 2015) beskriver planleggingsprosessen som en felles prosess hvor alle involverte aktører jobber sammen for å etablere taktplanen. UE som representerte nøkkelfagene var kontinuerlig en del av taktplanleggingen og –gjennomføringen. Dette ble gjort gjennom å *diskutere med andre fag* og å påvirke egen arbeidshverdag. Det ble beskrevet at involveringen var viktig for å føle eierskap til prosjektet, og for å bestemme sin *egen plass i rekkefølgen for arbeidsoperasjoner i prosjektet*. Det var derfor lettere for UE å se hvordan ulike parter var gjensidig avhengig av hverandre, og bidra til en større motivasjon for å overholde planen.

5.1.2 Sikre produksjonen mot variabilitet utover «normalen»

Tradisjonelt sett er det tenkt å holde buffere på et minimumsnivå. En ønsker ikke å tilføre unødvendig buffere fordi det kan medføre sløsing, for eksempel i form av venting (Liker, 2004).

5.1.2.1 Kapasitetsbuffer ledende for takttiden

I dette prosjektet ble det i samarbeid mellom forfatter, PL og UE påpekt behovet for å tilføre buffere som kunne sikre produksjonen mot variabilitet. Ideen om å benytte en 5-dagers takt oppsto gjennom førplanlegging mellom forfatter og PL som følge av at 5 dager er en naturlig arbeidsuke. Det ble også tenkt at helgen kunne være en forutsigbar kapasitetsbuffer som overtid ved behov. For å kunne bruke helgen som buffer ble dette førende for å benytte 5-dagers takt. Dette ble besluttet i samarbeid med UE. Denne beslutningen avviker fra teorien om at *flaskehalsen skal være rytmesettere*.

5.1.2.2 Pauseuken

Pauseuken viste seg å komme til god nytte for å hente inn vogner som hadde stoppet opp i uken i forvegen som følge av innkjøringsproblemer.

5.1.2.3 Overtid framfor underlasting

Underlasting er den vanligste formen for kapasitetsbuffer (Frandsen et al., 2015). Dette ble ikke benyttet i dette prosjektet fordi man anså overtid som en mer effektiv buffer. Man anså underlasting som potensiell kilde til sløsing i form av hyppigere flytting mellom tidlig ferdigstilte taktsoner og buffersoner.

5.1.3 Daily Huddle som et nødvendig kontrollsystem

Daily Huddle ble løsningen på behovet som Frandsen et al. (2015) etterlyste som en nødvendighet for oppfølging av taktplanen i en høyere frekvens enn hva den aktuelle takttiden ble fastsatt til. Daily Huddle ble brukt som et virkemiddel for *å gi umiddelbar tilbakemelding på produksjon som gjøres, som å overholde takttiden og om kvaliteten er god nok osv.*

Det ble også et pullverktøy i form av at det signaliserer at sonene er klare for kommende vogner. Samtidig presset dette også UE til å være på «tær» gjennom en toveis kontroll som stilte krav til både PL og UE i form av bekreftelser på at fremdriften ble overholdt. Kombinasjonen av pull og push kan sies å bidra til en kontinuerlig flyt gjennom at *deres fremgang blir målt i mange mindre omganger* og dermed bidra til at *de kan være mer produktive enn de ellers er.*

Flere informanter ga uttrykk for at problemstillinger ble tatt hånd om når de adresserte disse. Dette kan derfor sies å være medvirkende til det positive utfallet at *eventuell gjenstående koordinering kunne løses uten stort oppstyr.*

5.1.4 Hybridvogner som en fleksibel tilnærming til taktplanens teoretisk sett rigide struktur

En grunnleggende tanke i taktplanlegging er at en bør unngå kollisjoner mellom fag innenfor arbeidssoner fordi hver vogn skal inneholde et fag, og en sone skal inneholde en vogn (Bølviken et al., 2015; Frandsen et al., 2015). Som følge av behovet for å følge takttiden som var satt og samtidig komme i mål til prosjektets overordnet tidsfrist ble det innført hybridvogner. Når problemer oppsto i taktplanen ble det enklere å benytte lignende løsninger med å gå tilbake i soner som følge av avvik fordi man hadde gode erfaringer med dette.

5.1.5 Forenkling av logistikk

Resultatene indikerer at logistikk må planlegges i mye større grad innenfor taktplanlegging enn ellers. Taktplanens detaljgrad bidrar til økt forståelse for når vareleveranser samtidig som man også er helt avhengig av at de kommer i tide. Taktplanen ble av flere brukt aktivt i arbeidet med å organisere vareleveranser, noe som bidro til å sørge for sunne oppgaver.

5.1.6 To vogner på rad

Det ble i utgangspunktet besluttet å sette to vogner på rad (VENT, se tabell 1) fordi det var den logiske rekkefølgen på arbeidsoperasjonene. Dette viste seg å være verdifullt fordi VENT hadde enkelte soner som varierte med tanke på arbeidsmengde. Denne løsningen viste seg å være en tilfeldig buffer som gjorde at de kunne flytte arbeidskraft mellom vognene og på den måten utjevne forskjellene. Det kan være en idé i framtidige prosjekter hvor det knyttes usikkerhet til likheten av sonene med hensyn til arbeidsmengde.

5.1.7 Oppsummering: Tiltro til en gjennomførbar taktplan

Alle fordeler som kunne forventes gjennom taktplanlegging- og gjennomføring ble i ulik grad oppfylt. Det var imidlertid utfordrende å vurdere kvantitative målinger som gjennomføringstid og kostnadsreduksjon som følge av begrensninger i datamaterialet.

Et overordnet funn er i samsvar med spesielt et av de nevnte potensielle fordelene; *det å kunne ha tiltro til planen i forhold til når og hvor de skal arbeide og dermed kunne planlegge i detalj hvordan de skal utføre arbeidet.*

Planen kan sies å ha vært realistisk i den grad *taktplanleggingen har ledet arbeidsproduktiviteten i den riktige retningen.* Ingen av informantene har gitt uttrykk for en økning i bruk av ressurser i gjennomføringen, mens flere uttrykte positive ringvirkninger. Resultatene viser samlet sett at *gjennomsiktighet*, for eksempel i form av tett samarbeid i planleggingsfasen og oppfølgingen knyttet til Daily Huddle, *og jaget etter forbedret utforming av arbeidsoperasjoner*, i form av den generelle entusiasmen, har vært en essensiell årsak bak den vellykkede implementeringen.

5.2 Erfaringer fra prosjekt «Strandgata 41»

Under følger en oversikt over erfaringene som er gjort i prosjektet i forbindelse med førstegangsimplementeringen av taktplanlegging ved prosjekt «Strandgata 41»:

- Den totale opplevelsen var at taktplanen var vellykket blant annet fordi den etter 9 uker følger planen.
- Det er en forutsetning at lederposisjoner må inneha kunnskap om taktplanlegging og at de(n) har evne til videreformidling.
- Involvering av nøkkelfagene gjennom hele planleggingsprosessen var essensiell for å skape en troverdig plan som alle kunne stå inne for.
- Daily Huddle er et viktig hjelpemiddel for å kontrollere taktplanens fremdrift spesielt når metoden i utgangspunktet var ny for aktørene.
- Det var avgjørende å legge en strategi for utstrakt bruk av buffere for å beskytte taktplanen mot variabilitet i produksjonen som følge av begrenset erfaring.
- Hybridvogner kan benyttes så lenge de er nøye planlagt og bekreftet gjennomførbar av de involverte fagene.
- Taktplanlegging viser seg å være et fleksibelt system som kan tåle avvik fra planlagt fremdrift.
- For PL kreves det mer ressurser i planleggingsfasen enn det gjorde med tradisjonell planlegging.
- For UE kreves det med stor sannsynlighet mer ressurser i planleggingsfasen enn det ellers gjør.
- Taktplanlegging legger til rette for god logistikk når nødvendige forutsetninger er til stede.

5.3 Begrensninger og videre forskning

5.3.1 Begrensninger

Noen av de overordnede fordelene ved takt rapporteres i form av kvantitative målinger (Frandsen et al., 2013; Yassine et al., 2014). Denne studien har ikke bakgrunn for å kunne uttale seg om disse målingene, men de kvalitative resultatene gir en lik beskrivelse som de kvantitative målingene antyder.

Resultatene viste begrenset med kritiske aspekter ved taktimplementering for første gang. Det kom som en konsekvens av at alle informantene og PL har hatt en positiv

opplevelse av metoden. Kritikken begrenset seg i all hovedsak til forsinket prosjektering, av utførelse og materialvalg. Dette kunne skape utfordringer med henyn til overholdelse av taktplanen. En mulig feilkilde til begrenset kritikk er forfatterens tette samarbeid underveis i prosjektet. Det har imidlertid vært spesielt fokus på informasjon som kan bidra til forbedring av implementering av taktplanleging.

5.3.2 Videre forskning

Det er i oppgaven gjennomført intervjuer av nøkkelpersoner som representerer fag som har vært involvert i planleggingsprosessen. Det ville også vært interessant å få høre synspunkter fra representanter for fag som ikke deltok i planleggingen, men likevel hadde arbeid i taktplanen. I så måte kunne man fått et innblikk i hvilke følger det kan ha å være involvert hele veien, i motsetning til få avsatte tider i taktplanen uten selv å ha påvirkningsmulighet.

7. Konklusjon

Gjennom oppgaven er en casestudie fulgt for å svare på følgende problemstilling: Hva kreves for en vellykket implementering av taktplanlegging som gjennomføres for første gang?

Prosjektet har vært avhengig av at PL har hatt kunnskap om taktplanlegging og har hatt evne til å videreformidle denne til arbeidsgruppen. En vellykket implementering er avhengig av å følge teoretiske retningslinjer når det gjelder involvering av nøkkelfag. Det har i dette prosjektet vist seg å være positivt at man forholder seg fleksibel til det teoretiske rammeverket, og tilpasser planlegging og gjennomføring til det enkelte prosjektet. Utstrakt bruk av buffere og Daily Huddle anses for eksempel som essensielle tiltak utenfor den teoretiske beskrivelsen av taktplanlegging når det gjelder førstegangs implementering. Det aktuelle prosjektet har belaget seg på overtidsbruk i stor grad, noe som på sikt kan medføre økt sløsing i form av slitasje på arbeiderne. Denne hypotesen må veies opp mot de mulige positive effektene implementering av takt kan ha, for eksempel gjennom engasjement og mulighet til påvirkning i egen hverdag.

Erfaringene fra denne studien bør motivere og ufarliggjøre videre satsning på bruk av takt som metode for planlegging og strukturering av byggeprosjekter.

Referanseliste

- BALLARD, G. 1999. Work Structuring. *White paper #5*, Lean Construction Institute, Las Vegas, Nevada. June, 1999.
- BALLARD, H. G. 2000. *The last planner system of production control*. [Doktorgradsavhandling]. Sted: School of Civil Engineering, Faculty of Engineering, The University of Birmingham.
- BALLARD, G. 2016. Lean Leadership (Presentasjon). Trondheim: NTNU.
- BALLARD, G., HAMMOND, J. OG NICKERSON, R. 2009. Production control principle. *17th Ann. Conf. of the International Group for Lean Construction (IGLC 17)*, Taipei, Taiwan, 15-17 July 2009, s. 489-500.
- BERTELSEN, S., KOSKELA, L., HENRICH, G. OG ROOKE, J. 2006. Critical Flow – Towards a Construction Flow Theory. *14th Ann. Conf. of the International Group for Lean Construction (IGLC 14)*, Santiago, Chile, 25-27 July 2006, s. 31-40.
- BLUMBERG, B., COOPER, D. R. OG SCHINDLER, P. S. 2011. Business research methods. London, McGraw-Hill Higher Education.
- BØLVIKEN, T., ASLESEN, S. OG KOSKELA, L. 2015. What is a good plan? *23rd Ann. Conf. of the International Group for Lean Construction (IGLC 23)*, Perth, Australia, 28-31 July 2015, s. 93-102.
- DAHLUM, S. 2015. *Validitet* [Online]. Store Norske Leksikon. <https://snl.no/validitet>. [Tilgjengelig 17.07.2017].
- DANIEL, E. I., PASQUIRE, C. OG DICKENS, G. 2015. Exploring the implementation of the Last Planner System through IGLC community: Twenty one years of experience. *Ann. Conf. of the International Group for Lean Construction (IGLC 23)*, Perth, Australia, 28-31 July 2015, s. 153-162.
- DENZER, M., MUENZL, N., SONNABEND, F. A. OG HAGHSHENO, S. 2015. Analysis of definitions and quantification of waste in construction. *23rd Ann. Conf. of the International Group for Lean Construction (IGLC 23)*, Perth, Australia, 28-31 July 2015, s. 723-732.
- DREVLAND, F. OG LOHNE, J. 2015. NINE TENETS ON THE NATURE OF VALUE. *23rd Ann. Conf. of the Int'l. Group for Lean Construction*. Perth, Australia.

- ELSEVIER.COM. u.d. *Om Scopus* [Online]. <https://www.elsevier.com/solutions/scopus>. [Tilgjengelig 04.10.2016].
- FRANDSON, A., BERGHEDE, K. OG TOMMELEIN, I. D. 2013. Takt Time Planning for construction of exterior cladding. *21th Ann. Conf. of the International Group for Lean Construction (IGLC 21)*, Fortaleza, Brazil, 31-2 Aug. 2013, s. 527-536.
- FRANDSON, A., BERGHEDE, K. OG TOMMELEIN, I. D. 2014. Takt-Time Planning and the Last Planner. *22th Ann. Conf. of the International Group for Lean Construction (IGLC 22)*, Oslo, Norway, 25-27 June 2014, s. 571-580.
- FRANDSON, A., SEPPÄNEN, O. OG TOMMELEIN, I. D. 2015. Comparison between location based management and Takt Time Planning. *23rd Ann. Conf. of the International Group for Lean Construction (IGLC 23)*, Perth, Australia, 28-31 July 2015, s. 3-12.
- GERRING, J. 2017. *Case Study Research: Principles and Practices*. Cambridge, Storbritannia, Cambridge University Press.
- HARR, J. K. 2016. *Lean Construction i Statsbygg – Casestudie av et rehabiliteringsprosjekt*. [Masteroppgave]. Norges Tekniske Naturvitenskapelige Universitet, Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi, Institutt for bygg, anlegg og transport.
- HARTLEY, J. 2004. Case Study Research. I: CASSEL, C. OG SYMON, G. red. *Essential guide to qualitative methods in organizational research*. London, Sage, s. 323-333.
- HOPP, W. OG SPEARMAN, M. 2011. *Factory Physics*, 3. utg. Long Grove, Illinois, Waveland Press, Inc.
- HOPP, W. J. OG SPEARMAN, M. L. 2008. *Factory physics*, New York, Irwin/McGraw-Hill
- HOWELL, G. 1999. What is lean construction. *7th Ann. Conf. of the International Group for Lean Construction (IGLC 7)*, Berkeley, CA, USA, 26-28 July. 1999, s. 1-10.
- HOWITT, D. 2010. *Introduction to qualitative methods in psychology*. Harlow, England, Pearson Education Limited.
- INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION. u.d. *About The International Group for Lean Construction* [Online]. <http://iglc.net/Home/About>. [Tilgjengelig 21.09.2016].

- KENLEY, R. OG SEPPÄNEN, O. 2009. Location-based Management of Construction Projects: Part of a New Typology for Project Scheduling Methodologies. *Proceedings of the Winter Simulation Conference, 2009*, s. 2563-2570.
- KENLEY, R. OG SEPPÄNEN, O. 2010. *Location-Based Management for Construction: Planning, scheduling and control*. London, Spon Press.
- KOSKELA, L. 1992. Application of the new production philosophy to construction. Stanford University, Stanford, CA.
- KOSKELA, L. 2000. *An exploration towards a production theory and its application to construction*. [Doktorgradsavhandling]. Sted: Helsinki University of Technology.
- KOSKELA, L. 2004. Making-do – the eighth category of waste. *12th Ann. Conf. of the International Group for Lean Construction (IGLC 12)*, Helsingor, Denmark, 3-5 Aug. 2004.
- KOSKELA, L., HOWELL, G., BALLARD, G. OG TOMMELEIN, I. 2002. The Foundations of Lean Construction. *Design and Construction: Building in Value*. Oxford, UK: Butterworth-Heinemann.
- LIKER, J. K. 2004. *The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer*, New York, McGraw-Hill.
- LINNIK, M., BERGHEDE, K., OG BALLARD, G. 2013. An experiment in takt time planning applied to non-repetitive work. *21th Ann. Conf. of the International Group for Lean Construction (IGLC 21)*, Fortaleza, Brazil, 31-2 Aug. 2013, s. 609-618.
- MORDAL, P. 2014. *Nytten av taktplanlegging – Casestudie av prosjekt Horneberg B3*. [Masteroppgave]. Norges Tekniske Naturvitenskapelige Universitet, Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi, Institutt for bygg, anlegg og transport.
- NTNU UNIVERSITETSBIBLIOTEKET. u.d-a. *VIKO, kildekritikk* [Online]. <http://www.ntnu.no/viko/kildekritikk>. [Tilgjengelig 04.10.2016].
- NTNU UNIVERSITETSBIBLIOTEKET. u.d-b. *VIKO, tidsskrift og databaser* [Online]. <http://www.ntnu.no/viko/fag/teknologi/databaser>. [Tilgjengelig 04.10.2016].
- ORIA.NO. u.d. *Om Oria* [Online]. <http://oria.no/>. [Tilgjengelig 04.10.2016].
- PAEZ, O., SALEM, S., SOLOMON, J. OG GENAIDY, A. 2005. Moving from lean

- manufacturing to lean construction: Toward a common sociotechnological framework. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 2005 (15), s 233-245.
- SMISETH, S. 2013. Taktplanlegging: En god metode for å gjennomføre produksjon i byggeprosjekter? [Masteroppgave]. Norges Tekniske Naturvitenskapelige Universitet, Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi, Institutt for bygg, anlegg og transport.
- SVARTDAL, F. 2013. *Hawthorne-effekt – psykologi* [Online]. Store Norske Leksikon. [https://snl.no/Hawthorne-effekt - psykologi](https://snl.no/Hawthorne-effekt_-_psykologi) . [Tilgjengelig 18.07. 2017].
- SVARTDAL, F. 2016. *Reliabilitet* [Online]. Store Norske Leksikon. <https://snl.no/reliabilitet>. [Tilgjengelig 17.07.2017].
- TOMMELEIN, I. D., RILEY, D. R., OG HOWELL, G. A. 1999. Parade game: Impact of work flow variability on trade performance. *Journal of construction engineering and management*, 125(5), s. 304-310.
- VATNE, M. E. 2016. Taktplanlegging og –gjennomføring ved Moholt 50|50: Case-studie. [Masteroppgave]. Norges Tekniske Naturvitenskapelige Universitet, Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi, Institutt for bygg, anlegg og transport.
- WADDINGTON, D. 2004. Participant Observation. I: CASSEL, C. OG SYMON, G. red. *Essential guide to qualitative methods in organizational research*. London, Sage, s. 154-164.
- YASSINE, T., BACHA, M. B. S., FAYEK, F. OG HAMZEH, F. Implementing takt-time planning in construction to improve work flow. *22th Ann. Conf. of the International Group for Lean Construction (IGLC 22)*, Oslo, Norway, 25-27 June 2014, s. 787-798.
- YIN, R. K. 2014. *Case Study Research: Design and Methods*, Los Angeles, California, Sage Publications.

Vedlegg

Vedlegg 1: Plantegninger med soneinndeling

ANVISNINGER

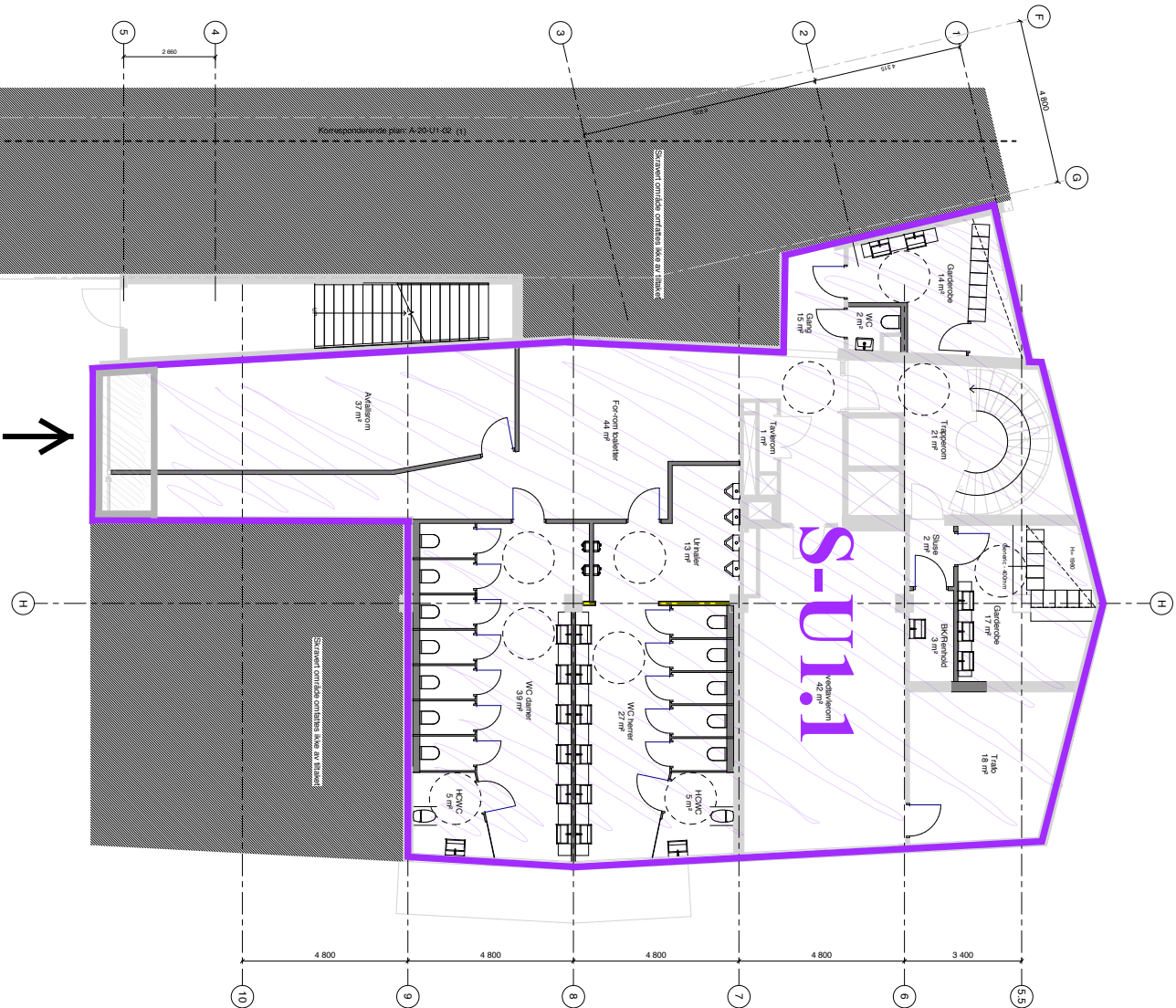
1. :
2. :
3. :

PLAN U1

● SONE U1.1

● VAREMOTTAKSOMRÅDER

1. :
2. :
3. :



Plan: A-20-U1-01
 D01

NOI	801.02.00	Prosjektleder	AKH	AKH	AKH
DESIGN	801.02.00	Prosjektleder	AKH	AKH	AKH
DRUKK	801.02.00	Prosjektleder	AKH	AKH	AKH
STRANDGATA 41, TRØMSØ					
PLAN U1 D01 1					
Norconsult	5170499	A-20-U1-01			D01



Plan U1 - Del 1
 1 : 50

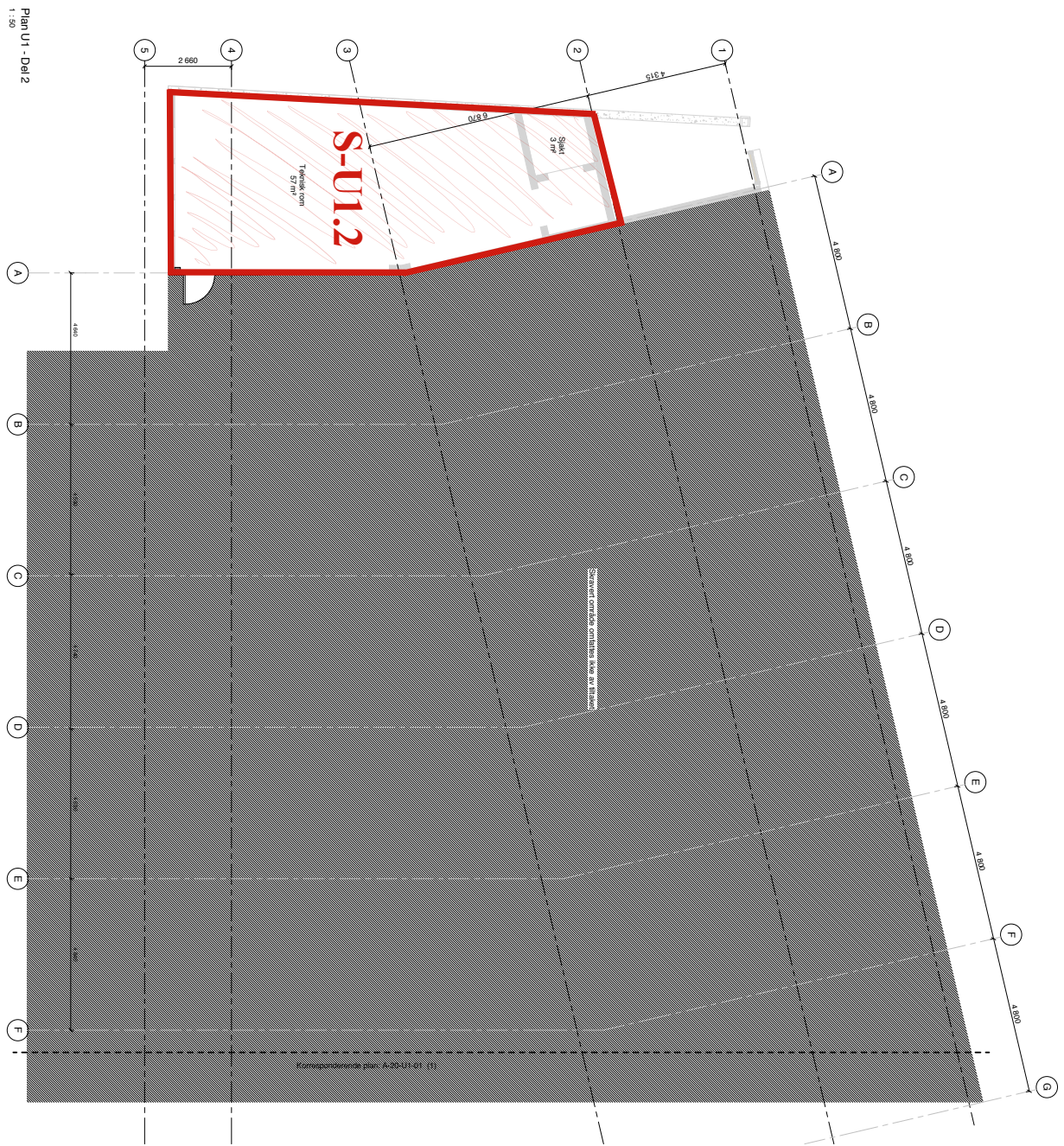
FORKLÆNINGER
 1. Tegning er basert på eksisterende og endring samt oppføring
 2. :
 3. :
 4. :

ANVISNINGER
 1. :
 2. :
 3. :

HEMVISNINGER
 1. :
 2. :
 3. :

PLAN U1

SONE U1.2

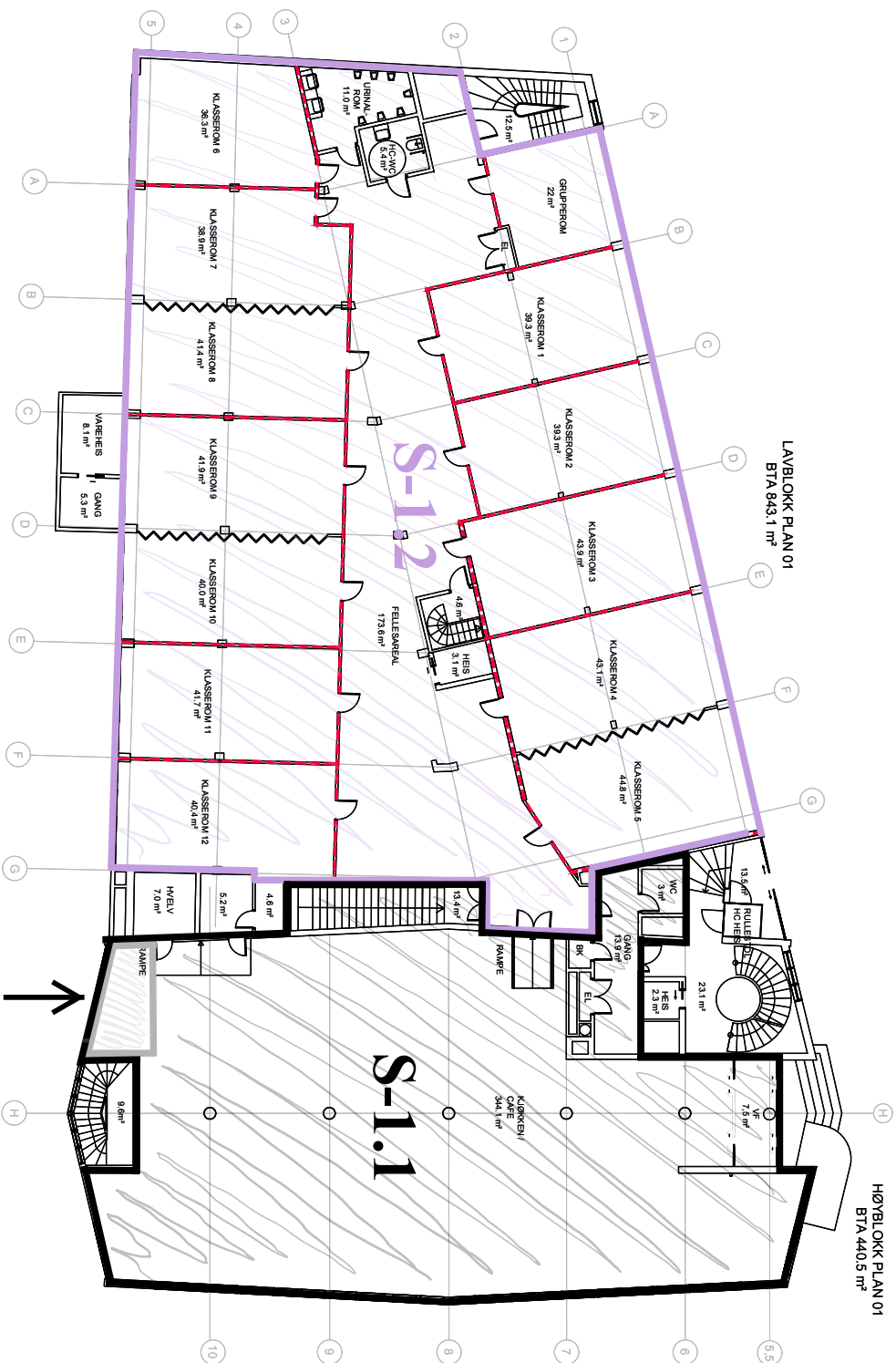


Prosjekt: A-20-U1-02
 Tegning: D01

DRG 101 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 102 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 103 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 104 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 105 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 106 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 107 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 108 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 109 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 110 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 111 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 112 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 113 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 114 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 115 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 116 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 117 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 118 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 119 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 120 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 121 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 122 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 123 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 124 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 125 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 126 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 127 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 128 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 129 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 130 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 131 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 132 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 133 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 134 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 135 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 136 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 137 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 138 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 139 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 140 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 141 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 142 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 143 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 144 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 145 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 146 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 147 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 148 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 149 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001
DRG 150 (02)	Prosjektleder/Ansvarlig	NR 1001	NR 1001	NR 1001

STRANDGATA 41, TROMSØ
 PLAN U1 Del 2
 1 : 50
 Norconsult AS
 5170499
 A-20-U1-02
 D01

VOKSENOPPLÆRINGEN



FORELØBIG GRUNNLAGS TEGNING 2017-02-10

Lydvegger 48 dB

FORKLARINGER

1. Digital tegning er basert på DWG originaltegninger og håndtegnede skisser. Presisjonen er derfor begrenset, og mål må kontrolleres på stedet. Kontrollert ikke foretatt.
2. Oppmåling av arealer er foretatt elektronisk, avvik kan forekomme.

PLAN 1

● SONE 1.1

● SONE 1.2

● VAREMOTTAK

NOBBET	1:200	UTVÆRNING	UTSNIKK	BYGNINGS	STØRTELSE
<small>Plan 1 er basert på de digitale tegningene og skissene som er levert til byggherren. Byggherren er ansvarlig for at de digitale tegningene og skissene er korrekte og fullstendige. Byggherren er ansvarlig for at de digitale tegningene og skissene er korrekte og fullstendige. Byggherren er ansvarlig for at de digitale tegningene og skissene er korrekte og fullstendige.</small>					
CONSTO AS			1:200		

STRANDGATA 41
PLANLØSNING
PLAN 01

Næringsutvikling 5170499/A-20-01-01

TILDELNINGSKONTORET

FORKLARINGER

- Digital tegning er basert på DWG originaltegninger og håndtegnede skisser. Presisjonen er derfor begrenset, og mål må kontrolleres på stedet. Kontrollmal ikke forelagt.
- Oppmåling av arealer er foretatt elektronisk, avvik kan forekomme.

PLAN 2



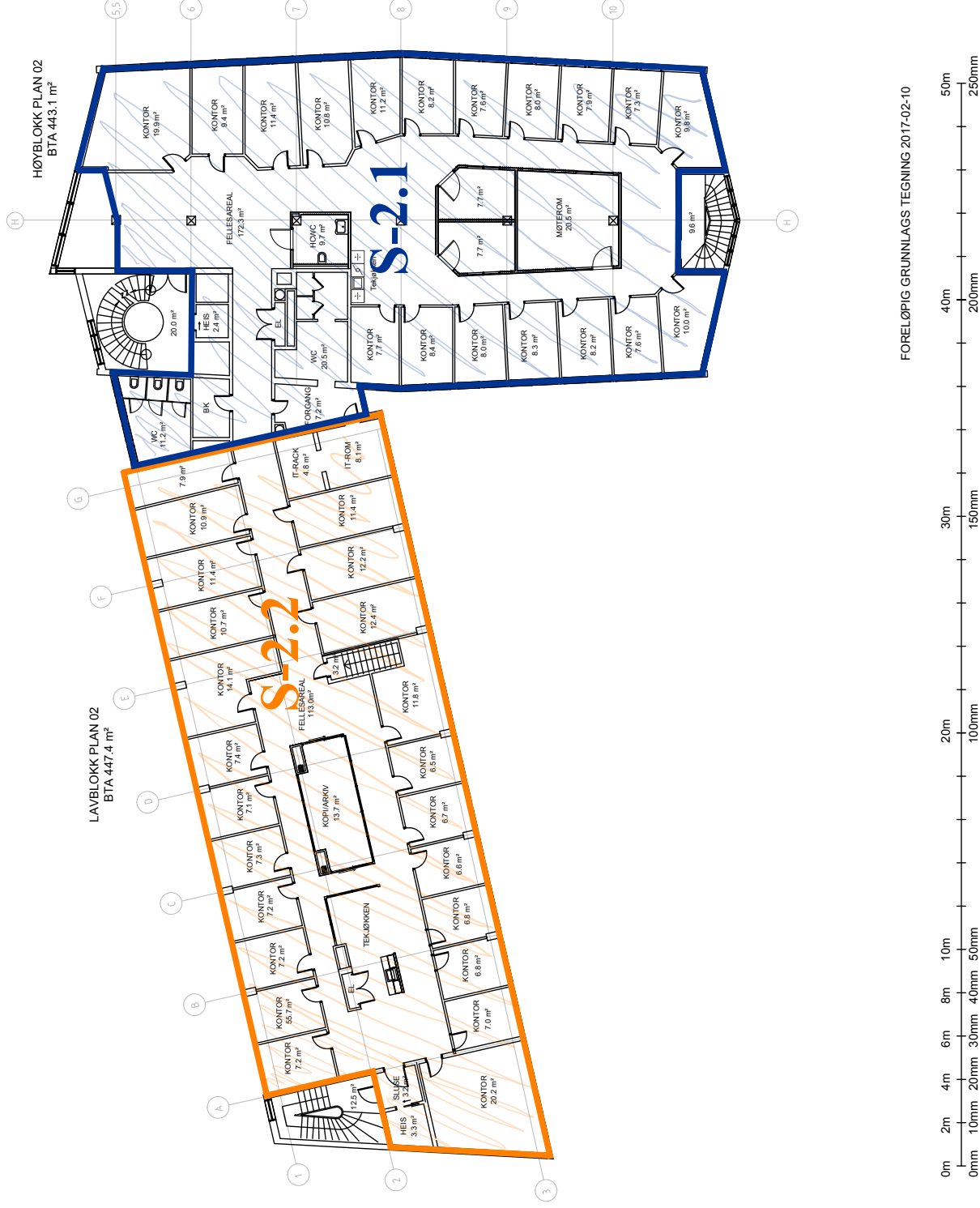
SONE 2.1



SONE 2.2



VAREMOTTAK



FORELØPIG GRUNNLAGS TEGNING 2017-02-10

Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utskrift	Utskrift	Utskrift

Dette dokumentet er et utdrag fra et større dokument. Det er ikke tillatt å kopiere eller distribuere dette dokumentet uten tillatelse fra Noreconsult AS.
 Dette dokumentet er et utdrag fra et større dokument. Det er ikke tillatt å kopiere eller distribuere dette dokumentet uten tillatelse fra Noreconsult AS.

CONSTO AS

STRANDGATA 41
PLANLØSNING
PLAN 02

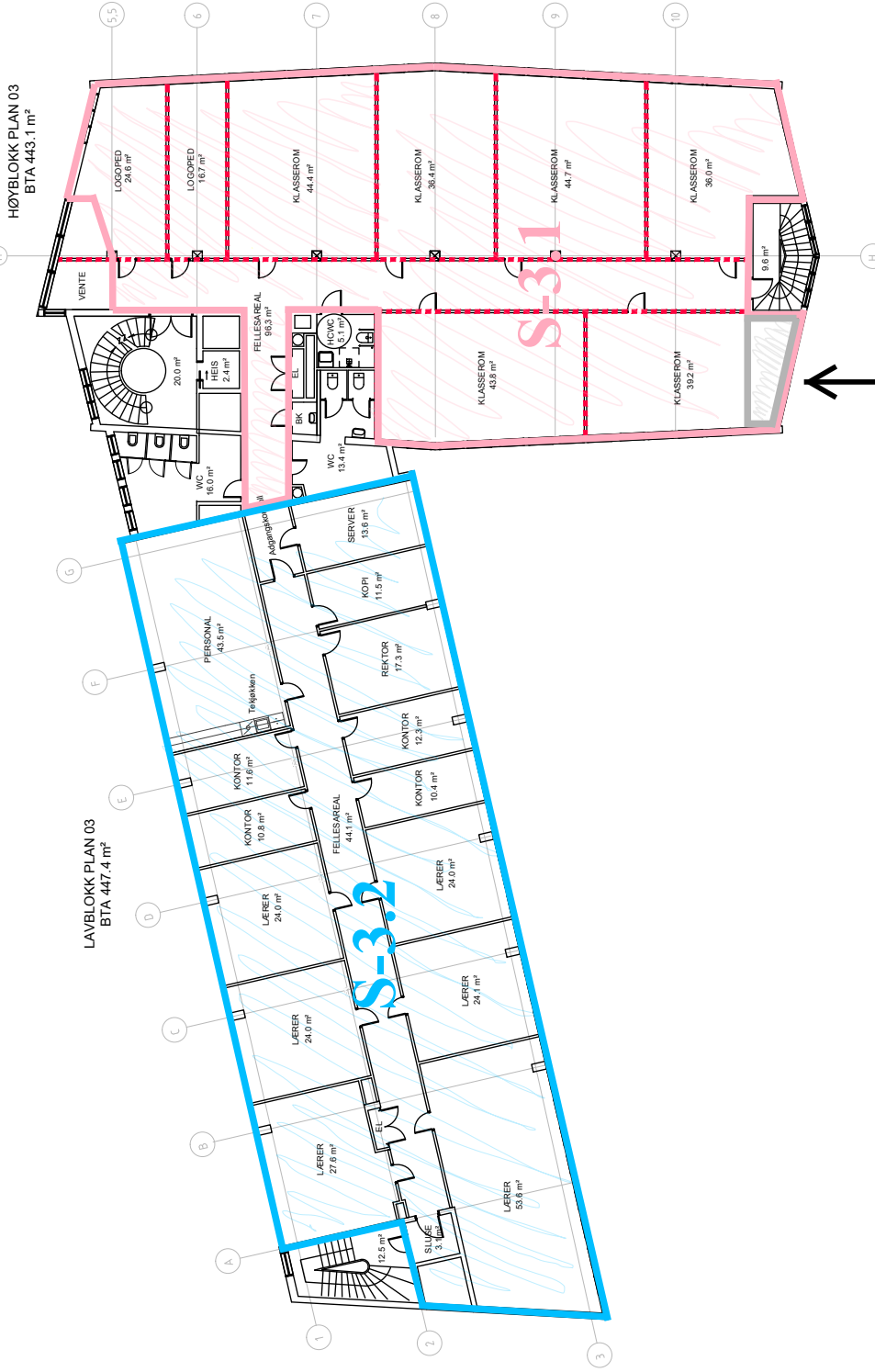
Noreconsult 5170499 | A-20-02-01

1:200

Målestokk: 1:200

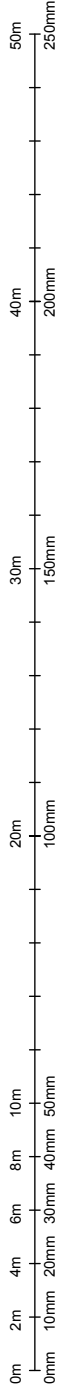
VOKSENOPPLÆRINGEN

ADMINISTRASJON UNDERVISNING



..... Lydvegger 48 dB

FORELØBIG GRUNNLAGS TEGNING 2017-02-10



FORKLARINGER

1. Digital tegning er basert på DWG originaltegninger og håndtegnede skisser. Presisjonen er derfor begrenset, og mål må kontrolleres på stedet. Kontrollmal ikke foretatt.
2. Oppmåling av arealer er foretatt elektronisk, avvik kan forekomme.

PLAN 3

● SONE 3.1

● SONE 3.2

● VAREMOTTAK

Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Rev. av	Godkjort

Prosjekt: 5170499 | A-20-03-01 | Strandgata 41 plan 03
 Prosjektleder: J. Jørgensen | Tegning: A-20-03-01 | Tegning: J. Jørgensen
 Prosjekt: 5170499 | A-20-03-01 | Strandgata 41 plan 03
 Prosjektleder: J. Jørgensen | Tegning: A-20-03-01 | Tegning: J. Jørgensen
 Prosjekt: 5170499 | A-20-03-01 | Strandgata 41 plan 03
 Prosjektleder: J. Jørgensen | Tegning: A-20-03-01 | Tegning: J. Jørgensen

CONSTO AS

STRANDGATA 41
 PLANLØSNING
 PLAN 03

Norconsult 5170499 | A-20-03-01

FORKLARINGER
 1. Tegning er basert på eksisterende omgivelser og bygning samt oppgitte spesifiseringer, målestokk målinger osv. Kontrollert i målestokk på stedet.
 2.
 3.

ANVISNINGER

1. :
2. :
3. :

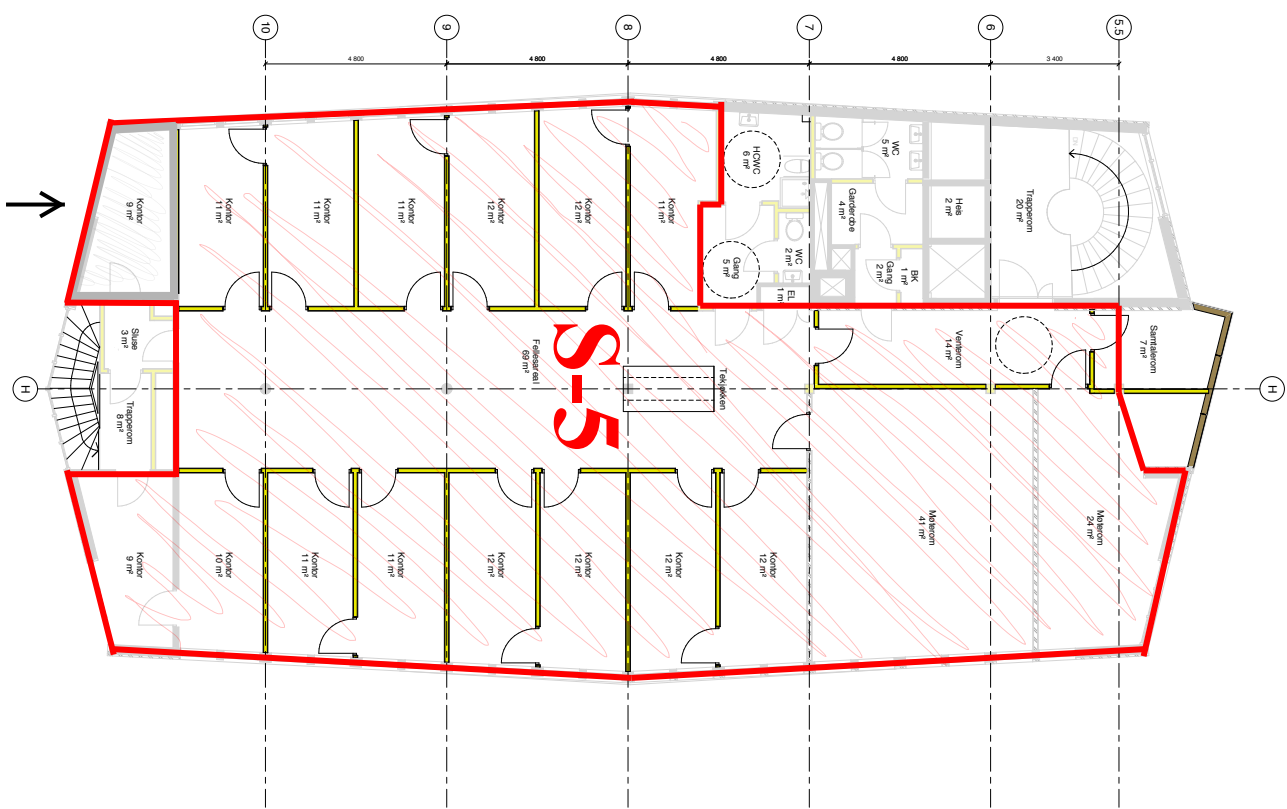
HEMVISNINGER

1. :
2. :
3. :

PLAN 5

● **SONE 5**

● **VAREMOTTAK**



Plan 5
1:50



Prosjekt: A-20-05-01
 Tegning: D01

NOI	801 02 00	Prosjektleder/Ansvarlig	NAKS	NAKS
CON	CON	CON	CON	CON
STRANDGATA 41, TROMSØ				
PLAN 05				
Norconsult	5170499	A-20-05-01	D01	

Vedlegg 2: Intervjuguide

Fag:

Stilling/rolle på prosjektet:

Delaktig i planleggingsprosessen:

Delaktig på «daily huddle»:

Aktive vogner i perioden frem til intervju:

Innledning

1. Har du tidligere deltatt i et prosjekt hvor taktplanlegging er benyttet?

Planleggingsprosessen

2. Hvordan var det å sette seg inn en ny måte å strukturere og planlegge arbeidet på?

3. Hva synes du om måten planleggingsprosessen ble organisert på?

4. Sammenlignet med tidligere prosjekter du har deltatt på hvor taktplanlegging ikke er benyttet, opplever du noen forskjell på;

- din innflytelse i planleggingsprosessen?
- ressursbruk i planleggingsprosessen?

5. Er det noe du mener kunne vært gjort annerledes i forbindelse med planleggingsprosessen? (møter, innkalling, klargjøring, opplæring, deltakelse etc.)

Gjennomføringen

6. Sammenlignet med tidligere prosjekter du har deltatt på hvor taktplanlegging ikke er benyttet, opplever du noen forskjell på;

- fremdriftsmøter?
- ressursbruk i gjennomføringen?
- forutsigbarheten i den daglige produksjonsstyringen (bemanning, tidsbruk etc.)?
- logistikkhåndtering?

7. Frigjøres kapasitet slik at du i større grad kan konsentrere deg om produksjon og utfordringer som oppstår i gjennomføringen?

8. Hvordan oppleves det å arbeide i soner? Er det noen fordeler eller ulemper du har erfart med dette?

9. I taktplanen finnes det flere «hybridvogner» (vogner med mer enn ett fag). Disse ble i planleggingsprosessen forsøkt utformet slik at de skulle medføre minst mulig komplikasjoner mellom de involverte fagene. Hvordan synes du disse «vognene» fungerer?

10. Hvordan synes du ordningen med «daily huddle» fungerer?

11. Har dere møtt på utfordringer i forhold til å holde takten? Hvordan har dere eventuelt løst disse?

Avslutning

12. Har du noen andre tanker som du ønsker å trekke frem i forbindelse med taktplanleggingen?

13. Om du fikk velge, ville du valgt taktplanlegging som planleggingsstrategi for lignende kommende prosjekter?