

Ulike tilnærminger til rigg og logistikk i byggeprosjekter

Magnus Ervik Fossheim
Sondre Skjelbred

Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: juni 2015

Hovedveileder: Frode Olav Drevland, BAT

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for bygg, anlegg og transport



Oppgavens tittel: Tilnærminger til rigg og logistikk i byggeprosjekter	Dato: 08.06.15 Antall sider (inkl. bilag): 87		
	Masteroppgave	X	Prosjektoppgave
Navn: Magnus Ervik Fosshiem og Sondre Skjellbred			
Faglærer/veileder: Frode Drevland			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere:			

Ekstrakt:

En gjennomtenkt plan for materialhåndtering og utforming av byggeplassen er nødvendig for å oppnå effektiv produksjon i byggeprosjekter. Slike forutsetninger gjelder også i oljebransjen. Bygge- og oljebransjen opererer under ulike omstendigheter, og har gjort seg ulike erfaringer knyttet til utforming av riggen og logistikk.

Totalt fire aktører fra både bygge- og oljebransjen deltar i studiet. Noen av aktørene har implementert, og benytter seg aktivt av "Lean" prinsipper, mens andre bruker mer tradisjonelle fremgangsmåter for håndtering av rigg og logistikk.

Ett case er fra en boreentreprenør i den norske oljebransjen. To av de andre casene er fra norsk byggebransje, hvorav det ene er en stor skandinavisk entreprenør og den andre en mindre regional entreprenør. Det siste caset omhandler et svensk konsulent selskap som har spesialisert seg på utforming av riggen og logistikken på byggeprosjekter. Oppgaven omhandler hvordan, og hvorfor, de ulike aktørene velger å utføre arbeidet knyttet til rigg og logistikk slik de gjør.

Den vitenskapelige artikkelen er skrevet med tanke på å bli publisert på IGLC-konferansen som skal arrangeres i Perth, Australia sommeren 2015. Artikkelen presenterer hovedfunnene i case-studiene. Hensikten med prosessrapporten er at den supplerer artikkelen. Den forklarer bakgrunnen, problemstilling og målsettingen. Videre utdypes den forskningsmetoden, og redegjør for valg og beslutninger underveis i prosessen. Vedleggene viser ubenyttet arbeid og data.

Ved hjelp av kvalitative intervjuer med aktuelle medarbeidere i de ulike selskapene, har vi kartlagt hvilke metoder som blir praktisert. Konklusjonen fra artikkelen er at byggebransjen kan lære mye av oljebransjen når det gjelder planlegging og det å betrakte produksjonen som en materialstrøm. Artikkelen lister opp fire ulike punkter som vil gjelde for alle prosjekter:

- Utforming av riggen og logistikk bør vurderes i et tidlig stadi
- Programvare kan bidra til å håndtere organiseringen av riggen
- En strukturert tilnærming er nødvendig for optimal ytelse
- Tilnærmingen må skreddersys det enkelte prosjekt ut ifra dets forutsetninger

Stikkord:

1. Lean Construction
2. Logistikk
3. Rigg

Magnus Ervik Fosshiem

Magnus Ervik Fosshiem

Sondre Skjellbred
Sondre Skjellbred

Del 1: Prosessrapport

Sondre Skjelbred
Magnus Ervik Fossheim

Forord

Denne masteroppgaven er utarbeidet våren 2015 i tiende semester på studiet innen Master i Teknologi ved Institutt for bygg, anlegg og transport på Norges tekniske- og naturvitenskapelige universitet (NTNU). Masteroppgaven er avsluttende oppgave i hovedprofilen Prosjektledelse på studieretning bygg- og miljøteknikk. Oppgaven tilsvarer 30 studiepoeng og består av en prosessrapport, vitenskapelig artikkel og vedlegg.

Oppgaven har sitt utspring i litteraturstudiet og prosjektoppgaven "Effektiv rigg og logistikk i byggeprosjekt" som Magnus Ervik Fossheim gjennomførte i høstsemesteret 2014, og danner teorigrunnet bak masteroppgaven.

Formålet med masteroppgaven er å identifisere ulike tilnærminger for effektiv utførelse av rigg og logistikk. Totalt fire aktører fra både bygge- og oljebransjen deltar i studiet. Denne analysen/kartleggingen danner grunnlag for den vitenskapelige artikkelen og prosessrapporten. Artikkelen har som mål å bli publisert i forbindelse med International Group for Lean Construction (IGLC) konferansen som skal avholdes 28-31 juli i Perth, Australia. Artikkelen omhandler case-studier knyttet til hvordan rigg og logistikk løses hos fire uavhengige aktører. Tre av disse casene er fra byggebransjen og det siste fra oljebransjen.

Prosessrapporten fungerer som et utfyllende tillegg til artikkelen. Den forklarer bakgrunnen, problemstilling og målsettingen med masteroppgaven. Videre utdyper prosessrapporten forskningsmetoden, og redegjør for valg og beslutninger underveis i prosessen. Avslutningsvis er det en konklusjon og tanker om videre arbeid. Vedleggene viser ubenyttet arbeid og data.

I forbindelse med oppgaven har vi fått veiledning og støtte fra kontaktpersoner ved NTNU. Vi vil med dette benytte anledningen til å takke vår veileder Frode Drevland ved NTNU, for god veiledning og støtte underveis med arbeidet.

Takk går også til Hersleth Entreprenør AS, Veidekke Entreprenør AS, Svensk Bygglogistik AB og Songa Offshore for å ha stilt ressurser til rådighet ved innsamling av data for case-studiene.

Sammendrag

En gjennomtenkt plan for materialhåndtering og utforming av byggeplassen er nødvendig for å oppnå effektiv produksjon i byggeprosjekter. Slike forutsetninger gjelder også i oljebransjen. Bygge- og oljebransjen opererer under ulike omstendigheter, og har gjort seg ulike erfaringer knyttet til utforming av riggen og logistikk.

Totalt fire aktører fra både bygge- og oljebransjen deltar i studiet. Noen av aktørene har implementert, og benytter seg aktivt av "Lean" prinsipper, mens andre bruker mer tradisjonelle fremgangsmåter for håndtering av rigg og logistikk.

Ett case er fra en boreentreprenør i den norske oljebransjen. To av de andre casene er fra norsk byggebransje, hvorav det ene er en stor skandinavisk entreprenør og den andre en mindre regional entreprenør. Det siste caset omhandler et svensk konsulent selskap som har spesialisert seg på utforming av riggen og logistikken på byggeprosjekter. Oppgaven omhandler hvordan, og hvorfor, de ulike aktørene velger å utføre arbeidet knyttet til rigg og logistikk slik de gjør.

Den vitenskapelige artikkelen er skrevet med tanke på å bli publisert på IGLC-konferansen som skal arrangeres i Perth, Australia sommeren 2015. Artikkelen presenterer hovedfunnene i case-studiene. Hensikten med prosessrapporten er at den supplerer artikkelen. Den forklarer bakgrunnen, problemstilling og målsettingen. Videre utdyper den forskningsmetoden, og redegjør for valg og beslutninger underveis i prosessen. Vedleggene viser ubenyttet arbeid og data.

Ved hjelp av kvalitative intervjuer med aktuelle medarbeidere i de ulike selskapene, har vi kartlagt hvilke metoder som blir praktisert. Resultatene tyder på at det er klare fordeler ved at planlegging av rigg og logistikk blir prioritert i en tidlig fase. Det kan også virke som det er klare fordeler ved å benytte programvareverktøy som et redskap for å styre rigg og logistikk.

Konklusjonen fra artikkelen er at byggebransjen kan lære mye av oljebransjen når det gjelder planlegging og det å betrakte produksjonen som en materialstrøm. Artikkelen lister opp fire ulike punkter som vil gjelde for alle prosjekter:

- *Utforming av riggen og logistikk bør vurderes i et tidlig stadi:*
Bygglogistik AB understreker hvor viktig det er å ta hensyn til rigg og logistikk i planleggingsfasen. Det kan være svært kostbart å måtte skape effektive løsninger underveis.
- *Programvare kan bidra til å håndtere organiseringen av riggen:*
LogNet og ERP systemet Songa Offshore benytter understreker hvilke fordeler programvare kan gi i form av kontroll, koordinering og effektivisering av rigg og logistikk.

- *En strukturert tilnærming er nødvendig for optimal ytelse:*
Det er klare indikasjoner på at effektiv rigg og logistikk krever planlegging og strukturerte forhold. Det er mye som kan overses og glemmes om strukturen ikke fungerer.
- *Tilnærmingen må skreddersys det enkelte prosjekt ut ifra dets forutsetninger:*
Prosjektets størrelse og beliggenhet bør avgjøre hvor mye ressurser som bør benyttes til rigg og logistikk. Et omfattende prosjekt i en bykjerne vil ha langt større inntjeningspotensiale enn et mindre prosjekt i landlige omgivelser med god lagringsplass.

Abstract

Effective site organization and logistics is required to have an efficient production in construction projects. The same applies to the oil industry; it is absolutely necessary that the conditions are right for achieving efficient production. The oil industry and the construction industry operate under different circumstances, and have gained different experiences regarding the challenges of site organization and logistics.

Four different cases from four different firms are presented in the paper. Some of the firms have fully implemented, and are actively using Lean principles, while some are using traditional solutions for site organization and logistics.

One case is from an offshore drilling contractor in Norway. Two cases are from the Norwegian Construction industry, one case from a major contractor and one from a smaller traditional contractor. The last case is from a Swedish consultant firm, specializing in site organization and logistics in the construction industry.

The paper discusses how and why the different firms solve the site organization and logistics in specific ways to achieve an efficient production. The result will present practices from both industries.

The paper is written with the aim of being published at the International Group for Lean Construction Conference (IGLC), which is to be held in Perth this year. The paper presents the main findings of the study and the process report complements the paper. The report elaborates on the utilized research methodology and the process of data collection.

Through qualitative interviews of employees in the four different companies, we achieved insight into how they practiced site organization and logistics. We believe that all projects could benefit from better management of logistics and site organization.

With regards to how site organization and logistics should be approached, there are four points that we found to be relevant to all projects:

- *Site organization and logistics should be planned at an early stage*
Bygglogistikk AB highlight the importance of considering site layout and logistics at an early phase in the project life cycle.
- *Software tools are beneficial in managing site organization and logistics.*
LogNet and Songa Offshore's ERP system emphasize the benefits of utilizing software coordinate and streamline layout planning and logistics.
- *A structured approach is necessary for optimal performance*
There are clear indications that efficient logistics demand a structured approach to avoid unforeseen events
- *The approach has to be tailored based on project complexity*
The project's size and complexity should coincide with the resources exhausted to manage the site layout and logistics.

Innholdsfortegnelse

Del 1: Prosessrapport	III
Forord	II
Sammendrag	IV
Abstract	VI
Innholdsfortegnelse	8
Figurliste	10
1. Introduksjon	1
Temabakgrunn	1
Problemstilling	1
Forskningsspørsmål:	2
Mål	2
Omfangsbegrensning	2
2. Gjennomføringsprosessen med datainnsamling	3
Forskningsdesign	3
Case studier	4
Intervju	5
Direkte observasjon.....	6
Dokumenter.....	6
Begrunnelse for valg av metode	7
Reliabilitet og Validitet	7
3. Reflektert redegjørelse for valg- og beslutningsprosess underveis	9
4. Data og arbeid som ikke er benyttet i den vitenskapelige artikkelen.	11
Veidekke Entreprenør AS.....	11
Svensk Bygglogistik AB.....	15
Songa Offshore	23
5. Utdypet diskusjon, konklusjon, anbefalinger og tanker om videre arbeid.	27
Case 1: Hersleth Entreprenør AS	27
Case 2: Veidekke Entreprenør AS	27
Case 3: Bygglogistik AB	28
Case 4: Songa Offshore.....	28
Konklusjon	28
Videre arbeid	29
6. Redegjøring for veileders og eventuelle andre bidragsyttere sin rolle i arbeidet og forskningen som presenteres i den vitenskapelige artikkelen.	31
7. Beskrivelse av arbeidsfordelingen ved utarbeiding av selve artikkelen	33

8. Referanser.....	34
Del 2: Vitenskapelig Artikkel	35
9. Vedlegg	47
Comparing Different Approaches to Site Organization and Logistics: Multiple Case Studies	49
I. Background.....	49
II. Current conditions	49
III. Working hypotheses	49
IV. Research Method	49
V. Research Findings	50
VI. Conclusions	50
Intervju Veidekke Entreprenør 26.01.2015, Jessheim	53
Intervju Hersleth Entreprenør AS Rygge, 02.02.2015	57
Intervju Bygg Logistikk AB 30.01.2015, Göteborg.....	61

Figurliste

Figur 1: Fremstilling av gjennomføringsprosessen for datainnsamling	3
Figur 2- Triangulering.....	5
Figur 3: Eksplorerende forskningsdesign	7
Figur 4 Nye Jessheim VGS	11
Figur 5 Snitt og fasader	12
Figur 6 Råbygget nye Jessheim VGS.....	13
Figur 7 Midlertidig transportvei.....	14
Figur 8 Eksempel på leveranseplan.....	15
Figur 9 Ytre logistikkanalyse.....	16
Figur 10 Logistikktegning	17
Figur 11 Manøvreringsstørrelse.....	18
Figur 12 Innlossingsluker	19
Figur 13 Internttransport	20
Figur 14 Spesifisert effektiv innpakking	21
Figur 15 Avansert kranbil	22
Figur 16 LogNet.....	22
Figur 17 Arbeidsprosesser	23
Figur 18 CAT-D rigg (venstre) vs. eldre rigg.....	24
Figur 19 Styringsverktøy Skidde system for å håndtere BOP og annet tungt utstyr. Kilde: Songa Offshore	25
Figure 20. 3D Logistics Analysis.....	41
Figure 21. Design of temporary openings.....	41
Figure 22 Temporary openings for materials.....	50

1. Introduksjon

Temabakgrunn

Den vitenskapelige artikkelen "Comparing different approaches to site organization and logistics: Multiple case studies" er en videreføring av prosjektoppgaven "Effektiv rigg og logistikk i byggebransjen" i faget TBA4531 ved NTNU. Prosjektoppgaven ble formulert i samarbeid med Veidekke, som presenterte problemstillingen om hvordan få riggplanen til å bli en dynamisk plan som kan brukes aktivt gjennom hele planprosessen. Etter innspill fra Glenn Ballard, Professor 2 ved NTNU valgte vi å fortsette med emnet på tvers av ulike bransjer. Vår faglige interesse i Lean Construction og mulighetene for forbedring innen rigg og logistikk ble derfor utslagsgivende for valget.

Det forekommer ofte at prosjekt- og anleggsledelse planlegger framdrift, og har samtidig ansvaret for innkjøp og logistikk til byggeplass (Arbulu et al., 2005). Det tradisjonelle målet for denne planleggingen er at varene er lagret på byggeplass og tilgjengelig for bruk når det er nødvendig. Denne tankegangen er helt frikoblet fra arbeidsflyt og fører til at det akkumuleres et stort materielt varelager. Dette skaper ofte problemer knyttet til lagringsplass og unødvendig flytting av materialer på byggeplasser med begrenset lagringsplass. Dette medfører ofte at materialer ikke er på rett sted til riktig tid. Mangel på riktige materialer hindrer ytelse gjennom forsinkelser, lav kvalitet på utførelse, kostnadsoverskridelser og dårlig sikkerhet på byggeplassen.

Oljeproduksjonen i Norge har ulempen med at produksjonen er lokalisert på svært utilgjengelige steder med utfordrende værforhold. De store aktørene har derfor måtte tilpasse seg dette og utvikle effektive løsninger for rigg og logistikk. Siden første halvår 2014 har oljeprisen falt fra om lag 110 dollar per fat til 55 dollar i begynnelsen av februar (Produktivitetskommissjonen, 2015). Et slikt fall i oljeprisen, dersom det blir varig, gir et betydelig inntektstap og omstillingsbehov. Dette har økt behovet for effektiv rigg og logistikk ytterligere for å holde en kostnadseffektiv produksjon. En produksjonsstopp som skyldes rigg og logistikk bør unngås da dette er svært kostbart.

Både bygge- og oljebransjen har begge klare behov for en effektiv rigg og logistikk løsning, men opererer under ulike forhold. På tross av dette vil effektive løsninger i oljebransjen mest sannsynlig kunne fungere godt i byggebransjen, og vice versa. Det er derfor et behov for å belyse de ulike fremgangsmåtene for håndtering av rigg og logistikk på tvers av bransjene i denne masteroppgaven.

Problemstilling

Det skal kartlegges ulike tilnærminger til rigg og logistikk i prosjektbasert produksjon. Det skal etterstrebes å identifisere de effektive elementene i de ulike praksisene.

Forsknings spørsmål:

- Hvilke effektive metoder og verktøy benyttes hos de ulike aktører for å oppnå effektiv rigg?
- Hvilke effektive metoder og verktøy benyttes hos de ulike aktører for å oppnå effektiv logistikk?

Mål

Det primære målet for oppgaven vil være å besvare problemstillingen og de tilhørende forsknings spørsmålene. Målsettingen innebærer å identifisere ulike tilnærminger for effektiv utførelse av rigg og logistikk. Ved å belyse de ulike tilnærmingene vil oppgaven forhåpentligvis bidra til å belyse ulike tilnærminger som kan øke effektiviteten i de respektive produksjonene. Vår personlige målsetting har vært å tilegne oss kunnskap om ulike metoder for å løse rigg og logistikk som vi kan benytte videre i arbeidslivet.

Omfangsbegrensning

Prosessrapporten utarbeides som et supplement til den vitenskapelige artikkelen. Det er strenge retningslinjer knyttet til maksimalt sideantall for den vitenskapelige artikkelen og det vil derfor være behov for å tilleggsopplysninger og mer detaljerte beskrivelser i prosessrapporten, enn det som var mulig i den vitenskapelige artikkelen.

Tidsperspektivet er den største begrensningen for utarbeidelsen av artikkelen. Arbeidet med artikkelen startet 06.januar.2015 og første frist for innsending av abstraktet var 12.januar. Det første utkastet av artikkelen måtte leveres inn 16.mars, så alt av arbeid i forbindelse med artikkelen måtte utføres på i overkant av to måneder. Dette arbeidet innebærer litteraturstudie, innsamling av nødvendig data, bearbeiding av data og skriving av selve artikkelen. Perioden for innsamling av data var svært begrenset, slik at vi har måttet se på både gjennomførte og planlagte metoder og verktøy for rigg og logistikk.

Videre har vi valgt å begrense studiet til fire uavhengige selskap. Ett selskap fra oljebransjen og tre selskap fra byggebransjen. Vi har valgt å studere nettopp disse tre aktørene i byggebransjen da de opererer ulikt når det gjelder den generelle produksjonen, men også utførelse av rigg og logistikk.

En annen begrensning var lokaliseringen av de ulike selskapene. Samtlige av forfatterne av artikkelen er bosatt i Trondheim, mens selskapene er lokalisert i Gøteborg, Såner, Oslo og Stavanger. Dette medførte naturligvis en del reising rundt til de ulike prosjektene. Kostnadene og tid i forbindelse med reise har begrenset mulighetene til gjentatte besøk hos de ulike selskapene.

Kravet til sideantall i den vitenskapelige artikkelen har begrenset innholdet til maksimalt 10 sider. Dette krevde at innholdet måtte være svært konsist, og kun inneholde det mest relevante og vesentlige av informasjon og resultater.

2. Gjennomføringsprosessen med datainnsamling

Som nevnt ble problemstillingen for masteroppgaven utviklet som en videreføring av prosjektoppgaven "Effektiv rigg og logistikk i byggebransjen". I denne prosjektoppgaven ble det gjennomført et omfattende litteraturstudie som undersøker hva som er blitt utført av tidligere forskning innenfor rigg og logistikk i byggebransjen. Resultatene og viktige kilder fra nevnte litteraturstudie er blitt benyttet for å spisse problemstillingen og definere mål for denne oppgaven.

Gjennomføringsprosessen for datainnsamling og benyttet forskningsmetode er også presentert i den vitenskapelige artikkelen, men i svært korte trekk. I dette kapitlet vil det derfor bli gitt en grundigere fremstilling av gjennomføringsprosessen for datainnsamlingen, vurderinger knyttet til gjennomføringsprosessen og svakheter ved denne. Figur 1 viser i korte trekk gjennomføringsprosessen for datainnsamlingen i utarbeidelsen av den vitenskapelige artikkelen.



Figur 1: Fremstilling av gjennomføringsprosessen for datainnsamling

Forskningsdesign

Ettersom problemstilling er definert og tidligere forskning på fagfeltet er evaluert bør forskningsdesignet etableres. I følge Kothari (2011) skal forskningsdesignet bidra til at forskningsprosessen foregår så effektivt som mulig, og oppfyller dens formål. Med andre ord skal forskningsdesignet si noe om hvilken fremgangsmåte og hvilke metoder som skal benyttes i datainnsamlingen. Et godt forskningsdesign skal minimere skjevhet, samtidig som man maksimerer reliabiliteten til dataene, i tillegg til å ta hensyn til (Kothari, 2011):

- Metode for datainnsamling
- Ferdigheter og erfaring hos de som skal utføre forskningen
- Formålet med forskningen
- Fagfeltets egenart
- Tilgjengelige ressurser for forskningen

I vårt tilfelle bør forskningsdesignet være tilpasset eksplorerende forskning. Formålet med oppgaven er å få innsikt i hvordan ulike aktører, på tvers av bransjer, løser sine utfordringer knyttet til rigg og logistikk. I tillegg til å gjennomgå relevante publikasjoner på fagfeltet (litteraturstudie), må man samle informasjon fra de som jobber innen fagfeltet.

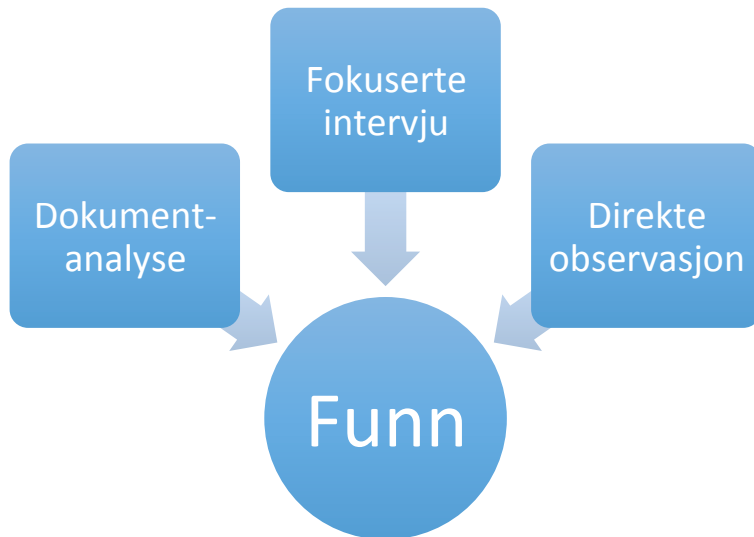
Det er i stor grad problemstillingen og forskningsspørsmålene som legger føringen for valg av metode. Ettersom vi er ute etter å kartlegge ulike tilnærminger til rigg og logistikk, eksplorativ forskning, vil det være naturlig å benytte kvalitativ metode. Ifølge Kothari (2011) kjennetegnes de kvalitative metodene ved at de gir mulighet for å gå i dybden, se en helhet, og få en forståelse for det man undersøker. Dette kan skyldes at man får en nærhet til feltet ved å benytte kvalitative metoder.

Hvilke strategier og verktøy som benyttes for å oppnå effektiv rigg og logistikk på byggeplass er i stor grad avhengig av de ansvarliges vurderinger knyttet til å administrere dette. Dermed er det nødvendig å prøve å forstå bakgrunnen for de valgene som er blitt tatt og hva de fører til. Å utføre case-studier er en god måte å oppnå dette på.

Case studier

Ifølge Flyvbjerg (2006) er case-studier godt egnet for å produsere konkret kontekstavhengig kunnskap. Videre forklarer han at det i mange tilfeller er viktigere å få innsikt i hva som ligger bak et problem og dets konsekvenser, enn å finne ut symptomene og hvor ofte de forekommer. I denne oppgaven ønsker vi å finne ut hva som gjøres for å løse utfordringer knyttet til rigg og logistikk og hvorfor nettopp disse tilnærmingene benyttes. Det vil dermed være naturlig at det vil være en kvalitativ tilnærming til å løse oppgaven.

En stor fordel ved datainnsamling i case-studier er at man kan kombinere flere ulike innfallsvinkler for å underbygge funnene (Yin, 2013). Det er blitt benyttet datatriangulering for å øke troverdigheten av resultatene. Som vist i Figur 2, er det i samtlige case-studier utført intervjuer, byggeplass/bedriftsbesøk, i tillegg til en gjennomgang av relevante dokumenter og prosedyrer. Ved å benytte tre ulike typer kilder kan vi vurdere om de tre "virkelighetene" stemmer overens. Altså reflekterer dokumentene det som ble sagt i intervjuene, og kan dette finnes igjen i direkte observasjoner?



Figur 2- Triangulering

Intervju

Den viktigste kilden til datainnsamling i denne oppgaven er intervjuer. Det ble valgt å gjennomføre semi-strukturerte fokuserte intervju. En slik metode gir mulighet for å få innsikt og forklaringer på case-spesifikke emner og er helt essensiell i gjennomføring av case-studier (Yin, 2013). Dalland (2012) forklarer at det kvalitative forskningsintervjuet tar sikte på å få frem nyanserte beskrivelser av den situasjonen som intervjupersonen befinner seg i. I de neste avsnittene blir intervjuprosessen beskrevet i detalj. Det ble benyttet samme fremgangsmåte for gjennomføring av intervjuene i samtlige case-studier.

Det er blitt utarbeidet en intervjuguide i forkant av intervjuet. Denne guiden skal hjelpe oss å sikre at vi får maksimalt utbytte av intervjuene for å svare på forskningsspørsmålene og for å belyse problemstillingen. Denne guiden er også til stor hjelp for oss da vi har lite erfaring med å utføre intervjuer i forskningssammenheng. Ifølge Dalland (2012) skal intervjuguiden lede deg gjennom intervjuet og hjelpe til med å belyse temaene som skal tas opp. Intervjuguiden ble delt inn i ulike overordnede temaer hvor hvert tema ble innledet med åpne spørsmål. Alle temaene inneholdt også mer spisse konkrete spørsmål. Disse var ment for å belyse aspekter dersom de ble utelatt av intervjuobjektet, men samtidig viktig for oppgaven.

Intervjuene ble gjennomført ansikt-til-ansikt med alle intervjuobjektene, da samtalen ofte flyter lettere enn på telefon eller videomøte. Alle intervjuene begynte med en presentasjon av oss selv, problemstillingen for oppgaven og hva intervjudataene skulle brukes til. Deretter begynte vi å gå inn på de ulike temaene ved å spørre åpne spørsmål for å la intervjuobjektet snakke fritt om temaet. Dette gir intervjuobjektet mulighet til å legge frem det de anser som viktig uten intervjuerens påvirkning. Dersom ikke alle ønskelige aspekter ble belyst, ble det stilt ytterligere spørsmål. Oppklarende spørsmål ble stilt for å nøste opp i eventuelle uklarheter som måtte forekomme. Intervjuene foregikk som en åpen og fri dialog, men

samtidig strukturert etter oppbyggingen til intervjuguiden. Det ble brukt identisk intervjuguide for å gjennomføre samtlige intervju, mens enkelte begrep måtte endres i intervjuguiden som skulle benyttes for å intervju aktørene i oljebransjen. Dette ble gjort for å unngå forvirring da begrepet 'rigg' i oljebransjen er et synonym på selve installasjonen, mens i byggebransjen brukes det om utformingen av byggeplassen.

Det ble tatt notater under intervjuet, i tillegg til at intervjuene ble tatt opp på bånd for å unngå å miste viktig intervjudata. Opptakene ble kun gjort etter at intervjuobjektet hadde gitt sin tillatelse til det. I etterkant ble intervjuene transkribert. De ferdig transkriberte intervjuene ble sendt til intervjuobjektet for godkjenning. Dermed fikk de mulighet til å rette opp i, eller utdype, ting de hadde sagt. Ved å gjennomføre intervjuene på denne måten ønsket vi å oppnå en uformell dialog samtidig som det var mulighet for intervjuobjektet å strukturere eller korrigere noe som kan ha blitt fremstilt på en feilaktig eller uheldig måte.

Direkte observasjon

I de tre casene fra byggebransjen ble det foretatt byggeplassbesøk. I case-studiet fra oljebransjen ble det gjennomført et bedriftsbesøk på hovedkontoret til Songa Offshore i Stavanger da det ville vært for ressurskrevende å besøke en installasjon offshore. Byggeplassbesøkene ble i hovedsak gjennomført for å kunne observere momenter som ble belyst i intervjuene. Direkte observasjoner er med på å styrke den kvalitative metoden i denne oppgaven og er nyttig tilleggsinformasjon (Yin, 2013). Byggeplassbesøkene ble gjennomført sammen med de som ble intervjuet slik at de enkelt kunne vise til det som hadde blitt diskutert. Derimot er det viktig å huske på at det sannsynligvis kun er de positive aspektene som vil bli fremhevet ved et slikt byggeplassbesøk. Dermed var det viktig for oss å prøve å ha et kritisk blikk for å observere mer enn bare det som ble understreket av intervjuobjektet. For å øke reliabiliteten til observasjonene ble det bestemt at vi begge skulle være til stede på byggeplassbesøkene.

Dokumenter

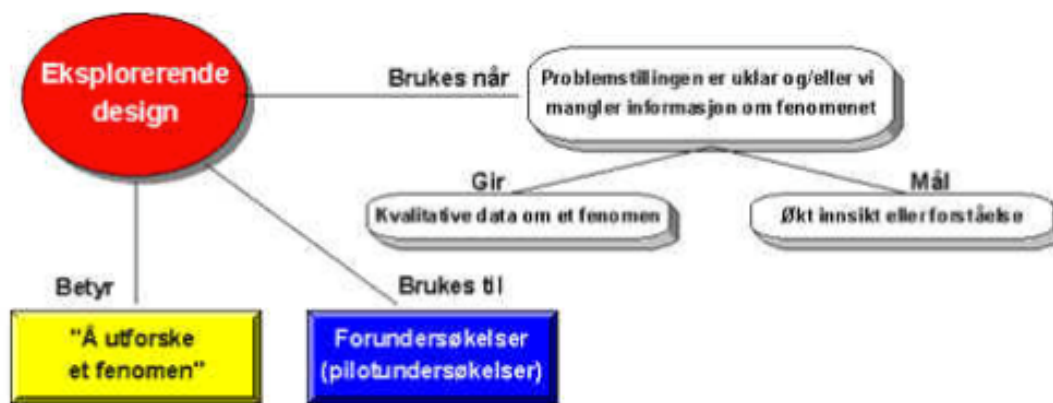
Som en tredje kilde til datainnsamling ble ulike dokumenter gjennomgått. Dokumenter er ofte gjennomtenkte, og reflekterer det som blir ansett som ideelt. Følgende dokumenter ble gjennomgått:

- Prosedyrer
- Fremdriftsplaner
- Byggetegninger
- Riggplaner
- Bestillingsplaner
- Illustrasjonsfoto
- Illustrasjonsvideoer

Selv om ikke dokumentasjon alltid angir det som blir gjort i praksis kan det være nyttig å undersøke disse da de vil gi et innblikk i hva som er tiltenkt måte å gjøre noe på. Ifølge Yin (2013) er den viktigste grunnen til å gjennomføre analyse av dokumenter for å underbygge funn i andre kilder. For eksempel kan det være interessant å studere om håndtering av materiell innad på byggeplassen foregår på samme måte ut ifra informasjon gitt i intervjuene, observasjoner på byggeplass og prosedyredokumentene.

Begrunnelse for valg av metode

Som nevnt vil problemstillingen være avgjørende for metodevalg. Gjennomføringsprosessen er preget av et eksplorerende forskningsdesign. Et slikt design egner seg når problemstillingen er grov og man står ovenfor et fenomen man ønsker å finne ut mer om (Sander, 2015). Ettersom oppgaven søker å belyse hvilke metoder som benyttes for å løse utfordringer knyttet til rigg og logistikk, altså kvalitativ informasjon, vil det være nærliggende å implementere kvalitativ metode, noe som fremgår av Figur 3.



Figur 3: Eksplorerende forskningsdesign

Frister knyttet til den vitenskapelige artikkelen førte til en tidsbegrensning for gjennomføringen av datainnsamlingen. På bakgrunn av dette ble det tidlig besluttet at det ville bli for liten tid til å utføre spørreundersøkelser. Gjennomføring av spørreundersøkelser kunne vært med på å skape bredde i dataene i oppgaven, men vi bestemte oss for at det ville være mer interessant å gå i dybden. Kvantitative metoder ansees som uegnet for å belyse problemstillingen og svare på forskningsspørsmålene.

Reliabilitet og Validitet

Analyse av hvordan undersøkelsen er gjennomført angir resultatets reliabilitet. Reliabilitet eller pålitelighet henger sammen med om undersøkelsen representerer den virkelige situasjonen (Sander, 2014a). Validitet, eller gyldighet/relevans, er knyttet til hvorvidt undersøkelsen måler det den har til hensikt å måle (Sander, 2014b).

For å øke reliabiliteten til dataene har vi valgt å benytte datatriangulering, som nevnt ovenfor. Det er blitt benyttet samme intervjuguide i alle intervjuene, men dersom

intervjuene hadde blitt gjennomført igjen av en annen person ville de med stor sannsynlighet vært noe annerledes. Dette kan ansees som en av svakhetene med kvalitativ metode, da den som utfører forskningen vil ha en viss innflytelse på resultatene. Derimot, når man trekker slutninger ved hjelp av flere ulike kilder vil det være større sjans for at andre også vil komme frem til samme konklusjon. For at resultatene skal kunne etterprøves har intervjuene blitt godt dokumentert med både lydopptak og transkriberte kopier, i tillegg til at dokumenter benyttet blir lagret.

Ettersom den viktigste kilden til datainnsamling til den vitenskapelige artikkelen er fra intervjuene er det essensielt at intervjuobjektene er godt kvalifisert til å besvare spørsmålene som blir stilt. I alle casene har bedriftene hjulpet til med å finne frem til de riktige personene til å besvare spørsmålene rundt rigg og logistikk. Dette er med på å øke validiteten til dataene. At intervjuguiden er kvalitetssikret av veileder er også med på å øke validiteten. Det er viktig at de riktige spørsmålene ble stilt, og på en måte som gir et mest mulig virkelighetsnært svar, upåvirket av intervjueren.

En mulig svakhet i denne oppgaven er at vi ikke fikk anledning til å foreta et besøk på en av plattformene til Songa Offshore. Dermed blir det vanskelig å vite om det som ble sagt i intervjuene reflekterer det som blir praktisert i virkeligheten. Det er også viktig å merke seg at i både case-studiet av Songa Offshore og av Bygglogistik ble intervjuene gjennomført på personer i ledelsen. Disse personene er med på å administrere logistikken, men er ikke de som håndterer arbeidet i felten. Dette kan føre til at de er optimistiske og ikke anerkjenner utfordringene som kan oppstå, og ofte faktisk oppstår, i praksis.

3. Reflektert redegjørelse for valg- og beslutningsprosess underveis

I samtale vedrørende masteroppgaven med vår veileder Frode Drevland høsten 2014 ble vi presentert muligheten til å skrive oppgaven papirbasert. Dette innebar å utarbeide en vitenskapelig artikkel med formål om publisering på IGLC-konferansen i Perth sommeren 2015, i tillegg til en prosessrapport som beskriver arbeidet. Vi valgte den papirbaserte masteroppgaven da vi ønsket å kunne bidra med en artikkel på IGLC-konferansen. Målsetningen vår ble derfor å utarbeide artikkelen og få den godkjent for IGLC 23.

Magnus Ervik Fossheim skrev om rigg og logistikk i prosjektoppgaven høsten 2014, og det var derfor ønskelig å fortsette innen dette temaet for masteroppgaven. Glenn Ballard, Professor 2 ved NTNU kom med forslaget om å gjennomføre en sammenligning mellom byggebransjen og oljebransjen. Det virket svært interessant og vi ønsket å undersøke muligheten for dette.

De ulike case-studiene ble valgt av ulike grunner. For det første ble de valgt på bakgrunn av at vi tidligere hadde hatt kontakt med samtlige aktører, men også fordi de presenterer et bredt spekter av aktører i byggebransjen. Hersleth kan betraktes som en tradisjonell entreprenør, mens Veidekke ansees for å være ledende innen nyskaping i skandinavisk byggebransje. Bygglogistik er ledende innen sitt fagfelt og kan derfor betraktes som en ekspert innen bygglogistikk. Vi ønsket først å opprette en kontakt med Statoil i oljebransjen. Statoil var derimot usikker på om de hadde ressurser eller anledning til å kunne være med i arbeidet. Vi valgte derfor å kontakte Songa Offshore direkte, som er Statoil's største riggentreprenør. Songa Offshore stilte seg positiv til dette og vi hadde opprettet kontakt med en solid aktør i oljebransjen.

Da verken Veidekke eller Bygglogistik opererer som en helt ordinær og tradisjonell aktør i byggebransjen ønsket vi å utvide med flere bidragsyttere til artikkelen. Vi valgte derfor å gjøre en henvendelse til Hersleth Entreprenør AS for å tydeligere kunne belyse forskjeller mellom selskapene. Stjern Entreprenør AS ble også kontaktet da de har et pågående prosjekt i Trondheim sentrum med svært begrensede lagringsområder. Byggeplassbesøket viste at de ikke hadde noen unike løsninger utover Herlseth Entreprenør's løsninger og resultatene fra Stjern ble derfor utelatt i artikkelen.

Besøkene i forbindelse med datainnsamlingen ble styrt av de respektive selskapene. Hvilke prosjekter vi undersøkte og hvem vi intervjuet ble valgt av kontaktpersonene i de respektive firmaene .

Tidsbruken på de ulike prosjektene har vært varierende. Intervjuenes varighet var avhengig av hvor raskt spørsmålene fra intervjuguiden ble tilstrekkelig besvart.

4. Data og arbeid som ikke er benyttet i den vitenskapelige artikkelen.

Informasjonen i dette kapittelet er ment som et tillegg til informasjonen som kommer fram i artikkelen "Comparing different approaches to site organization and logistics: Multiple case studies". Informasjon som er presentert i den vitenskapelige artikkelen kan komme til å bli repetert og enkelte ufullstendige sammenhenger kan forekomme i teksten dersom det er nøye forklart i artikkelen.

Veidekke Entreprenør AS

Det aktuelle prosjektet for case-studiet består av prosjektering og bygging av nye Jessheim videregående skole, med en kontraktsum på 800 millioner kroner. Prosjektet blir gjennomført som et OPS-prosjekt for Akershus Fylkeskommune, hvor Veidekke bygger og drifter skolen i 25år. Skolebygget vil bestå av ca. 24 600m² fordelt på 4 etasjer. Nye Jessheim VGS vil ha kapasitet til 1500 elever og 240 ansatte, fordelt på 6 utdanningsprogrammer. Bygget har en moderne arkitektur og er krevende å bygge grunnet ulike vindusprofiler på fasaden og varierende vinkler i konstruksjonen, se **Figur 4** og **Figur 5**.

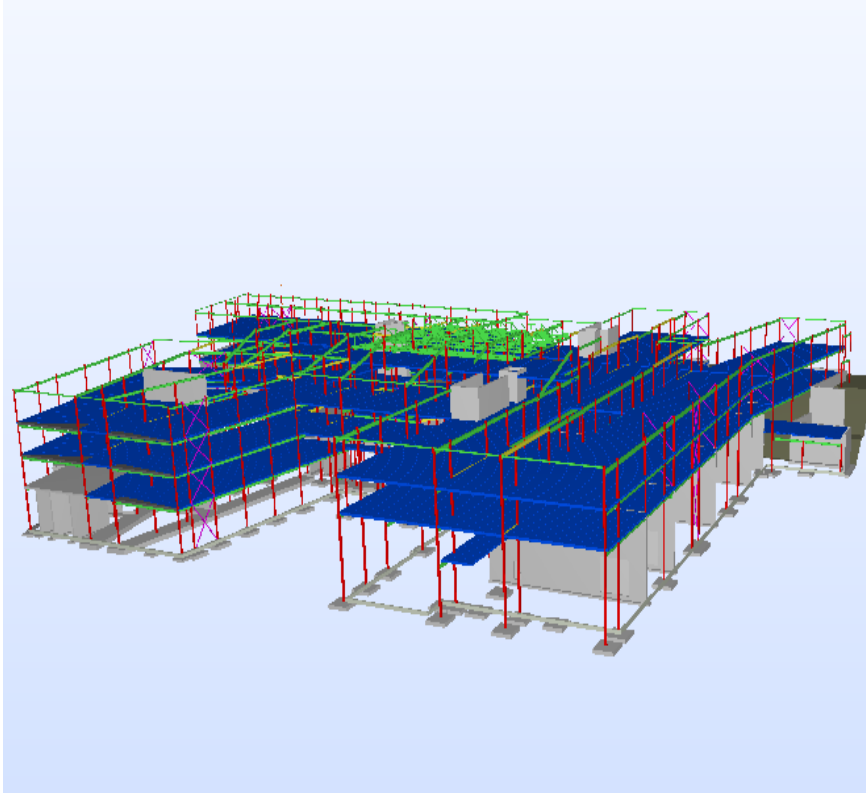


Figur 4 Nye Jessheim VGS



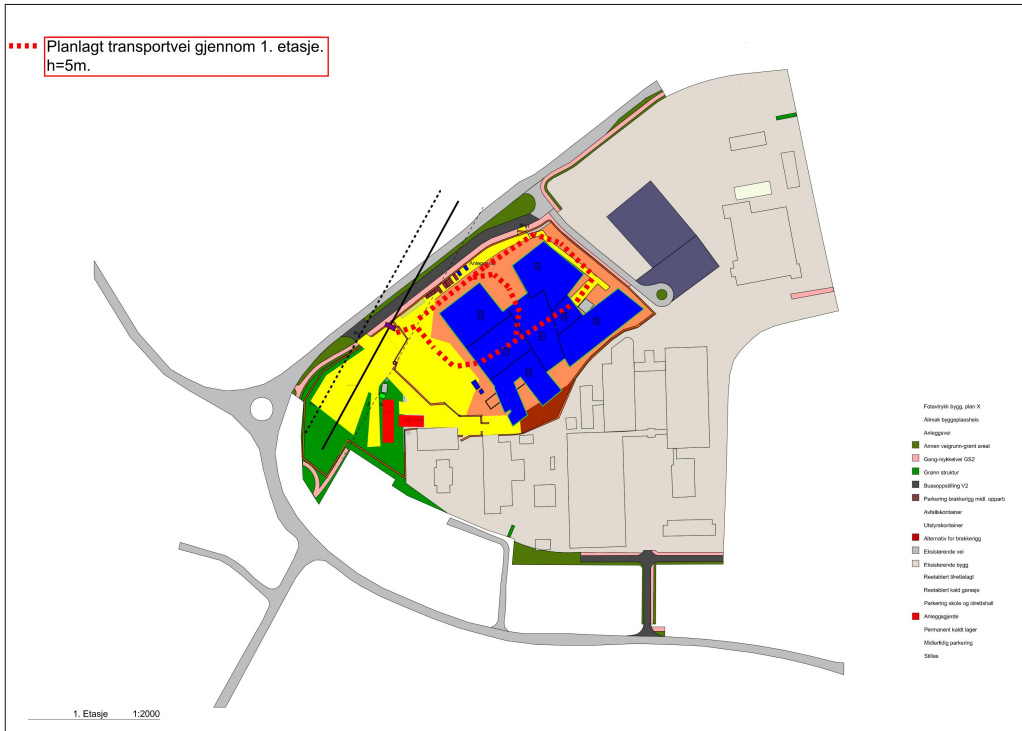
Figur 5 Snitt og fasader

Bygget fundamenteres på grunn, med stripefundamenter for både plastøppte og prefabrikkerte vegger. Råbygget utføres i stål og prefabrikkerte hulldekkeelementer i etasjeskiller, se **Figur 6**. Taket utføres i form av kompakte lett-takselementer. Klimaveggene er prefabrikkerte og utføres med bindingsverk i trevirke. Fasadene består i hovedsak av panel og enkelte områder har fasadeplater. Klimaveggen krysslektes på varm side for å minske kuldebro og tekniske føringsveier. Bygget er planlagt ferdigstilt til skolestart 2017.



Figur 6 Råbygget nye Jessheim VGS

Veidekke tilstreber å jobbe etter deres rammeverk kalt Involverende Planlegging. Dette er kort fortalt en metodikk for å drive fremdriftsplanlegging i prosjektbasert produksjon, og er en variant av Last Planner System. En del av rammeverket er svært sentral i planleggingen av rigg og logistikk. I prosjekteringen blir det vurdert ulike hovedatkomster, trafikk-løsninger og plassering av rigg og lager. I det aktuelle prosjektet på Jessheim må Veidekke ta hensyn til en full operativ skole som nærmeste nabo, og det er derfor planlagt en midlertidig leveransevei gjennom bygget. Dette blir løst ved at leveransebiler til områder av bygget som bygges først, kjører på fundamentet til deler av bygget som skal bygges på et senere tidspunkt, se **Figur 7**.



Figur 7 Midlertidig transportvei

Hovedframdriftsplanen til prosjektet blir utviklet i sammenheng med en overordnet riggplan. Den overordnede riggplanen brytes ned i omforente riggplaner for ulike faser i prosjektet. De ulike riggplanene tar hensyn til plassering av kommende leveranser.

Riggplanene blir også linket opp mot en felles bestillingsplan. I denne planen spesifiseres det når materialene senest må bestilles, hvem som er ansvarlig for bestillingen, og hvem som må kontrollere at varene er bestilt.

Når det gjelder levering av materialer benytter Veidekke seg av en leveranseplan, se Figur 8. Denne planen viser ukens leveranser med materialspesifisering, klokkeslett, plassering og mottaker. Leveranseplanen lages i BAS-møtet og oppdateres fortløpende.

Leveranseplan					
Fag – Uke	Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	Fredag
Rør					
EL					
Vent				Kanaler 13.00 Kjeller Rom 3 Ola Olsen	
Mur			Tegl og sement 08.00 Akse 1A og 5A, Blander Kjartan Bøe		
Veidekke Betong	Betong 11.00 Port 1 Per Pedersen	Isolasjon Grunn Etter 12.00 Legges ved Akse K-4 Nils Nilsen	Betong 13.00 Port 2 Per Pedersen		Betong 10.00 Port 2 Per Pedersen
Veidekke Tømmer			20 pakker Gips 10.00 Bygg i Nord: 1–3 etg. Truls Svendsen		

Figur 8 Eksempel på leveranseplan

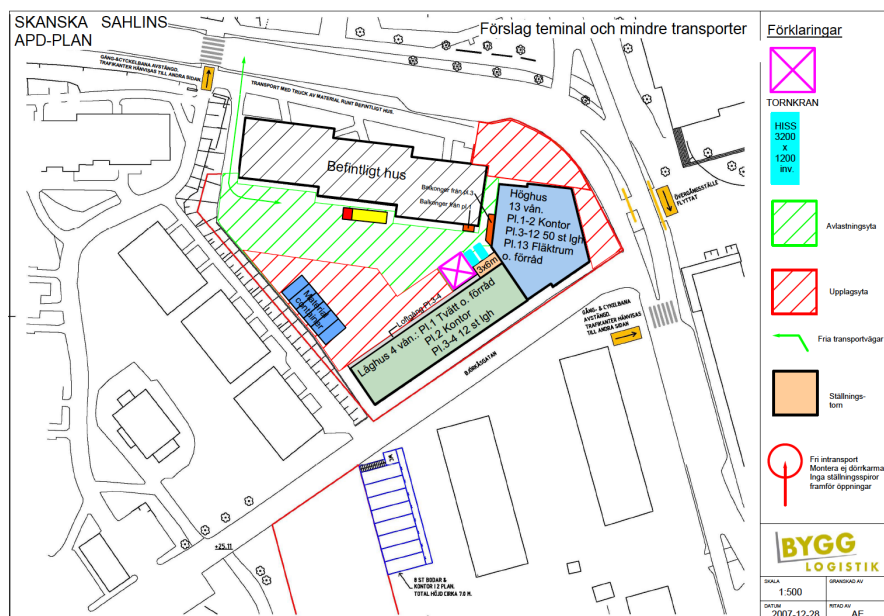
Svensk Bygglogistik AB

Bygglogistik opererer som en tredjeparts-logistiker, med 30 ansatte. Selskapet går inn som konsulent og utfører tjenester knyttet materialhåndtering og logistikk. Visjonen til selskapet er at deres tjenester, byggelogistikk, skal være et like selvfølgelig element som arkitekt tjenester i prosjekteringen av framtidige prosjekt. Selskapet mener byggelogistikk bør inkluderes allerede i oppstartsfasen av prosjekteringen for å skape de mest effektive løsningene.

Bygglogistik utfører logistikkanalyser som visualiserer hvordan logistikken skal gjennomføres. Logistikkanalysen gir muligheter til å benytte mange effektive løsninger for logistikk. Ved å ikke gjennomføre en logistikkanalyse mener Bygglogistikk at mange entreprenører ofte unnlater å ta hensyn til momenter som tidlig bør være med i vurderingen for å oppnå en effektiv produksjon.

Bygglogistik deler analysen inn i ytre og indre logistikk. De ytre forutsetningene viser hvilket utgangspunkt man har å jobbe med, og kommunen fastsetter som oftest de ytre parametere.

I den ytre logistikken handler det om at alt som skal med i produksjonen faktisk får plass og er praktisk tilgjengelig på arbeidsplassen. Hvis for eksempel pumpebilen for betong må ha plass for levering av betongen underveis i prosjektet, blir det tatt hensyn til dette i hele den nødvendige tiden i byggeprosessen. Det er viktig at slike krav blir belyst og vurdert tidlig, slik



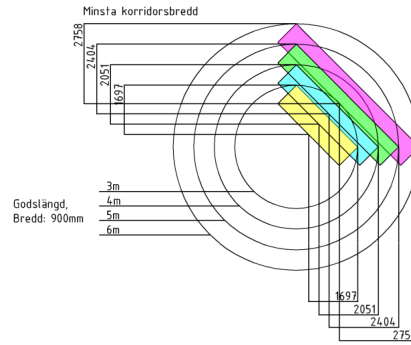
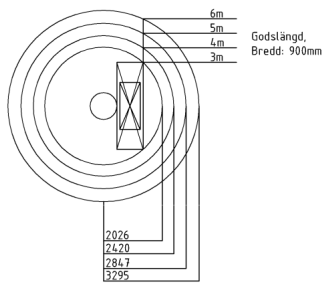
Figur 10 Logistikktegning

Tradisjonelt sett vil materialer løftes inn i bygget underveis som etasjene bygges. Det å plassere for eksempel gips på bukker over lengre tid kan føre til skader, da gipsen ofte ikke er tilstrekkelig emballert og materialet utsettes for fukt. Innkjøpet må også foregå inntil et halvt år før bruk og dette binder opp kapital i form av varelager. Selv om materialet plasseres strategisk må det ofte flyttes ved flere anledninger, når man innser at plasseringer ikke var så gjennomtenkt. For eksempel kan det være planlagt en vegg på det aktuelle lagringsstedet. Det er derfor bedre å planlegge hvordan man skal få inn materialet når det er behov for det, og montasjen av materialet skal begynne. Det oppnås ingen økonomisk gevinst ved å ha materialene plassert på byggeplassen i lengre perioder i forkant av at de skal tas i bruk.

I følge Bygglogistik har flere byggherrer i Sverige nå begynt å stille krav til at materialet ikke skal tas inn før det skal benyttes. Dette er viktig byggherrer for å minimere risikoen for et sluttprodukt med skader eller en forringet kvalitet. Kravet minimerer muligheten for at fukt skadede produkter benyttes og at det oppstår problemer senere.

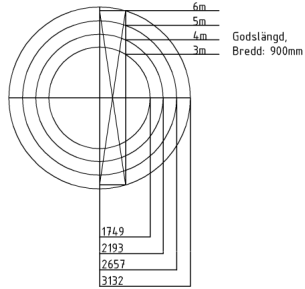
Bygglogistik fokuserer på at vareleveransen skal planlegges helt fra produksjon, og frem til byggevarene er levert på stedet for arbeidsoperasjonen der materialene skal benyttes. Den indre logistikkanalysen tar ansvar for dette. Analysen planlegger slik at man er sikker på at materialet kommer helt fram til montasjestedet. Det er her viktig å ta hensyn til størrelser på materialet og svingradius på leveranse utsyr, se **Figur 11**.

Svängradie med hyrdalvagn



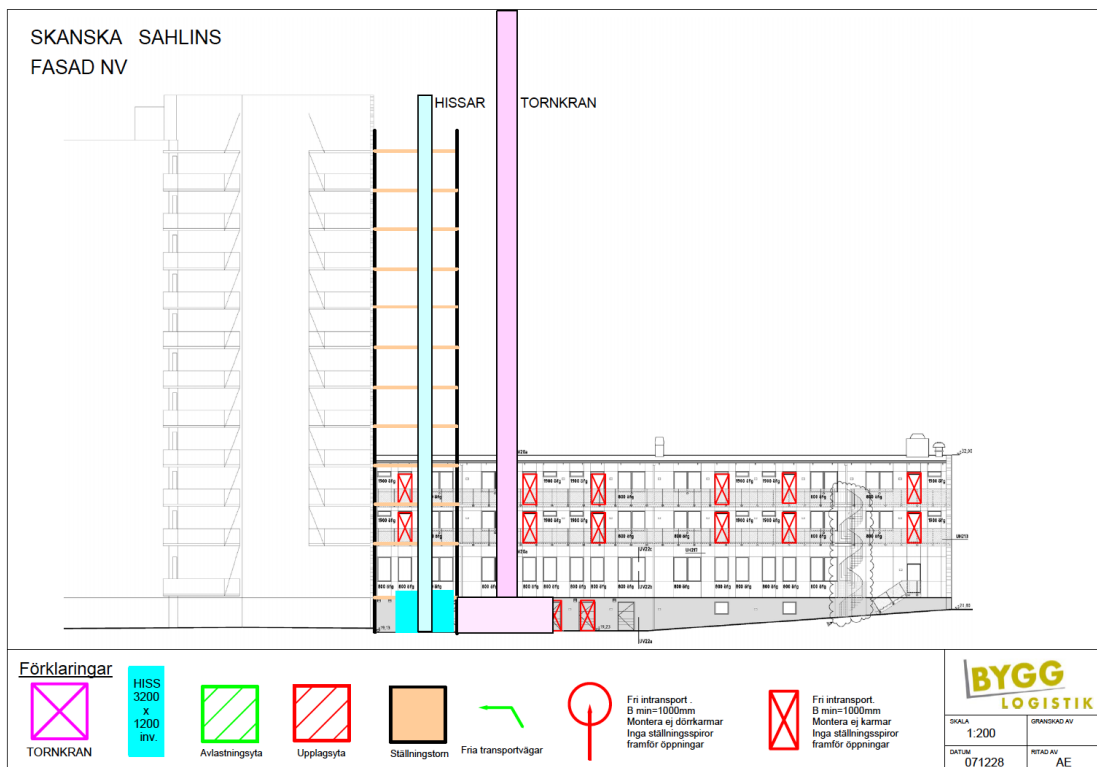
Minsta korridorbredden blir lika stor oavsett om hyrdalvagn eller skridskor används.

Svängradie med skridskor



Figur 11 Manøvreringsstørrelse

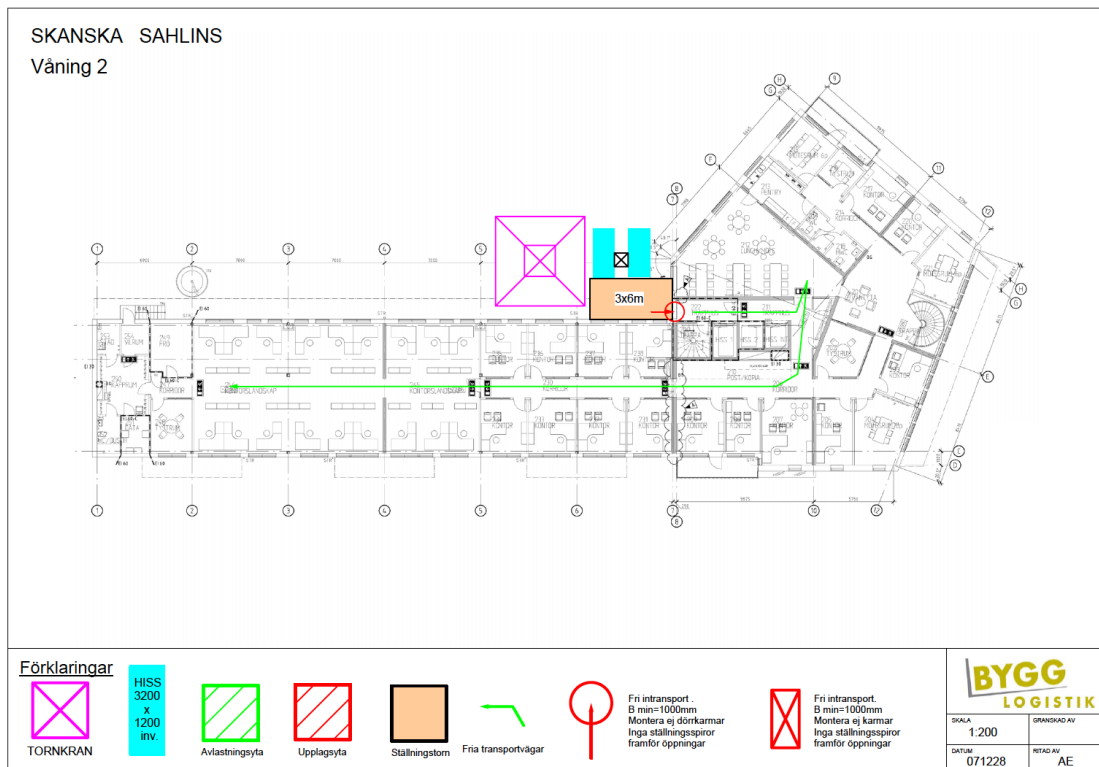
Den indre logistikkanalysen har som nevnt fokus på inntransporten av materialer. Selskapet projekteer ofte inn midlertidig åpninger i fasaden ved å unnlate å installere utvalgte vinduer og dører så de kan benyttes som innlossingsluker, slik som vist i **Figur 12**. For å redusere risikoen for skader er det ikke montert vindu, vinduskarm eller stålinnfestninger i de aktuelle innlossingslukene.



Figur 12 Innlossingsluker

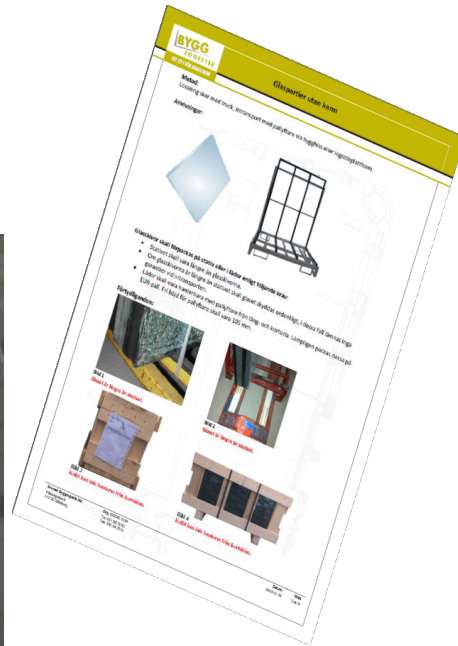
Valget av materialheis er også en et eksempel på viktige vurderinger i den indre logistikkanalysen, slik at heisen er optimalisert for prosjektet. Det er viktig å ikke kun se på leiekostnader, slik at man ikke ender opp med en heis som kun fungerer til persontransport. Det er også viktig å vurdere kombinasjonen av materialheis og ordinær kran. For eksempel kan en materialheis maks ha 4,5 meter lengde, mens rørleggeren ønsker å benytte seg av 6 eter rør. Ved å velge en løsning uten tårnkran og kun materialheis vil det medføre kortere lengder for rørleggeren og flere sveisepunkter. Denne kostnaden må sammenlignes med kostnaden ved å heller ha en kran til å heise inn materialet.

Den indre logistikkanalysen planlegger også den interne materialhåndteringen innad i bygget. **Figur 13** viser forslag til intertransport av materialer i et byggeprosjekt, hvor plassering av tårnkran, stillasheis og lasterampe er spesifisert. Videre viser figuren at lossingen inn i bygget skjer via lasterampen. Materialhåndteringen følger de grønne pilene fra lasterampen og inn til et spesifikt leveringsområde som entreprenøren merker med et rødt kryss.



Figur 13 Intertransport

Ved å ha planen for rigg og logistikk klar gir det mulighet til å stille visse krav til rammebetingelser for leverandører. For eksempel kan man sette krav til vindusleverandøren om hvordan man vil ha vinduene pakket før man gjør kjøpet. Dette gir bestilleren mulighet til å effektivt plassere vinduene på rett plass, i for eksempel den spesifikke leiligheten de skal monteres. Dette er oftest ikke noe problem å avtale dette før man gjennomfører kjøpet, men kan bli kostbart å avtale i ettertid. Ved å ikke avtale dette kommer gjerne leveransen med flere vinduer på en pall uten noe form for system, og tømrere må bruke unødvendig tid på å sku løs ett og ett vindu og gjøre sorteringen på byggeplassen. Dette er svært kostbart i form av arbeidstimer. Kunnskapen vedrørende leveransekrav formidler Bygglogistik til de ulike entreprenørene ved et tidlig tidspunkt, se **Figur 14**.



Figur 14 Spesifisert effektiv innpakning

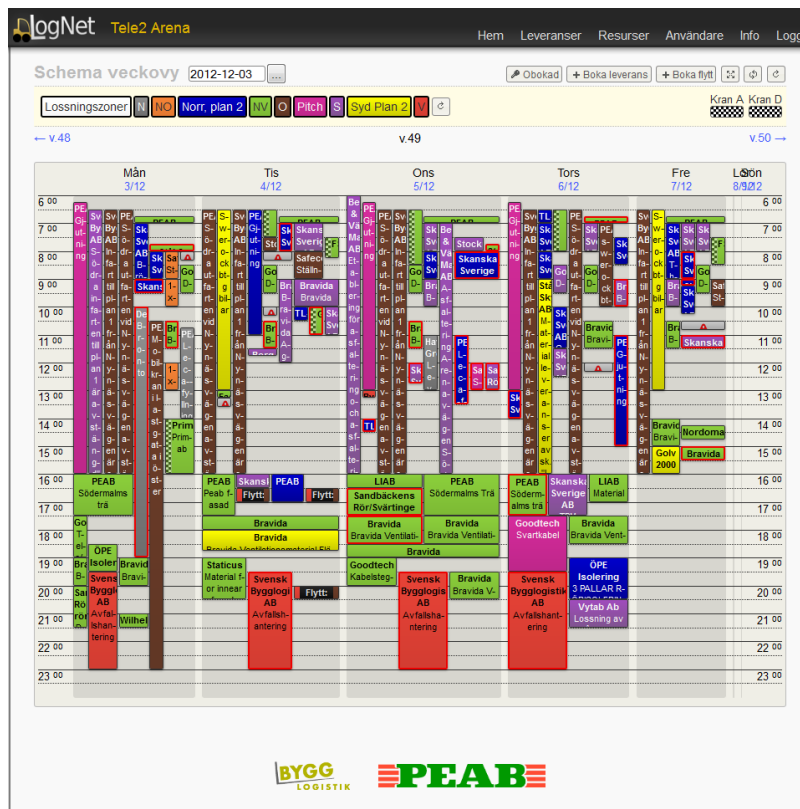
Logistikkpatruljen er en annen tjeneste som Bygglogistik tilbyr sine kunder. Patruljen frakter materialet inn i bygget etter klokken 16, når de fleste arbeiderne har forlatt byggeplassen. Kranføreren er gjerne fast ansatt hos entreprenøren da vedkommende kjenner byggeplassen og kan utføre arbeidet effektivt. Logistikkpatruljen består av byggstudenter som ønsker å jobbe i byggebransjen og har mulighet til kveldsarbeid. Bygglogistik har fokus på å utføre arbeidet så økonomisk som mulig slik at kunden skal tjene på dette. Sikkerhet er også i fokus, patruljen er på byggeplassen når ingen andre er der og er avhengig av å følge strenge sikkerhetsrutiner. Miljøvennlighet er også et viktig område ved at materialet skal gå fra fabrikk, ut på bil og helt fram til et tett bygg uten å produsere unødvendig avfall. Patruljen tar også ansvaret for uttransportering og sortering av søppel i bygget.

Bygglogistik har utviklet unike materialhåndteringsmetoder som gjør det mulig å transportere inn alle typer byggematerialer. På et løft kan for eksempel 120kvm ferdig vegg løftes inn i et bygg. Ved hjelp av avanserte kranbiler og et unikt dobbelkommandosystem løftes materialer inn på en sikker og ergonomisk måte. Elektriske lastetraller gjør det enkelt for enkeltpersoner å håndtere varer på opptil 1 tonn, se **Figur 15**.



Figur 15 Avansert kranbil

Bygglogistik tilbyr også programmet LogNet for planlegging av leveranser som gir en realtidsoppdatering for byggeplassen. De ulike entreprenørene må volum-tilpasse seg ved at de får tildelt et begrenset område for lagring på byggeplassen. LogNet utsteder hver enkelt kran- og truckfører med dagsaktuelt arbeidsskjema. Dette gjør at når leveransen ankommer byggeplassen dirigeres den til riktige lastesone hvor alle ressurser finnes tilgjengelig. Leveransen losses derfor av bilen omgående og godsmottakeren får en SMS varsling via LogNet. **Figur 16** viser et utdrag fra LogNet i form av leveranseplan.

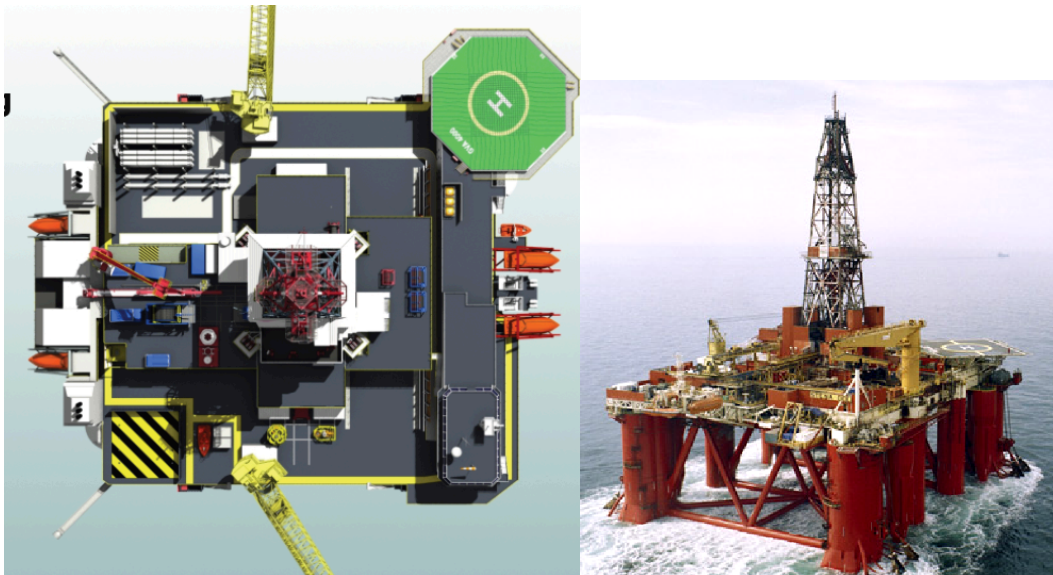


Figur 16 LogNet

firmaet ble grunnlagt i 2005 har det blitt en betydelig aktør i midwater-segmentet, og ved levering av de fire nye vil de være Statoil's største leverandør av boretjenester.

Utvikling av Riggdesign

De tre riggene som er i drift i dag er bygd i henholdsvis 1976, 1981, og 1984. Disse riggene har siden blitt oppgradert flere ganger for å oppfylle gjeldende standard-krav. I perioden da disse riggene ble bygget var mye av arbeidet manuelt og ble gjennomført på en annen måte enn det som er tilfellet i dag. Utformingen av riggene tok i liten grad hensyn til effektiv materialhåndtering og logistikk. De eldre riggene har dermed flere utfordringer når det gjelder effektiv håndtering av utstyr og materiell om bord. For eksempel er det flere nivåer og rom som ikke kan nås ved kran, heis, eller truck. I mange tilfeller vil det være nødvendig å bruke taljer og annet utstyr for å gjennomføre materialhåndtering. Slikt arbeid tar mye tid og er derfor meget kostbart. Nivåforskjeller på dekk, i tillegg til terskler, gjør at man må utføre mange kranoperasjoner, noe som er ineffektivt og utgjør en sikkerhetsrisiko.



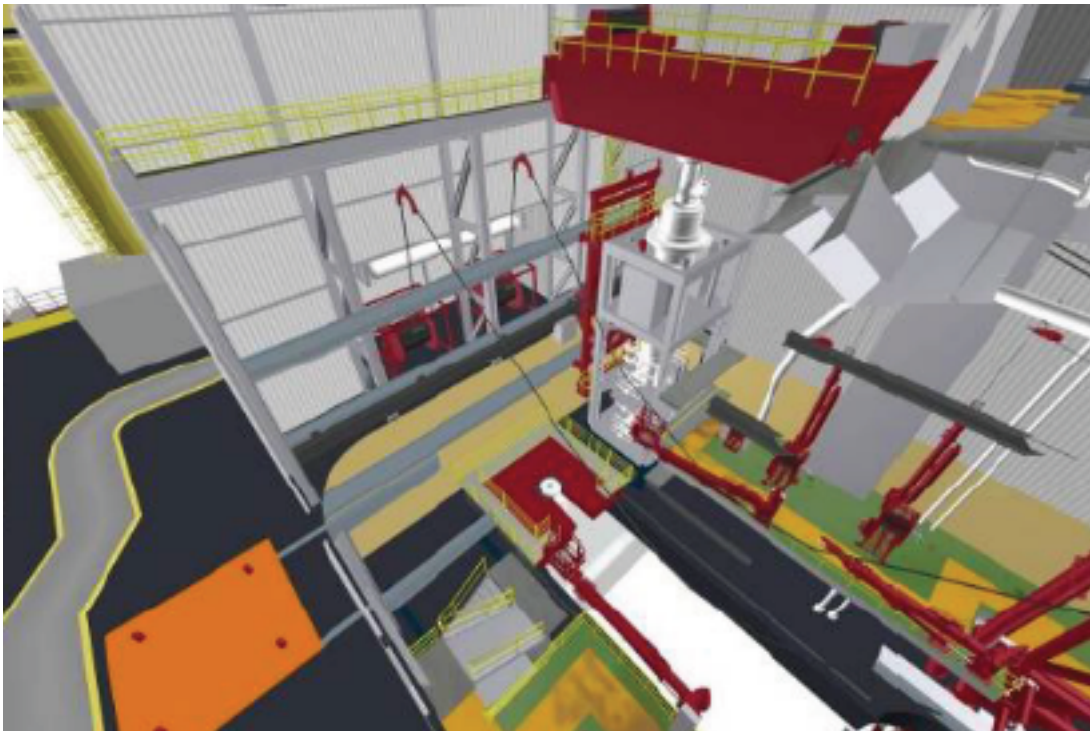
Figur 18 CAT-D rigg (venstre) vs. eldre rigg

Ettersom årene har gått har man forstått at boreoperasjoner i stor grad handler om logistikk og materialhåndtering. Materialflyt ut til riggen, og om bord, må foregå sømløst for å få til en effektiv produksjon. De nye riggene er designet i henhold til NORSOK-standardene¹ som stiller strenge krav til utformingen, også med tanke på materialhåndtering. For eksempel, stiller standarden 'R-002' krav til at dekket skal være 'flushed', altså uten terskler, slik at materialhåndtering kan foregå trygt og effektivt med truck eller jekketraller. Målet er redusere antall løfteoperasjoner med offshore kran som det historisk sett har vært mange uønskede hendelser forbundet med. Ut ifra **Figur 18** kan man legge merke til kontrastene mellom en ny og en gammel rigg. Tungt utstyr som enkelt skal kunne flyttes installeres på

¹ NORSOK-standardene er utviklet av oljebransjen for å sikre trygg, verdiskapende og kost effektive operasjoner og utviklingsprosjekt.

² M.Sc Student, NTNU - Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway, +47

'skidde systemer' som vist i **Figur 19**. På den måten unngår man også at man må vente på de riktige værforholdene for å utføre de tunge løftene. I slike tilfeller risikerer man å miste enorme inntekter grunnet at boreoperasjonen må stanse frem til et værvindu som tillater håndtering av tungt driftskritisk utstyr. Målet er at de nye riggene skal utføre boreoperasjoner 20% mer effektivt enn tradisjonelle oljerigger (Norwegian Standard, 2012).



Figur 19 Styringsverktøy Skidde system for å håndtere BOP og annet tungt utstyr. Kilde: Songa Offshore

Mannskapet som jobber på dekk er ansvarlig for all logistikk og materialhåndtering om bord. Dette kan ansees som en støttefunksjon til mannskapet som er ansvarlig for boreoperasjoner. De er dermed ansvarlig for å ta imot utstyr som blir fraktet ut med supplybåt, plassere det hensiktsmessig på dekk, og få distribuert utstyret dit det skal. For at denne jobben skal kunne utføres effektivt er det viktig å vite en del ting om utstyret som kommer om bord. Eksempelvis:

- Hvor det skal benyttes
- Når det skal benyttes
- Hvor lenge det skal benyttes

Ved å innhente slik informasjon er det mulig å planlegge for å minimere antall løfteoperasjoner, samtidig som man maksimerer arealutnyttelse. Effektive styringsystemer er meget viktig for å oppnå effektive operasjoner.

Boreoperasjonen planlegges med svært høy detaljgrad. Man planlegger ofte ned til 15-30 minutters intervaller. I denne planen har man også oversikt over hva man trenger av utstyr og materiell. Derimot er det veldig lite transparenss mellom dekk- og boreoperasjoner.

Dette resulterer i at utstyr blir plassert feil når det kommer om bord, det blir foretatt flere løfte operasjoner enn nødvendig og mannskapet på dekk får liten mulighet for å planlegge. For å forbedre dette jobbes det med å utvikle et styringsverktøy, altså et visualiserings- og kommunikasjonsverktøy, for å samkjøre bore- og dekk-operasjoner. Det vil da være mulig å plassere utstyr strategisk allerede når det kommer om bord, og hindre at det blir flyttet rundt på. Et annet viktig aspekt er at et slikt styringsverktøy også enkelt illustrerer hvor på dekk de ulike delene er plassert. Dette forhindrer da at mannskapet må lete i flere containere før de finner frem til riktig utstyr, eller i verste fall at kostbart utstyr forsvinner.

Ettersom fire nye rigger blir levert i løpet av 2015, og alle skal i produksjon på norsk sokkel har Songa Offshore besluttet å etablere en base på Mongstad som skal betjene alle deres rigger. Dette blir et lager og logistikk-knutepunkt for utstyr som skal fraktes ut til riggene. I og med at de fire nye riggene er identiske kan man dele på kostbare 'spare-parts' og lagre de på denne basen. På denne måten unngår man å måtte kjøpe inn dyre deler til alle enhetene, samtidig som man reduserer lagring om bord på riggene.

Songa Offshore benytter seg også av et omfattende ERP-system som bidrar til å effektivisere materialbestillinger og logistikk knyttet til daglig operasjon og vedlikeholdsarbeid. Basert på kritikalitetsanalyser og historisk data blir det definert maksimums- og minimumspunkt for varebeholdninger på riggene. Bestillingspunkt blir definert ut ifra disse punktene. Det er bygd opp et lager på land da det er plassbegrensninger på riggene. På grunn av lang leveringstid på kostbart, men høyst nødvendig utstyr, må man investere i 'capital-spare'. Buffere i form av forbruksmateriell og 'capital-spare' kan lagres på basene og transporteres ut til rigglokasjon etter behov.

ERP-systemet bidrar også til å systematisere vedlikeholdsprogrammet. For eksempel er det seks motorer på hver av de nye riggene som må gjennomgå periodisk vedlikehold. Når motorene på de ulike riggene skal vedlikeholdes legges inn i ERP-systemet. Når det nærmer seg at motorene på en rigg skal vedlikeholdes vil det bli gitt en påminnelse. Arbeidspakken som opprettes i systemet inneholder også delbehovet. For å spare plass lagres delene på land, samtidig som det er enklere for de logistikk-ansvarlige på basen å sampakke alle delene som trengs for å utføre vedlikeholdsarbeidet på motorene. På denne måten kan man sende ut alle dele som trengs til en arbeidspakke, når delene trengs, i tillegg til at man slipper å sitte på et stort varelager på hver av riggene.

5. Utdypet diskusjon, konklusjon, anbefalinger og tanker om videre arbeid.

Det er viktig å understreke at de mest vesentlige resultater og konklusjoner er presentert i den vitenskapelige artikkelen og det kommende kapittelet er kun ment som en utdyping av dette. Dette kapittelet tar utgangspunkt i de ulike casene for å besvare forskningsspørsmålene som er presentert i introduksjonen.

Case 1: Hersleth Entreprenør AS

Som beskrevet i artikkelen løser Hersleth logistikken ved hjelp av erfaring og rutiner. Entreprenøren er fornøyd med dagens system og virket ikke veldig mottakelig for å utvikle nye innovative metoder i framtiden. Hersleth opererer ikke med en standard og har ulike prosjektledere og produksjonsledere på hvert prosjekt. Disse lederne har naturligvis varierende erfaring og dette vil naturligvis føre til at rigg og logistikken vil løses forskjellig. Videre uttrykte prosjektlederen vi intervjuet at det var dem som jobbet nærmest produksjonen som hadde den beste kompetansen til å styre logistikken. Det ble konkludert med at konsulent-tjenester, som de Bygglogistik tilbyr, ville vært unødvendig og fordyrende på prosjekter i den størrelsesorden og lokasjon som Hersleth utførte.

Utformingen av riggen ble bestemt ved å vurdere hvor en enklest kunne koble seg på vann, strøm og kloakk til brakkene. Det ble også tatt hensyn til at transport inn og ut av byggeplassen skulle foregå så enkelt og trygt som mulig. Utformingen av byggeplassen ble tegnet for hånd oppå byggetegningene og var forholdsvis enkel.

Case 2: Veidekke Entreprenør AS

Veidekke jobber for å innføre et rammeverk/standard prosedyre for utførelse av rigg og logistikk. Ut ifra intervjuene og dokumentene som ble gjennomgått fikk vi inntrykk av at de så på utformingen av riggen som et verktøy for å effektivisere produksjonen. For eksempel hadde de delt inn byggeperioden i seks faser, hvor utformingen av riggen var skreddersydd de aktivitetene som skulle foregå i hver av fasene. De hadde også kommet frem til gode løsninger for å oppnå en effektiv materialflyt innad på byggeplassen ved å utføre byggingen i spesifikk sekvens.

Veidekke har innført mange gode tiltak på deres prosjekter, som for eksempel bestilling- og leveranseplan. Det er også blitt implementert VMI på deres prosjekter slik at man slipper å bruke store ressurser på bestilling og oppfølging av forbruksmateriell. Det var også stor fokus på at leveranser på byggeplassen skulle foregå raskt og trygt ved at små leveranser kunne leveres utenfor gjerdene til byggeplassen og at store leveranser ble avtalt på forhånd slik at det var tilgjengelige ressurser til å ta hånd om dem. Dette ble gjort ved å innføre en

leveranseplan der de ulike leveringene fikk et tidsrom der en ansvarlig mottaker skulle defineres, og et tidsrom der losseressurser var tilgjengelige for den leveransen.

Case 3: Bygglogistik AB

Bygglogistik ønsker at fokuset på rigg og logistikk bør komme i en langt tidligere fase enn det som er normalt. Dette skyldes at mange av de effektive løsningene kan kun implementeres hvis de er vurdert i prosjekteringsfasen. Som nevnt benytter Bygglogistik seg av analyser for å kartlegge hvordan man kan optimalisere vareflyten inn til byggeplassen og innad. Ut ifra analysene lages det en detaljert, digital og dynamisk riggplan. Selve bygningskonstruksjonen tilpasses også for å oppnå en effektiv vareflyt underveis i byggeprosessen.

I likhet med Veidekke, benytter også Bygglogistik en leveranseplan med et spesifisert tidsrom for håndtering av de spesifikke leveransene. Dette forhindrer at det blir flaskehals på byggeplassen som et resultat av at losseressurser ikke er tilgjengelige. Bygglogistik bruker også eget personell, logistikkpatruljen, til å fordele materiell utover i bygget der det skal benyttes slik at håndverkere kan utføre sitt arbeid uten å måtte bruke sin verdifulle tid på å transportere materialer dit det skal benyttes. Det at logistikkpatruljen jobber på kveldstid gjør også at transporten innad i bygget blir mer effektivt enn om arbeid hadde foregått.

Selskapet opplever at deres tjenester blir mer og mer etterspurt, spesielt i byggeprosjekter av en viss størrelsesorden og underlagt arealbegrensninger. Derimot er det fortsatt en vei å gå for å kunne anse bruken av konsulent-tjenester knyttet til bygge-logistikk som normal prosedyre i byggebransjen.

Case 4: Songa Offshore

Mens utformingen av en byggeplass er noe midlertidig, vil utformingen av en oljerigg være tilnærmet permanent. Dermed brukes det enorme ressurser på å optimalisere utformingen til produksjonen. I selve utformingen er det utstrakt bruk av erfaringsdata, bransjestandarder, ekspertise fra rigg-tegnere og programvare. Dette gjøres for å oppnå en utforming som tillater effektiv og trygg materialflyt innad på olje installasjonen.

Songa Offshore benytter seg av et omfattende ERP-system for holde styr på logistikken. Alle bestillinger og informasjon om de ulike leveransene er tilgjengelig i dette systemet. Et slikt system er helt nødvendig for å sikre at bestillinger blir gjort og varene ankommer installasjonen tidsnok da mangel på utstyr kan føre til store konsekvenser for boreentreprenøren.

Konklusjon

Hovedkonklusjonen fra artikkelen er at byggebransjen kan lære mye av oljebransjen når det gjelder planlegging og få varer levert til riktig tid. Artikkelen lister opp fire ulike punkter i tillegg:

- *Utforming av riggen og logistikk bør vurderes i et tidlig stadi:*
Bygglogistik AB understreker hvor viktig det er å ta hensyn til rigg og logistikk i planleggingsfasen. Det kan være svært kostbart å måtte skape effektive løsninger underveis.
- *Programvare kan bidra til å håndtere organiseringen av riggen:*
LogNet og ERP-system Songa Offshore benytter understreker hvilke fordeler programvare kan gi i form av kontroll, koordinering og effektivisering av rigg og logistikk.
- *En strukturert tilnærming er nødvendig for optimal ytelse:*
Det er klare indikasjoner på at effektiv rigg og logistikk krever planlegging og strukturerte forhold. Det er mye som kan overses og glemmes om strukturen ikke fungerer.
- *Tilnærmingen må skreddersys det enkelte prosjekt ut ifra dets forutsetninger:*
Prosjektets størrelse og beliggenhet bør avgjøre hvor mye ressurser som bør benyttes til rigg og logistikk. Et omfattende prosjekt i en bykjerne vil ha langt større inntjeningspotensiale enn et mindre prosjekt i landlige omgivelser med god lagringsplass.

Gjennom vårt forskningsarbeid har vi kommet fram til disse konklusjonene. For å kunne si noe allmenngyldig om byggebransjen, bør vi nok ha et større datagrunnlag og bredere spekter for forskningen. På tross av dette er det sannsynlig at konklusjonene våre vil fungere for de fleste i byggebransjen.

Videre arbeid

Tidsfristene for den vitenskapelige artikkelen har begrenset datainnsamlingen og utarbeidelsen av artikkelen. Ved videre forskning på området kan det være interessant å gjøre datainnsamlingen over en lengre periode. Det vil da være mulighet for å kunne intervju flere mennesker i ulike roller innad i de ulike selskapene. Det kunne også være spennende å undersøke om fagarbeidernes inntrykk av rigg og logistikk samsvarer med ledelsen. Ved å gjøre innsamlingen over en lengre periode vil det også være mulig å bedre observere hvordan de ulike løsningene fungerer i praksis.

Det ble ikke gjennomført observasjoner ute på oljerigg i vårt forskningsarbeid, og dette bør tilstrebes ved videre forskning. Det bør også medtas flere aktører i oljebransjen slik at erfaringsutvekslingen blir bredere og resultatet blir mer allmenngyldig.

Ved videre forskning kan det være interessant å gjøre mer dybdestudier av Bygglogistik AB, da selskapet har svært spennende og innovative løsninger. I vårt forskningsarbeid fikk vi bare skrapet i overflaten av dette selskapet.

Det kan også være interessant å forske videre ved å prøve ut tilnærminger fra oljebransjen i byggebransjen. Dette kan vise i praksis at bransjene kan lære av hverandre.

6. Redegjøring for veileders og eventuelle andre bidragsytere sin rolle i arbeidet og forskningen som presenteres i den vitenskapelige artikkelen.

I utarbeidelsen av den vitenskapelige artikkelen har det vært flere ulike bidragsytere. Case-studiet tar utgangspunkt i informasjon fra fire ulike selskaper, og det er derfor naturlig å kategorisere disse bidragene som vesentlig.

I Hersleth Entreprenør bidro Produksjonsleder Anders Paulsboe og Prosjektleder Øystein Røtne med relevant informasjon om utførelsen av rigg og logistikk på prosjektet deres beliggende på Rygge. De har også vært til disposisjon ved eventuelle uklarheter og spørsmål i forbindelse med datainnsamlingen.

I Veidekke Entreprenør var bidragsyterne Utviklingssjef Sigmund Aslesen, Anleggsleder Drift Kristian Englund og Formann Rigg Magne Frigård. Sigmund Aslesen bidro i form av innspill i samtaler vedrørende utarbeidelse av problemstillingen, og opprettet kontakten opp mot byggeledelsen av prosjektet nye Jessheim VGS. Kristian Englund og Magne Frigård bidro med relevant informasjon om utførelsen av rigg og logistikk på prosjektet. De har også vært til disposisjon ved eventuelle uklarheter og spørsmål i forbindelse med datainnsamlingen.

Fra Bygglogistik AB var Markedssjef Magnus Bech hovedbidragsyteren. Magnus Bech presenterte Bygglogistik AB's løsninger innen rigg og logistikk, gjennom en presentasjon og samtaler, samt et byggeplassbesøk i Göteborg. Magnus Bech har også vært til disposisjon ved eventuelle uklarheter og spørsmål i forbindelse med datainnsamlingen.

I Songa Offshore var bidragsyterne Teknisk sjef for operasjoner Roger Sandanger og operasjons sjef Rolf Morales. Disse personene bidro med relevant informasjon på hvordan Songa Offshore løser rigg og logistikk i forbindelse med produksjonen offshore. De har også vært til disposisjon ved eventuelle uklarheter og spørsmål i forbindelse med datainnsamlingen.

Fra NTNU har Universitetslektor Frode Drevland, Professor 2 Glenn Ballard og Forsker Jardar Lohne bidratt til utarbeidelsen av artikkelen. Frode Drevland har bidratt med sin faglige kompetanse og veiledning under hele utarbeidelsesprosessen. Glenn Ballard har gitt konstruktiv kritikk og forslag til forbedringer av artikkelens første utkast. Jardar Lohne har bidratt med kompetanse innen akademisk skriving og gitt anbefalinger til litteratur for utarbeidelse av metodedelen.

7. Beskrivelse av arbeidsfordelingen ved utarbeiding av selve artikkelen

Forfatterrekkefølgen til den innsendte artikkelen for IGLC er som følger:

1. Sondre Skjelbred
2. Magnus E. Fossheim
3. Frode Drevland

Det er de to første forfatterne som hovedsakelig har utarbeidet artikkelen i form av litteratursøk, datainnsamling, analyse av datamaterialet og skrevet innholdet i artikkelen. Hovedforfatterne har også tatt seg av figurer og bilder som er presentert i artikkelen.

Forfatter nummer tre har kommet med innspill til litteratur, definisjon av problemstilling og hva artikkelen bør inneholde. Det har vært en tett og god oppfølging i form av konstruktiv kritikk underveis i utarbeidelsen. Forfatteren har derfor både fjernet og lagt til litteratur. Forfatter nummer tre har også vært sentral i korrekturlesing og gjort enkelte endringer av den engelske setningsoppbygningen.

Den redaksjonelle utformingen har tatt utgangspunkt i tidligere publiserte konferanseartikler fra IGLC. Dette skyldes en effektiv og ryddig måte å presentere forskningen på, og økt sjanse for godkjenning av den vitenskapelige artikkelen. Når det gjelder layout har hovedforfatterne benyttet en påbudt standard mal fra IGLC. Denne beskriver retningslinjer for sideantall, overskrifter, teksttype, linjeoppsett, linjeavstand, tabuleringer, tabeller, figurer og referanser. Retningslinjene gir ingen rom for endringer.

Det ble også utarbeidet en A3 rapport, som fungerer som et utvidet og illustrert sammendrag av artikkelen. Denne rapporten ble utarbeidet av de to hovedforfatterne. Når det gjelder layout og redaksjonell utforming har hovedforfatterne også her benyttet en påbudt standard mal fra IGLC. Denne beskriver retningslinjer for sideantall, overskrifter, teksttype, linjeoppsett, linjeavstand, tabuleringer, tabeller, figurer og referanser. Retningslinjene gir heller ikke her noe rom for endringer.

8. Referanser

- Arbulu, R., Koerckel, A., Espana, F., 2005. Linking Production-Level Workflow With Materials Supply, in: 13th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Presented at the 13th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, pp. 199–206.
- Dalland, O. 1940-, 2012. Metode og oppgaveskriving for studenter. Gyldendal akademisk, Oslo.
- Flyvbjerg, B., 2006. Five misunderstandings about case-study research. *Qual. Inq.* 12, 219–245.
- Kothari, C.R., 2011. *Research Methodology: methods and techniques*, Second. ed. New Age International.
- Norwegian Standard, 2012. R-002 Lifting Equipment- Edition 2.
- Produktivitetskommisjonen, 2015. Produktivitet - grunnlag for vekst og velferd, NOU 2015:1. Oslo, Norway.
- Sander, K., 2015. Kunnskapssenteret [WWW Document]. Eksplorerende Des. URL <http://kunnskapssenteret.com/eksplorerende-design/>
- Sander, K., 2014a. Kunnskapssenteret [WWW Document]. Reliabilitet. URL <http://kunnskapssenteret.com/reliabilitet/>
- Sander, K., 2014b. Kunnskapssenteret [WWW Document]. Validitet. URL <http://kunnskapssenteret.com/validitet/>
- Yin, R.K., 2013. *Case study research: Design and methods*. Sage publications.

Del 2: Vitenskapelig Artikkel

”Comparing different approaches to site organization and logistics: Multiple case studies”

COMPARING DIFFERENT APPROACHES TO SITE ORGANIZATION AND LOGISTICS: MULTIPLE CASE STUDIES

Sondre Skjelbred², Magnus E. Fossheim³, and Frode Drevland⁴

Abstract

Effective site organization and logistics is required to have an efficient production in construction projects. The same applies to the oil industry; it is absolutely necessary that the conditions are right for achieving efficient production. The oil industry and the construction industry operate under different circumstances, and have gained different experiences regarding the challenges of site organization and logistics.

Four different cases from four different firms are presented in the paper. One case is from an offshore drilling contractor in Norway. Two cases are from the Norwegian Construction industry. The last case is from a Swedish consultancy firm, specializing in site organization and logistics in the construction industry.

The case studies focus on how the different firms manage site organization and logistics to achieve an efficient production. Practices from both industries, and a generic list of lessons learned that is applicable to all construction projects are presented in the final section of the paper.

Keywords

Lean construction, site organization, logistics, oil industry, construction industry.

Introduction

There are indications that the degree of innovation and the productivity growth rate has, since the mid 1990s, been lower in construction than in other industries (Produktivitetskommissjonen, 2015). Several other reports support the notion that the construction industry is lagging behind other industries in regards to productivity and reduction of waste (Elfving, Ballard and Talvitie, 2010; Koskela, 2000). Consequently, the decline in profit margins and increased competition in construction projects, forces the construction contractors to develop new ways of eliminating waste and increasing profit (Mastroianni and Abdelhamid, 2003).

² M.Sc Student, NTNU - Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway, +47 993 05 350, sondre.skjelbred@gmail.com

³ M.Sc Student, NTNU - Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway, +47 975 10 101, mfossheim@me.com

⁴ Assistant Professor, NTNU - Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway, +47 920 64 262, frode.drevland@ntnu.no

Logistics to, and within, the construction site is an area with a particularly large room for improvement. A report by the Strategic Forum for Construction and Construction Products Association (2005) in the UK, estimates that based on evidence from other industries, cost savings of 10-30% can be achieved through effective application of logistics management techniques.

Although space needs and activity scheduling are mutually dependent, they are often considered separately (Zouein and Tommelein, 2001). Their interdependence is often ignored in the planning phase and may not be dealt with until construction is underway. Unforeseen problems identified late in the process are often expensive to remedy and can in many cases be avoided if considered at an earlier point in time. This indicates that there is a huge potential in the improvement of logistics and site organization.

In recent years, there have been several research papers addressing supply chain management (e.g. Arbulu and Ballard, 2004; Elfving and Ballard, 2013; Pinho, Telhada and Carvalho, 2008). These have focused on the flow of goods into the construction site. However, in the literature search for this paper, we found little recent research on the topic of site organization and logistics. Except for some papers that look at specific space planning tools (Tommelein and Zouein, 1993), there has been given little attention to the internal management of construction materials on site.

The paper aims to uncover effective and efficient practice for site organization and logistics on construction projects. This is done by studying three cases from the Scandinavian construction industry, where different approaches are employed. Furthermore, we also study a case from the oil and gas industry. This industry faces challenges in regards to operating in a large geographical area, while the worksites (the oilrig) are very confined. This makes an effective logistics scheme, and a carefully planned site layout, crucial for efficient production.

METHODOLOGY

Construction logistics and site organization can be viewed as a result of project participants' decisions made in order to support the production. To get an in-depth understanding of this thought-process, we chose to conduct multiple case studies. Case studies are a qualitative research method that is well suited for digging deeper and gaining concrete, context-dependent knowledge (Flyvbjerg, 2006).

Projects with varying characteristics and executed by dissimilar companies were chosen. This ensured exposure to a wide variety of practices. While conducting the case studies a process of triangulation was employed. This implies using several sources of evidence to corroborate the findings in the case studies (Yin, 2013).

Semi-structured open-ended interviews were the main source of evidence in all of the cases. It was chosen to start the interviews by asking open-ended questions to avoid pointing the interviewees in a specific direction. However, a structured interview guide was also used to not leave out important aspects. By interviewing foremen, construction managers and project managers, different perspectives were accounted for.

The case studies are presented as narratives, allowing the reader to make their own interpretations. However, the main findings of the cases are summarized and discussed in the last section of the paper.

Furthermore, documents such as site plans and procedures were reviewed. The last source of evidence was physical observations made by conducting site visits. The research methodology was the same in all of the case studies and the interviewees were asked identical questions to avoid bias.

Results

Case 1: Hersleth Entreprenør AS

The first case was the construction of a residential facility by Hersleth Entreprenør AS, a small Norwegian contractor. It was a design-build project with a value of 72.6 million NOK.

The forward planning was conducted in the design phase. Hersleth combined the role of design manager and project manager. This person planned the activities in a timeframe of 3-4 months prior to field execution. *The production manager and foreman* made a detailed activity plan, 1-2 weeks prior to field execution.

The layout of the site was planned in the design phase and remained the same for the entire construction period. The goal was to find a feasible and cost efficient layout while having easy access to water, sewage and electricity. The planned road and parking lot for the finished project was established early in the process, so that the construction work could take advantage of them. Therefore, trucks had access to the whole perimeter of the site, and could easily make deliveries exactly where the materials were needed.

Experience and routine from earlier projects was emphasized as the management's greatest asset in the planning phase. Most of the planning was done based on how it had been done on other projects. Hersleth did not operate with a separate order-schedule, but the orders were manually tracked and closely linked to the main progress-schedule. The contractor used construction drawings in an early phase to be able to order materials with a long lead-time, such as elevators.

The materials were delivered before the planned start of installation and stored temporarily on site. Efforts were made to store materials unexposed to the elements. Materials such as drywall and plywood were typically hoisted into the building per floor before the next level was added.

Hersleth had chosen to not rent a stationary crane. All of the larger lifts on the projects were related to pre-fabricated elements. These were all purchased with contracts that included delivery and installation. The supplier was also responsible for providing the crane, and brought a mobile crane on site as needed. This allowed Hersleth to carry out the remaining lifting operations at the site using only a truck-mounted crane. This was deemed the most cost efficient solution for this project.

Small make-to-stock (MTS) products, such as screws, nuts, bolts and personal protection equipment were delivered by one supplier. To avoid having to place several orders for these MTS products, vendor-managed-inventory (VMI) was implemented. The inventory of the "satellite store" was decided by the foreman and stocked once a week by a representative from the supplier.

Case 2: Veidekke Entreprenør AS

The second case was the construction of a new high school. This was a public-private-partnership project with a budget of 765 million NOK. Veidekke Entreprenør AS, one of the largest general contractors in Scandinavia, was responsible for both the planning, design and construction phase.

Veidekke operates by their framework for project-based production, Collaborative Construction Management (CCM). This is an adaptation of The Last Planner System that has been used by Veidekke since 2006 (Fundli and Drevland, 2014). Site layout and logistics is an aspect of the CCM framework and is considered on all levels of planning. An overall plan for the site layout and logistics is made as early as in the design phase. However, this plan is of a dynamic character and is updated according to the production phases of the project.

When Veidekke planned the site layout for the project, they divided the construction period into six phases with six corresponding phase plans. The access road to the site and the crane, were placed so that they would avoid coming in conflict with the safety and operation

of the old high school. The construction of the building was also done in such a sequence that materials could flow within the construction site without having to establish more than one access road. This was done by delaying the construction of the center of the building to allow trucks to access the back of the building through here, driving across the foundation.

Veidekke had a schedule for ordering materials, which gave information on what had to be ordered, when, and by whom. This allowed them to always be aware of lead times and critical dates. The material supplier delivered MTS items such as plywood, drywall, and steel twice a week on “milk routes”. This made it important to plan ahead, to avoid having to pay the additional cost express delivery would entail. Like Hersleth, Veidekke also employed VMI. The inventory of the “satellite store” was decided according to the phase the project was in and was stocked once a week.

To avoid congestion at the gate, caused by several deliveries arriving at the same time, they had a list with time-slots for deliveries that the trades could reserve. This was meant for deliveries that would utilize resources such as the crane or other lifting equipment.

The construction office and worker accommodations were located outside the construction site. This made receiving visitors and minor deliveries easier, as they did not have to conform to the site’s safety regulations. The minor deliveries were received outside the construction fence in a designated area.

The project management tried to get materials delivered only when they were needed – just-in-time. This was to avoid materials being in the way, taking up space and risk being damaged. However, materials such as drywall and steel were laid down on one level before the next level was added. This was done to make the lifting operations easier. Smaller materials and equipment had to be transported up the staircase by the work crews.

Case 3: Svensk Bygglogistik AB

Unlike the first two cases the third case does not revolve around a specific construction project nor a contractor. Rather, Bygglogistik AB acts as a third party consultant, providing logistics and material handling services for construction projects. The company builds its consulting business around a comprehensive logistics analysis. This analysis considers the parameters of the construction site and its surroundings while developing the logistics plan. The layout of the workplace and understanding how the contractor will execute the construction process is essential in the analysis. Logistics in all of the project phases, such as site preparation, framework and interior work, should be taken under consideration in an early phase. Bygglogistik emphasizes the importance of early involvement of foremen to get input on solutions that are both practical and efficient.

Bygglogistik conducts the logistics analysis using AutoCAD, with additional embedded symbols and shapes. This allows them to evaluate different solutions. For example, by inserting crane radiuses they can find the optimal size, number and location of crane. The consultants also consider several other aspects regarding the crane location, such as establishing- and decommissioning-cost.

The logistics analysis is divided in two separate parts: the outer and inner analysis. Both the inner and outer analysis recognizes that the parameters of the construction site is dynamic and will therefore result in a dynamic logistics plan.

The outer analysis highlights the parameters for the construction site and the relationship to its surroundings. In other words, this analysis uncovers the possibilities and limitations that are present on the site and in the vicinity. Early planning gives the opportunity to take advantage of the area’s possibilities, and mitigate the negative impacts of the area’s limitations. For instance, renting space close to the site can be a good solution if there is not enough space for a laydown yard. The outer analysis must also consider disturbance to

surrounding neighbors. It also considers the optimal placement of all necessary equipment to make material handling as efficient as possible. This can be visualized in a 3D-model as shown in Figure 20. The allocation of storage space for the various contractors is also a result of this analysis.



Figure 20. 3D Logistics Analysis

The inner analysis considers the flow of material from when they reach the gates of the construction site, until the final point of installation. According to Bygglogistik, aspects that are not taken into account in the planning phase can cause major added costs at a later stage in the project. Therefore, it is important to take into account both the size of the materials and the turning radius of delivery equipment. One example of a result from this analysis is to decide to design pre-fabricated elements with temporary openings to allow internal transportation of materials. Figure 2 shows a project where it was originally planned to use several construction elevators. By having temporary openings, only one elevator was required. Solutions like this can provide large cost savings.

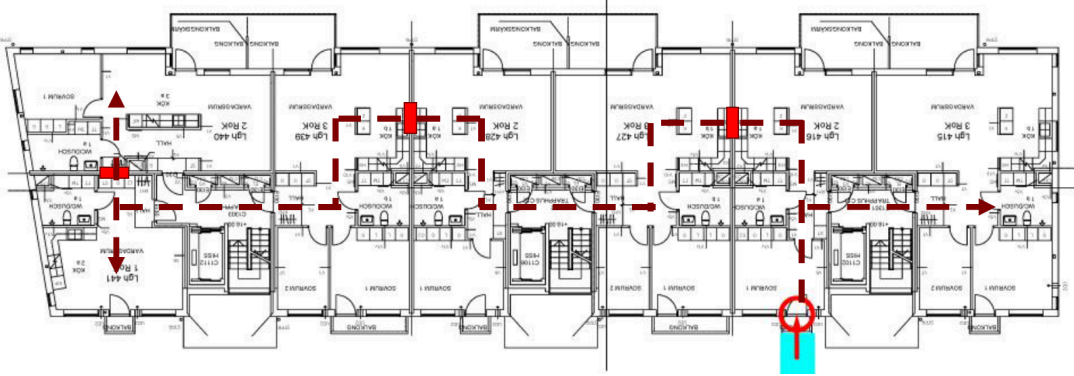


Figure 21. Design of temporary openings

Bygglogistik stresses early consideration of material handling. It gives them the possibility to impose certain delivery and packaging requirements on suppliers. For instance, less efficient packing results in the workers having to spend unnecessary time sorting, unpacking and distributing the windows. The window supplier can be required to package the windows on separate pallets for each apartment and in way that facilitates unpacking. This is usually no problem to arrange, if the request is made before making a purchase. However, this can be costly to arrange when the deal is done.

Logistics Patrol is another service offered by Bygglogistik. This service comprises of the transport of materials into the building, and debris out of the building, after regular work hours. This means that the construction workers can focus on their trades, not performing material handling, and that the production will not be interrupted by material deliveries.

Bygglogistik focuses on carrying out the work as economically as possible so that the customer will benefit. After finishing the job, the patrol creates a report informing of what has been done, and any damage occurred during delivery from the factory or occurred during the internal handling at the construction site.

Bygglogistik has developed a web-based software called LogNet for managing deliveries to the construction site. LogNet schedules the deliveries and provides a real time update of when they are arriving at the site. All users with access are able to check which unloading resources are available in a given time period. Everyone who is responsible for ordering materials to the site have access to this tool, and have to apply for a time-slot for their delivery. The time-slot has to be booked at least five days in advance. The administrator, usually the logistics manager, has to consider if the required resources are available. Based on the availability, the request is either accepted or a new time-slot is suggested.

All deliveries must be called-in by the driver 30 minutes prior to arrival at the construction site. When the materials arrive at the site the logistic manager will register them, and the responsible person will be notified by receiving a text message from LogNet. The materials will then either be picked up by the contractor or temporarily stored until the Logistics Patrol arrives in the afternoon. The logistics manager has a standby system with a dedicated parking area for delayed deliveries, and accepts the deliveries when the handling resources become available.

Bygglogistik was hired as a consultant and responsible for material handling in a residential project in Gothenburg with 162 apartments. The contract value of the project was 160 million SEK. The marketing manager stated that the total achieved savings due to working efficiently with logistics was 16,000 working hours compared to what was estimated in the tender agreement. The total savings incurred for the project amounted to approximately 5.6 million SEK. The consulting and material handling cost for using Bygglogistik was approximately 2 million SEK. Total cost savings incurred by the developer was thus 3.6 million SEK.

Case 4: Songa Offshore

The last case is from the oil and gas industry. Songa Offshore is a Norwegian drilling contractor founded in 2005. The company presently operates a fleet of three midwater semi-submersibles, but an additional four are being built and will be delivered within 2015. Songa Offshore is Statoil's largest drilling services provider operating in the harsh environment of the North Atlantic Basin (Songa Offshore, 2013).

One of the major challenges in regards to logistics in the offshore oil industry is the distance from the material supplier to the location of the oilrigs. The harsh weather conditions are also a factor that has to be considered. Scarcity of storage space on the oilrigs, long lead times on material orders, and large distances makes an effective logistics system a necessity to achieve efficient operations. Material handling onboard the oilrig is also a major challenge, and a field where there is great potential for improvement. One of our informants claimed that drilling for oil is about 90% logistics, making it extremely important to streamline this.

Many components that are crucial to the operations offshore have long lead times and it is therefore important to have spares, in addition to a buffer of consumables. While the most critical parts are stored on the oilrigs, most of the materials are stored at the base onshore. The base is also where deliveries from suppliers are made, repackaged and shipped offshore to the oilrigs. There is an advanced ERP-software in place, which comprises several functions, to keep up with maintenance needs. It alerts when maintenance is to be performed, produces a list of required materials, makes a work order request, orders the required materials and the transportation of them.

Limited space on the supply vessels, low frequency of shipments and weather conditions make forward planning and coordination with the operations team critical. If, for some reason,

the necessary equipment has not been delivered on time, or spare parts are not readily available, the drilling contractor risks losing several hundred thousands of dollars in revenue. In such cases, the contractor goes to great lengths to get the parts. In some cases this even means chartering a helicopter to deliver a single piece of equipment. Therefore, there has to be a balance between just-in-time deliveries and buffers, being that the stakes are so high.

When supply vessels arrive at the rig, the deck crew operates offshore cranes to hoist the materials onboard. The containers are placed on deck according to where the materials are to be utilized and to optimize the deck space. The storekeeper makes sure that all the containers on the manifest are delivered, following a careful inspection and registration of the materials that have been delivered. Thereafter the person responsible for the order is informed that the materials have arrived.

The crew working on deck serves as a support function for the drilling crew, being responsible for all the logistics on the rig. Ideally they should have parts ready for delivery to the drill deck when they are needed. However, this isn't always the case. The ongoing operations on the drill deck is not very transparent, making it difficult for the deck crew to plan ahead and place materials in a logical manner according to drilling progress. This results in unnecessary material handling, which consumes resources in the form of labor and lifting equipment.

Based on decades of experience there has emerged a consensus viewing drilling operations as the handling and movement of parts and equipment. While the newer oilrigs are optimized for efficient material handling, the older rigs have several areas and rooms that are not accessible with crane, truck or elevators. The design of the new Cat-D rigs, which Songa has under construction, is tailored for efficient material handling. Flushed decks makes the entirety of it accessible with a forklift truck, and heavy equipment is moved on a tailored skidding system. Offshore cranes will handle heavy lifts on deck and to supply vessels, while elevators between the levels make the flow of materials within the rig more efficient. According to NORSOK Standard, "The installation shall be designed to ensure that the number of lifting operations is minimized" and "to facilitate use of fork lift truck or trolley, all transportation routes shall be planned without any obstructions or thresholds." (Norwegian Standard, 2012) The goal is that this new rig design will be 20% more efficient than conventional rigs (Statoil, 2011).

Furthermore, there is great potential for developing and implementing software to streamline logistics and material handling. The idea is to utilize computer advanced visualization tools (CAVT) to make the needs of the drill crew more transparent. Because the drilling operation is planned in 15-30 minute intervals it is possible to also plan the logistics down to this level of detail. The crew on deck would then be able to place equipment strategically to effectively accommodate the drilling operations while optimizing space usage and minimizing lifting operations. Also, by virtually placing the equipment and parts on a 3D-layout of the rig, the crew is able to keep track of where the equipment is at all times.

Discussion

In construction, materials are ordered, transported, delivered, stored, moved around, and processed before final installation. These steps should be made as efficient as possible. Steps such as moving and temporarily storing materials at the construction site are waste (Koskela, 2000), and should ideally be eliminated altogether.

Material handling within the construction site should be a priority on all projects. However, we found this to be lacking in some of the cases. Previously, in the oil and gas industry, this was barely a consideration while now it is one of the most important aspects of rig design and operations. Based on our observations, we believe the construction industry could potentially achieve great improvements in production. This will likely require that the

efficient flow of materials within the site is considered far earlier on in the project than what now is typical. Solutions like the temporary opening in the pre-fabricated elements, which we saw in the Bygglogistik case, are only possible if they are considered as an integral part of the design process.

Planning the site layout, logistics, and allocating the proper resources are essential for an efficient production. There are clear differences in how these aspects are managed in the cases reviewed. Bygglogistik and Songa Offshore use ample resources to plan the layout of an effective production area. Hersleth seems to consider logistics as a field that can easily be managed using previous experience. We believe this business-as-usual attitude may limit the opportunities for improvement, and that a more structured approach, like the framework Veidekke performs by, is required.

The flow in production should never stop due to lack of materials. However, this does not mean that all materials should be ordered as early as possible and stored on site, but rather that they should arrive just-in-time on site. A balance between material buffers on site and just-in-time deliveries should be evaluated based on certain conditions: distance to supplier, lead time, level of detail in the plans, and amount of storage space on site. Buffers should be larger if these conditions do not favor the contractor. Naturally, there will need to be larger buffers on an oilrig offshore compared to a rural construction site.

All the companies had different approaches regarding the process of ordering materials. They all identified material requirements in the forward planning, but on different levels of accuracy. The cases with a structured delivery schedule with material lead times, critical order dates, and person responsible minimized the risk of forgetting materials. However, there is a clear potential for further improvement in the construction industry, by learning from the detailed planning done in the oil industry.

Delivery from material suppliers is another area of improvement, which can increase the efficiency. The delivery requirements for the material suppliers should be thought out and clear. Bygglogistik negotiates efficient delivery and packaging solutions during procurement to avoid having to pay an extra fee for this later in the construction process. This provides savings in terms of time and cost.

Implementing software can greatly contribute to managing logistics and creating transparency for stakeholders. LogNet, employed by Bygglogistik, is a good example of this. The software creates transparency for project participants by providing real-time information about when materials are arriving and which handling resources are at their disposal. Songa's idea for CAVT-software and their ERP-system is also a good example of software that contributes to efficient operations and production.

We believe that all projects could benefit from better management of logistics and site organization. However, it seems clear that the projects with difficult conditions like limited space, poor transparency and a congested environment will have a greater room for improvement. Hiring a company like Bygglogistik on a small rural project would likely be overkill, the cost would outweigh the benefits. On the other hand, using a structured approach, like the one employed by Bygglogistik, might be necessary for a large complex urban project.

Conclusion

Based on the findings from the cases, which are discussed above, it is clear that site organization and logistics is managed differently in the oil and gas industry compared to construction. It seems that the construction industry can learn from the oil industry in regards to managing their production as a flow of materials. Achieving efficient logistics to and within the worksite is a substantial contributor to efficient operations, which is also the case in the construction industry.

With regards to how site organization and logistics should be approached, there are four points that we found to be relevant to all projects:

- Site organization and logistics should be planned at an early stage
- Software tools are beneficial in managing site organization and logistics.
- A structured approach is necessary for optimal performance
- The approach has to be tailored based on project complexity

In this paper, we have barely scratched the surface on the topic of site organization and logistics in construction projects. Based on what we have found of literature on the topic and our findings from the cases, this is clearly an area that warrants more in-depth research in the future.

References

- Arbulu, R. and Ballard, G., 2004. Lean Supply Systems in Construction. In: *12th Ann. Conf. of the Int'l Group for Lean Construction*.
- Elfving, J.A. and Ballard, G., 2013. In Search of Lean Suppliers Reporting on First Steps in Supplier Development. In: *21th Ann. Conf. of the Int'l Group for Lean Construction*. pp.135–143.
- Elfving, J.A., Ballard, G. and Talvitie, U., 2010. Standardizing Logistics at the Corporate Level Towards Lean Logistics in Construction. In: *18th Ann. Conf. of the Int'l Group for Lean Construction*. pp.222–231.
- Flyvbjerg, B., 2006. Five misunderstandings about case-study research. *Qualitative inquiry*, 12(2), pp.219–245.
- Fundli, I.S. and Drevland, F., 2014. Collaborative Design Management – A Case Study. In: *22th Ann. Conf. of the Int'l Group for Lean Construction*. pp.627–638.
- Koskela, L., 2000. *An exploration towards a production theory and its application to construction*. Espoo, Finland: Technical Research Centre Of Finland.
- Mastroianni, R. and Abdelhamid, T., 2003. The Challenge: The Impetus for Change to Lean Project Delivery. In: *11th Ann. Conf. of the Int'l Group for Lean Construction*.
- Norwegian Standard, 2012. *Lifting Equipment*. Available: <www.standard.no/en/webshop/ProductCatalog/ProductPresentation/?ProductID=589202>.
- Pinho, T., Telhada, J. and Carvalho, M.S., 2008. Supply Chain Management in Construction - A Case Study of a Portuguese Company. In: *16th Ann. Conf. of the Int'l Group for Lean Construction*. pp.821–832.
- Produktivitetskommissjonen, 2015. *Produktivitets- grunnlag for vekst og velferd, NOU 2015:1*. Available: <produktivitetskommissjonen.no/files/2015/02/nou2015_1.pdf>.
- Songa Offshore, 2013. *Company Overview*. Available:<<http://www.songaoffshore.com/Pages/Company-Overview.aspx>>.
- Statoil, 2011. *Cat D- new tailor-made rigs*. Available: <www.statoil.com/no/NewsAndMedia/PressRoom/Downloads/fact%20sheet.pdf>.
- Strategic Forum for Construction SFC and Construction Products Association CPA, 2005. *Improving Construction Logistics: Report of the Strategic Forum for Construction Logistics Group*. London, United Kingdom.
- Tommelein, I.D. and Zouein, P.P., 1993. Interactive dynamic layout planning. *Journal of Construction Engineering and Management*, 119(2), pp.266–287.
- Yin, R.K., 2013. *Case study research: Design and methods*. Sage publications.
- Zouein, P. and Tommelein, I., 2001. *Improvement Algorithm for Limited Space Scheduling*. American Society of Civil Engineers.

9. Vedlegg

- A A3 Rapport
- B Intervjuguide
- C Intervju (Veidekke)
- D Intervju (Hersleth)
- E Intervju (Bygglogistik)
- F Intervju (Songa Offshore)
- G Intervju (Songa Offshore)

Comparing Different Approaches to Site Organization and Logistics: Multiple Case Studies

Sondre Skjelbred, M.Sc Student, Norwegian University of Science and Technology, Norway

Magnus E. Fosshem, M.Sc Student, Norwegian University of Science and Technology, Norway.

Frode Drevland, Assistant Professor, Norwegian University of Science and Technology, Norway.

I. Background

Effective site organization and logistics is required to have an efficient production in construction projects. The same applies to the oil industry; it is absolutely necessary that the conditions are right for achieving efficient production. The oil industry and the construction industry operate under different circumstances, and have gained different experiences regarding the challenges of site organization and logistics.

The case studies focus on how the different firms manage site organization and logistics to achieve an efficient production. Practices from both industries, and a generic list of lessons learned that is applicable to all construction projects are presented in the final section of the paper.

II. Current conditions

Logistics to, and material handling within, the construction site is an area with great room for improvement. These aspects are often dealt with as the project progresses and are not part of the planning phase. Unforeseen problems identified late in the process are often expensive to remedy and can in many cases be avoided if considered at an earlier point in time.

III. Working hypotheses

- Considering the flow of materials, during construction, in the design phase will result in a more efficient construction phase
- The construction site should be considered as a tool in the construction process, and an optimal layout will support construction flow
- Implementing support tools and management approaches to optimize the flow of construction materials will likely result in a more cost- and time- efficient project.

IV. Research Method

The paper is based on four case studies from four different companies:

1. Case 1: Hersleth Entreprenør AS, a small Norwegian contractor, is responsible for the construction of a residential facility for senior citizens in Moss, Norway.
2. Case 2: Veidekke AS, a leading contractor and real estate developer in Scandinavia, is responsible for the design and construction of a new high school in Jessheim, Norway.
3. Bygglogistik AB, a Swedish consultant firm specializing in construction logistics, is providing services on a residential project in Gothenburg, Sweden.

4. Songa Offshore, a leading drilling contractor in the Norwegian oil industry, is currently operating three oilrigs and have four new state-of-the-art oilrigs under construction.

V. Research Findings

- It seems that the effort invested in managing the flow of materials corresponds with the consequences as a result of disturbances in the flow.
- The Swedish consultant firm Bygglogistik AB has proven that an efficient logistics scheme can result in considerable monetary savings.
- The oil industry emphasizes that the layout of the oilrig is an essential contributor to efficient operations. Material handling was not an area of focus for rigdesign in earlier years, while now it is a major consideration.
- Software for planning and visualization is a great tool for effectively managing the flow of materials. Figure 1 shows temporary openings for inside-material deliveries.



Figure 22 Temporary openings for materials

VI. Conclusions

- Site organization and logistics should be planned at an early stage
- Software tools are beneficial in managing site organization and logistics.
- A structured approach is necessary for optimal performance
- The approach has to be tailored based on project complexity

Intervjuguide

1. Logistikk

- a. Hvilke utfordringer opplever dere i forhold til logistikk og bestillinger?
 - i. Har dere oversikt over bestillingstid på ulikt materiell som trengs til prosjektet?
 - ii. Hva er bufferstørrelsen på hyllevarer som for eksempel gipsplater og 2"x4" på byggeplassen? Hvem er det som beregner hvor mye forbruksvarer som må bestilles?
 - iii. Gjøres bestillinger etter en bestillingsplan som er bestemt på forhånd eller gjøres de etter reelt behov?
 - iv. Er bestillinger av materiell en del av fremdriftsplanleggingen?
 - v. Hvordan foregår fremdriftsplanleggingen?
 - vi. Er det noen form for kontroll av at nødvendig materiell er bestilt og vil være levert innen en arbeidspakke skal igangsettes?
 - vii. I hvilken planleggingsfase blir bestillinger foretatt?
 - viii. Blir varer bestilt og levert direkte fra leverandør eller er det flere mellomledd?
 - ix. Brukes det noen form for programvare for å foreta bestillinger?
 - x. Brukes det noen form for programvare for å påminne om behov for materiell?
- b. Hvilke utfordringer opplever dere i forhold til leveranser på byggeplassen?
 - i. Hva er den typiske størrelsen på leveranser som kommer til byggeplassen?
 - ii. Hender det at leveranser blir pakket og levert til spesifikk arbeidspakke, altså sampakking fra leverandør?
 - iii. Hva er deres rutiner ved mottak av leveranser?
 - iv. Har dere en plan for levering av varer? (tid/sted)
 - v. Finnes det en ansvarlig person for samkoordinering av leveranser?
 - vi. Benyttes det noen form for programvare som holder oversikt over leveranser på byggeplass?
 - vii. Hvilke ressurser er tilgjengelig for håndtering av leveranser?
- c. Intern håndtering
 - Hvilke type materialer lagres midlertidig på byggeplassen?
 - Hvordan flyttes materialer internt på byggeplassen?
 - Hvilke materialer leveres direkte til stedet hvor arbeidsoperasjonen utføres?
 - Hvilke rutiner er det for bestilling av forbruksvarer? Hvem er ansvarlig for at det til en hver tid er tilstrekkelig materiell tilgjengelig? Har en leverandør ansvaret?
 - Deles lagerområde inn etter disipliner? Har alle en egen container?
 - Er det en hovedansvarlig for logistikk på byggeplassen? Gjennomføres det samkjøring/koordinering mellom ulike entreprenører?

d. Vareflyt ut

- Hvordan blir avfallshåndteringen gjennomført?
- Er det faste rutiner og tidspunkt for tømming av avfallscontainere?
- Avfallssortering?

2. Rigg og layout

- Hvordan planlegges riggens oppsett? Hvilke vurderinger tas?
- Er rigg planen statisk eller dynamisk?
- På hvilke nivåer oppdateres plannivåer?
- Hvor stor plass er det for midlertidig lagring?
- Hvor stort plass er det for leveranser?
- Hvilke vurderinger er tatt vedrørende plassering av tårnkran?
- Har det blitt benyttet programvare for riggens layout? BIM?

Utfordringer med rigg og layout:

Spørsmål for intervjuer av fagarbeidere:

- Hvor ofte opplever du at framdrift hindres av manglende materialer per uke?
- Hvor ofte opplever du at vareleveranser forstyrrer framdrift per uke?
- Hvor ofte opplever du at lossressurser ikke er umiddelbart tilgjengelig ved vareleveranser per uke?
- Hvor ofte oppleves det at aktiviteter som skal starte opp er hindret av materialer som er i veien.

Intervju Veidekke Entreprenør

26.01.2015, Jessheim

Geir Viken (Prosjektleder) og Magne Frigård (Formann Rigg)

Logistikk

d. Hvilke utfordringer opplever dere i forhold til logistikk og bestillinger?

- i. Har dere oversikt over bestillingstid på ulikt materiell som trengs til prosjektet?**
Benytter egen innkjøpsplan på bakgrunn av bestillingstid ut ifra erfaringstall og informasjon fra ulike leverandører. Innkjøpsplanen gir informasjon om ansvarlig bestiller, kritisk leveranse dato, frist for utsending av forespørsel, tilbudsfrist, frist kontrakt, etc.
- ii. Hva er bufferstørrelsen på hyllevarer som for eksempel gipsplater og 2"x4" på byggeplassen?**
Hyllevarer er aldri noe problem å få tak i pga gode avtaler med leverandører og rask levering. Gode avtaler gjør at det aldri skal være lenger enn en gitt leveringstid på de ulike varene. Det er nok formannen som sørger for bestillingen for sine folk. Det er verre med prefabrikkerte elementer som vinduer, dører og spesielt hele ytterveggselementer.
- iii. Gjøres bestillinger etter en bestillingsplan som er bestemt på forhånd eller gjøres de etter reelt behov?**
Hyllevarer bestilles på forhånd etter reelt behov, 1-2 uker i forveien. Prøver å tilstrebe leveringer av materialet direkte til stedet for arbeidsoperasjonen rett før materialet skal benyttes. Festemateriell skal alltid være tilgjengelig og sortimentet i container endres fortløpende med 1-2 ukers sikkerhetsmargin.
- iv. Er bestillinger av materiell en del av fremdriftsplanleggingen?**
Bestillinger er en del av framdriftsplanleggingen. Ulike varer bestilles i ulike møter avhengig av tidsperspektivet.
- v. Hvordan foregår fremdriftsplanleggingen?**
Veidekke benyttet sin egen versjon av Last Planner System som de kaller involverende planlegging. Jobber med et 1-ukes perspektiv. På BAS-møter planlegger man med et 2-4 ukers perspektiv. Driftsmøte har et 5-9 ukers perspektiv. (Det er møter for de ulike perspektivene 1 gang i uka)
- vi. Er det noen form for kontroll av at nødvendig materiell er bestilt og vil være levert innen en arbeidspakke skal igangsettes?**
At nødvendige varer er bestilt og levert innen en arbeidspakke skal igangsettes blir ivaretatt ved å holde seg til innkjøpsplanen.
- vii. I hvilken planleggingsfase blir bestillinger foretatt?**
Bestillinger blir foretatt i alle faser i planleggingen. Varer med lang leveringstid som for eksempel heis blir bestilt umiddelbart etter at anbudet er vunnet. Andre varer blir bestilt i ulike framdriftsmøter avhengig av leveransetid. Som nevnt er det utarbeidet en innkjøpsplan som inneholder informasjon om kritisk leveringsdato, frist utsending av forespørsel, tilbudsfrist.
- viii. Blir varer bestilt og levert direkte fra leverandør eller er det flere mellomledd?**

De fleste hyllevarer kommer fra Optimera. Optimera har utkjøring to dager i uken og har ekspresslevering ved behov. Prefab blir bestilt og levert direkte fra leverandør som for eksempel vegg- og takelementer.

- ix. **Brukes det noen form for programvare for å foreta bestillinger?**
Nei
- x. **Brukes det noen form for programvare for å påminne om behov for materiell?**
Nei
- e. **Hvilke utfordringer opplever dere i forhold til leveranser på byggeplassen?**
 - i. **Hva er den typiske størrelsen på leveranser som kommer til byggeplassen?**
Veldig varierende.
 - ii. **Hender det at leveranser blir pakket og levert til spesifikk arbeidspakker, altså sampakking fra leverandør?**
Noe sampakking forekommer når varer leveres fra Optimera.
 - iii. **Hva er deres rutiner ved mottak av leveranser?**
Ved levering av varer skal den ansvarlige for bestillingen bli oppringt av sjåfør om at varer er ankommet. Dersom det er små leveranser kan sjåfør legge de fra seg i leveringsbu som er utenfor det inngjerdede område så kan bestilleren hente det når de får tid.
 - iv. **Har dere en plan for levering av varer? (tid/sted)**
*Det finnes en leveranseplan for koordinering slik at større leveranser ikke kommer samtidig og man unngår at lossereressurser ikke er tilgjengelig.
Små leveranser leveres i mottaksbu ved parkeringsplassen slik at mindre leveransebiler slipper å komme inn på byggeplassen. Dette gjør at man unngår problematikk med HMS og utlån av verneutstyr til alle som skal levere småvarer.*
 - v. **Finnes det en ansvarlig person for samkoordinering av leveranser?**
Per i dag finnes det ikke en person for samkoordinering av leveranser, men i fremtiden når det blir hyppige leveranser og sammensetningen av disipliner på prosjektet blir mer komplekst vil det være behov for en ansvarlig part for koordinering av leveranser på byggeplassen.
 - vi. **Benyttes det noen form for programvare som holder oversikt over leveranser på byggeplass?**
Nei
 - vii. **Hvilke ressurser er tilgjengelig for håndtering av leveranser?**
Kran, heiser, og teleskoplaster.

Intern håndtering

- i. **Hvilke type materialer lagres midlertidig på byggeplassen?**
Varer som rør, ventilasjon, trevirke og gips kan lagres midlertidig. Det prøves å etterstrebe mellomlagring av materiell i umiddelbar nærhet til stedet for arbeidsoperasjonen. For eksempel å løfte gips inn i bygget med en gang. Når hulldekker er på plass løftes for eksempel gips og stålstendere inn og fordeles utover slik at materiell til innervegger er på plass også lagres det der til det skal tas i bruk. Tas inn før yttervegger monteres.
- ii. **Hvordan flyttes materialer internt på byggeplassen?**
Intern håndtering av byggematerialer gjøres av personell på byggeplass med teleskoplaster og jekketraller. Masser kjøres med lastebiler. Fagarbeiderne er ansvarlig for å transportere

materialer til stedet hvor det skal benyttes. Det brukes heis for å frakte materialer opp i etasjene.

- iii. **Hvilke materialer leveres direkte til stedet hvor arbeidsoperasjonen utføres?**
- iv. *Prøve å gjennomføre leveranser med just-in-time, altså at det meste av materiell leveres og plasseres direkte der det skal benyttes. Trevirke, gips, etc. er spesielt viktig å lagre på et sted som er tørt og uten påvirkning fra ytre miljø.*
- v. **Hvilke rutiner er det for bestilling av forbruksvarer? Hvem er ansvarlig for at det til en hver tid er tilstrekkelig materiell tilgjengelig? Har en leverandør ansvaret?**
Optimera har fast utkjøring to ganger i uka, mens man kan få ekspresslevering mot et gebyr. Det ideelle er å planlegge slik at de varene man trenger blir levert på den faste ruta, og dermed må man tenke litt fremover og være flink til å planlegge. Würth som festemiddel leverandør har en container på byggeplassen som fungerer som en slags butikk på byggeplass. Würth er ansvarlig for kontinuerlig etterfylling. Fast kontaktperson i Würth som skal betjene dette prosjektet.
- vi. **Deles lagerområde inn etter disipliner? Har alle en egen container?**
De fleste underentreprenørene har sin egen container med sitt materiell. Ved behov kan det også gis utvendig lagringsplass etter avtale. Senere i byggeperioden kan enkelte disipliner disponere låsbare rom i bygningen.
- vii. **Er det en hovedansvarlig for logistikk på byggeplassen?**
- viii. **Gjennomføres det samkjøring/koordinering mellom ulike entreprenører?**
Foreløpig er det ingen behov pga stor plass på byggeplass, men dette kan bli et problem senere i byggeprosjektet.

Vareflyt ut

- i. **Hvordan blir avfallshåndteringen gjennomført?**
Avfallshåndteringen gjøres etter behov.
- ii. **Er det faste rutiner og tidspunkt for tømming av avfallscontainere?**
Nei, dette gjøres etter behov
- iii. **Avfallssortering?**
Gips, treverk, metall og restavfall.

Rigg og layout

- i. **Hvordan planlegges riggens oppsett? Hvilke vurderinger tas?**
8 riggplaner ut ifra ulike faser i prosjektet. Tatt utgangspunkt i planer utarbeidet i anbudsgrunnlaget. Kranbehovet vurderes ut ifra et økonomisk perspektiv om det skal benyttes tårnkran, mobilkran eller en kombinasjon. Viktig å sikre i forhold til ytre forhold. Riggplan i 8 faser som er presentert opp mot skolen. Denne planen er utarbeidet av folk som er med i prosjektorganisasjonen. Han som har tegnet de jobber ikke lenger i Veidekke. Riggplanleggingen var en av grunnene til at Veidekke vant anbudet da hensyn til skolen som skal være i drift blir ivaretatt under hele byggeperioden. Ingen heising eller tungtransport på oversiden av bygget.
- ii. **Er rigg planen statisk eller dynamisk?**

I høyeste grad dynamisk. Det henger fremme en levende riggplan med magneter og symboler. Prosjektet er så tidlig i fasen at det meste av kommunikasjonen med ulike faggrupper er fortsatt i et muntlig stadium.

- iii. **På hvilke nivåer oppdateres plannivåer?**
Planen oppdateres på byggeledelse nivå, men med innspill fra fagarbeidere. Den er ikke helt spikret enda i og med at man er så tidlig i fasen. Prosjektledelsen er foreløpig de som utarbeider planer men det er tenkt at ulike faggrupper skal være delaktige i denne prosessen. Ledelsen legger føringen men tar selvfølgelig hensyn til innspill utenifra.
- iv. **Hvor stor plass er det for midlertidig lagring?**
Varierende i ulike faser. Det er foreløpig ikke definert et område for midlertidig lagring av materiell som blir levert på byggeplass, men hovedmålet er å få leveransene rett til de stedene de skal benyttes istedenfor å lagre de midlertidig og så flytte de senere.
- v. **Hvor stort plass er det for leveranser?**
Varierende i ulike faser.
- vi. **Hvilke vurderinger er tatt vedrørende plassering av tårnkran?**
Det var opprinnelig tenkt at det skulle være to tårnkraner, men det har de valgt å gå bort ifra fordi stål og prefableverandør gjerne il montere med egne mobilkraner. Så per i dag er det kun en tårnkran som kan betjene det plasstøpte betongarbeidet. En tårnkran er det samme som to mobilkraner. Tårnkraner er mer effektivt enn mobilkraner. Veidekke leier kraner men har egne sjåførere.
- vii. **Har det blitt benyttet programvare for riggens layout? BIM?**
archiCAD, PDF exchangeviewer

Utfordringer med rigg og layout:

- *Utfordring i forhold til store leveranser med lastebil og henger, med rygging osv. (HMS utfordringer)*
- *ulike sjåførere som ikke er kjent på byggeplass, mange aktører å forholde seg til. Har tenkt å utarbeide seg en leveranseplan som de ulike faggruppene kan skrive seg opp på. De har vurdert å innføre infoskjermer som er plassert på ulike steder på byggeplassen.*
- *Ta hensyn til drift av skolen i byggefase.*
- *På grunn av prefabrikkerte yttervegger er det ikke behov for like mye stillas da elementene heises på plass med fasadeklatrere og lifter og monteres kjapt og enkelt. Fasadeklatrere og lifter.*

Spørsmål for intervjuer av fagarbeidere:

- **Hvor ofte opplever du at framdrift hindres av manglende materialer per uke?**
- **Hvor ofte opplever du at vareleveranser forstyrrer framdrift per uke?**
- **Hvor ofte opplever du at lossressurser ikke er umiddelbart tilgjengelig ved vareleveranser per uke?**
- **Hvor ofte oppleveres det at aktiviteter som skal starte opp er hindret av materialer som er i veien.**

1. Logistikk

f. Hvilke utfordringer opplever dere i forhold til logistikk og bestillinger?

- i. **Har dere oversikt over bestillingstid på ulikt materiell som trengs til prosjektet?**
Oversikten belager seg på rutine og erfaring.
 - ii. **Hva er bufferstørrelsen på hyllevarer som for eksempel gipsplater og 2"x4" på byggeplassen? Hvem er det som beregner hvor mye forbruksvarer som må bestilles?**
Produksjonsleder og formann beregner hvor mye forbruksvarer som må bestilles.
 - iii. **Gjøres bestillinger etter en bestillingsplan som er bestemt på forhånd eller gjøres de etter reelt behov?**
Gjøres etter behov i forhold til framdriften.
 - iv. **Er bestillinger av materiell en del av fremdriftsplanleggingen?**
Bestillinger gjøres med utgangspunkt i framdriftsplanen. Byggeledelsen bruker erfaring og rutine til å avgjøre når bestillinger skal gjøres slik at varene kommer i henhold til framdriftsplanen. Entreprenøren etterspør viktig tegningsunderlag som vindusskjemaer, dørskjemaer etc. så tidlig i prosessen som mulig for å kunne bestille varer god tid i forveien og samtidig har god tid til kontrahering for å skape gunstige avtaler og kontrakter. Hersleth opererer ikke med en bestillingsplan. Produksjonsleder og formann planlegger 1-2 uker fram. Prosjektleder/Prosjekteringsleder planlegger 3-4 måneder fram i tid.
 - v. **Hvordan foregår fremdriftsplanleggingen?**
Formannen ligger en uke fram i tid støttet av produksjonsleder. Prosjektleder/Prosjekteringsleder planlegger i et 4-6 måneders perspektiv.
 - vi. **Er det noen form for kontroll av at nødvendig materiell er bestilt og vil være levert innen en arbeidspakke skal igangsettes?**
Produksjonsleder og formann sørger for at materialene kommer til riktig tid, men ingen spesifikk kontroll gjennomføres.
 - vii. **I hvilken planleggingsfase blir bestillinger foretatt?**
Varer med lang leveringstid bestilles på forhånd med god margin, hyllevarer bestilles etter hvert som arbeidet skrider fram.
 - viii. **Bli varer bestilt og levert direkte fra leverandør eller er det flere mellomledd?**
 - ix. **Brukes det noen form for programvare for å foreta bestillinger?**
Nei, bestillinger foretas per epost og telefon.
 - x. **Brukes det noen form for programvare for å påminne om behov for materiell?**
Nei
- g. Hvilke utfordringer opplever dere i forhold til leveranser på byggeplassen?**
- i. **Hva er den typiske størrelsen på leveranser som kommer til byggeplassen?**
 - ii. **Hender det at leveranser blir pakket og levert til spesifikk arbeidspakke, altså sampakking fra leverandør?**
Materialer blir enkelte ganger pakket i henhold til etasjer eller leiligheter. Spesielt kjøkken.

- iii. **Hva er deres rutiner ved mottak av leveranser?**
Benytter stort sett Manitou for mottak av leveranser.
- iv. **Har dere en plan for levering av varer? (tid/sted)**
Nei, koordinering i framdriftsmøte.
- v. **Finnes det en ansvarlig person for samkoordinering av leveranser?**
Nei, men leveranser koordineres og varsles i framdriftsmøte.
- vi. **Benyttes det noen form for programvare som holder oversikt over leveranser på byggeplass?**
Nei
- vii. **Hvilke ressurser er tilgjengelig for håndtering av leveranser?**
Hovedsakelig Manitou. Lastebilkran benyttes ved enkelte anledninger.

Intern håndtering

- viii. **Hvilke type materialer lagres midlertidig på byggeplassen?**
Gips blir lagret tildekket med presenning innvendig i bygget. Stål lagres også midlertidig.
- i. **Hvordan flyttes materialer internt på byggeplassen?**
Manitou og jekketralle
- ii. **Hvilke materialer leveres direkte til stedet hvor arbeidsoperasjonen utføres?**
Gips, settes på bukker i umiddelbar nærhet.
- iii. **Hvilke rutiner er det for bestilling av forbruksvarer? Hvem er ansvarlig for at det til en hver tid er tilstrekkelig materiell tilgjengelig? Har en leverandør ansvaret?**
Motek er ansvarlig for å fylle opp avtalte hyllevarer med forbruksvarer. Kontrolleres og fylles en gang per uke.
- iv. **Deles lagerområde inn etter disipliner? Har alle en egen container?**
Hver disiplin får sitt eget område.
- v. **Er det en hovedansvarlig for logistikk på byggeplassen?**
Nei
- vi. **Gjennomføres det samkjøring/koordinering mellom ulike entreprenører?**
Nei

Vareflyt ut

- i. **Hvordan blir avfallshåndteringen gjennomført?**
Avfallscontainere tømmes ved behov.
- ii. **Er det faste rutiner og tidspunkt for tømming av avfallscontainere?**
Nei, ved behov
- iii. **Avfallssortering?**
Gips, trevirke, metall, plast og restavfall.

Rigg og layout

- i. **- Hvordan planlegges riggens oppsett? Hvilke vurderinger tas?**
Prosjektleder utledet riggplanen. Tiltent parkering og vei for prosjektet opprettes først slik at det kan benyttes i byggeperioden. Dette gjør at leveranser kan kjøre rundt

bygget uten å måtte rygge. Rigg og vann plasseres nærmest mulig eksisterende fasiliteter for vann, avløp og strøm slik at påkoblingskostnadene blir minimalisert. Hersleth forhandler mobilkran inn kontraktpris med leverandør av prefab elementer i betong. Resterende varer leveres ved hjelp av kran på lastebil grunnet lavere kostnad enn permanent tårnkran. Prefab-leverandør har tre stk lastesoner for mobilkran. Når leverandøren ferdigstiller arbeid frigjøres lastesonene gradvis.

ii. Er rigg planen statisk eller dynamisk?

Delvis dynamisk. Diverse containere flyttes etter hvert som framdriften skrider fram.

iii. På hvilke nivåer oppdateres plannivåer?

iv. Hvor stor plass er det for midlertidig lagring?

Et større område er tilgjengelig for midlertidig lagring.

i. Hvor stor plass er det for leveranser?

God plass for leveranser.

ii. Hvilke vurderinger er tatt vedrørende plassering av tårnkran? Lastebilkran blir benyttet grunnet kostnadmessige vurderinger.

iii. Har det blitt benyttet programvare for riggens layout? BIM?

Intervju Bygg Logistikk AB

30.01.2015, Göteborg

Logistikk

- h. Hvilke utfordringer opplever dere i forhold til logistikk og bestillinger?**
- i. Har dere oversikt over bestillingstid på ulikt materiell som trengs til prosjektet?**
Kunden tar seg av bestilling av varer.
 - ii. Hva er bufferstørrelsen på hyllevarer som for eksempel gipsplater og 2"x4" på byggeplassen?**
Gjøres bestillinger etter en bestillingsplan som er bestemt på forhånd eller gjøres de etter reelt behov?
Kunden tar seg av bestilling av varer. Slot-tid bookes minimum 5 dager på forhånd.
 - iii. Er bestillinger av materiell en del av fremdriftsplanleggingen?**
Kunden tar seg av bestilling av varer.
 - iv. Hvordan foregår fremdriftsplanleggingen?**
 - v. Er det noen form for kontroll av at nødvendig materiell er bestilt og vil være levert innen en arbeidspakke skal igangsettes?**
 - vi. I hvilken planleggingsfase blir bestillinger foretatt?**
Bestillinger blir foretatt i alle faser i planleggingen. Varer med lang leveringstid som for eksempel heis blir bestilt umiddelbart etter at anbudet er vunnet. Andre varer blir bestilt i ulike framdriftsmøter avhengig av leveransetid.
 - vii. Blir varer bestilt og levert direkte fra leverandør eller er det flere mellomledd?**
De fleste varer blir levert direkte fra leverandør.
 - viii. Brukes det noen form for programvare for å foreta bestillinger?**
Nei
 - ix. Brukes det noen form for programvare for å påminne om behov for materiell?**
Nei
 - i. Hvilke utfordringer opplever dere i forhold til leveranser på byggeplassen?**
 - i. Hva er den typiske størrelsen på leveranser som kommer til byggeplassen?**
Veldig varierende.
 - ii. Hender det at leveranser blir pakket og levert til spesifikk arbeidspakker, altså sampakking fra leverandør?**
Noe sampakking kan forekomme.
 - iii. Hva er deres rutiner ved mottak av leveranser?**
Mottaksansvarlig på byggeplassen registrerer når leveranser ankommer byggeplassen og bestilleren blir varslet via SMS. Varen blir da enten hentet av entreprenør eller lagret for en kort periode fram til logistikkpatruljen ankommer etter kl.16.00. Alle leveranser skal varsles 30 minutter før de ankommer byggeplassen. Hvis det oppstår forsinkelser, og tidsskjema for levering er fullt, må det skapes et system slik at forsinkede leveranser. Den forsinkede leveransen må da stå på standby på en bestemt parkering fram til byggeplassen er klar for å motta de forsinkede varene.
 - iv. Har dere en plan for levering av varer? (tid/sted)**
LogNet håndterer dette.

v. Finnes det en ansvarlig person for samkoordinering av leveranser?

Bygglogistikk tilbyr konsulenter for byggeplass på heltid slik at logistikken følges opp slik at planen blir fulgt. Det oppnås ingen økonomisk gevinst ved å ha materialene plassert på bygget i lengre perioder på forhånd.

vi. Benyttes det noen form for programvare som holder oversikt over leveranser på byggeplass?

LogNet er et program for planlegging av leveranser som gir en realtidsoppdatering for byggeplassen. Alle brukere har mulighet til å se hvordan det ser ut på byggeplassen med tanke på plass og losseressurser ved et gitt tidspunkt. Alle som har ansvar for å bestille inn material til byggeplassen har tilgang til dette verktøyet, hvor de søker om en «slott-tid» for leveranse. Den spesifikke slott-tiden må godkjennes av administrator som oftest en logistikkansvarlig, som vurderer om det er ressurser tilgjengelig i det gitte tidsrommet. Programmet er tilgjengelig via internett hvor hver bruker logger seg inn. LogNet stiller krav til planlegging, og det kan være vanskelig/uvant for den enkelte entreprenør å måtte tilpasse seg dette. Leverandørene er avhengig av å ha tid til å tilpasse seg kravene for levering av materialet. En ordinær bestilling bør bestilles og søkes om slott-tid i LogNet fem dager på forhånd. Når entreprenøren har innkjøpsavtaler med fabrikker må bestillingen ofte gjennomføres 14 dager på forhånd og dette krever enda bedre planlegging. De ulike entreprenørene må volum-tilpasse seg ved at de får tildelt et begrenset område for lagring på byggeplassen.

vii. Hvilke ressurser er tilgjengelig for håndtering av leveranser?

Kran og truck.

Intern håndtering

i. Hvilke type materialer lagres midlertidig på byggeplassen?

Festemateriell.

ii. Hvordan flyttes materialer internt på byggeplassen?

Intern håndtering av byggematerialer gjøres av personell på byggeplass med teleskoplaster og jekketraller.

i. Hvilke materialer leveres direkte til stedet hvor arbeidsoperasjonen utføres?

Trevirke, gips, etc.

ii. Hvilke rutiner er det for bestilling av forbruksvarer? Hvem er ansvarlig for at det til en hver tid er tilstrekkelig materiell tilgjengelig? Har en leverandør ansvaret?

iii. Deles lagerområde inn etter disipliner? Har alle en egen container?

De fleste underentreprenørene har sin egen kontainer med sitt materiell. Ved behov kan det også gis utvendig lagringsplass etter avtale. Senere i byggeperioden kan enkelte disipliner disponere låsbare rom i bygningen.

iv. Er det en hovedansvarlig for logistikk på byggeplassen? Gjennomføres det samkjøring/koordinering mellom ulike entreprenører?

Bygglogistikk tilbyr konsulenter for byggeplass på heltid slik at logistikken og koordineringen følges opp slik at planen blir fulgt.

Vareflyt ut

i. Hvordan blir avfallshåndteringen gjennomført?

Bygglogistik tar seg av avfallshåndteringen ved å tømme containere inne i bygget.

v. Er det faste rutiner og tidspunkt for tømming av avfallscontainere?

Ja, Logistik Patruljen.

vi. Avfallssortering?

Rigg og layout

vii. Hvordan planlegges riggens oppsett? Hvilke vurderinger tas?

Logistikkanalysen visualiserer hvordan logistikken skal gjennomføres. Bygglogistikk leverer analysen som en konsulent-tjeneste ved å tegne opp de logistiske forutsetningene. Analysen ser på områder som arbeidsplassen krever og hvordan entreprenøren skal produsere. Det er viktig å ha fokus på hvordan man skal løse logistikken i alle kjeder i byggeprosessen, fra grunnarbeid, råbygg, innredningsarbeid, etc. Bygglogistik involverer prosjektets bas slik at praktiske løsninger kan skapes og avtales i felleskap. Vil for eksempel pumpebilen for betong få plass for levering av betongen, det stilles ulike krav underveis i kjedene i byggeprosessen. Bruken av fjernvarme kan også være et punkt det bør tas hensyn til slik at denne kan benyttes ved tørking i byggeperioden. Ved tidlig planlegging kan man benytte seg av mange effektive bra løsninger for logistikk innvendig. For eksempel ved å prosjektere inn enkelte åpninger i prefab-elementene for intern varetransport i byggeperioden. Dette kan gi besparelser i form med at det kun kreves en byggeheis og materialet kan tas hele veien i bygget. Arbeidet kan da starte lengst bort fra heisen og de ulike entreprenørene kan jobbe seg mot heisen. Slik at man unngår at ferdige områder ikke belastes unødvendig og produksjons-effektiviteten øker.

Bygglogistikk gjennomfører logistikkanalysen i AutoCAD, med ekstra innlagte symboler og figurer som verktøy. Dette gir mulighet til å for eksempel sette inn radiusen på kran for å finne den mest optimale kranplasseringen. Det er her viktig å tenke på flere aspekter som de produksjonsmessige, etableringsmessige og nedriggingen av kranen.

Bygglogistik deler byggeplassen inn i ytre og indre logistikk. De ytre forutsetningene viser hvilken utgangspunkt man har å jobbe med, kommunen gir som oftest de ytre parametere. Ved å være tidlig inne i prosessen kan det være mulig å forhandle de ytre parametere ved for eksempel å leie nærliggende områder for en mer effektiv rigg og logistikk. Den ytre logistikken må også ta hensyn omliggende naboer og selskaper for å minimere unødige forstyrrelser på omgivelsene. Det handler om at alt som skal med i produksjonen faktisk får plass og er praktisk tilgjengelig. For eksempel bør en container være plassert slik at lastebiler kommer til den. Tildelingen av lagringsplass til de ulike entreprenørene skjer i den ytre analysen og områdene blir tidsbestemt. Det oppleves veldig ofte at ordinære entreprenører ofte glemmer bort de små tingene som bør være med i vurderingen. Den indre logistikken gjør at vareleveransen planlegges fram til at varene er levert helt fram til stedet for arbeidsoperasjonen. Hvis dette ikke er planlagt før prosjektet starter så kan det bli svært

dyrt å løse dette underveis. Det er viktig å planlegge slik at man er sikker på at materialet kommer seg helt fram til montasjestedet. Det er her viktig å ta hensyn til størrelser på materialet og svingradius på leveranse utsyr.

viii. Er rigg planen statisk eller dynamisk?

I høyeste grad statisk.

ix. På hvilke nivåer oppdateres plannivåer?

Planen oppdateres på byggeledelse nivå, men med innspill fra fagarbeidere.

x. Hvor stor plass er det for midlertidig lagring?

Varies i ulike faser og prosjekter.

xi. Hvor stort plass er det for leveranser?

Varies i ulike faser og prosjekter.

xii. Hvilke vurderinger er tatt vedrørende plassering av tårnkran?

Det er her viktig å tenke på flere aspekter som de produksjonsmessige, etableringsmessige og nedriggingen av kranen.

xiii. Har det blitt benyttet programvare for riggens layout? BIM?

Bygglogistikk gjennomfører logistikkanalysen i AutoCAD, med ekstra innlagte symboler og figurer som verktøy. Dette gir mulighet til å for eksempel sette inn radiusen på kran for å finne den mest optimale kranplasseringen.

Utfordringer med rigg og layout:

- Utfordring ifht til store leveranser med lastebil og henger, med rygging osv
- Ulike sjåførere som ikke er kjent på byggeplass.
- Ta hensyn til drift av skolen i byggefasen.
- Bygglogistikk:
- Komme inn tidlig
- Samarbeid med arkitekter og prosjektører.
- Ingen standard i bransjen for rigg og logistikk. Hjulet må finnes opp gang på gang. Store entreprenører opererer med forskjellige enheter i hvert eneste prosjekt. Det er da vanskelig å etablere en arbeidsmodell da alle har sin måte å gjøre ting på.

Rolf Morales- Songa Offshore

2. Logistikk

a. Hvilke utfordringer opplever dere i forhold til logistikk og bestillinger?

Boring er egentlig bare logistikk. Hovedutfordringen er tilgjengelighet på utstyr og få det på plass til rett tid. Det er såpass mye endringer i vår bransje, og man må derfor planlegge flere operasjoner samtidig og planlegge for å ha riktig utstyr til riktig tid.

i. Har dere oversikt over bestillingstid på ulikt materiell som trengs til prosjektet?

Det er 2-3 store leverandører på service-siden og dermed vil det være slik at når markedet er presset, og det er mye å gjøre, kan det være opp til 2 års lead-time utstyr. Dermed må man ha reserver på slike deler.

ii. Hva er bufferstørrelsen på forbruksmateriell på plattformen? (nok til en uke/måned/kvartal) Hvem er det som beregner hvor mye forbruksvarer som må bestilles?

Man opererer med min/max på lagervarer samt man har utført kritikalitetsanalyse på de ulike delene. Dette bygger på historiske data og erfaring.

iii. Gjøres bestillinger etter en bestillingsplan som er bestemt på forhånd eller gjøres de etter reelt behov?

Man setter opp lister over hva man trenger til brønnen i samråd med kunde og tredjepart. Man setter da også opp en plan med kritisk bestillingsdato og kritisk leveringsdato.

iv. Er bestillinger av materiell en del av fremdriftsplanleggingen?

v. Hvordan foregår fremdriftsplanleggingen?

vi. Er det noen form for kontroll av at nødvendig materiell er bestilt og vil være levert innen en arbeidspakke skal igangsettes?

vii. I hvilken planleggingsfase blir bestillinger foretatt?

viii. Blir varer bestilt og levert direkte fra leverandør eller er det flere mellomledd?

ix. Brukes det noen form for programvare for å foreta bestillinger?

Har tidligere kun hatt excel-lister men man skal nå innføre et eget vedlikeholdsprogram som holder kontroll med når vedlikehold skal gjennomføres, hva som trengs av materiell, generere ordre og bestille transport.

x. Brukes det noen form for programvare for å påminne om behov for materiell?

b. Hvilke utfordringer opplever dere i forhold til leveranser på plattform?

Vær og vind er en stor utfordring. Det forekommer at produksjonen har stanset fordi man ikke får materiell om bord pga store værutfordringer. Man

har også et kapasitetsproblem om bord på de eldre riggene. Enkelte faser i produksjonen er mer utfordrende enn de andre.

i. Hva er den typiske størrelsen på leveranser som kommer til byggeplassen?

Kontainere fra 10-20 fot

ii. Hender det at leveranser blir pakket og levert til spesifikke arbeidspakker, altså sampakking fra leverandør? Sampakking fra base?

Sampakkingen er ikke så god som den kunne vært. Alt utstyr som skal ut til riggen må innom basen og her er det et stort potensiale for å sampakke utstyr til arbeidspakker bedre. Alle pakker i egne containere (Songa i sine, Statoil i sine og tredjepart i sine).

iii. Hva er deres rutiner ved mottak av leveranser?

Varer som kommer om bord blir meldt inn til materialforvalter, som igjen sjekker at manifest stemmer overens med det som ble bestilt ut, han registrerer mottak. Sjekker ifht pakklistene at man har fått det man har bestilt.

iv. Har dere en plan for levering av varer? (tid/sted)

v. Finnes det en ansvarlig person for samkoordinering av leveranser?
Storekeeper/materialforvalter

vi. Benyttes det noen form for programvare som holder oversikt over leveranser på plattformen?

vii. Hvilke ressurser er tilgjengelig for håndtering av leveranser?

Man har to riggkraner som i prinsippet kan kjøre samtidig men mannskapsmessig er det lagt opp til å kjøre en om gangen.

c. Intern håndtering

- Hvilke utfordringer opplever dere ifht intern håndtering på plattformen?

På de eldre riggene er det en del utilgjengelige områder som ikke kan nås med kran. Det er også steder som for eksempel søylene hvor man ikke kommer frem med verken kran, heis eller annet og man må da rigge seg til med taljer.

- Hvilke type materialer lagres midlertidig på plattformen?

- Hvordan flyttes materialer internt på plattformen?

- Hvilke materialer leveres direkte til stedet hvor arbeidsoperasjonen utføres?

- Hvilke rutiner er det for bestilling av forbruksvarer? Hvem er ansvarlig for at det til en hver tid er tilstrekkelig materiell tilgjengelig? Har en leverandør ansvaret?

Går en ordre fra storekeeper som går videre til teknisk avdeling som sjekker at spesifikasjonene er korrekte og så går ordren videre til innkjøpsavdelingen som skal hente inn tilbud fra tre leverandører med mindre det foreligger en rammeavtale. Så går bestillingen derfra når den blir godkjent av operasjonsteamet.

- Deles arealet om bord inn etter disipliner? Har alle en egen container?
- Er det en hovedansvarlig for logistikk på plattformen? Gjennomføres det samkjøring/koordinering mellom ulike disipliner?

Samkjøringen går via innkjøpsavdelingen. Dette er veldig lønnsomt i og med at det er mange ganger det blir foretatt små ordre som resulterer i at selve ordren blir dyrere enn varen som gjør at innkjøpsavdelingen kan stanse slike enkeltordre og heller slå den sammen med andre. Nå som det er flere rigger har man kunne begynne å samkjøre på tvers av riggene og dra nytte av stordriftsfordelene det fører med seg.

d. Vareflyt ut

- Hvordan blir avfallshåndteringen gjennomført?
- Er det faste rutiner og tidspunkt for tømming av avfallscontainere?
- Avfallssortering?

2. Rigg og layout

- Hvordan planlegges arealbruk til materiell? Hvilke vurderinger tas?

Gjort vurderinger opp imot NORSOK for å se på materialhåndtering. Man skal kunne kjøre truck over alt, det er heis mellom nivåene og det er generelt tatt hensyn til at materiell må flyttes og håndteres om bord. På de eldre riggene er det ikke tenkt materialhåndtering i det hele tatt, med mange små dekk og mange trapper. Her må man stort sett bruke kran, noe som etterstrebes å redusere pga historisk mange uønskede hendelser med kranløft.

- Er layouten(floorplans) statisk eller dynamisk?
- Hvor stor plass er det for midlertidig lagring?
- Hvor stort plass er det for leveranser?
- Hvilke vurderinger er tatt vedrørende plassering av kraner?
- Har det blitt benyttet programvare for riggens layout? BIM?

Utfordringer med rigg og layout:

En annen utfordring er at når det er veldig fullt på riggen må man flytte rundt på ting hele tiden for å få plass til utstyr som kommer fra båt eller boredekk og da mister man litt oversikt over hvor de ulike kontainerne med de ulike delene er. Dette gjelder også spesielt når man har lagerbåt liggende ved siden av. Da blir man væravhengig fordi utstyr må løftes opp og ned hele veien.

Roger Sandanger- Songa Offshore

3. Logistikk

a. Hvilke utfordringer opplever dere i forhold til logistikk og bestillinger?

Den største utfordringen er store avstander til lokasjonene. Det er også en stor utfordring at man har lang leveringstid og transporttid på deler.

Har dere oversikt over bestillingstid på ulikt materiell som trengs til prosjektet?

Har ikke definert bestillingstid i systemene, men man har definert kritiske leveranser/deler som er plassert ute på riggene. Det er bygd opp et lager på land basert på historikk og erfaring.

i. Hva er bufferstørrelsen på forbruksmateriell på plattformen? (nok til en uke/måned/kvartal) Hvem er det som beregner hvor mye forbruksvarer som må bestilles?

Opererer med min og max på materiell, og har definert et bestillingspunkt ut ifra dette.

ii. Gjøres bestillinger etter en bestillingsplan som er bestemt på forhånd eller gjøres de etter reelt behov?

Riggene bestiller etter behov men også etter minimumsbeholdninger. Legger opp bestillinger en gang i uka for forbruksmateriell.

iii. Er bestillinger av materiell en del av fremdriftsplanleggingen?

Opererer med lang lead items og derfor må man investere i capital spares i tilfelle man får behov for de.

iv. Hvordan foregår fremdriftsplanleggingen?

v. Er det noen form for kontroll av at nødvendig materiell er bestilt og vil være levert innen en arbeidspakke skal igangsettes?

Lager detaljert SOW for hver arbeidspakke og der er det også definert materialbehovet. All materiell legges inn i systemet og dermed kan man holde oversikten over at all materiell er tilstede.

vi. I hvilken planleggingsfase blir bestillinger foretatt?

vii. Blir varer bestilt og levert direkte fra leverandør eller er det flere mellomledd?

viii. Brukes det noen form for programvare for å foreta bestillinger?

ERP-system, holder på å etablere nytt. Ser også mulighetene i å legge inn vedlikeholdspakker i systemene og der også legge inn delbehovet og tidsintervaller. Delene skal da ikke lagres på riggen, men lagres på land så skal det shippes ut en pakke med delene til arbeidspakken. Dette kan for eksempel være at man får en påminnelse i systemet om at om to uker skal det være vedlikehold på motorene på den ene riggen og da vil det være behov for et gitt antall oljefilter osv osv. Da slipper man store lager på hver rigg og materialene kommer ut JIT.

ix. Brukes det noen form for programvare for å påminne om behov for materiell?

b. Hvilke utfordringer opplever dere i forhold til leveranser på plattform?

Alt som blir sendt ut blir pakket i kontainere på land, og det blir manifestert. Når det kommer til riggen blir det pakket ut, tatt mottak på og registrert i systemene om bord på riggen. Det som blir utfordringen er at det er kontinuerlige boreoperasjoner og logistikk om bord og da er det vanskelig å holde oversikt over hvor de ulike kontainerene er, og hva som er i de. Denne delen er veldig manuell. Burde hatt en oversikt på riggen over hvor de ulike kontainerene står for å unngå å lete etter riktig kontainer. Stort potensiale i å effektivisere tiden til de som jobber med logistikk offshore.

i. Hva er den typiske størrelsen på leveranser som kommer til byggeplassen?

kontainerstørrelse

ii. Hender det at leveranser blir pakket og levert til spesifikke arbeidspakker, altså sampakking fra leverandør? Sampakking fra base?

Det meste blir pakket om i kontainere på land, men det er ingen systematikk i at arbeidspakker blir samlet. Det pakkes om for å sjøsikre og spare plass på båten.

iii. Hva er deres rutiner ved mottak av leveranser?

iv. Har dere en plan for levering av varer? (tid/sted)

v. Finnes det en ansvarlig person for samkoordinering av leveranser?

Storekeeper har ansvaret for å ta imot varer og varsle riggorganisasjonen om at varene er kommet om bord.

vi. Benyttes det noen form for programvare som holder oversikt over leveranser på plattformen?

Per nå er det kun manuell oversikt, men det jobbes med et webbasert system som skal hjelpe å holde oversikt over utstyret som er om bord og knytte dette opp mot operasjon slik at de på dekk hele tiden vet hvilket utstyr som skal klargjøres og brukes i operasjon slik at det plasseres hensiktsmessig i et logistikk perspektiv. Man trenger et verktøy for å gjøre det mye mer visuelt og transparent.

vii. Hvilke ressurser er tilgjengelig for håndtering av leveranser?

To offshorekraner, kranfører, dekkcrew som jobber 100% med logistikk.

c. Intern håndtering

Utfordringen er at man ikke har en god oversikt over hva som trengs av operasjon til enhver tid. Dermed flyttes det på mye utstyr i og med at man kun har mulighet til å planlegge et par steg av gangen. Det er manuell kommunikasjon og det er lite transparent. Man må foreta mye unødvendige mellomløft. Det jobbes med et verktøy som knytter logistikken mot operasjonen slik at når båt kommer med utstyr så vet dekksgjengen hvor de skal plassere det slik at det ligger mest hensiktsmessig til slik at man unngår mest mulig mellomløft.

- Hvilke utfordringer opplever dere ifht intern håndtering på plattformen?

- Hvilke type materialer lagres midlertidig på plattformen?

Hvor lenge og hva som lagres på dekk er avhengig av frekvens på båter, hvor god plass det er om bord, hvor lang tid det trengs for å klargjøre utstyret, men typisk er 2-3 dager for det skal brukes.

- Hvordan flyttes materialer internt på plattformen?

- Hvilke materialer leveres direkte til stedet hvor arbeidsoperasjonen utføres?

- Hvilke rutiner er det for bestilling av forbruksvarer? Hvem er ansvarlig for at det til en hver tid er tilstrekkelig materiell tilgjengelig? Har en leverandør ansvaret?

Til operasjon er det boresjefen, mens reservedeler er chiefen ansvarlig for å bestille.

- Deles arealet om bord inn etter disipliner? Har alle en egen container?

Nei, dette arealet skal optimeres for å utnytte plassen best mulig ifht effektiv operasjon.

- Er det en hovedansvarlig for logistikk på plattformen? Gjennomføres det samkjøring/koordinering mellom ulike disipliner?

d. Vareflyt ut

- Hvordan blir avfallshåndteringen gjennomført?

Oversiktlig miljøstasjon og det foreligger en avfallsplan for hver rigg, og når en kontainer er full kommer det en ny om bord.

- Er det faste rutiner og tidspunkt for tømming av avfallscontainere?

Gjøres etter behov

- Avfallssortering?

4. Rigg og layout

- Hvordan planlegges arealbruk til materiell? Hvilke vurderinger tas?

Ulike faser i operasjon avgjør hvilke deler av dekket som er fylt opp. Det er en plan på hvor diverse utstyr skal plasseres på dekk når det ikke er i bruk i operasjon.

- Er layouten(floorplans) statisk eller dynamisk?

- Hvor stor plass er det for midlertidig lagring?

- Hvor stort plass er det for leveranser?

- Hvilke vurderinger er tatt vedrørende plassering av kraner?

Plassert for å kunne betjene hele riggen.

- Har det blitt benyttet programvare for riggens layout? BIM?

Utfordringer med rigg og layout:

90% av det man egentlig holder på med på en rigg er logistikk. Man flytter på utstyr hele veien. På de nye riggene som bygges er materialhåndteringen veldig gjennomtenkt ifht det som er tilfelle på de eldre riggene. Man har blant annet bygd riggene med "flushed" dekk slik at man kan kjøre truck over hele riggen. Logistikken er veldig gjennomtenkt nå mens tidligere ble det tatt lite hensyn til effektivitet.. Det er også et stort behov for software for å kunne visualisere plassering av materiell ifht operasjon. Operasjonen planlegges for 15-30 min av gangen og derfor er det viktig å ha en mer effektiv interaksjon mellom boring og dekk.

