



Kunnskap for en bedre verden

Bacheloroppgave TLOG3001-A

Samhandling av logistikkaktiviteter som en mulighet for tids- og kostnadsbesparelse på byggeprosjekt

Collaboration of logistics activities as an opportunity for time and cost savings on construction projects



Forfattere:

Guro Emma Rødsjø

Sofie Aarmo

Kristina Stenbro

Tittel

Samhandling av logistikkaktiviteter som en mulighet for tids- og kostnadsbesparelse på byggeprosjekt

Collaboration of logistics activities as an opportunity for time and cost savings on construction projects

Prosjektnr

LOG-006- 2017

Forfatter(e)

**Guro Emma Rødsjø
Sofie Aarmo
Kristina Stenbro**

Oppdragsgiver eksternt

NHO Service v/ Lasse K. Tenden

Dato
levert

23.05.17

Antall
del-
rapporter

1

Totalt antall
sider

181

Veileder internt

Asbjørn J. Wexsahl

Rapporten er ÅPEN

Kort sammendrag

Oppgaven utforsker forbedringspotensialet knyttet til logistikk på byggeprosjekt og ser nærmere på om bransjen kan spare tid og penger ved å samarbeide om logistikken. Det er kartlagt hvilke utfordringer knyttet til logistikk bransjen møter i dag og forsket på skjulte logistikkostnader knyttet til byggeprosjekt. Med bedre oversikt og kontroll, samt omstrukturering til å samhandle logistikkaktivitetene vil man kunne oppnå en tids- og kostnadsbesparelse.

Tidsbruk for de tre av de største fagfeltene, bygg, rør og elektro er analysert. Resultatene viser at 25% av en fagarbeiders gjennomsnittlige arbeidsdag går med til å utføre logistikkaktiviteter. Dette utgjør så mye som 6% av et byggeprosjekts total kostnad .

Et eget logistikkteam vil kunne ivareta både planlegging, gjennomføring og oppfølging av logistikkaktivitetene. Denne løsningen vil kunne gi tids- og kostnadsbesparelser på byggeprosjekter.

Stikkord fra prosjektet

- Samhandling
- Logistikkaktiviteter
- Effektivisering
- Produktivitet
- Byggeplass

Forord


Med denne oppgaven avslutter Sofie Aarmo, Guro Emma Rødsjø og Kristina Stenbro sin utdanning som logistikkingeniører ved NTNU avd. Trondheim. Oppgaven tilsvarer 20 studiepoeng og omhandler logistikk på byggeplass.

Logistikkingeniørstudiet ved NTNU er en ingeniørutdanning som legger vekt på industriell logistikk som innkjøp, forsyning og optimale produksjonsprosesser. Med denne bakgrunnen kan man som ferdigutdannet jobbe innen mange næringer. Med et ønske om å spesialisere oss på logistikk i byggebransjen fattet vi interessen for denne oppgaven da den ble presentert av vår veileder høsten 2016. Oppgaven bygger videre på en bacheloroppgave levert av to logistikkstudenter våren 2016 med tittelen "*Effektivisering av logistikk-aktiviteter på byggeplass*" og ser på muligheten for samhandling av logistikk for tids- og kostnadsbesparelser på byggeprosjekter. Oppgaven er laget på bestilling av NHO Service og tar for seg dagsaktuelle utfordringer i byggebransjen. Det har derfor vært en spennende oppgave å jobbe med og en lærerik prosess.

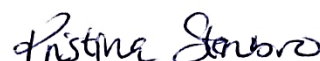
Underveis i prosjektet har vi fått gode råd og innspill fra engasjerte samarbeidspartnere. Disse er NRS, Optimera, HENT, GK, Oras og Vintervoll. Vi vil derfor rette en takk til våre kontaktpersoner her, Geir Trøan, Kai Kvaal, Per Olav Haagensli, Astrid Hovsten, Jahn Andre Johansen, Tore Kvalen, Morten Risan, Knut Ivar Klefsås, Robert Walnum Skjervstad og Lars Petersen. Vi retter også en takk til andre aktører som har vært behjelpelige.

Til slutt vil vi rette en stor takk til vår kontaktperson i NHO Service, Lasse K. Tenden og vår veileder ved NTNU, Asbjørn J. Wexsahl.

Trondheim
24.05.2017


Guro Emma Rødsjø


Sofie Aarmo


Kristina Stenbro

Sammendrag

Den norske byggebransjen har hatt svært lav produktivitetsvekst i mange år, til tross for at omsetningen i bransjen øker. Det bygges stadig større og mer komplekse bygg, og det kreves mer av bransjen for å oppnå videre lønnsomhet. Logistikken i et byggeprosjekt er sentral og viktig for å sikre flyt, kontroll og oversikt. Likevel lider den av dårlig planlegging, lite kostnadskontroll og blir ikke tilstrekkelig prioritert.

Problemstillingen i denne oppgaven utforsker forbedringspotensialet knyttet til logistikk på byggeprosjekt og ser nærmere på om bransjen kan spare tid og penger ved å samarbeide om logistikken på byggeplasser. Det er kartlagt hvilke utfordringer knyttet til logistikken bransjen møter i dag og forsket på skjulte logistikkostnader knyttet til byggeprosjekt. Med bedre oversikt og kontroll, samt omstrukturering til å samhandle logistikkaktivitetene, vil man kunne oppnå tids- og kostnadsbesparelser på byggeprosjekter.

Opgaven har identifisert seks store utfordringsområder knyttet til logistikk i byggeprosjekt: planlegging, organisering, kommunikasjon og samarbeid på byggeplassen, tidspress og HMS. Tidsbruk for fagarbeidere i tre av de største fagfeltene, bygg, rør og elektro er analysert, og det kommer frem at en fagarbeider i gjennomsnitt bruker 25% av sin arbeidsdag på logistikkaktiviteter. Ulike sammenstillinger viser at kostnadene for disse aktivitetene utgjør omtrent 6% av et prosjekts total kostnad.

Et eget logistikktteam vil kunne ivareta både planlegging, oppfølging og gjennomføring av logistikkaktivitetene. Oppgaven viser at en logistikkarbeider med logistikkaktivitetene som hovedoppgave vil kunne arbeide opptil 25% mer effektivt enn en annen fagarbeider, grunnet spesialisering, motivasjon og planlegging. Med økt fokus på logistikk på byggeplass og større grad av samarbeid på tvers av fag vil man kunne redusere fagarbeidernes tid brukt til logistikk med opptil 17%. Det argumenteres også for at dette vil kunne gi positive følger på sykefravær, trivsel og miljøhensyn.

Det ligger et stort potensiale i å omstrukturere logistikken på byggeplass og spesialisering er et nøkkelord. Høyere grad av samarbeid og syn for det helhetlige bildet for byggeprosjekter er viktig for å oppnå en bedring, og det er relativt enkle endringer som skal til.

Abstract

The Norwegian construction industry has suffered from a very low productivity growth for many years, despite the fact that the revenue in the industry is increasing steadily. Constructions are getting both bigger and more complex, and more is required to accomplish profitability in the industry. Logistics in construction project is key and important to ensure flow, control and overview. Nevertheless, it suffers from poor planning, low cost control and is not adequately prioritized.

The topic of this study explores the potential for improvement associated with logistics on a construction project, and looks into whether the industry might save time and money by collaborating on logistical task at the construction site. It is mapped out which challenges associated with logistics the industry encounters today, and the hidden costs related to logistics is researched. With better overview and control, as well as restructuring the logistics to collaboration of the logistical tasks, time and cost savings will be achieved.

The study has identified six major areas related to logistics that is challenging for construction projects: Planning, organization, communication and cooperation at the building site, and pressure on time and HSE (Health, Safety and Environment). Time studies of the three major fields of educated craftsmen: construction, plumbing and electrical is analyzed. It has been identified that on average, an educated craftsman spends 25% of his day on logistical activities. Through various assemblies it has been found that the cost of these activities accounts for approximately 6% of the total cost of a project.

A separate team for logistics will be able to take better care of both planning, follow-up and execution of the logistics activities. The study shows that a logistical worker with logistical activities as his main task will be able to work up to 25% more efficiently than other workers, due to specialization, motivation and planning. With increased focus on logistics on construction sites and greater cooperation between fields, one can reduce the time spent by the educated craftsmen used for logistics by up to 17%. It is also argued that this could give positive consequences on sickness leave, well-being and environmental considerations.

There is great potential in restructuring logistics at the construction site, and specialization is a key word. Higher degree of collaboration and vision for the overall image for construction projects is important in order to improve. Relatively simple changes are required to accomplish this.

Innholdsfortegnelse

1. Innledning	1
1.1 Bakgrunn	1
1.4 Problemstilling og forskningsspørsmål	4
1.4.1 Problemstilling.....	4
1.4.2 Forskningsspørsmål	4
1.5 Avgrensninger	4
1.6 Rapportens disposisjon.....	6
2. Teorigrunnlag	7
2.1 Lean.....	7
2.1.1 Lean Construction og Last Planner System.....	9
2.2 Porters femkraftsmodell	10
2.3 PUKK: Planlegge – Utføre – Kontrollere – Korrigere.....	12
2.4 Pokayoke	13
2.5 5S - Standardisering av arbeidsplass	13
2.6 Outsourcing	14
3. Metode	17
3.1 Forskningsdesign.....	17
3.2 Litteraturfordypning	18
3.3 Datainnsamling.....	18
3.4 Intervju som metode.....	18
3.5 Vurdering av metodevalg	18
3.6 Kvalitetssikring	19

4. Resultat og innsamlet empiri	21
4.1 Dagens situasjon.....	21
4.1.1 Kartlegging av utfordringsområder	23
4.2. Logistikkaktiviteter på byggeplass.....	32
4.2.1 Logistikkaktiviteter for fagarbeidere	33
4.2.2 Logistikkaktiviteter for anleggsledelse:.....	35
4.3 Strategisk analyse av byggebransjen med Porters Femkraftsmodell:	35
4.4 Skjulte logistikkostnader	38
4.4.1 Analyse av tidsbruk på byggeplass.....	38
4.4.2 Eksempel på kostnad for en logistikkaktivitet.....	44
4.5 Logistikkostnader i et byggeprosjekt	45
5. Samhandling av logistikk på byggeplass	49
5.1 Organisering av logistikkteamet.....	49
5.1.1 Forslag til organisering.....	49
5.2 Logistikkteamet.....	51
5.2.1 Prosjektleder logistikk eller logistikkansvarlig	51
5.2.2 Logistikkbas.....	51
5.2.3 Logistikkarbeidere	52
5.3 Implementering av lean-verktøy	55
5.3.1 Fem-stegsmodellen.....	56
5.3.3 PUKK som verktøy til styring og kontinuerlig forbedring.....	60
5.4 HUB	62

6. Drøfting	65
6.1 Funn og resultat.....	65
6.1.1 Utfordringsområder.....	65
6.1.2 Logistikkaktiviteter.....	65
6.1.3 Strategisk analyse.....	66
6.1.4 Skjulte logistikkostnader.....	66
6.1.5 Tidsanalyser.....	67
6.2 Samhandling av logistikkaktiviteter som løsning.....	67
6.2.1 Hvorfor omorganisere?.....	67
6.2.2 Møter denne løsningen utfordringsområdene?.....	68
6.2.3 Organisering av logistikkteamet.....	69
6.2.4 Lean-verktøy.....	70
6.2.5 HUB.....	71
6.2.6 Muligheter med løsningen.....	71
6.3 Oppgaveteknisk vurdering.....	72
6.3.1 Oppgavens rammer.....	72
6.3.2 Teori.....	73
6.3.3 Analyser.....	73
6.3.4 Tallmateriale.....	73
6.3.5 Oppgavens validitet.....	74
7. Konklusjon	75
7.1 Svar på forskerspørsmål:.....	75
7.2 Svar på problemstilling.....	77

8. Videreføring av studie	78
8.1 Videreføring av tidsmålinger	78
8.2 Videreføring av vår løsning.....	78
8.3 Videreføring av HUB-løsning.....	79
8.4 Transport - eget ekspeditørfirma	79
8.5 Kommunikasjon	79
Referanseliste	81
Vedlegg 1: Artikkel.....	85
Vedlegg 2: Oversikt over kilder for frekvensstudier	90
Vedlegg 3- Redigert simuleringsmodell	92
Vedlegg 4 - Mailkorrespondanse	Error! Bookmark not defined.
Vedlegg 5: Intervjuguide	Error! Bookmark not defined.
Vedlegg 6: Intervju	Error! Bookmark not defined.
Vedlegg 6.1 Intervju med Marius Jentoftsen	Error! Bookmark not defined.
Vedlegg 6.2: Intervju med Jon-Anders Solgard.....	Error! Bookmark not defined.
Vedlegg 6.3 Intervju med Tore Kvalen.....	Error! Bookmark not defined.
Vedlegg 6.4 Intervju med Eirik Rosmo	Error! Bookmark not defined.
Vedlegg 6.5 Intervju med Jahn Andre Johnsen.....	Error! Bookmark not defined.
Vedlegg 6.6 Intervju med Robert Skjervstad	Error! Bookmark not defined.
Vedlegg 6.7 Intervju med Lars Petersen	Error! Bookmark not defined.
Vedlegg 6.8 Intervju med Bjørn Snekvik	Error! Bookmark not defined.
Vedlegg 6.9 Intervju med Geir Trøan og Kai Kvaal.....	Error! Bookmark not defined.

Figurliste

- Figur 1: Fremstilling av byggebransjen i media (s. 1)
- Figur 2: Verdikjede bygg og anlegg - Fastlands-Norge (s. 2)
- Figur 3: Flyt og tapt tid i produksjonen, Veidekke (s. 3)
- Figur 4: Principles of Lean (s. 7)
- Figur 5: PDCA-hjulet (s. 13)
- Figur 6: TONE-kriteriene (s. 18)
- Figur 7: Tidsbruk rørleggere i et prosjekt (s. 40)
- Figur 8: Tidsbruk tømrer i et prosjekt (s. 41)
- Figur 9: Tidsbruk elektriker i et prosjekt (s. 41)
- Figur 10: Gjennomsnittlig tidsbruk (s. 42)
- Figur 11: Kostnad mottak av leveranser (s. 43)
- Figur 12: Prosentvis fordeling av tidsbruk på aktiviteter (s. 44)
- Figur 13: Type prosjekt, størrelse, pris og tidsbruk pr. kvm (s. 45)
- Figur 14: Timefordeling for de tre fagene i *Prosjekt X* (s. 45)
- Figur 15: Timefordeling (s. 46)
- Figur 16: Logistikkostnader *Prosjekt X* (s. 46)
- Figur 17: Timefordeling logistikkaktiviteter (s. 52)
- Figur 18: Prosentfordeling logistikkaktiviteter, logistikkarbeider vs. Fagarbeider (s. 52)
- Figur 19: Timefordeling med logistikkarbeidere (s. 53)
- Figur 20: Timefordeling med effektiv logistikk (s. 53)
- Figur 21: Ny gjennomsnittlig tidsbruk (s. 54)
- Figur 22: Fremstilling av HUB-løsning (s. 62)

Tabelliste

Tabell 1: Rapportens disposisjon (s. 6)

Tabell 2: PUKK-modellen (s. 12)

Tabell 3: De fem S (s. 14)

Tabell 4: Kildekritiske spørsmål (s. 18)

Tabell 5: Seks utfordringsområder knyttet til logistikk på byggeplass (s. 22)

Tabell 6: Logistikkaktiviteter for fagarbeidere (s. 32)

Tabell 7: Logistikkaktiviteter for anleggsledelse (s. 34)

Tabell 8: Beskrivelse av hva aktivitetene innbefatter (s. 38-39)

Tabell 9: Fem S ved standardisering av nytt logistikkteam (s. 58)

Tabell 10: Eksempel 1 - fem x hvorfor (s. 59)

Tabell 11: Eksempel 2 - fem x hvorfor (s. 60)

Begrepsforklaringer

Begrep	Forklaring
Akkord	Avtale om å utføre et arbeid for en bestemt lønn. Det betales lønn ut i fra mengde utført arbeid og ikke på tidsbruk.
Bas	Leder av et arbeid eller formann for et arbeidslag.
Entreprenør	Firma som utfører arbeid på et bygge- eller anleggsprosjekt.
Hovedentreprenør	Entreprenøren som har ansvaret for en vesentlig del av et bygge- eller anleggsarbeid.
Insourcing	Å innføre nye tjenester eller aktiviteter i egen bedrift som tidligere har vært levert av en ekstern leverandør.
Just-In-Time	Et prinsipp med mål om å sikre at noe nødvendig blir levert til riktig sted og til riktig tid.
Kjernevirksomhet	En bedrifts hovedaktivitet eller tjeneste. Hva som er den viktigste virksomheten for en bedrift.
HUB	Terminal for lagring, samling og omlasting av varer.
Totalentreprise	Når en entreprenør har ansvaret for både planlegging av gjennomføringen av et byggeprosjekt.
Lean	Kan oversettes til “slank” på norsk og er betegnelsen på en filosofi for å oppnå en optimal produksjon.
Logistikk	Planlegging og administrasjon av håndtering av materialer og produkter. Omfatter analyser av alle fysiske forflytninger av en vare fra leverandør via produksjonsleddet til kunder.
Outsourcing	Overføring av aktiviteter eller tjenester som tidligere har blitt gjennomført internt i bedriften, men som senere heller kjøpes fra en annen leverandør.
Prosjekthotell	Et digitalt prosjektrum som gir alle aktører som er inne på et byggeprosjekt tilgang til prosjektgrunnlagene, herunder tegninger og annen nødvendig informasjon.
Rigg	Nødvendig tilrettelegging for å kunne utføre et arbeid på byggeplass.
Underentreprenør	En entreprenør som har inngått kontrakt med hovedentreprenør om å utføre en del av arbeidet på et bygg- eller anleggsprosjekt.

Samarbeidspartnere og aktører

Dette studiet har en oppdragsgiver samt samarbeidspartnere og aktører som har bidratt i studiet.

Oppdragsgiver:

NHO Service

NHO Service er den nest største landsforeningen i NHO (Næringslivets Hovedorganisasjon). Foreningen består av følgende bransjer: bemanning, renhold, sikkerhet, eiendomsdrift, helse-og velferd samt arbeid og inkludering. NHO Service består av 694 bedrifter med 3.992 virksomheter og 54,5 milliarder kroner i omsetning i 2015. Bedriftene sysselsetter 74 500 årsverk.¹

Samarbeidspartnere:

HENT

HENT AS er en landsdekkende entreprenør som gjennomfører alle typer byggeprosjekter. De har sitt hovedkontor i Trondheim med avdelingskontor i Oslo, Hamar, Horten, Steinkjer, Ålesund, Bergen, Bodø og Tromsø. De har levert en rekke store byggeprosjekt til både offentlige og private utbyggere over hele landet.²

NRS

NRS Norge AS (Norsk renholdsservice) er en leverandør av renholdstjenester, kantine og logistikk. Siden selskapets oppstart i 1997 har NRS levert tjenester både innen det private og offentlige næringsliv, men tilbyr også enkelte tjenester overfor private husholdninger.³

Optimera

Optimera er Norges største aktør innen salg og distribusjon av byggevarer, trelast og interiør. Selskapet har mer enn 160 utsalgssteder og 1900 ansatte. Virksomheten innbefatter Optimera Proff, Optimera Handel, Optimera Logistikk, Optimera Byggsystemer og kjedene Montér, Flisekompaniet og Bygg. Optimera er en del av det internasjonale konsernet Saint-Gobain som utvikler, produserer og distribuerer materialer og løsninger i mer enn 67 land.⁴

ORAS

Oras er Norges ledende VVS-entreprenør. Med 13 avdelinger og over 800 profesjonelle medarbeidere leverer de skreddersydde og kostnadseffektive vann-, energi-, og klimaanlegg til alle typer bygg i hele landet. Omsetning pr. 2016 var på 1,3 milliarder kroner.⁵

GK

GK tilbyr tekniske installasjoner og rådgivning innen ventilasjon, byggautomasjon, kulde, rør, elektro, vannbårne energisystemer og energi. Selskapet har siden etableringen i 1964 hatt en dynamisk vekst og har i dag rundt 2900 ansatte og en omsetning på ca. 5 milliarder kroner. Selskapet er godt etablert i Norge, Sverige og Danmark.⁶

Vintervoll

Vintervoll er en leverandør av produkter, tjenester og løsninger innen elektro og IKT. Selskapet har hovedkontor i Trondheim og har hatt ansvaret for elektrodelen ved flere av de største byggeprosjektene i Trøndelag.⁷

Aktører:

Veidekke

Veidekke er en av Skandinavias største entreprenører og eiendomsutviklere. Selskapet utfører alle typer bygg- og anleggsoppdrag. De vedlikeholder også veier og produserer asfalt, pukk og grus. Involvering og lokalkunnskap kjennetegner virksomheten. De har en årlig omsetning på omkring 24,5 milliarder kroner, henholdsvis 65% i Norge, 28% i Sverige og 7% i Danmark og de har over 7000 medarbeidere totalt.⁸

Skanska

Skanska er et av verdens ledende prosjektutviklings- og entreprenørselskap med ekspertise innen bygg- og anlegg, utvikling av kommersielle lokaler, boliger og prosjekter i offentlig-privat samarbeid. I dag har konsernet ca. 43.000 ansatte, fordelt over europeiske land og Nord-Amerika. I Skanska Norge jobber det ca. 4000 mennesker. Hovedkontoret ligger i Stockholm og selskapet hadde i 2016 en omsetning på 151 milliarder svenske kroner.⁹

Argon Elektro AS

Argon er en bedrift med virkeområde som totalentreprenør innen svak- og sterkstrømsinstallasjoner for bygningsinstallasjon, skipsinstallasjon og maritim elektronikk. Dette innbefatter også salg, reparasjon og vedlikehold innen alle fagområdene. Bedriften har 70 ansatte.¹⁰

Byggeprosjekter

I dette studiet sees det nærmere på fire byggeprosjekter som vil være i ulike faser mens oppgaven skrives. To av disse har HENT som hovedentreprenør og de to andre har Veidekke og Skanska som hovedentreprenører.

Britannia Hotel

Britannia Hotel eies av E.C. Dahls Eiendom og er lokalisert i Trondheims bykjerne. Hotellet åpnet dørene i 1870 og har en ærerik historie. For tiden er hotellet i en omfattende renoveringsprosess, med Britannia Eiendom AS som byggherre og HENT AS som hovedentreprenør. Prosjektet er en totalentreprise for HENT, ble startet opp 1. juli 2016, og skal stå ferdig første kvartal 2019. Bygget er ca. 21000 kvm stort, og kontrakten ligger på 700 millioner eks. moms. Opptil 50 underentreprenører vil bidra til prosjektet, og det er et av de største prosjektene i Trondheim per dags dato.¹¹

Moholt 50/50

Moholt 50|50 er en studentby levert av Veidekke Entreprenør i 2016. Studentbyen er Nordens høyeste massivtrebygg, bestående av fem tårnhus, hver av ni etasjer. Totalt inneholder disse blokkene 632 hybelenheter. I tillegg til dette vil det bli levert en barnehage med plass over 170 barn og et bydelshus tiltenkt som bibliotek. Byggherre er Studentsamskipnaden i Gjøvik, Ålesund og Trondheim.¹²

HiST CK2

HiST CK2 er et byggeprosjekt med oppstart i august 2015, som for tiden er under arbeid og leveres som totalentreprise av Skanska i utgangen av 2017. Eiere av prosjektet er E.C. Dahls Eiendom. Prosjektet omfatter rehabilitering av eksisterende bygg samt riving av et eksisterende kjelhus. På tomte blir det også oppført et nytt bygg. Ferdig prosjekt skal gi plass til 1500 studenter og 185 arbeidsplasser for lærere. Prosjektet har en prislapp på 300 millioner kroner og har over 20 underentreprenører.¹³

GK-bygget

GK-bygget er et kontor- og næringsbygg levert som totalentreprise av HENT AS. Bygget samler GK Norges tre tekniske entrepriser under ett tak. Prosjektet ble startet opp i januar 2016, og avsluttet i april 2017. Bygget er lokalisert på Nidarvoll og er ca. 7500 kvm stort, fordelt på to etasjer under bakken og seks over. Prosjektet hadde en prislapp på i overkant av 100 millioner kroner, og rundt 25 underentreprenører har bidratt i prosjektet.¹⁴

1. Innledning

I dette kapitlet presenteres bakgrunnen for oppgaven. Videre utdypes oppgavens problemstilling og forskningsspørsmål før avgrensning og begrensninger blir beskrevet. Avslutningsvis kommer en kort presentasjon av rapportens disposisjon.

1.1 Bakgrunn

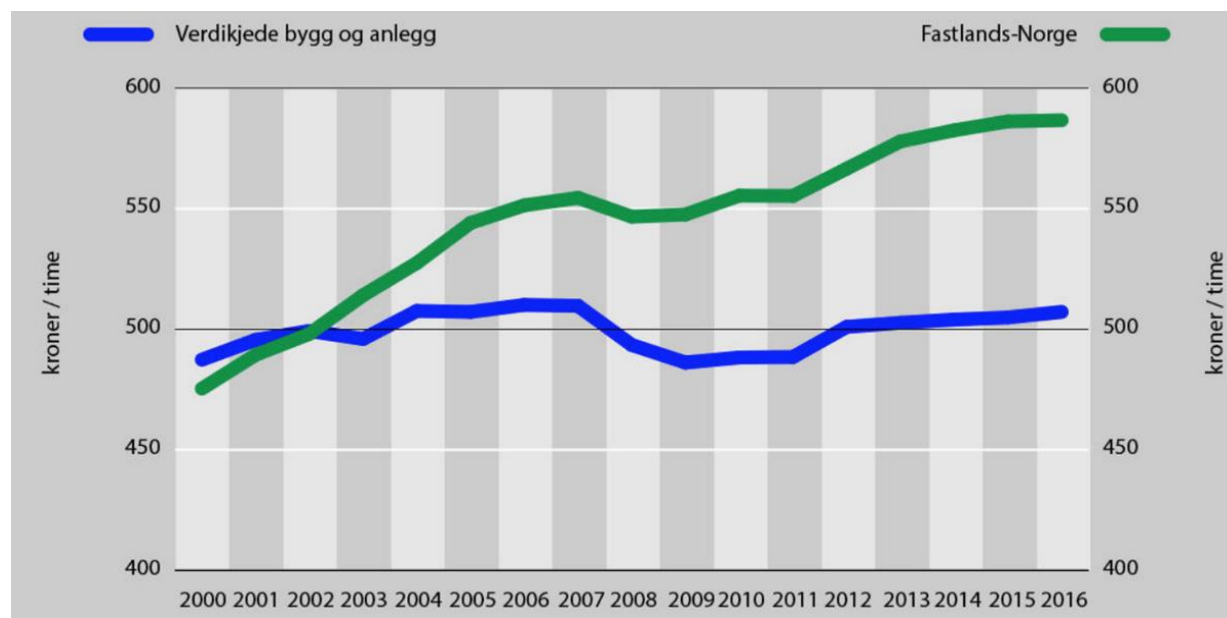
Bygg- og anleggsbransjen er Norges nest største næring, med i overkant av 200 000 ansatte og en omsetning på 450 milliarder kroner per 2014.¹⁵ På tross av dette virker det som at bransjen er i ferd med å få et dårlig renommè utad med kvalitetsproblemer, ineffektivitet og liten produktivitetsvekst.



Figur 1: Fremstilling av byggebransjen i media

Selv om bransjen er viktig for norsk næring virker produktiviteten å stå stille sammenlignet med andre bransjer på Fastlands-Norge.

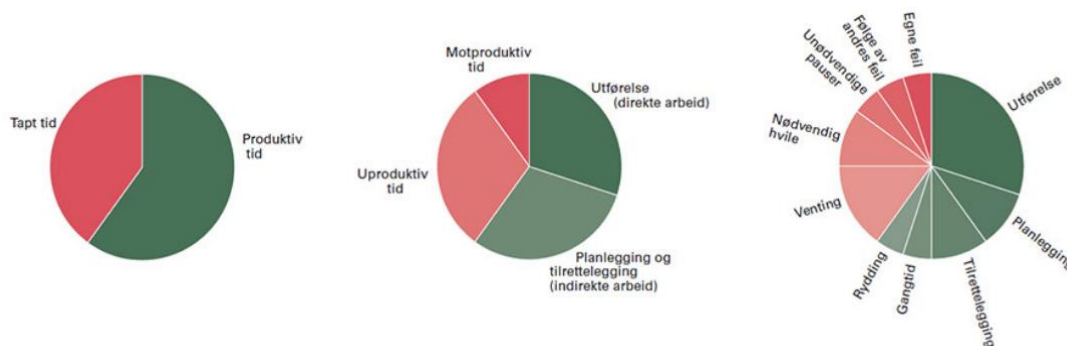
Våren 2017 publiserte Statistisk Sentralbyrå (SSB) nye beregninger som viser en marginal oppgang i produktivetsindeks for bygg- og anleggsbransjen i Norge fra år 2011 figur 2. Produktivetsindeksen viser aktiviteten, eller hvor mange timeverk som knyttes til bransjen.



Figur 2: Verdikjede bygg og anlegg - Fastlands-Norge.

Beregningene ble gjort på oppdrag fra Entreprenørforeningen - Bygg og Anlegg (EBA) og baserer seg på flere bedrifter relatert til bygg- og anleggsvirksomhet enn tidligere målinger. Disse er byggevareindustri, handel med byggevarer, arkitekter, utleie av maskiner og arbeidskraft. Det kan stilles spørsmål til behovet for å inkludere flere bedrifter i den nye målingen. Gjøres det i et forsøk på å gi et falskt inntrykk av en bedre produktivitet enn hva som er realiteten?

Ifølge et eksempel på tidsfordeling basert på erfaring i et typisk prosjekt fra Veidekke, går mye av tiden i et byggeprosjekt med til *tapt tid* og herunder utgjør *uproduktiv tid* en stor del. Vi ser av første kake til venstre i figur 3 at mer enn halve tiden er *produktiv tid*, men følger vi figuren mot høyre, og ser hvilke aktiviteter som inngår her, er kun en tredjedel *utførelse (direkte arbeid)*.



Figur 3: Flyt og tapt tid i produksjonen, Veidekke

Denne oppgaven er skrevet på oppdrag fra NHO Service med det ønske om at studenter fra Logistikingeniørstudiet ved NTNU gjennomfører et studie på logistikk på byggeplass. Seniorrådgiver i NHO Service, Lasse K. Tenden har uttalt følgende:

NHO Service har mange medlemsbedrifter som utfører tjenester i forbindelse med ferdigstilling av nybygg. Vi har da, ikke overraskende og i likhet med byggebransjen selv, observert at byggeprosjekt av større volum er kostbare, komplekse og består av mange aktører. Det er utfordrende å planlegge ned i detalj og holde oversikt over hva som skaper irrasjonell drift og unødvendige kostnader. En foregangsbedrift i FM-bransjen i NHO Service ønsket derfor å gjennomføre en studie rundt «logistikk på byggeplassen» dvs. kostnadsfordeling og mulige besparelser man kan oppnå ved å redusere unyttig tid, sykefravær og svinn og samt ulike mulige effekter ved felles outsourcing av oppgaver som ikke er avhengig av faglært arbeidskraft. Spesielt ønsket man å se på mulige effekter ved å samordne logistikken mellom flere underentreprenører og hoved-entreprenør samt eventuelle faglige utfordringer i denne forbindelse. Det ble derfor tatt kontakt med Logistikingeniørstudiet ved NTNU med sikte på å få gjennomført en slik studie.¹⁶

Denne oppgaven kartlegger hvilke utfordringer byggebransjen møter innen logistikk, avdekker skjulte logistikkostnader, samt legger frem et forslag til hvordan man kan oppnå en tids- og kostnadsbesparelse på byggeprosjeter.

1.4 Problemstilling og forskningsspørsmål

Med utgangspunkt i oppdragsgivers ønsker for denne oppgaven, samt et forprosjekt utført høsten 2016 har det blitt formulert en problemstilling med tilhørende forskningsspørsmål. Formålet med oppgaven er å besvare disse.

1.4.1 Problemstilling

Vil det ved økt fokus på logistikk og samhandling av logistikkaktiviteter kunne oppnås tids- og kostnadsbesparelser på byggeprosjekt?

1.4.2 Forskningsspørsmål

- 1. Hvilke utfordringer knyttet til logistikk på byggeplassen møter bransjen i dag?*
- 2. I hvilken grad har entreprenørene kontroll på logistikkostnadene i byggeprosjekter?*
- 3. Hvordan kan alternativ organisering av logistikken på byggeplassen gi økt produktivitet for fagarbeidere*

1.5 Avgrensninger

Denne oppgaven utarbeides i løpet av et skolesemester ved NTNU og har en tidsbegrensning på i underkant av fem måneder, fra januar til mai 2017. Oppgaven tar for seg en meget stor og sammensatt bransje med mange aktører og interesser, noe som gjør det nødvendig å sette visse avgrensninger.

Problemstillingen er blitt til i samråd med forfatterne og oppdragsgivers ønsker for dette studiet. Ingen byggeprosjekter er like og prosjektene vil derfor variere både i størrelse, kostnad og kompleksitet. Problemstillingen er dermed avgrenset til å gjelde byggeprosjekter med en størrelse over 7500 kvm. og en total kostnad på over 100 millioner kroner.

Oppgaven innbefatter kun byggeprosjekter, og bygg- og anleggsbransjen som helhet blir ikke studert. Med det har alt av anleggsvirksomhet, som veg, jernbane og kraftverk blitt utelatt. Det har også blitt gjort en videre avgrensning innen et byggeprosjekts fase, til *lukket bygg*, da de mest

aktuelle logistikkaktivitetene forekommer hyppigst i denne fasen. *Lukket bygg* vil si etter at tak og vegger er oppe.

I denne oppgaven har forfatterne valgt å begrense seg til tre store fag: Tømmer, elektro og rør. Disse fagene er ofte tilstede på byggeprosjekter over en lengre periode, krever mye plass og er sentrale for at et prosjekt skal bli vellykket. Det vil naturlig nok være langt flere fag inne på et prosjekt, men på grunn av tids- og ressursbegrensning ble det besluttet å se nærmere på tre av de største fagene.

Forfatterne er avgangsstudenter ved logistikkingeniørstudiet ved NTNU. Utdanningen er ikke rettet mot bygg- og anleggsbransjen og det er ingen fagemner som direkte omhandler bransjen og gjennomføring av byggeprosjekter. Enkelte emner kan overføres for bruk i bygg- og anleggsbransjen generelt, men det blir ikke brukt tid på terminologi og grunnleggende innføring i bransjen i logistikkutdanningen.

1.6 Rapportens disposisjon

For å oppnå en riktig og helhetlig forståelse for oppgavens problemstilling og resultater anbefales det å lese rapporten kronologisk. Rapporten består av totalt åtte kapitler. Innholdet i hvert enkelt kapittel står kort beskrevet i tabell 1.

Kapittel	Beskrivelse
Kapittel 1: Innledning	Presentasjon av bakgrunnen for oppgaven. Valgt problemstilling og forskerspørsmål samt oppgavens avgrensninger presenteres. Avslutningsvis beskrives rapportens disposisjon.
Kapittel 2: Teorigrunnlag	Benyttet teorigrunnlag presenteres.
Kapittel 3: Metode	En beskrivelse av valgte metoder benyttet i studiet. Herunder forskningsdesign, litteraturfordypning, datainnsamling, samt vurdering av metodevalg og kvalitetssikring.
Kapittel 4: Resultat og innsamlet empiri	Dagens situasjon og kartlagte utfordringsområder i byggebransjen presenteres. Logistikk på byggeplass med logistikkarbeidere og logistikkaktiviteter forklares. Logistikkostnader som oppleves som skjulte belyses ved hjelp av analyser og eksemplifiserte beregninger.
Kapittel 5: Samhandling av logistikkaktiviteter	Presentasjon av samhandling av logistikk som løsning, hvordan dette kan organiseres og begrunnelse for hvorfor denne løsningen vil gi tids- og kostnadsbesparelser. Det vises til Lean-verktøy som retningslinjer for implementering av løsningen. Det presenteres også en tilleggsløsning med HUB.
Kapittel 6: Drøfting	Oppgavens funn, resultat og foreslått løsning drøftes. Muligheter, fordeler og ulemper vurderes. Avslutningsvis kommer en oppgaveteknisk vurdering.
Kapittel 7: Konklusjon	Fullstendig konklusjon hvor forskerspørsmål og problemstilling blir besvart.
Kapittel 8: Videreføring av studiet	Forslag for videre forskning på studiet presenteres.

Tabell 1: Rapportens disposisjon

2. Teorigrunnlag

I dette kapitlet vil det bli presentert benyttet teori fra logistikkingeniørutdanningen. Det kommer en kort introduksjon til *Lean* og *Lean Construction*, samt *Last Planner System*, et hjelpemiddel med opprinnelse fra *Lean Construction*. Verktøyene *Porters femkraftsmodell*, *PUKK*, *Pokayoke* og *5S* vil også bli presentert.

2.1 Lean

Lean er en helstøpt produksjonsfilosofi med mål om å maksimere kunde verdi for minst mulig kostnad. Fokuset ligger på å øke kvaliteten på produksjon og sluttprodukt for kunde ved å eliminere sløsing og tap som igjen reduserer kostnad.¹⁷

Filosofien bygger på fem grunnleggende prinsipper som bidrar til å fokusere på kunde verdi og å øke denne samtidig som man kutter kostnad og eliminerer sløsing.¹⁸

De fem LEAN-prinsippene

1. Identifiser hva som skaper verdi for kunden.
2. Kartlegg og tegn opp verdistrømmen/materialflyten for hvert produkt.
3. Skap flyt i prosessene ved å redusere flaskehalser og hindringer.
4. Etabler et drasystem ved kun å produsere det kunden etterspør.
5. Streve etter å oppnå perfektjon gjennom kontinuerlig eliminering av sløsing.



Figur 4: Principles of Lean

Som de første til å benytte Lean-prinsipper ble Toyota i stand til å konkurrere med bilindustri i Amerika og Europa med kvalitetsprodukter til en lavere pris. Lean-teorien ble videreutviklet av James Womak på 1980- og 1990-tallet slik at den kunne tilpasses den enkelte bedrift eller organisasjon.¹⁹

Toyota hentet mye inspirasjon fra amerikansk bilindustri og Ford gjennom studier av deres produksjon. Shigeo Shingo, ingeniør i Toyota, lagde en liste med syv former for sløsing i et masseproduksjonssystem:

1. Lagerhold

Unødvendig forsyning eller materialleveranse som ikke står i tråd med just-in-time leveranser gir økte lagringskostnader samt risiko for at det ikke blir benyttet i produksjonen eller forsvinner/blir ødelagt.

2. Forflytning og unødvendig transport

All unødvendig forflytning på produksjonssted av materialer eller produkter eller unødvendig transport til produksjonssted av manglende eller ødelagte produkter og materiell.

3. Unødvendige komplekse prosesser

En unødvendig prosess er en aktivitet som ikke tilfører verdi til produktet/tjenesten eller kan være ineffektive måter å jobbe på.

4. Venting

Dødtid der ingen verdiskapende aktiviteter foregår, der for eksempel arbeidere må vente på en leveranse, på nye oppgaver, på verktøy eller foregående arbeid.

5. Bevegelse

Enhver forflytning av arbeidere som ikke bidrar til verdiskaping til produktet eller tjenesten. Det kan være bevegelse knyttet til å gå unødvendig mange ganger til lager, lang avstand til lager, lete etter medarbeidere eller verktøy og lignende.

6. Feil/avvik

Feilproduksjon fører til tidstap i form av reparasjoner og utskiftning av materiell. Produksjon som ikke tilfredsstillende forhåndsbestemte krav til også være en feil/avvik.

7. Overproduksjon

Når det produseres mer enn nødvendig kreves det ekstra ressurser. Dette fører videre til økte lagrings- og transportkostnader.

Som nevnt har Lean som mål å maksimere kunde verdi. De syv formene for sløsing bidrar derimot ikke til å øke kunde verdien, men gjør heller produsenten bevisst på hvilke forbedringspotensialer de har.²⁰

2.1.1 Lean Construction og Last Planner System

Byggebransjen har laget et alternativ til Lean Production som kalles Lean Construction og er tilpasset bransjen og byggeprosjekter. Denne filosofien har som mål å redusere sløsing og øke produktiviteten i bransjen. Det har i lengre tid vært ønsket å få en tilsvarende effektivitet som Toyota hadde i sin produksjon, men implementeringen av Lean har vist seg å by på utfordringer, mye på grunn av en konservativ bransje, skriver Roar Fosse i sin masteroppgave fra 2014.²¹

Et av de viktigste og mest presise hjelpemidlene som har kommet fra Lean Construction er Last Planner System.²² *Lean Construction Institute* beskriver *Last Planner System* (LPS) som et produksjonssystem som skal sikre en forutsigbar arbeidsflyt med rask læring gjennom hele livssyklusen til et prosjekt, og det gjelder blant annet for produksjons-, prosjekterings- og programmeringsfasene.

Planlegging er en av grunnpilarene i LPS og tanken er at detaljert planlegging skal gjøres så nøyaktig som mulig og på et så lavt nivå som mulig. Dette vil si at det er viktig at alle som har et forhold til aktiviteten og ikke minst de som fysisk skal gjennomføre den, har mulighet til å bli med i planleggingen. Håkon Lunde ser nærmere på dette i sin masteroppgave fra 2015.²³ Denne personen eller den gruppen med personer som enten gjennomfører den fysiske aktiviteten eller er i nær relasjon med den blir av Glenn Ballard kalt *The Last Planner* (TLP).²⁴ Ideen er at de som utfører jobben bør ha de beste forutsetningene for å planlegge jobben best og samtidig få mer eierskap til aktiviteten, samt i større grad føle seg forpliktet til å gjennomføre som avtalt.²⁵

Implementering av nye metoder og tankesett er en utfordrende prosess, men for å sikre at LPS blir implementert godt nok har Lauri Koskela, beskrevet en prosess i fem trinn:

1. Lage en overordnet hovedplan som gjenspeiler prosjektets mål og milepæler.
2. Lage faseplaner der prosjektets ulike faser planlegges.
3. Lage utviklingsplaner som dekker litt mer enn en kortsiktig plan gjør, der det er viktig å vurdere opp mot nødvendige og unødvendige aktiviteter.
4. Lage en arbeidsplan på ukenivå sammen med TLP og sørg for at planen er gjennomførbar og at alle aktører kan stille seg bak.
5. Observasjon av utførelsen med påfølgende rapportering av prosent utført aktivitet.²⁶

Siden 1992 har LPS vært i stadig utvikling og dette har ført til at flere i blant annet byggebransjen har laget tilpassede tolkninger av systemet. Blant de mer kjente har vi *Involverende Planlegging* som brukes av både Veidekke og Kruse Smith og *Trimmet Bygging* som brukes av Skanska. Det finnes derfor ulike slike tilnærminger men felles for dem er at de tilpasser systemet for å forenkle implementering i den enkelte bedrift.²⁷

2.2 Porters femkraftsmodell

Porters femkraftsmodell ble utviklet av Michael E. Porter i 1979 og er et rammeverk som benyttes til å analysere lønnsomhet, muligheter og trusler i en bransje. Modellen gir en oversikt over hvor sterkt en bedrift står i en bransje. Porter introduserer fem perspektiver for analyse.

1. Konkurransesituasjonen

Hvor mange konkurrenter det er i bransjen, og i hvilken grad skiller de seg fra hverandre med hensyn på størrelse og hva de leverer, spiller inn på bransjens lønnsomhet. Er det mange konkurrenter får man større konkurranse på pris i bransjen. Hvilket kostnadsnivå bransjen ligger på spiller også en rolle. Bransjer som har høye faste kostnader, har lavere lønnsomhet enn bransjer som har lavere produksjonskostnader. Produksjonskapasitet, om bransjen utnytter ressursene sine til det fulle, må ligge til rette for å få opp de økonomiske marginene, og selvfølgelig etterspørsel på produktet. Er bransjen i vekst er den også mer lønnsom.

2. Inngangsbarrierer

Hvor vanskelig er det for nye selskaper å entre bransjen? Hvor høye er barrierene for nyetableringer, og utgjør dette en risiko for bransjen?

Porter viser til seks barrierer:

1. *Stordriftsfordeler*: I noen bransjer lønner det seg å drive større, spesielt bransjer som preges av standardiserte varer, og her kan lett de mindre selskapene skvises ut av de store.
2. *Produktdifferensiering*: Individualisering av leveransen. Hvor unikt er produktet eller tjenesten? Hva inngår i leveransen av frakt, tilleggstenester og andre goder? Selskaper som tilbyr en pakke har differensiert seg mer fra konkurrentene.
3. *Kapitalkrav*: Hvor høye er investeringskostnadene i bransjen? Kan man starte smått og bygge seg opp, eller kreves det høye investeringer for å entre bransjen?
4. *Kostnadsulemp*: Hvor mye preges bransjen av allerede inngåtte avtaler med leverandører og aktører? Her kan ny-etablerte komme til kort grunnet mangel på erfaring i bransjen, teknologi, og referanser fra tidligere kontrakter.
5. *Distribusjonskanaler*: Nye selskaper må starte fra bunn og etablere alt, mens de som har holdt på en stund slipper litt billigere unna.
6. *Politikk*: Hvilke krav bransjen har til lisenser, godkjenninger osv. spiller også inn på hvor vanskelig det er for nye å etablere seg i bransjen.

3. Substitutter

Kan bransjen benytte alternative produkter? Hva er med i pakken? Vedlikehold i tillegg til tjenesten? Hvis bransjen må et annet sted å hente dette minsker det lønnsomheten.

4. Kundenes forhandlingsmakt

Høy forhandlingsmakt gir mindre lønnsom bransje, for da kan kundene presse aktørene i markedet og redusere marginene. Kunden får makt om de er få, leveransene er store, eller leveransen utgjør store deler av utgiftene for kunden. Kan kunden implementere dette i egen bedrift?

5. Leverandørenes forhandlingsmakt

Om det er få leverandører, unike produkter og komplekst har leverandørene mye makt, som gjør bransjen mindre lønnsom. Kan leverandørene integrere vertikalt inn i markedet?²⁸

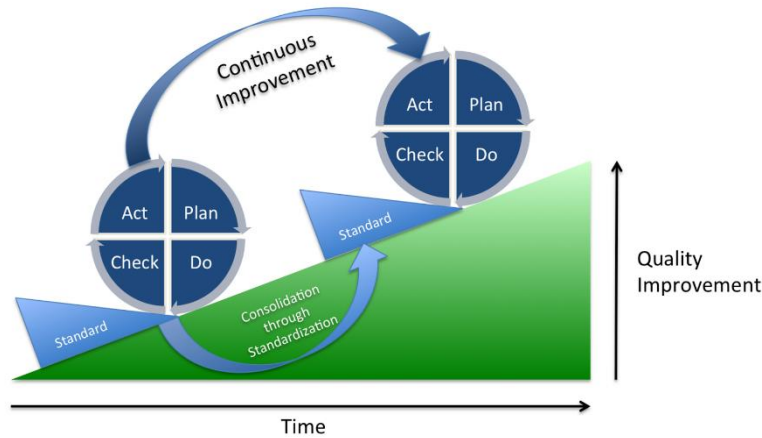
2.3 PUKK: Planlegge – Utføre – Kontrollere – Korrigere

PUKK er en fornyelse av tankemodellen *Plan Do Check Act*. PDCA ble utviklet av Walter Andrew Shewhart i 1926 som går ut på å systematisere en prosess for å vedlikeholde eller forbedre en prestasjon. Analysen viser dynamikken mellom planlegging, utførelse, sjekk (kontroll av resultater) og oppfølgingstiltak. Modellen benyttes for å kvalitetssikre og forbedre en prosess eller et prosjekt. Den er også nyttig for å definere gjentakende arbeidsprosesser og prioritering av utviklingsområder ut i fra roten til problemene. PUKK bør benyttes ved enhver implementering av en forandring.²⁹

Aktivitet	Hva inngår
Planlegge	Problemet spesifiseres, defineres og tallfestes. Plan for løsning utarbeides.
Utføre	Analyserer årsaker til problemet. Spør fem ganger <i>hvorfor</i> problemet oppstår. Velger beste løsning eller tiltak, utarbeider handlingsplan, og gjennomfører.
Kontrollere	Evaluerer og kontrollerer at tiltaket faktisk løser problemet. Tallfester hva som er oppnådd. Dersom løsningen ikke fungerte etter hensikten, må avvik identifiseres og man må gå tilbake til start og prøve på nytt.
Korrigere	Sørger for at problemet ikke kommer tilbake. Standardiser.

Tabell 2 - PUKK-modellen

Modellen er lagt opp med fire deler, hvor hver del må avsluttes før den neste begynner, og når man er ferdig med korrigerende, startes analysen på nytt for å sørge for kontinuerlig forbedring.



Figur 5: PDCA-hjulet

På denne måten vil kvaliteten på prosjektet øke, og det bedrer muligheten til utvikling. Forbedringskurven øker når hjulet settes i gang på nytt.

2.4 Pokayoke

Alle former for system eller mekanismer som forhindrer at feil oppstår kan kalles for Pokayoke. Det sies at det som kan gå galt, vil en gang gå galt, og denne metoden er til for å hindre mulighetene for feil. Å legge til flere behandlinger, en enkel manual eller automatiske testutstyr er eksempler på tiltak for Pokayoke. Denne metoden er spesielt viktig hos fabrikker som har implementert lean, hvor ingen feil blir tolerert.³⁰

2.5 5S - Standardisering av arbeidsplass

5S er en metode som er bygget opp som en femtrinnsmodell med referanse til fem japanske ord som alle starter med bokstaven S. I en bedrift som har innført 5S vil alt av utstyr og verktøy ha sin faste, oppmerkede plass. Beskrivelser for hvordan arbeidsoppgavene skal gjennomføres og hvordan arbeidsområdet skal se ut er lett tilgjengelig. Et formål med 5S er at det skal være enkelt å gjøre de riktige valgene, og tilsvarende vanskelig å gjøre feil. På norsk oversetter vi de fem S-ene til: sortere, systematisere, skinne, standardisere og sikre.³¹

Japansk	Norsk	Kort forklart
Seiri	Sortere	Gjennomgå alt av verktøy, materiell og utstyr på arbeidsplassen, og behold kun det som er nødvendig. Alt annet kastes eller lagres et annet sted.
Seiton	Systematisere	Fokus på effektivitet ved å organisere verktøy, materiell og utstyr på en slik måte at arbeidsflyten blir mest mulig effektiv. Alt utstyr skal plasseres hensiktsmessig i forhold til hvor det trengs, og den tildelte plassen skal merkes.
Seiso	Skinne	Systematisk rydding slik at alt av utstyr blir satt tilbake på sin opprinnelige plass etter bruk. Dette skal være en del av de daglige rutinene, og på den måten skal man sikre at alt av utstyr og verktøy til enhver tid er rent, i orden og klart til bruk.
Seiketsu	Standardisere	Standardisere arbeidsoppgaver og rutiner slik at enhver vet hva eget ansvarsområde er, og hvordan ulike arbeidsoppgaver skal gjennomføres. Det innføres også standardnivåer for ryddighet på de ulike arbeidsområdene.
Shitsuke	Sikre	Vedlikeholde og forbedre standarder og rutiner som er innført. Dette skal være med på å sikre at nivået som er opparbeidet gjennom de 4 foregående S-ene opprettholdes. En tydelig ansvarsfordeling for å følge opp og å videreutvikle 5S-arbeidet er viktig.

Tabell 3: De fem S

2.6 Outsourcing

Outsourcing er knyttet til en strategi der et selskap bestemmer seg for å flytte en aktivitet som gjøres i bedriften, til en ekstern leverandør.

Vesentlige kjennetegn ved outsourcing er:

1. At aktiviteter som i utgangspunktet ble utført internt i bedriften, er overført til en ekstern part.
2. At eiendeler, kunnskap og, i noen tilfeller, folk går over til den eksterne parten.
3. At det er en utvidet sammenheng mellom de involverte parter over en lengre periode.
4. At ved overføring av virksomhet til ekstern part, blir kjøperen utsatt for både en kostnads- og risikoprofil, som begge er nye for de berørte selskapene.

Outsourcing som forretningskonsept benyttes av organisasjoner i økende grad i et forsøk på å øke sin konkurransekraft. Ved outsourcing legges det til rette for å kunne oppnå mange fordeler. Eksempelvis vil det kunne gi en frigjøring av kontanter og nye investeringer kan dermed konsentreres til bedriftens kjernevirksomhet. Det vil gi en mer optimal bruk av kunnskap, utstyr og erfaring hos tredjepart, samt økt fleksibilitet i bedriften ved at svingninger i arbeidsmengden lettere kan absorberes. Outsourcing vil også føre til enklere og mer fokuserte primærprosesser i organisasjonen.

Valget om outsourcing kan også medføre ulemper og risiko. Ved å ikke inneha tjenesten i egen bedrift vil det oppstå en avhengighet av andre leverandører. Det vil kreves en kontinuerlig oppfølging og overvåkning av leveranserelasjoner og det oppstår en risiko for problemer med kommunikasjon og det organisatoriske i overføringen av aktiviteter til en tredjepart. Det vil også være en risiko for å miste viktige strategiske kunnskaper i egen bedrift.³²

3. Metode

I dette kapitlet presenteres de metodene som er benyttet, samt en redegjørelse for valg av metoder brukt til datainnsamling og fremgangsmåte i oppgaven.

“Folk med høyere utdanning forventes å ha en grunnleggende kjennskap til prinsipper, styrker og svakheter ved vitenskapelige metoder”, skriver Olsson.³³ Hensikten med å presentere metodevalg er å forenkle leserens mulighet til å vurdere oppgavens kvalitetssikring.

3.1 Forskningsdesign

Forskningsdesign består av å velge vitenskapelig metode for gjennomføring av et studie. Den vitenskapelige metoden, underbygget av empirisk materiale legger grunnlaget for oppgaven. Det er valgt å danne en klassisk problemstilling, som underbygges av forskningsspørsmål. Videre valgte metoder har som formål å besvare problemstillingen og forskningsspørsmålene i oppgaven.

Det benyttes deskriptiv metode for å danne et bilde på byggebransjens situasjon i dag. I deskriptiv forskning tar man utgangspunkt i et veldefinert emne og forsøker for å beskrive det nøyaktig. Resultatet er et detaljert bilde av emnet. Videre tar forskningen en mer eksplorativ rolle når det undersøkes nye muligheter for bransjen. Denne metoden utfordrer problemområdene, stiller spørsmålsteget til hvorfor tilstandene er slik og utforsker forbedringer.³⁴

Perspektivet er satt sammen av positivisme og konstruktivisme. Positivisme kalles gjerne det analytiske perspektivet, som søker forklaringer, sammenhenger og et helhetsbilde basert på erfaringer og vitenskapelige resultater.³⁵ Dette perspektivet benyttes på kalkyler, tallgrunnlag og annet målbart materiale, mens det benyttes et konstruktivt perspektiv for å analysere årsaker og tiltak som vanskelig lar seg tallfeste. Konstruktivisme tar utgangspunkt i at en rekke fakta er konstruerte, og avhenger av kunnskap og erfaringer. Dette er et mer samfunnsfaglig perspektiv som antar at det eksisterer etiske fakta og sannheter.³⁶

3.2 Litteraturfordypning

Deler av fordypningen i byggebransjen ble påbegynt høsten 2016, gjennom en prosjektoppgave, *Kartlegging av planlagte logistikkaktiviteter på prosjekt Britannia*. Litteraturstudiet danner sammen med den praktiske studien basis for analyse og drøftning. Det er blitt benyttet Universitetsbibliotekets søkemotor *BIBSYS*, samt *NTNU OPEN*, *AURA* (Agder University Research Archive) og generelle søkemotorer som *Google* i oppgaven. Forfattere av relevante master-, og bacheloroppgaver er blitt kontaktet direkte for å få tilgang på ytterligere materiale samt godkjenning av bruk.

3.3 Datainnsamling

For å hente inn materiale til oppgaven er det valgt å benytte en kombinasjon av metoder. Grunnet oppgavens tidsavgrensninger beskrevet tidligere, har det blitt benyttet allerede gjennomførte frekvensstudier og forskning som noe av grunnlaget. En oversikt over hvilke frekvensstudier som er benyttet er vedlagt i vedlegg 2. Disse grunddataene er viderebehandlet og satt i sammenheng med oppgavens problemstilling og forskerspørsmål.

3.4 Intervju som metode

I dette studiet er det gjennomført en rekke intervju for å få en dypere forståelse for dagens situasjon, og hvordan aktørene imøtekommer logistikkutfordringer. Intervjuguide ligger vedlagt i vedlegg 5. Intervjuobjektene er valgt ut i fra sine stillinger, og tilknytning til de prosjektene oppgaven ser nærmere på. Innholdet i intervjuene er kvalitetssikret ved å sørge for at de vi har intervjuet har kompetanse og erfaring til å svare på spørsmålene.

3.5 Vurdering av metodevalg

Ved å kombinere ulike metoder og fremgangsmåter sikres god dekning av oppgavens emner. Det benyttes de mest hensiktsmessige metodene for hver del av oppgaven, med en mer beskrivende start, før oppgaven tar et analyserende og utforskende fokus. Det er benyttet både litteraturfordypning og intervju, i tillegg til datainnhenting i oppgaven, noe som styrker oppgavens egnethet. Ved å benytte kvalitative intervju kan man ikke trekke bastante slutninger,

ettersom utvalget ikke er representativt, noe det ville vært om det hadde blitt benyttet kvantitativt grunnlag og statistisk fremstilling. Det vil også være en risiko knyttet til at intervjuobjektene ikke har den anonymitet som etiske retningslinjer fordrer, og kan dermed utelate informasjon på grunn av dette. På den andre siden har man et bedre utgangspunkt til å stille oppfølgingsspørsmål, og la intervjuobjektene utdype meningene sine, som kan gi bedre forståelse av temaet.

3.6 Kvalitetssikring

I kildevurderingen benyttes TONE-kriteriene.³⁷

Troverdighet	Objektivitet	Nøyaktighet	Egnethet
---------------------	---------------------	--------------------	-----------------

Figur 6: TONE-kriteriene

Disse kriteriene er blitt diskutert og bestemt som et minimum for å benytte kilder til oppgaven. I tillegg har det blitt fastsatt spørsmål som er vurdert opp mot alle kanaler det er hentet informasjon fra.

Hvem	Hvem som har skrevet informasjonen
Hva	Hva slags innhold informasjonen har
Når	Når informasjonen ble laget
Hvor	Hvor informasjonen ble publisert
For hvem	For hvem informasjonen ble publisert
Hvorfor	Hvorfor informasjonen ble produsert

Tabell 4: Kildekritiske spørsmål

Denne oppgaven har grunnlag både i teoretisk og empirisk data. Der det er valgt å benytte sekundærdata har det vært fokus på kvantitet for å sørge for kvalitet. En betydelig mengde tids- og frekvensstudier er inkludert for å danne et gjennomsnitt som gjenspeiler virkeligheten best mulig. Det er også gått grundig til verks med å analysere hva som er definert som grenser for hvert studium, slik at de tallene som er trukket ut faktisk måler det som ilegges dem.

Reliabiliteten, hvor enkelt det er å reprodusere resultater funnet i forskningen³⁸, er ivaretatt ved at presisjonsnivået er økt med å kontrollere hvem målgruppen til forskningen er rettet mot, når forskningen er publisert og graden av detaljer. God reliabilitet, i tillegg til god validitet, er en forutsetning for at dataene kan brukes til å teste hypotesene. Validitet betyr i hvilken grad man ut fra resultatene kan trekke gyldige slutninger, og om data gjengir et godt bilde av virkeligheten.³⁹

4. Resultat og innsamlet empiri

Dette kapitlet gir en generell oversikt over dagens situasjon i bygg- og anleggsbransjen og hvilke utfordringer byggebransjen møter innen logistikk på byggeplass. Logistikk på byggeplass med logistikkarbeidere og logistikkaktiviteter som begreper vil bli innført og forklart. Videre avdekkes logistikkostnader som oppleves som skjulte og uhåndterbare i bransjen. Resultater fra analyser av tidsstudier og kostnadsberegninger legges frem.

4.1 Dagens situasjon

I følge KPMGs globale undersøkelse i bygg- og anleggsbransjen klarer ikke tre av fire byggeprosjekter å levere til avtalt tid.⁴⁰ Bransjen henger etter i utviklingen, og mens de resterende næringene i landet opplever en stadig økende produktivitetsgrad, står bygg- og anleggsbransjen tilnærmet stille. Tall fra Statistisk Sentralbyrå (SSB) viser likevel at omsetningen i bransjen øker, og at den fra 5. termin 2015 til 5. termin 2016 økte med hele 5,7 prosent.⁴¹ Som den nest største i landet er det nødvendig at også denne bransjen henger med på utviklingen. Spørsmålet man derfor nå må stille seg er hvorfor bransjen står stille og hva som videre skal til for å kunne oppnå en ønsket endring.

Mange aktører begynner å få øynene opp for effektiv produksjon ved hjelp av Lean. Blant de prosjektene som er blitt sett nærmere på har metoder som *Trimmet bygging*, *Inkluderende planlegging* og *Taktplanlegging* blitt gjennomført. Dette er metoder som ikke får snekkeren til å slå spikrene fortere, men legger til rette for at han jobber smartere.

Ønsket om en mer rasjonell byggeprosess hvor sløsing med ressurser kan reduseres har gjort at teorier omkring lean blitt svært aktuelle. Det å innføre og benytte lean metodikk kan vise seg å bli særlig viktig for å oppnå større produktivitet ved gjennomføringen av prosjekter. I den sammenheng er det viktig å sette vesentlig fokus på å effektivisere de verdiskapende og nødvendige prosessene. Å redusere sløsing vil dreie seg om å frigjøre tid og ressurser gjennom å arbeide mer rasjonelt ut ifra gode planer, og ikke nødvendigvis at håndverkere på byggeplasser jobber raskere.⁴²

Byggeprosjekter krever mye transport og tilførsel av materiell og varer. I dag er det et høyt antall leveranser til byggeplasser, men dette vil mest sannsynlig endre seg i nær fremtid. Astrid Bjørgen, seniorrådgiver hos Sintef avdeling for transportforskning, mener at vi bør forberede oss på mer regulering for anleggstrafikk i byer i tiden fremover. Adgangsregulering til kveld og tidlig morgen for større kjøretøy er å forvente, mener hun.⁴³ I Sverige er de allerede i gang med regulering, og i Stockholm må byggenæringen forholde seg til restriksjoner på antall biler som kan kjøre inn til byggeplasser i bykjernen per dag.⁴⁴ De største byene som Stockholm, Göteborg og Malmø opererer med miljøsoner i bykjernen, hvor tunge kjøretøy har streng regulering.⁴⁵

Flere instanser jobber i dag med å utvikle bylogistikken for en bærekraftig framtid. Blant disse er NORSULP (Sustainable Urban Logistics Plans in Norway), som har som hovedmål å utarbeide veiledning til bruk ved etablering av bylogistikkplaner i norske kommuner. Slik mener de det kan tilrettelegges for effektiv og miljøvennlig avvikling av godstransport i byer og byområder. Prosjektet er et kompetanseprosjekt for næringslivet som skal bidra til å øke kunnskapsnivået om og oppmerksomheten på bylogistikk i planlegging. Prosjektet setter fokus på statlige reguleringer for å bedre tilretteleggingen samt ønsker å påpeke mulighetene som ligger ved å være i forkant av utviklingen. På den måten kan bransjen selv tilrettelegge for innovasjon på disse områdene. Om bransjen ser at de kan spare penger kan de ta grep med bakgrunn i økonomiske insentiver kontra å gjøre endringene på grunn av regulering.⁴⁶

Bransjen henger etter når det gjelder å holde tritt med den teknologiske utviklingen.⁴⁷ Nye digitale verktøy finnes allerede, men få er blitt tatt i bruk, mye på grunn av mangfoldet og tiden det tar å implementere disse godt. *BIM* (Bygningsinformasjonsmodell) er et eksempel på digitalisering i bransjen. Dette er et verktøy som modellerer bygninger og andre byggverk i 3D med arealer, bygningsdeler, installasjoner og utstyr.⁴⁸ Det er store muligheter for å utvikle flere gode digitale løsninger som letter arbeidet med å planlegge og holde orden på logistikken i prosjekter.

4.1.1 Kartlegging av utfordringsområder

Bransjen har behov for forbedring og det oppgis mange ulike grunner til den lave produktivitetsveksten. Både Forbes og Ahmed, Koskela, og Womak og Jones har undersøkt og kartlagt ulike grunner til den fallende produktiviteten.²³ De syv formene for sløsing som blir presentert i teorikapitlet trekkes ofte frem som viktige årsaker til bransjens problemer. Gjennom intervjuer med både hoved- og underentreprenører som for tiden er inne på større byggeprosjekter i Trondheim gis det et inntrykk av at bransjen har en del utfordringsområder også når det kommer til logistikk på byggeplass. Blant annet sliter de med manglende kommunikasjon, dårlig samhandling, en manglende forståelse for andre enn seg og sine, samt mangelen på å se fordeler med å skulle gjøre hverandre gode og dermed sammen kunne oppnå bedre resultater.

Basert på uttalelser fra prosjektledere, baser og ledere i studiets deltagende aktører er det blitt kartlagt hvordan logistikken organiseres i dag. Med utgangspunkt i dette, og de syv formene for sløsing, har det blitt funnet seks utfordringsområder for logistikk på byggeplassen, som videre er blitt utledet.

Seks utfordringsområder knyttet til logistikk på byggeplass	
1.	Planlegging av logistikk
2.	Organisering
3.	Kommunikasjon
4.	Samarbeid mellom aktørene
5.	Tidspress på byggeprosjekter
6.	HMS på byggeplassen og miljøhensyn

Tabell 5: *Seks utfordringsområder knyttet til logistikk på byggeplass*

1. Planlegging av logistikk

Tidlig prosjektering og planlegging er viktig i byggebransjen. Dette er noe som det ofte blir fokusert på, men planlegging av logistikken er derimot ikke like prioritert. Logistikken legges ikke tilstrekkelig til rette for, det er noe som heller håndteres etter hvert når de ser hvordan byggeplassen blir. Marius Jentoftsen, prosjektleder for GK-bygget i HENT, sier at:

Det er ikke det man har fokus på når man setter seg ned og planlegger prosjekter, det er ikke logistikken som er fokuspunkt. Det er nok kortsiktig tankegang på dette området...Det er veldig vanlig å sub-optimalisere logistikken i prosjektet, for på kalkyletidspunktet ønsker de bare å få ned kostnadspostene. Til syvende og sist sparer du ikke så mye penger på det, for at du ikke legger til rette for at det skal gli ordentlig, så du får andre problemer som følge av at logistikken stikker seg.⁴⁹

Andre konsekvenser av at logistikken blir dårlig planlagt er blant annet at prosjektet ikke får god flyt gjennom byggeperioden, noe som ofte fører til store tidstyver og irritasjon.

Det utarbeides vanligvis en overordnet plan for leveranser på byggeplassen med varierende detaljgrad. Som et eksempel har noen aktører kun oversikt over de store leveransene som har behov for kran, mens andre ønsker å ha alle leveranser inn på planen. Det benyttes ofte en enkel tavle på riggen som viser dagens leveranser for å følge opp dette, i tillegg til at det ligger en digital plan på prosjekthotell eller tilsvarende verktøy. Det som ellers planlegges av logistikkaktiviteter er hvor, og antall, kraner og heiser som skal etableres, samt hvor containere og lignende kan plasseres. Andre aktiviteter, som plan for lagringsområder, flyt-årer på byggeplassen og håndfaste arbeidsfordelinger for logistikk er det ikke funnet bevis på at bli planlagt og dette henger sammen med at ingen har logistikken som hovedfokus i byggeprosjektene.

2. Organisering

Når prosjektet er tildelt hovedentreprenør, hentes det inn underentreprenører på de forskjellige fagfeltene for å gjøre jobben. Noen entreprenører tar grovarbeid med graving og tømmer selv, mens enkelte nesten ikke har egne arbeidere og tar kun prosjektering og ledelse av byggeplassen.

Jentoftsen forteller at kun 1,4% av omsetningen til HENT kommer fra egne arbeidere, på total basis. Det gjør at underentreprenørene står for veldig mye.⁴⁹ Med denne måten å organisere et prosjekt på er det flere områder på byggeplassen som ingen har det overordnede ansvaret for, deriblant logistikken. Hver underentreprenør har ansvar for sin egen logistikk, og ingen kontrollerer at løsningen de benytter er den beste for prosjektets helhet. Arbeid leveres på kontrakter, alle prøver å lage den beste avtalen for seg selv og hovedfokus er å senke kostnader.

“Litt av problemet er at det er alt for stor bås-tenkning. Folk tenker i alt for stor grad kun på sitt eget fagfelt, og sin arbeidsoperasjon, og ser for lite på helheten. De kjenner ikke helheten i produktet.”⁴⁹

Lagring på byggeplassen organiseres ved at det blir avsatt områder til lagring, men videre styring og oppfølging av lagring virker tilsynelatende utilstrekkelig. Ut fra intervjuer kommer det frem at det ofte opereres med “førstemann til mølla-prinsippet”, og aktørene tar i bruk de områdene de ser er mest optimale for sin egen del til lagring. Fordelingen blir på denne måten i liten grad optimalisert for prosjektets helhet, noe som resulterer i at lagrene blir mye flyttet underveis i prosjektene.

Både hovedentreprenør og alle underentreprenørene har egne leverandører under seg som kommer med leveranser til byggeplassen. Det leveres alt fra store betongelementer og ferdige badromsmoduler, til enkeltpakker med spiker og andre småting. Et prosjekt i prisklassen studiet omfatter kan ha alt fra 10 til 50 leveranser per dag, som skal tas imot, kontrolleres og losses av før neste lastebil kan komme til. John Anders Solgard, prosjektleder for HiST CK2 i Skanska, forteller at det går biler inn og ut hele dagen på byggeplassen. Han tipper det kommer inn ca. 50 små, i tillegg til fem-seks store leveranser daglig. Småtransportene mener Solgard de generelt har liten oversikt over.⁵⁰

Når en leveranse ankommer byggeplassen, må ansvarlig kontaktperson for det bestillende firma kontaktes, og han må komme å ta imot leveransen. Det er også det bestillende firma som har ansvar for å forberede til mottak av varen, og sørge for at de har plass til å ta det imot. Er det materiell som skal flyttes, må også et knippe fagarbeidere fra samme firma bryte opp i sitt arbeid

for å lempe varer. Prosjektleder på Britannia Hotell, Tore Kvalen, mener at det brukes mye tid på å flytte varer som ikke blir montert direkte. Han peker også på at det går bort mye tid på arbeidsledelse, som heller kunne blitt brukt på andre ting, på leveranser som bare dukker opp. Det må identifiseres hvor det skal, hvem sitt det er, og eventuelt returneres om det ikke er klart til å ta det imot.⁵¹ Dette er bortkastet tid, spesielt når det håndteres av noen som ikke har det som arbeidsoppgave å håndtere slike situasjoner.

Ofte er det behov for at leveransene splittes opp, da det stadig foretas større bestillinger for å få ned leveransekostnadene og materiellet skal brukes på ulike steder, til og med i forskjellige etasjer. Enkelte aktører velger å heller betale mer for å slippe denne jobben. Eirik Rosmo, bas anleggsleder i Argon Elektro, forteller at de ofte velger å betale ekstra til sine leverandører for å få leveransene pakket etasjevis. På den måten slipper de å få mange paller med samme vare som de må sortere ut selv. Argon sparer mye tid på å kjøre varene direkte til de etasjene de skal brukes i, mener Rosmo.⁵²

Det er også svært vanlig at lager må flyttes underveis i prosjektet. Spesielt de tekniske fagfeltene ønsker å ha et lager i umiddelbar nærhet av der de arbeider, og må derfor flytte lageret etter seg når de kommer videre i prosjektet. På enkelte prosjekt må dette gjøres hyppigere enn på andre, og dette varierer med hvor mye lagringsplass som er tilgjengelig, grad av langsiktig planlegging og om det er mange tekniske rom eller ikke. Et sykehus med flere tekniske rom er derfor mer utfordrende ettersom det er flere som skal komme til i rommene, enn en parkeringskjeller. Også denne forflytningen utføres av hver aktørs egne fagarbeidere i dag.

Fra en transportørs ståsted er mottak av leveranser et stort utfordringsområde på byggeplassen. Gjennom samtaler med blant annet driftsleder i Optimera, Jahn Johnsen, kommer det frem at det er svært varierende i hvor stor grad mottaker er forberedt på leveransen og hvor mye som er lagt til rette for den. Transportørene for de ulike leverandørene og grossistene har gjerne mange leveranser de skal gjennomføre, og kaster bort mye tid om ting ikke er i orden. Det kan være at kontaktpersonen deres ikke er tilstede på mottakspunkt, at de må stå i kø inn til byggeplassen på grunn av at det ikke er avsatt tilstrekkelig tid til lossing av bilen foran, at utstyret som behøves ikke er tilgjengelig eller andre grunner.

Når vi kommer på en byggeplass, og så står det en annen leverandør der, noe som gjør at vi må stå å vente. Det vil jeg tro at andre leverandører også opplever. Gjerne så kjører jo ikke alle med fulle biler, så man er på en måte på en distribusjonsrunde, der hvor vi kjører en liten pakke dit og så skal vi videre på en annen adresse for å levere en liten pakke, og så kommer nestemann, kanskje er man riktig uheldig og kjører rett etter hverandre og skal til akkurat de samme plassene.⁵³

I mange tilfeller betaler entreprenører ekstra om de ønsker leveransene til presise tidspunkt. Da blir disse prioritert over andre byggeplasser, av transportørene. De ser raskt hvilke byggeplasser som ikke er godt nok organisert, og ofte kalibrerer forsinkelser, og velger da heller å kjøre til den prioriterte byggeplassen først. Byggeplasser får på denne måten et “rykte” på seg hos transportører og blir dermed ikke prioritert, noe som gir enda mer forsinkelser og problemer på disse byggeplassene.

Byggeprosjekter må i dag forholde seg til strenge krav til sortering av avfall, samt krav til ryddighet for å opprettholde sikkerhet. Det er utfordrende å opprettholde dette kontinuerlig mens man arbeider, spesielt når man arbeider med ting som genererer mye avfall. I tillegg kommer leveranser med svært mye emballasje, dette for å hindre svinn, og også emballasjen må håndteres på riktig måte. Dette organiseres i dag ved at det opprettes avfallsstasjoner rundt om på byggeplassen som arbeiderne må benytte seg av. I tillegg skal arbeiderne ha med seg en tralle der de holder på for å kvitte seg med avfall underveis. Jentoftsen forteller at det har vært utfordrende å håndtere avfallet på GK-bygget. Han begrunner dette blant annet ved at folk er vanedyr, og synes det er vanskeligere om disse avfallstasjonene flytter på seg underveis i prosjektet, noe som ofte er nødvendig for arbeidet. Da har det vært vanskelig å oppfylle sorteringsgraden, sier Jentoftsen.⁴⁹

3. Kommunikasjon

Byggeplasser bruker i stor grad like forum for kommunikasjon mellom de ulike aktørene i dag. Det gjennomføres bas-møter og fremdriftsmøter omtrent en gang i uka på de store prosjektene. Disse møtene holdes for å kunne ha oversikt, samt koordinere de ulike fagfeltene inne på byggeplassen. Her er fremdriften i prosjektet hovedfokus. Dette er den fysiske møteplassen mellom hovedentreprenør og baser for de ulike underentreprenørene. Om det har oppstått problemer, eller enkelte fagfelt ligger bak fremdriftsplanen, blir det tatt opp på disse møtene.

En byggeplass består av mange fagfelt, med mange arbeidere innenfor hvert felt og mange beskjeder som skal gå hit og dit. Det er et stort behov for kontinuerlig kommunikasjon for å holde arbeidet i gang og slik det er i dag kan det gå lenge før informasjon blir delt. Eksempelvis kan det gå opptil en uke mellom møtene, og oppdukkende saker som ikke er svært utslagsgivende for videre jobb blir holdt tilbake frem til da. Mellom møtene benyttes e-post som kommunikasjonsmetode. Her er det utfordrende for alle involverte aktører å holde seg oppdatert, og det er vanskelig å holde styr på hvem informasjonen er nødvendig for. Meldingene når ofte ikke alle de burde, da noen blir glemt eller utelatt fra e-posten for eksempel på grunn av manglende forståelse for hvem informasjonen berører, eller ren forglemmelse. Det er også en risiko med å sende for mye informasjon. Når det sendes ut informasjon som en aktør strengt tatt ikke har bruk for, mister de fokus og kan gå glipp av informasjon som er mer relevant for dem. Robert Skjervstad, Regionsdirektør i Midt-Norge i Oras peker på dette problemet i sitt intervju:

Vi er jo en digital plattform, så det florerer med mail, mailboksen får fort mellom 50-100 mail om dagen. Så skal man begynne å bla igjennom alt dette. Jeg tror nok at mye glipper på grunn av det. Det er veldig mye informasjon som skal videreformidles.⁵⁴

Prosjektleder i Vintervoll, Lars Petersen forteller i sitt intervju at alle større prosjekter benytter seg av et byggeweb eller lignende verktøy, der tegninger og slike ting blir lagt ut, og at oppdateringer i teorien skal fremkomme der. Han peker også på at problemer oppstår når noen gjør endringer uten at det kommer frem. Dette med varsling er noe som kunne vært gjort bedre, påstår Petersen.⁵⁵ Årsaken til dette problemet kan være at det ikke kommer klart frem hvem som koordinerer disse endringene, og hvem som har oversikt over hvilke aktører som har behov for

oppdateringene, spesielt med tanke på logistikken på byggeplassen. Ut ifra intervjuene ser vi at det mangler en god nok felles kommunikasjonsløsning, eller noen som har syn for helheten som mottar meldinger om endringer og forsinkelser. Selv om det blir oppfordret til å kommunisere åpent og regelmessig, er det ikke bred nok forståelse for alle som berøres av endringer som forekommer. Bransjen er bygd opp rundt evnen til å håndtere ting på sparket, noe de i stor grad gjør, men da er ikke gjennomføringsgraden like god som om de hadde fulgt en plan. Planer for lagringsområder, leveranseplaner og logistikk blir i liten grad revidert på bakgrunn av små endringer i prosjektet. Dette skyldes at ingen har dette som hovedansvar, og dermed blir det ikke plukket opp at små endringer kan gi store følger for planene på lengre sikt.

Bransjen er drevet av konkurranse, og ærlighet kan være en utfordring med tanke på at aktørene er redde for å sette seg selv i et dårlig lys. De ønsker heller å ordne problemet intern før de formidler det ut av egen bedrift, for eksempel ved forsinkelser. Robert Skjervstad i Oras forteller i sitt intervju at: *“Ting hopper seg opp mot sluttfasen og man tenker kanskje ofte bare på seg og ikke alle andre. Økonomien til bedriften betyr jo mer, og da baller det fort på seg. Det er dessverre uheldig, men det skjer.”*⁵⁴ Alle aktørene gjør det beste ut av situasjonen for sin egen del.

Byggeprosjekter består som nevnt av mange fagfelt, mange arbeidere og mange enkeltindivider som skal skape noe sammen. Dette leder svært ofte til misforståelser, kommunikasjonssvikt og usikkerhet på byggeplassen. Jentoftsen peker på at spesielt vanskelige grensesnitt utgjør misforståelser, og at dette er et vanlig problem i bransjen.⁴⁹ Selv om det gjennomføres bas-møter er det ikke sikkert alt blir sagt like konkret, og dette skal ofte også videreformidles til arbeiderne basene har under seg. Hva enkeltpersoner ser på som viktig på byggeplassen kommer frem her, og det som ofte blir glemt er logistikken. *“Det er jo alltid noe som faller mellom to stoler som det ene faget har helt klart, mens det andre ikke har fått med seg og har ulik oppfatning om.”*⁴⁹ For at et byggeprosjekt skal kunne produsere best mulig må også alle disse aktivitetene ivaretas på best mulig måte, ikke bare gjennomføres av den som taper loddrekningen.

4. Samarbeid

Etter lukket bygg preges byggeplasser av at mange fagfelt jobber oppå hverandre, og for å oppnå et godt resultat må aktørene samarbeide. Grensesnittene, hvor det ene fagets ansvar for produksjon stopper og neste tar over, blir nøye diskutert og fordelt, og det er høyt fokus på samarbeid om når de ulike fagfeltene skal gjennomføre sine oppgaver. Samarbeid på logistikkaktiviteter derimot, er fremmed for byggebransjen. Det er blitt spurt flere entreprenører om det samarbeides på dette området.

“Det eneste kunne være å samkoordinere seg når det gjelder stillas.”⁴⁹

“Det kan være noen ganger vi må lagre på samme område, men det er sjeldent det er noe samarbeid utover det.”⁵²

Byggebransjen har en utfordring knyttet til mer samarbeid for å styrke eierskap til prosjektets helhet, og ikke bare egen leveranse.

5. Tidspress på byggeprosjekter

Etter at hovedentreprenører har vunnet anbudsrunder på et prosjekt igangsettes en ny anbudsrunde for underentreprenører. Dette resulterer i at mange aktører som skal bidra i prosjektene kommer inn senere enn de skulle ønsket. På det tidspunktet det blir klart hvem som skal levere de forskjellige fagene, er det ofte kort tid til igangsettelse av prosjektet, og underentreprenører får ikke tilstrekkelig tid før byggestart. Dette hemmer entreprenørenes mulighet til å planlegge og prosjektere så detaljert som de skulle ønske.

Leveringstidspunkt for når prosjektet skal være ferdig endres sjeldent. Når underentreprenørene havner bak fremdriftsplan må de sette inn ekstra ressurser og benytte overtidsarbeid for å hente igjen tid. Dette genererer svært store kostnader i prosjektet. Endringer på tegninger og andre arkitekt-beslutninger kommer ofte sent i løpet, og underentreprenørene må bare forholde seg til dette, og gjøre det beste ut av situasjonen. Også her er det store kostnader i omløp.

Det varierer også hvor godt fagarbeiderne jobber under tidspress og sjansen for at det tas snarveier og mindre gode løsninger er større. Dette kan føre til omarbeid, noe som igjen vil gi et unødvendig tidstap, eller i verste fall at sluttresultatet ikke tilfredsstillende kundens krav til kvalitet. Dersom arbeiderne i tillegg føler at de ikke kan ta seg tid til å gjøre en god jobb vil dette gi lite motivasjon og arbeidsglede. Dette kan igjen gi ringvirkninger på arbeidsmiljøet.

6. HMS på byggeplassen og miljøhensyn

HMS er et kjent begrep i bygg- og anleggsbransjen. Helse, miljø og sikkerhet skal ivaretas til enhver tid. Dette gjelder både for arbeiderne, at forholdene er lagt til rette for at de er trygge, og for bygget sin del. Det stilles strenge krav til rent, tørt bygg (RTB) i dag, og dette blir byggenæringen kontrollert på. *“I tillegg har vi vernerunde en gang i uka, vernet RTB-runde, som skal fokusere utelukkende på HMS og RTB, og her er underentreprenørene med.”*⁴⁹

Hovedentreprenører har instanser som sikrer disse kravene, men fremdeles er det utfordrende å møte de strenge retningslinjene.

Bransjen har et høyt sykefravær, om lag 5% i 2016.⁵⁶ Det stilles spørsmål til hvorvidt yrkesskader er en stor andel her, for eksempel på grunn av feil løfting, belastning ved bæring og andre harde fysiske aktiviteter. En fagarbeider som bare skal ta med seg noe i slengen vil ikke ha like høyt fokus på riktig utførelse, noe en arbeider som har materialforflytning som hovedoppgave er påpasselig med å gjøre det riktig hver gang. En annen faktor som spiller inn på sykefravær er trivsel på jobben. Det kan argumenteres for at det vil være demotiverende for en fagarbeider å bli satt til å gjøre veldig mye annet enn hva han er utdannet til. Avfallshåndtering og uttransport av avfall er slike oppgaver, og det er aktiviteter som tar mye tid i fagarbeideres hverdag.

*«Undersøkelser viser at over 20 % av arbeidstakerne opplever store helsebelastninger på jobb. – Det er en sammenheng mellom arbeidsglede (begeistring) og motivasjon, og god ledelse innebærer at man forstår og vektlegger denne sammenhengen».*⁵⁷

Miljø og klimagassutslipp er også et spennende tema og aktuell utfordring for bransjen. På enkelte områder er flere av aktørene svært flinke, både med tanke på sorteringsgrad av avfall, bruke digitale løsninger i stedet for å skrive ut på papir og andre miljøbevisste valg. Innenfor transport og leveranser, derimot, later det ikke til at miljøhensynet blir tilsvarende ivaretatt. Det har ikke fremkommet fra noen av intervjuene at det settes krav til antall leveranser av miljøhensyn i byggeprosjektene, og man kan derfor lure på om dette er et felt som har falt gjennom i bransjen? Når det kan ankomme så mange som 50 leveranser til en byggeplass på en dag, må bransjen få øynene opp for forurensningen dette produserer, ved å ha så mange lastebiler kjørende rundt om, og ikke minst inne i byene. Svært få av bilene som ankommer byggeplassen er fulle, og det legges ikke til rette for noen form for samlasting eller samkjøring mellom leverandørene.

4.2. Logistikkaktiviteter på byggeplass

I denne oppgaven har begrepet logistikkaktiviteter på byggeplass blitt innført. Det er valgt å skille mellom logistikkaktiviteter for fagarbeidere og overordnede og disse vil bli presentert i dette underkapitlet. Når aktivitetene har blitt sortert og definert er det gjort med utgangspunkt i dagens situasjon på byggeplass og de aktivitetene som utføres på byggeplass og i prosjektering av prosjekter.

Logistikkaktiviteter for fagarbeidere er aktiviteter som helt eller delvis kan settes bort til en logistikkarbeider og som ikke krever fagutdannelse for å bli gjennomført. Disse aktivitetene blir beskrevet i tabell 6.

4.2.1 Logistikkaktiviteter for fagarbeidere

Logistikkaktiviteter (fagarbeider)	Beskrivelse
Mottak	<i>Mottakskontroll av leveranser, lossing av lastebiler, evt. nødvendig tildekking ved mellomlagring på mottakspunkt og lignende.</i>
Materialforflytning/ internttransport	<i>Forflytte varer inn til byggeplass og monteringspunkt, flytting av lager underveis i prosjektet.</i>
Materialhåndtering	<i>Utpakking av leveranser, sortering til lager, evt. splitting av ordre til etasjer og lignende.</i>
Mellomlagring	<i>Mellomlagring på byggeplass med eventuell nødvendig tildekking og lignende.</i>
Rydding	<i>Rydding både inne og ute på byggeplass.</i>
Avfallshåndtering	<i>Sortering, tømning og uttransport av avfall</i>

Tabell 6 - Logistikkaktiviteter for fagarbeidere

Aktivitetene beskrevet over kan utføres av andre enn fagarbeidere. Dette er allerede delvis forsøkt i prosjektsammenheng. Petter Mork skriver i sin masteroppgave ved IPK NTNU at under utbyggingen av St. Olavs hospital ble det benyttet en innovativ logistikk-løsning i prosjektet. Vintervoll og Siemens hadde entrepriser på elektroarbeidet og brukte en logistikk-løsning der hovedprinsippet gikk ut på å tilrettelegge for montørene slik at de kunne bruke så mye av tiden som mulig til direkte montering og verdiskaping.⁵⁸ Mork har videre i sitt case-studie av St. Olavs-prosjektet kartlagt følgende aktiviteter som ble utført av logistikkarbeiderne:

- Flytting og rigging utstyr, blant annet verktøyvogner, verktøybur, kabeltromler og kabelstativ
- Støvsuging av arbeidsområde, fjerning av emballasje, søppel og generell rydding
- Mottak av varer, kontroll i samarbeid med bas for elektro, utpakking og sortering av varer og internttransport av dette
- Påfylling av leverandørstyrt container med forbruksvarer, enkle verktøy og retur av overskuddsvarer

På St. Olavs delte man prosjektet opp i ulike byggefaser. Logistikk-løsningen ble ikke benyttet før i fase to, og her ble resultatet en nedgang i antall montørtimer fra 3,3 timer per kvm. i fase en til 2,4 timer per kvm i fase to. Dette krediteres flere faktorer, blant annet at i fase to hadde arbeiderne kommet godt i gang og de var blitt kjent med byggeplassen og dens utfordringer. Likevel var det ikke tvil om at god struktur og organisering av logistikken hadde mye å si for produktiviteten for montørene.⁵⁸

Under intervju med Petersen ble denne løsningen diskutert. På spørsmål om dette var en god måte å organisere logistikken på, uttrykte han følgende:

Ja. Det var en veldig bra løsning. Vi fikk grossisten som hadde hovedleveransen av utstyr til å stille med egne folk. De hadde to som satt i administrasjonen og som administrerte opp til 10-12 logistikkmedarbeidere som var ute og løp med varer, tok imot varer og hadde kontroll på hele materialflyten på anlegget. Det er jo klart at om vi skulle ha hatt montører til og gjort dette, så hadde produktiviteten gått ned. Vi måtte ha bemannet opp for å erstatte nedgangen, så definitivt ja.⁵⁵

Et eksempel på en aktivitet som er verdt å merke seg er mottak og utplassering av varer. Her går det med mye tid og ressurser i større prosjekter og særlig om lagringsplassen er begrenset, noe som genererer flere leveranser til byggeplass. Eksempel på ressursbruk er:

Vil anslå et snitt på 15 tømrere vil fire menn bruke ca. 60-75 min med inntransportering og plassering av varer til neste dags drift. Dette er også avhengig av type materialer, f. eks gips er tyngre og mer uhåndterlig samt det produseres mer enn f.eks stålstender etc.⁵⁹

Mottak av varer inngår ikke i akkorden for tømrere men betaling for denne typen arbeid fastsettes etter forhandlinger. Intern varetransport krever også ofte egne avtaler for lønn.⁶⁰ Det er derfor en viss kostnad knyttet til at tømrere bruker mye tid på dette, enten i form av direkte lønnskostnad eller reduksjon av produksjon og eventuell ekstra bemanning eller overtid for å holde følge med fremdriftsplan. Uttalelser fra elektromontører tyder også på at det går med en

del tid til mottak og internttransport av varer: “...det tar oss kanskje en halvtime, tre stykker, av de 25 vi er her”.⁵² Rørleggere bruker ifølge Robert Skjervstad, Oras, tilsvarende med tid: “...Den fordelingen tror jeg ikke er så ulik det de har på elektro. Vi har jo en del tunge leveranser med rørdeler og rør men det har jo også elektro med kabelbroer.”⁵⁴ For rørleggere inngår mottak og retur av materiell i akkorden i tillegg til flytting og transport av varer med eventuelle påslag.⁶¹

4.2.2 Logistikkaktiviteter for anleggsledelse

Videre beskrives de administrative aktivitetene som gjøres av prosjektledere og baser. Slik situasjonen er i dag fordeles ansvaret knyttet til logistikkaktiviteter på flere personer, men identifiserte aktiviteter knyttet til logistikk på ledelsesnivå er enkelt oppsummert i tabell 7.

Logistikkaktiviteter (anleggsledelse)	Beskrivelse
Lage og følge opp leveranseplan	<i>Overordnede leveranseplaner utarbeides basert på når de ulike aktørene skal motta leveranser.</i>
Koordinering av heis og kran	<i>Leveranseplanen samkjøres med heis og kran, der heis og kran styres av kranansvarlig.</i>
Koordinering av vareflyt	<i>Hver enkelt underentreprenør har kontroll på sin egen vareflyt.</i>
Kontroll og oversikt over lagringsområder	<i>Hovedentreprenør har ofte satt av plass til underaktørene hvor de kan ha lagerplass</i>

Tabell 7: Logistikkaktiviteter for anleggsledelse

4.3 Strategisk analyse av byggebransjen med Porters Femkraftsmodell:

For å gi et bilde på hvordan byggebransjen er i dag er det valgt å benytte Porters Femkraftsmodell. På den måten får vi en bedre forståelse på lønnsomheten i bransjen, som kan være nyttig for videre drøfting av bransjen. De fem kreftene som styrer lønnsomhet belyses, i tillegg til bransjens muligheter og trusler. Kunden i denne analysen settes som hovedentreprenør, og leverandørene er underentreprenørene.

1 Konkurransesituasjon:

Bransjen kjennetegnes med relativt få, men store aktører, både på hovedentreprenør- og underentreprenørnivå. Innenfor hvert fagfelt er det noen få entreprenører som kan konkurrere om de oppdragene studiet omfatter. Likevel er det stor konkurranse, ettersom det er relativt få prosjekter pågående til enhver tid. Aktørene skiller seg litt fra hverandre med tanke på hvor store prosjekter de har kapasitet til å gjennomføre, som skaper en liten differanse mellom aktørene, men det er også trender til at det leies inn eksterne ressurser for å kunne gjennomføre oppdrag som er større enn det bedriften har kapasitet til på egen hånd. Kostnadsnivået i bransjen generelt er svært høy, og det er mye penger i omløp i bransjen. Likevel er den største konkurransefaktoren i bransjen pris, selv om renommé og kvalitet er også viktige faktorer. Ressursene i bransjen er fagarbeidere. Disse bør utnyttes på best mulig måte, ettersom det er stor mangel på fagarbeidere i Norge i dag.

2. Inngangsbarrierer:

Det er høye inngangsbarrierer i bransjen, og nye selskaper som entrer bransjen har en utfordrende jobb foran seg både med tanke på kapitalkrav, erfaring og rykte. Det er strengt regulert med godkjenninger og lisenser, og det opereres mye med langtidsavtaler. Det konkurreres på hele pakker, med kontrakter som inneholder hele oppdraget og alle tjenester som inngår, noe som gjør at det er en bransje det tar ganske lang tid å bygge seg opp i.

3. Substitutter:

Grunnet de strenge kravene til dokumentasjon og lisenser i bransjen kan det i liten grad benyttes substitutter. Det må bevises at jobben blir utført av fagarbeidere og tilstrekkelig dokumenteres. Det benyttes noe utenlandsk arbeidskraft for å substituere mangelen på norske fagarbeidere, men utenom det er den eneste måten å substituere tjenestene på at hovedentreprenøren implementerer kompetansen hos seg selv i stedet for å kjøpe inn fra underentreprenør.

4. Kundernes forhandlingsmakt:

Hovedentreprenørene har stor forhandlingsmakt ettersom prosjektene er ettertraktet. Det er flere aktører som leverer tilbud enn det er prosjekter. I tillegg er leveransene store, og når kontrakten er signert er begge parter bundet til den til kontrakten er innfridd.

5. Leverandørenes forhandlingsmakt:

Underentreprenørene har begrenset forhandlingsmakt, men grunnet kompleksiteten i bransjen har spesielt de tekniske fagene noe mulighet til å stille krav tilbake til hovedentreprenørene.

Analysen viser at konkurransesituasjonen på de større prosjektene er begrenset, og kun noen få aktører har kapasitet til å konkurrere på oppdragene. Likevel er pris den største faktoren for valg av leverandører, ettersom det ligger store pengebeløp knyttet til prosjektene. Fagarbeidere er den begrensede ressursen, og de bør disponeres på mest mulig optimal måte for å få det resultatet man ønsker i prosjektet. Det er ikke stor risiko for nyetableringer i bransjen, da det krever erfaring og kapital som må bygges opp over tid for å kapre markedsandeler.

Byggebransjen har fokus på kvalitet, og ser gjerne på allerede gjennomførte prosjekter når de velger hoved- og underentreprenører til et prosjekt. For logistikk kan substitutter i form av innleid arbeidskraft fra for eksempel NRS benyttes, ellers er det svært lite som kan erstatte entreprenørenes leveranser. Forhandlingsmakten er delt, men den største delen havner likevel hos hovedentreprenør.

Porters strategiske analyse viser at entreprenørene har behov for å trimme på kostnadene sine, og forbedre produktiviteten for drive lønnsomt i byggebransjen. Fokus på kvalitet og resultat på prosjekt er svært viktig for å vinne nye tilbud i fremtiden. Dette underbygger påstanden om at logistikk er et område som bransjen kan hente mye på å forbedre.

4.4 Skjulte logistikkostnader

Hva inngår i logistikkostnader? Fra intervjuer med samarbeidende bedrifter, både hoved- og underentreprenører, oppleves det som at kostnader knyttet til logistikk ikke blir regnet direkte på og heller ikke sett på som vesentlige.

“Vi regner ikke ut faktiske kostnader på logistikk etter prosjektets ferdigstillelse.”⁴⁹

“I standardprosjektene har vi ikke noe regnskap på faktiske kostnader, eller tall på hvor mye tid vi bruker på å håndtere materiell, det har vi ikke.”⁵¹

Kostnadene knyttet til logistikkaktiviteter havner ofte som innbakte poster i fagarbeidernes akkordsystem eller i kostnadsposter som Rigg, Drift og Transport. Prosentatsene i disse postene varierer, både ut ifra kompleksitet på prosjekter, men også på hvordan de regnes ut. Noen gjør konkrete beregninger, noen bruker erfaringstall, mens andre setter en vilkårlig prosentats.

Når det kommer til selve utførelsen av logistikkaktiviteter finnes det svært få tidsmålinger på disse aktivitetene og bedriftene har liten oversikt på hvor mye tid som går med til dette. Det er derfor svært utfordrende å skulle kunne beregne den direkte kostnaden av logistikk på byggeprosjekter. Prosjektleder Bjørn Snekvik fra Veidekke AS forteller i sitt intervju at kostnader som håndtering av varer og slikt har på en måte blitt desentralisert, og at de derfor heller ikke bryr seg noe om å bruke tid på å skulle flytte det tilbake igjen heller.⁶² Det kommer frem av intervju at kostnadene knyttet logistikkaktiviteter er flettet inn i andre poster, og at aktivitetene fordeles mellom hovedentreprenør og underentreprenørene. Skal man likevel få oversikt over den totale logistikkostnaden på prosjektene er en avhengig av å se tiden fagarbeiderne faktisk bruker på de gitte logistikkaktivitetene.

4.4.1 Analyse av tidsbruk på byggeplass

For å få en generell oversikt over fagarbeidernes tidsbruk i prosjektperioden etter lukket bygg er det benyttet allerede gjennomførte tidsstudier fra masteroppgaver og forskningsresultater fra ulike typer byggeprosjekter. Videre har tallene blitt kvalitetssikret av representanter fra de ulike fagene med god innsikt og erfaring.

Diagrammene som blir presentert er delt opp i ulike aktiviteter knyttet til utfordringsområder når det kommer til logistikk samt logistikkaktiviteter. Tabell 8 viser en beskrivelse av hva som inngår i hver aktivitet.

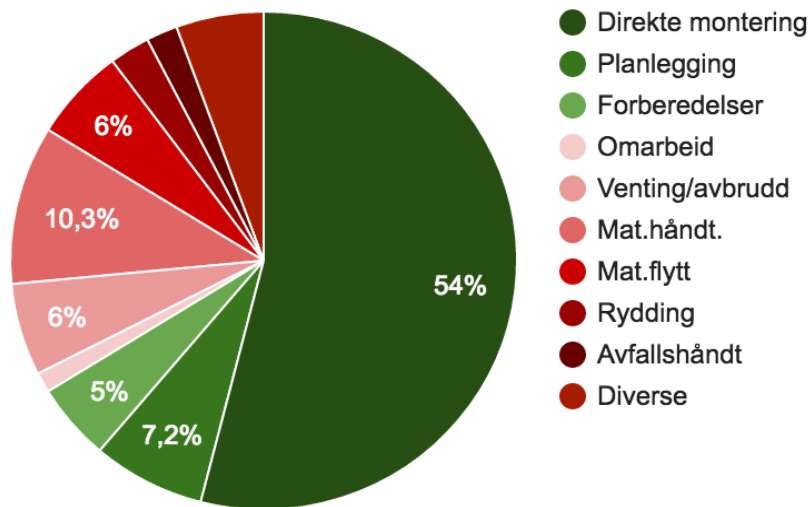
Aktivitet	Beskrivelse
Direkte montering	Faktisk utførelse av tjeneste/installering.
Planlegging	Alle planlagte møter, herunder morgenmøter, bas-møter og fremdriftsmøter. Tid som går med til å sjekke arbeidstegninger samt planlegge og vurdere eget arbeid.
Forberedelser	Klargjøring nødvendig verktøy, tegning/oppmåling på monteringssted, forberedelse av eget arbeid på monteringssted.
Omarbeid	Feilretting etter feil montasje eller etter testing. Innebærer også tid som går med til omarbeid som følge av kommunikasjonssvikt/manglende kommunikasjon om endringer i arbeidstegninger eller endringer fra arkitekt.
Venting/avbrudd	Tid som går med til å vente på leveranser, herunder leveranser som står i kø på grunn av andre leveranser inn til byggeplass, ekstra bestillinger som er foretatt og som må ankomme før man kan fortsette arbeidet, venting på at foregående fag skal bli ferdig og hjelp fra kollegaer. Med avbrudd menes å bryte opp direkte montering for å ta imot leveranser, hjelpe andre, spørre overordnet om råd og usikkerhet som medfører utredning med sjef/kollegaer.

Materialhåndtering	Inkluderer tildekking av varer om dette skal lagres på byggeplass (presenning/enkle tildekkinger), sortering av varer når det kommer store leveranser for en lengre tidsperiode og utpakking av dette.
Materialforflytning	Tid brukt til mottak av varer, inspeksjon av varer, hente varer på lager når det er på byggeplass, gangtid med verktøy og materialer, transportere varer fra mottak til brukssted og eventuell flytting av lager om dette står i veien på byggeplass.
Rydding	Her regnes med tid brukt til rydding etter eget arbeid, grovrengjøring etter å ha blitt ferdig i et område og eventuell enkel støvsuging
Avfallshåndtering	Håndtering av avfall inkluderer tid som går med til å transportere ut søppel til avfallscontainere, sortering og resirkulering av returemballasje og søppel, flytte avfallsdunker og rydde større returartikler etter større leveranser.
Diverse	Telefonbruk, mindre pauser, kaffedriking, prat med kollegaer og “plunder og heft”

Tabell 8: Beskrivelse av hva aktivitetene innbefatter

Aktiviteter farget i grønt vurderes som *verdiskapende aktiviteter*, herunder direkte montering, planlegging og forberedelser. Resterende aktiviteter farget i røde nyanser blir vurdert som *ikke-verdiskapende aktiviteter*.

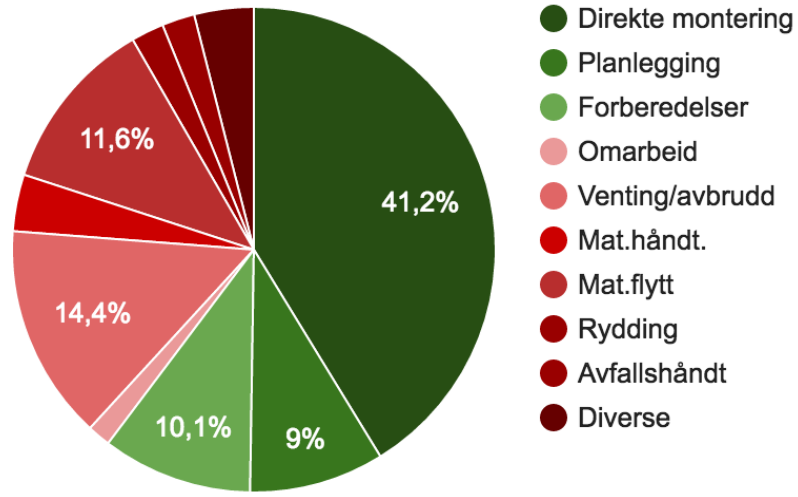
Tidsbruk rørlegger



Figur 7 - Tidsbruk rørleggere i et prosjekt.

Av figur 7 fremstilles det at rørlegger har en stor andel markert grønt. Dette kan forklares delvis med at det er gjort få undersøkelser av tidsbruken til rørleggeren på byggeprosjekter, noe som betyr at det blir et mindre antall prosjekt å lage gjennomsnitt av, og delvis med at rørleggeren er et av de fagene som ofte er lengst på byggeprosjekter. De kommer ofte inn like før eller etter betongarbeidet samt er igjen helt til slutt i prosjektene. Det betyr at de har lengre tid til å bli kjent på byggeplassen, de lærer seg flyten og arbeidsmåtene på prosjektet samtidig som de har mye alenetid uten forstyrrende fag.

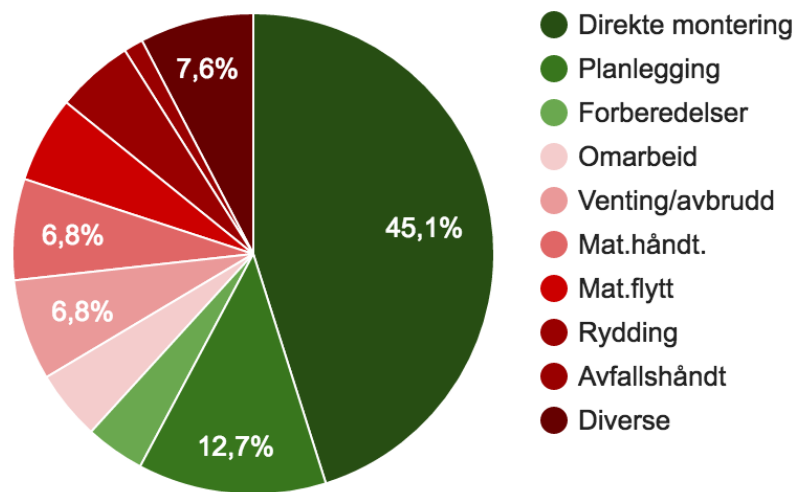
Tidsbruk tømrer



Figur 8 - Tidsbruk tømrer i et prosjekt

Tømreren har mindre direkte montering enn rørleggeren og en større andel *venting/avbrudd* enn rørleggeren med 14,4%, noe som underbygges av Morten Risan i kapittel 4.2. Dette vises også i posten for materialforflytning på 11,6 %, da tømrere har mange store og tunge leveranser samtidig som disse må flyttes fra lager til lager underveis i prosjektet.

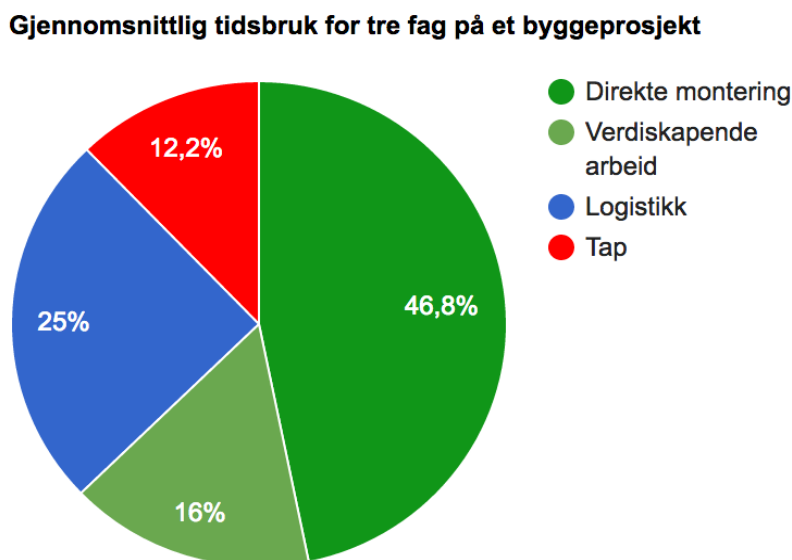
Tidsbruk elektriker



Figur 9 - Tidsbruk elektriker i et prosjekt

Elektro er det faget med flest målinger, inkludert en svært god frekvensstudie utført av SINTEF på oppdrag fra NELFO. I dette studiet kommer det tydelig frem at det er vanskelig å lage gode gjennomsnitt, da blant annet direkte montering varierer mellom 20% og 60%. Elektro er det faget der det fremkommer av tidsstudiet at det går med mest arbeid til omarbeid og testing av for eksempel anlegg, noe som er en naturlig antagelse. Det kan derimot være interessant å sette dette i sammenheng med at forberedelsestiden er lav for elektro, i motsetning til de andre to fagene.

Ut ifra disse tidsstudiene kommer det frem at en betydelig del av fagarbeidernes arbeidshverdag går med til å utføre logistikkaktiviteter. Ved å slå sammen alle logistikkaktivitetene til en post, herunder materialhåndtering, materialforflytning, rydding, avfallshåndtering, samt noe ventetid opptar logistikkaktivitetene så mye som 25% av fagarbeidernes arbeidsdag. Dette vil utgjøre en betydelig kostnad og vil i tillegg til andre kostnader knyttet til logistikk, som rigg, transport og lagring, utgjøre en vesentlig del av totalkostnaden for et byggeprosjekt.



Figur 10: Gjennomsnittlig tidsbruk

I kaken over er direkte montering kjent fra tidligere. I posten *verdiskapende arbeid* inngår planlegging og forberedelse, da dette er aktiviteter som ansees som nødvendig for å gjennomføre den direkte monteringen. I logistikk inkluderes logistikkaktivitetene fra tabell 6 mens tapsposten tar for seg diverse og omarbeid.

4.4.2 Eksempel på kostnad for en logistikkaktivitet

For å regne ut kostnader knyttet til logistikkaktiviteter må vi se på den konkrete bruken av ressurser, herunder tidsbruk og antall arbeidere, som går med for å få utført aktivitetene. Det er blitt spurt om erfaringstall fra hvert av fagene knyttet til ressursbruk ved mottak.

I kapittel 4.2 ble det estimert tid brukt på mottak av leveranser for de ulike fagene.

Logistikkansvarlig ved Prosjekt Britannia, Morten Risan, forteller at for et tømmerlag på 15 personer trengs 4 for å motta en leveranse. Anslått tidsbruk for leveranse er da 60-75 minutter. Videre trengs det ifølge prosjektleder i Argon, Eirik Rosmo, 3 av 12 elektrikere for å motta en leveranse à 30 minutter og ifølge prosjektleder Oras, Robert Skjervstad, tilsvarende for rørleggere.

Tømrere	15 mann, 4 på mottak. 60-75 min		
Elektrikere	12 mann, 3 på mottak, 30 min		
Rørleggere	12 mann, 3 på mottak, 30 min		
	Tømrere	Elektrikere	Rørleggere
Lønn	400,00 kr	400,00 kr	400,00 kr
Mottak	4	3	3 antall
Tid	1	0,5	0,5 timer
Kost fag	1 600,00 kr	600,00 kr	600,00 kr

Figur 11- Kostnad mottak av leveranser

Innleiekostnad for de tre fagene har her blitt satt til 400 NOK/time. I dette eksempelet vil da en leveranse for et tømmerlag ha en kostnad på om lag 1.600 NOK. Det er tatt forbehold om at denne kostnaden vil variere noe fra prosjekt til prosjekt da tid brukt fra leveransepost til lager eller monteringssted vil variere. Hvilken vare som ankommer og hvor effektive arbeiderne utfører aktiviteten vil også ha en videre innvirkning.

Ser vi på eksempelet ovenfor vil pris pr. leveranse generere en stor kostnad totalt for alle referanser, for et prosjekt. I tillegg vil tiden fagarbeiderne bruker på mottak av leveranse føre til avbrudd på det produktive arbeidet.

4.5 Logistikkostnader i et byggeprosjekt

I dette kapitlet presenteres kostnader knyttet til logistikkaktiviteter på byggeplassen. For å forenkle fremstillingen av tids- og kostnadsfordeling i et prosjekt, er det valgt å benytte et eksempelprosjekt, *Prosjekt X*. *Prosjekt X* er totalentreprise, er kommet til fasen lukket bygg og tidsbruken som er fremstilt gjelder for aktiviteter i denne fasen. Tidsbruk til blant annet planlegging, prosjektering, innkjøp og nødvendige aktiviteter som gjøres før prosjektstart og tilgang til byggeplassen, er derfor ikke medregnet. I dette eksemplet vises tidsbruken for en fagarbeider for de tre fagene tømmer, rør og elektro.

4.5.1 Kostnader logistikk i *Prosjekt X*

I dette prosjektet blir det tatt utgangspunkt i den prosentvise fordelingen av tidsbruk på byggeplassen som presentert i punkt 4.3.1.

Prosentvis fordeling av tidsbruk på aktiviteter				
Aktivitet/fag	Elektriker	Rørlegger	Tømmer	Gjennomsnitt
Direkte montering	45,13%	54,00%	41,43%	46,85%
Planlegging	12,65%	7,20%	9,00%	9,62%
Forberedelser	3,98%	5,00%	10,10%	6,36%
Omarbeid	4,68%	1,30%	1,46%	2,48%
Ventetid/avbrudd	6,80%	6,00%	14,36%	9,05%
Materialhåndtering	6,80%	10,30%	3,60%	6,90%
Materialforflytning	5,80%	6,00%	11,65%	7,82%
Rydding	5,20%	2,60%	2,20%	3,33%
Avfallshåndtering	1,31%	2,00%	2,20%	1,84%
Diverse	7,65%	5,60%	4,00%	5,75%
SUM	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Figur 12 - Prosentvis fordeling av tidsbruk på aktiviteter

Type prosjekt	Bolig u/park	
Antall kvm	25000	kvm
Pris pr. kvm	23 000,00 kr	eks. mva
Tradisjonell utførelse	575 000 000,00 kr	eks. mva
Tid pr. kvm el	1,7	time pr. kvm montasje
Tid pr. kvm rør	2	time pr. kvm montasje
Tid pr. kvm tøm	2,5	time pr. kvm montasje

Figur 13 - Type prosjekt, størrelse, pris og tidsbruk pr. kvm

I dette eksemplet er *Prosjekt X* et boligprosjekt uten parkering på 25000 kvm med en pris per kvm. på 23000 NOK eks. mva. Da *Prosjekt X* er en totalentreprise vil kostnaden pr. kvm ferdig bygg inkludere planlegging og prosjektering og lignende, grovt beregnet gir en total kostnad på 575 millioner kroner eks. mva,

For å regne ut de faktiske kostnadene knyttet til logistikkaktiviteter kan man benytte seg av ulike metoder. En metode er å beregne ut ifra et prosjekts kompleksitet den tid hvert fag bruker for å ferdigstille 1 kvm ferdig produkt. Her er tallverdiene i figur 13 blitt benyttet. Disse tallene har blitt utarbeidet i samarbeid med samarbeidspartnere, og er et enkelt estimat for et generelt prosjekt. Dette multipliseres så med den totale kvadratmeteren for prosjektet, for å få et beregnet tidsbruk pr. fag på prosjektet:

Antall timer elektrikere	42500
Antall timer rørleggere	50000
Antall timer tømrere	62500

Figur 14 - Timefordeling for de tre fagene i Prosjekt X

Denne timefordelingen fordeles så på de ulike aktivitetene i *figur 12* (den første prosentfordelingen) og gir følgende resultat:

Timefordeling				
Aktivitet/fag	Elektriker	Rørlegger	Tømrer	Totalt
Direkte montering	19180	27000	25894	72074
Planlegging	5376	3600	5625	14601
Forberedelser	1692	2500	6313	10504
Omarbeid	1989	650	913	3552
Ventetid/avbrudd	2890	3000	8975	14865
Materialhåndtering	2890	5150	2250	10290
Materialforflytning	2465	3000	7281	12746
Rydding	2210	1300	1375	4885
Avfallshåndtering	557	1000	1375	2932
Diverse	3251	2800	2500	8551
SUM	42500	50000	62500	155000

Figur 15 - Timefordeling

Denne figuren viser at prosjektet i fasen lukket bygg vil ta ca. 155000 timer for de tre fagene. Det er igjen benyttet en generell timepris for å gi en oversikt over hvor mye disse logistikkaktivitetene koster i *Prosjekt X*, Timeprisen er satt til å være 400 kroner per time for de tre fagene, inklusive sosiale og administrative kostnader. Logistikkaktivitetene utgjør nedre halvdel av timefordelingen for fagene, og når disse aktivitetene trekkes ut og multipliseres med timeprisen for fagarbeiderene, kommer følgende kostnadsoversikt over aktivitetene:

Logistikkostnader Prosjekt X				
Aktivitet/fag	Elektriker	Rørlegger	Tømrer	Totalt
Ventetid/avbrudd	1 156 000,00 kr	1 200 000,00 kr	3 590 000,00 kr	5 946 000,00 kr
Materialhåndtering	1 156 000,00 kr	2 060 000,00 kr	900 000,00 kr	4 116 000,00 kr
Materialforflytning	986 000,00 kr	1 200 000,00 kr	2 912 500,00 kr	5 098 500,00 kr
Rydding	884 000,00 kr	520 000,00 kr	550 000,00 kr	1 954 000,00 kr
Avfallshåndtering	222 700,00 kr	400 000,00 kr	550 000,00 kr	1 172 700,00 kr
SUM	4 404 700,00 kr	5 380 000,00 kr	8 502 500,00 kr	18 287 200,00 kr

Figur 16 - Logistikkostnader prosjekt X

For *Prosjekt X* utgjør logistikkostnadene fordelt på de tre fagene i overkant 3,1% av den totale kostnaden av prosjektet, eller nesten 18,3 millioner kroner. I timer utgjør dette like i overkant av 45000 timer som brukes på logistikkaktiviteter.

I *Prosjekt X* regnes det på logistikkostnadene for tre store og synlige fag. Det er rimelig å anta at det er disse fagene sammen med ventilasjon som står for mye av varevolumet på byggeplassen etter lukket bygg, som igjen genererer de største kostnadene knyttet til logistikk på byggeplassen. Likevel vil et reelt prosjekt ha langt høyere kostnader knyttet til logistikkaktivitetene da antallet underentreprenører varierer mellom 20 og 50 stk, avhengig av størrelse og type prosjekt. Det påstås derfor at kostnadene knyttet til logistikkaktiviteter i et reelt prosjekt vil være vesentlig høyere, nærmere anslått 6% av den totale prosjektkostnaden.

5. Samhandling av logistikk på byggeplass

Oppsummert sliter bygg- og anleggsbransjen med å henge med på den produktivitetutviklingen resterende næringer i Norge opplever. Fra punkt 4.4.1 *Tidsbruk på byggeplass*, ser man at fagarbeiderne bruker mye tid på å utføre andre aktiviteter enn produktivt arbeid, herunder går 25% av arbeidshverdagen med til logistikkaktiviteter. Som en mulig løsning for å oppnå en økt produktivitet i bransjen, er det i dette studiet valgt å se på muligheten for å delvis outsource disse aktivitetene ut av fagarbeidernes hverdag.

De outsourcete logistikkaktivitetene vil settes bort til et logistikkteam på byggeplassen. Dette teamet vil bestå både av administrative ressurser og utførende logistikkarbeidere. Det administrative leddet ønskes engasjert inn allerede i prosjekteringsfasen. Får man allerede i denne prosessen implementert kompetente og fokuserte folk vil dette bidra til å sikre en god gjennomførelse av leveranseplanlegging, vareflyt underveis, optimal lagring og flyt på byggeplass.

5.1 Organisering av logistikkteamet

Organiseringen av logistikkteamet er viktig for at løsningen skal være effektiv. Hvem er det som skal sørge for logistikken og hvordan skal teamet struktureres? Løsningen vil gi ulike muligheter og utfordringer basert på hvilke valg som blir tatt.

5.1.1 Forslag til organisering

Organiseringen av logistikkteamet kan gjøres på to måter. Som hovedentreprenør kan man velge å innføre dette teamet inn i egen bedrift og dermed levere denne løsningen selv. Logistikkteamet vil det med det følge hovedentreprenørens egne prosjekter. Dersom man velger å ikke investere i egen logistikkavdeling internt i bedriften kan man leie denne tjenesten fra en ekstern leverandør. Logistikkteamet vil i det tilfellet fungere som en underleverandør. Per dags dato er det ikke mange totalleverandører av logistikkjenester på byggeprosjekter på markedet. For at denne løsningen skal være aktuell er man derfor avhengig av at det opprettes aktører store nok til å kunne levere etter prosjektenes behov.

Uansett hvordan denne løsningen blir iverksatt vil det medføre en endring i anbudsrunder og konkurransegrunnlag, ansvarsfordelinger og samarbeidet mellom fagene. De andre underleverandørene vil ikke ha like store logistikkostnader, og disse må derfor heller ikke bli medregnet når de skal utarbeide et anbud. Det er derfor viktig at alle aktører blir informert i konkurransegrunnlaget hvilke aktiviteter og tjenester som vil bli utført av logistikkteamet og ansvarsfordeling må komme tydelig frem. Det at så mange fagarbeidere jobber i henhold til et akkordsystem, hvor logistikkaktiviteter som henting av varer, rydding og lignende inngår vil kunne by på en utfordring. En mulig løsning på dette vil være å gå inn for en endring på dette systemet, eventuelt opprette et tilleggssystem for beregning på prosjekter hvor det blir benyttet et logistikkteam.

Det vil være fordelaktig at logistikkteamet blir brukt av så mange fag som mulig, og helst av de største fagene som har størst varestrøm og som er lengst inne på prosjektet. Slik vil man kunne oppnå en mest optimal og lønnsom bruk av teamet. I og med at dette teamet vil levere en tjeneste som underentreprenørene per dags dato selv må utføre kan en løsning være å opprette et spleiselag. Alle aktører som ønsker å få benytte teamet kan eksempelvis spleise på dette med en prosentvis kostnad etter hvor mye de selv skal levere til prosjektet. Det kan også settes som et krav av byggherre eller hovedentreprenør at man må innfinne seg i å benytte og dermed også spleise på logistikkteamet for å få delta i prosjektet. Dette vil nok være den enkleste metoden for å få best mulig kontroll på logistikkostnadene, mest effektivisering og en best mulig utnyttelse av logistikkteamet.

For at denne løsningen skal fungere optimalt er det viktig med tydelige ansvarsgrenser og et åpent og tett samarbeid mellom aktørene. Hvor grensesnittet mellom aktivitetene skal gå må avklares og tydeliggjøres for alle parter. Hvem har for eksempel ansvar for bortkomne eller skadede varer på byggeplassen og hvem kan signere for mottatt leveranse? Dette er viktige elementer som må være avklart i forkant av prosjektet.

5.2 Logistikkteamet

Logistikkteamet vil som tidligere nevnt bestå av administrative ressurser og utførende logistikkarbeidere. Det administrative leddet vil bestå av en prosjektleder for logistikk. Videre nødvendige ressurser i dette leddet vil komme an på om teamet er satt inn hos hovedentreprenør eller opererer som en selvstendig aktør. Det vil også komme an på byggeprosjektets kompleksitet og størrelse.

5.2.1 Prosjektleder logistikk eller logistikkansvarlig

En prosjektleder eller teamleder for logistikk er en prosjektingeniør med logistikk som hovedområde. Denne personen er med fra tidlig fase i prosjektene for å sikre god flyt i alle prosesser og en Lean ledelse. Typiske arbeidsoppgaver vil være å finne optimale utføringsmetoder for logistikkaktivitetene, sikre optimal lagerplassering for de ulike fagene, legge til rette for god plass ved hovedfartsårene, optimal plassering av returpunkt, sette opp og styre leveranseplan med tanke på kran og fremdriftsplan og generelt sørge for en ryddig og oversiktlig byggeplass.

5.2.2 Logistikkbas

Logistikkbasen vil være leder for sitt arbeidslag med logistikkarbeidere. Denne personen vil til enhver tid ha oversikt over logistikkarbeidernes arbeidsplan og ha et tett samarbeid med basene fra de andre fagene i prosjektet. Logistikkbasen vil ha et overordnet blick på byggeplassen og vil kunne fungere som en tradisjonell riggmann. Med det har denne personen oversikt over når det kommer både planlagte og uplanlagte leveranser og kan koordinere disse. Basen vil også ha hovedansvaret for tilrettelegging av mottakspunkt for ventende leveranser og ha nødvendig dialog med ekspeditørene. Dersom det er mulige hinder på veien til byggeplassen, som underganger, smale bruer og lignende sørger logistikkbasen for at speditøren er oppmerksom på dette.

5.2.3 Logistikkarbeidere

Hva er en logistikkarbeider? En optimal logistikkarbeider vil være kurset til å mestre vareflyt, lagring, rydding og avfallssortering. Det er også vesentlig at arbeideren både forstår og kan gjøre seg forstått på norsk og engelsk. Ved riktig kursing og opplæring vil en logistikkarbeider kunne utføre logistikkaktivitetene på en sikker og trygg måte, herunder riktig håndtering og sikring av varer.

Daglig leder ved NRS Norge AS, Geir Trøan, forteller i sitt intervju at logistikkarbeidere utfører logistikkaktivitetene 25% mer effektivt enn andre fagarbeidere. Han begrunner dette med spesialisering. Logistikkarbeiderne får opplæring med dette for øyet. Han forteller videre at dette er folk som liker å bruke kroppen sin. De vil også ha et større fokus på selve logistikkaktivitetene, planlegge disse bedre og legge større vekt på riktig utførelse. Trøan sier at han aldri har møtt en jernbinder eller betongarbeider som blir satt til å bære gips når det er lite å gjøre på betong og som er motivert for å gjøre det. Han sier at de heller må la de få holde på med det de kan, *“Det er jo ofte sånn at det som er mest lystbetont er det som blir mest effektivt også”*.

⁶³Når de store entreprenørene begynner å snakke om permitteringer så vil de heller sette arbeiderne til å gjøre andre aktiviteter, som å bære planker og gips, men dette er ikke nødvendigvis noen god løsning. *“Det blir bare en tap-tap-situasjon, fordi de får umotiverte folk som ikke trives på jobb, og de lager ikke spesielt godt arbeidsmiljø heller, for å si det litt forsiktig”*.⁶³

I tillegg til dette oppgir Dahl og Jacobsen i sin reviderte simuleringsmodell at logistikkarbeiderne i snitt vil være 20% billigere i lønn med 365-400 NOK/time mot 440-510 NOK/time, som er gjennomsnittlig innleiekostnad for fagarbeidere.⁶⁴

Logistikkarbeiderens lønnsomhet

Som vist i punkt 4.4 er det mye tid og kostnader som går med til logistikkaktiviteter. En logistikkarbeider vil kunne arbeide opptil 25% raskere enn en fagarbeider på logistikkoppgaver samt inntil 20% billigere.⁶⁵ Dette gir grunnlag for å anta at prosjekter kan reduseres i både tid og kostnad.

I *Prosjekt X* er det beregnet at i overkant av 45000 timer med de gitte rammene, går med til logistikkaktiviteter.

Aktiviteter/fag	<i>Elektriker</i>	<i>Rørlegger</i>	<i>Tømrer</i>	Totalt
<i>Ventetid/avbrudd</i>	2890	3000	8975	14865
<i>Materialhåndtering</i>	2890	5150	2250	10290
<i>Materialforflytning</i>	2465	3000	7281	12746
<i>Rydding</i>	2210	1300	1375	4885
<i>Avfallshåndtering</i>	557	1000	1375	2932
Totalt	11012	13450	21256	45718

Figur 17 - Timefordeling logistikkaktiviteter

Av disse aktivitetene vil en logistikkarbeider helt eller delvis overta arbeidet og dermed frigjøre timer for fagarbeideren. Det er derimot urealistisk å si at en logistikkarbeider vil kunne overta alle disse timene da for eksempel noe materialhåndtering som prekutning av materialer og tilpasning vil måtte gjennomføres av fagarbeidere. Avbrudd knyttet til at fagarbeidere rådfører seg med hverandre vil heller ikke kunne overføres til en logistikkarbeider, heller ikke avbrudd knyttet til at man ikke har tilgjengelig materiale. Derfor har hver aktivitet blitt vurdert hver for seg for å finne ut hvor stor andel av oppgaven en logistikkarbeider kan ta.

Aktivitet/%-fordeling	<i>% tas av log</i>	<i>% tas av fag</i>	<i>Effektivitet</i>
<i>Ventetid/avbrudd</i>	50%	50%	0%
<i>Materialhåndtering</i>	75%	25%	20%
<i>Materialforflytning</i>	100%	0%	25%
<i>Rydding</i>	50%	50%	20%
<i>Avfallshåndtering</i>	100%	0%	25%

Figur 18 - Prosentfordeling logistikkaktiviteter, logistikkarbeider vs. fagarbeider

Som vist i figur 18 er det realistisk å tro at en logistikkarbeider vil kunne overta mellom 50% og 100% av aktivitetene knyttet til logistikk. Som nevnt tidligere antas det at en logistikkarbeider arbeider 25% mer effektivt, men her er effektivitetsgraden justert ned noe.

Ved å legge til prosentatsene % *tas av log* fra figur 18, kommer det frem at dette tilsvarer litt over 33000 timer i *Prosjekt X*.

Aktiviteter/fag	Elektriker m/log	Rørlegger m/log	Tømrer m/log	Logistikkarbeider
Ventetid/avbrudd	1445	1500	4488	7433
Materialhåndtering	723	1288	563	7718
Materialforflytning	0	0	0	12746
Rydding	1105	650	688	2443
Avfallshåndtering	0	0	0	2932
Totalt	3273	3438	5738	33271

Figur 19 - Timefordeling med logistikkarbeidere

Figur 19 viser at det vil kunne frigjøres i overkant av 33000 timer fordelt på fagarbeiderne i *Prosjekt X*. Disse timene utgjør den andelen av logistikkaktivitetene logistikkarbeiderne overtar. Med effektivitetsgraden vil vi se antallet sparte timer for prosjektet.

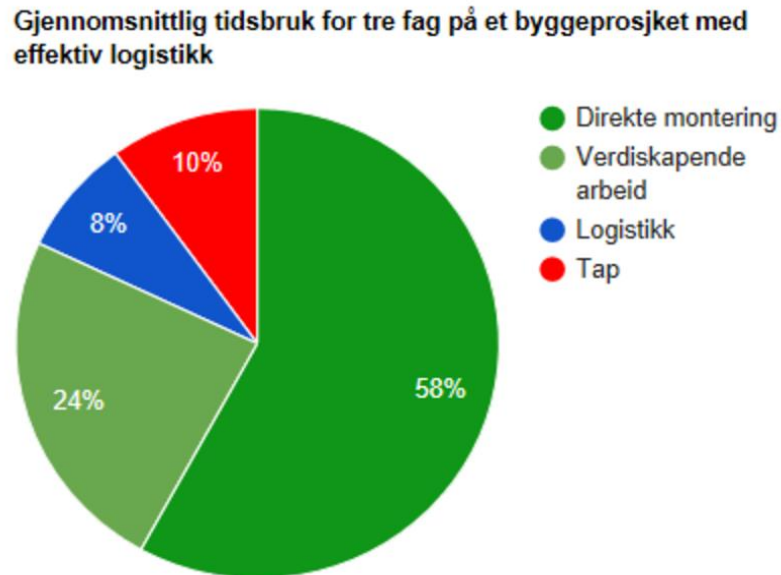
Aktiviteter/fag	Elektriker m/log	Rørlegger m/log	Tømrer m/log	Med effektiv logistikk
Ventetid/avbrudd	1445	1500	4488	7433
Materialhåndtering	723	1288	563	6174
Materialforflytning	0	0	0	9560
Rydding	1105	650	688	1954
Avfallshåndtering	0	0	0	2199
Totalt	3273	3438	5738	27319

Figur 20 - Timefordeling med effektiv logistikk

Legges effektivitetsgraden til ser vi at redusert timeantallet reduseres med nesten 6000 timer på logistikkaktivitetene, som naturlig nok vil utgjøre en stor besparelse for *Prosjekt X*.

Behovet for antall logistikkarbeidere vil variere ut fra størrelse på prosjekt og ut ifra hvor i fasen prosjektet er. Man vil naturlig nok ha flere leveranser og større vareflyt etter tett bygg. Det administrative leddet vil kunne ha en god nok oversikt til å kunne forutse behovet for antall arbeidere. Ut i fra dette vil de også ansette de arbeiderne som vil passe best til de ulike aktivitetene og som har mulighet til å følge prosjektet i gjeldende periode. Det vil være mest optimalt at arbeiderne følger prosjektene, slik at de blir godt kjent med byggeplass, leveranseplan og lignende.

Tar vi utgangspunkt i figur 10 og trekker fra logistikkaktivitetene som gjøres av logistikkarbeiderne, ser vi at vi kan frigjøre så mye som 17% av tiden til fagarbeiderne.



Figur 21: Ny gjennomsnittlig tidsbruk

I figur 21 har den frigitte tiden blitt fordelt på direkte montering og verdiskapende arbeid. På denne måten vil risikoen for feil og avvik på et prosjekt kunne reduseres, da fagarbeiderne får bedre tid til å fokusere på arbeidet sitt og planlegging av dette. Ved frigitt tid til planlegging og tilrettelegging estimeres det at tapsprosent vil kunne reduseres med om lag 2%.

5.3 Implementering av lean-filosofi

Det er vist at bransjen møter mange utfordringer knyttet til logistikk. For å kunne møte disse utfordringene finnes det flere prinsipper innen lean-filosofien som vil være nyttige verktøy. Det kan virke krevende å skulle implementere lean i en bedrift eller i et helt prosjekt i en konservativ bransje, og kan oppleves som tid- og ressurskrevende og uten raske resultater og umiddelbare forbedringer. Metoder som Fem-stegsmodellen, 5S og PUKK gir gode føringer for hvordan en bedrift kan starte implementering av lean for deler av et system, en prosess eller operasjon.

5.3.1 Fem-stegsmodellen

Gjennom studiet er det utarbeidet en fem-stegsmodell som kan benyttes som et verktøy for å sikre at logistikkteamet blir ledet på en optimal måte. Modellen foreslår og beskriver fem steg for hvordan det administrative leddet bør bli benyttet i planleggingen og gjennomføringen av et prosjekt.

1. Tidlig involvering av logistikkansvarlig.

Første steg for god logistikk på byggeplassen vil være å planlegge logistikken tidlig nok. Det betyr å involvere teamleder logistikk og eventuelt logistikkbas med ansvar for logistikken på byggeplassen i utviklingsfasen, gjerne like etter at hovedentreprenør er blitt valgt og før underentreprenører velges. Her får logistikkansvarlig bli kjent med tomt, infrastruktur rundt byggeplass, utforming av bygg og plasseringsmuligheter for rigg, vareheis, kran og lager. Dette er sentrale faktorer har betydning for byggeplasslogistikken.

Etter denne fasen bør det foreligge en oversikt over hovedadkomst og mulige trafikk-løsninger, plassering av heiser, kraner og mulige lagringsområder for fag. Det bør også vurderes å ha en skisse av en leveranseplan eller overordnet riggplan, hvor kritiske datoer knyttet til ferdigstillelse av prosjektet er oppmerket og som gir et vindu for når de ulike leveransene kan komme.

2. Involverende planlegging av logistikk på tvers av fag.

Når underentreprenører for de tekniske fagene og tømmer er valgt, bør disse bli med i en involverende planleggingsfase på tvers av fagene, før prosjektoppstart. Her bør fokuset ligge på at aktørene får komme med sine forventninger for prosjektet og videre hvordan hver aktør ser for seg logistikken på byggeplassen for sitt fag.

Et alternativ er at hver aktør selv legger opp sin egen overordnede leveranseplan, der de markerer hvilke kritiske leveranser de har behov for og når. De bør også komme med tilbakemeldinger om hvor stort lager av forbruksmateriell, for eksempel en container, aktørene har behov for på byggeplassen. Videre bør det også sies noe om de vil ha behov for et mer mobilt lager som kan flyttes raskt rundt på byggeplass, for eksempel en tralle eller lignende. Med denne alternative

løsningen vil det stilles større krav til den enkelte aktør og at de tar ansvar for egen leveranselogistikk, men at de i samarbeid med andre aktører, hovedentreprenør og logistikkansvarlig forhandler seg frem til gode løsninger. På denne måten kan man gå ned på bas-nivå hos aktørene, og ivareta momenter fra LPS.

Etter denne fasen bør det foreligge en overordnet strategisk leveranseplan for prosjektet, som faseplaner tar utgangspunkt i for økt detaljering.

3. Faseplanlegging med fokus på logistikk.

I prosjektplanen vil det være naturlig at etasjer eller soner er inndelt i faser. I disse fasene må det markeres når de ulike fagene skal inn og hvilke aktiviteter som skal gjennomføres. På samme måte som at aktørene er med på den overordnede logistikkplanleggingen, blir neste steg for logistikkansvarlig å planlegge logistikken i faser, gjerne sammen med logistikkbas, anleggsledelse og eventuelt kranansvarlig. I hvilke faser vil aktørene ha behov for mest lagerplass, mest heis og kran samt flest leveranser inn til byggeplass? Videre følger utstikksplaner og ukeplaner med utgangspunkt i den strategiske leveranseplanen og faseplanene.

Ustikksplanene ser på flere uker av gangen og antall aktører og deres aktiviteter legges inn. Videre blir antallet leveranser som ankommer i perioden lagt inn i denne oversikten. Her bør det foretas en vurdering om det vil være behov for et logistikk-personell på byggeplassen for mottak av leveranser. Neste trinn vil være å utarbeide ukeplaner som kan tilpasses fortløpende og som tar utgangspunkt i utstikksplanene, men med mer detaljerte oversikter.

4. Observasjon og oppfølging

To sentrale faktorer for en fungerende og god logistikk i et prosjekt vil være observasjon og oppfølging. Når prosjektet har startet og det kan måles fremdrift, vil det være svært viktig å følge opp aktivitetene på byggeplassen. Logistikkbasen får en meget sentral rolle her, som underentreprenørens og arbeidslagets kontaktperson. Leveranseplanen følges opp kontinuerlig og ved avvik må dette gis beskjed om. Hvis de foregående fasene er gjort grundig nok vil det

ikke være behov for store endringer i leveranseplanen, men andre faktorer som kan påvirke leveranseplanen kan forekomme. Et eksempel på dette kan være om det er behov for en ekstra leveranse, grunnet feil eller mangelfull leveranse tidligere. Da vil det være behov for en alternativ løsning for å ta imot denne. Størrelsen på leveransen og hvor kritisk den er for prosjektets fremdrift avgjør om denne er nødvendig å få til byggeplass samme ettermiddag eller kan få et nytt leveringstidspunkt neste dag.

Logistikkbas og logistikkansvarlig bør sammen oppsummere dagen og gjennomgå leveranser og eventuelle endringer, plassering av varer og lager og se i forhold til hovedfremdriftsplan.

5. *Evaluering*

Etter endt prosjekt er oppsummering og evaluering viktig for å kunne ta grep om det som eventuelt ikke har fungert, og dermed lære av dette til neste prosjekt. Logistikkansvarlig, logistikkbas, prosjektleder eller anleggsleder samt representanter for underentreprenørene bør gå gjennom prosjektet sammen for å få en oversikt over hvordan utfordringer er møtt og hva som kan gjøres annerledes. Evalueringsprosessen gir rom for tilbakemeldinger og kommentarer, og erfaringene bør bli med inn i neste prosjekt.

5.3.2 Standardisering ved hjelp av 5S

Dersom man i et byggeprosjekt bestemmer seg for å benytte et logistikkteam, enten man velger å implementere dette i egen bedrift eller ved innleie, vil dette kreve en standardiseringsprosess for å skulle fungere optimalt. Som et forslag til mal for standardisering kan man la seg inspirere av 5S-teorien, presentert i kapittel 2. I tabell 9 presenteres et forslag til hvordan denne metoden kan benyttes til å danne gode føringer for arbeidet til logistikkarbeiderne på en byggeplass.

Japansk	Norsk	Kort forklart
Seiri	Sortere	Gjennomgå alt av aktiviteter, tjenester og kompetanse knyttet til logistikk som trengs i et byggeprosjekt. Avgjør hvilke oppgaver logistikkarbeiderne konkret skal utføre.
Seiton	Systematisere	Fokuser på effektivitet ved å organisere samhandlingen av aktivitetene, slik at arbeidsflyten blir best mulig.
Seiso	Skinne	Finn kritiske punkt hvor kommunikasjonssvikt, tidstap, redusert effektivitet o.l. kan oppstå.
Seiketsu	Standardisere	Standardisere arbeidsoppgaver og rutiner slik at enhver vet hva eget ansvarsområde er, og hvordan ulike arbeidsoppgaver skal gjennomføres.
Shitsuke	Sikre	Vedlikehold og forbedre standarder og rutiner som er innført. Dette skal være med på å sikre at nivået som er opparbeidet gjennom de 4 foregående S-ene opprettholdes. En tydelig ansvarsfordeling for å følge opp og å videreutvikle 5S-arbeidet er viktig.

Tabell 9: Fem S ved standardisering av nytt logistikkteam

Ved å sortere finner man ut hva logistikkarbeiderne faktisk skal utføre på byggeprosjektet. Ved å systematisere logistikkaktivitetene vil arbeidsflyten bli optimalisert. For at løsningen skal skinne må man finne kritiske punkt hvor feil kan oppstå. Her kan PokaYoke være et nyttig verktøy, da man ved å iverksette enkle tiltak kan forebygge at feil inntreffer. Arbeidsoppgavene standardiseres og avslutningsvis trengs kontinuerlig vedlikehold og forbedringer av standarder og rutiner. Dette vil være en god metode for å oppnå en standardisering av logistikkteamet.

5.3.3 PUKK som verktøy til styring og kontinuerlig forbedring

For å opprettholde kontinuerlig forbedring i bransjen, bør logistikken styres med verktøyet PUKK. I planleggingsfasen bør utfordringene knyttet til logistikken på prosjektet identifiseres. Det bør spesifiseres størrelse på byggeplassen, hvordan prosjektet skal gjennomføres og hvem som må koordineres for å få det gjennomført. Volum på materiell, antall leveranser og plass til lagring må tallfestes. Hele prosjektets logistikkutfordringer må defineres før man kan lage en plan for løsningen. Hvilket utstyr som trengs for å gjennomføre håndteringen må også defineres, både med tanke på når og hvor mange kraner, byggevareheiser, ramper og annet utstyr som trengs. På utførelse må man gå dypere inn i analysen, og spørre *hvorfor* fem ganger.

Et eksempel er å se på lav produktivitet hos fagarbeidere.

Lav produktivitet hos fagarbeidere		
1	Hvorfor?	De må bruke mye av sin arbeidstid på å hente utstyr og materiell
2	Hvorfor?	Grunnet lang avstand til lager, og tid som går med til mottak av leveranser
3	Hvorfor?	Grunnet dårlig planlegging
4	Hvorfor?	Planlegging av logistikk prioriteres ikke i prosjekteringsfasen
5	Hvorfor?	Fordi det ikke er noen med dette som hovedansvar i planleggingsavdelingen

Tabell 10: Eksempel 1 - fem x hvorfor

Et tiltak i dette eksemplet kan være å innlemme en logistikkansvarlig i planleggingsfasen, slik at disse utfordringene blir ivaretatt. En slik analyse gir et bilde på hva som forårsaker utfordringen, som gir grunnlag for utbedring.

Denne tankemodellen kan også benyttes når man har et konkret problem som oppstår i prosjektet. Et eksempel kan være at elektriker ikke får utført sitt arbeid på et område på det tidspunkt som var fastsatt.

Elektriker får ikke utført sitt arbeid på fastsatt tidspunkt		
1	Hvorfor?	Fordi område ble brukt til lagring for varer og materiell tilhørende rørlegger
2	Hvorfor?	Fordi rørlegger ikke hadde kommet til der dette materialet skulle monteres
3	Hvorfor?	De hadde ikke tilgang på stillas
4	Hvorfor?	Det oppsto usikkerhet om hvem som hadde ansvar for å sette opp stillaset
5	Hvorfor?	Ingen har totalansvaret for tilretteleggingen på byggeplassen

Tabell 11: Eksempel 2 - fem x hvorfor

Ved å se tilbake i tid til hva som er årsaker til at problemet oppstår kan man enklere ta det ved roten og sørge for at problemet ikke dukker opp på nytt av samme årsak.

Gjennom hele prosjektet må det kontrolleres at planene for logistikk faktisk fungerer optimalt. Evaluer om det er den beste måten å møte utfordringene på, og gjøre utbedringer på prosedyrene og løsningene om nødvendig. Forekommer det avvik her, bør det gjøres enkle endringer for å utbedre situasjonen der og da. Når situasjonen er stabil bør det på nytt analyseres hvorfor det ble slik. Hva fungerte ikke med den første planen? Er dette noe som kan unngås at inntreffer ved en senere anledning? Ofte stopper man for tidlig i analysen. Om leveranseplanen ikke fungerte på grunn av at det ble en forsinkelse av en leverandør må man spørre hvorfor leverandøren ble forsinket. Grunnen til dette kan være alt fra vær og føre, til misforståelser, feil på bil eller andre grunner, og det er enkelt å stoppe der. Da bør det likevel fortsettes med hvordan kan dette unngås i fremtiden. Ved misforståelser bør det renses opp i kommunikasjonskanalen, og sette klare retningslinjer for bestillingene, og man får nye retningslinjer å innføre. Om bilen brøt sammen på tur til byggeplassen er det ikke stort man kan gjøre med det, men den logistikkansvarlige kan likevel legge en plan for hvordan dette skal affektere prosjektet i minst mulig grad. Er det lagt inn tilstrekkelig buffer i planen, slik at bilen har mulighet til å levere varene samme dag selv om han var forsinket?

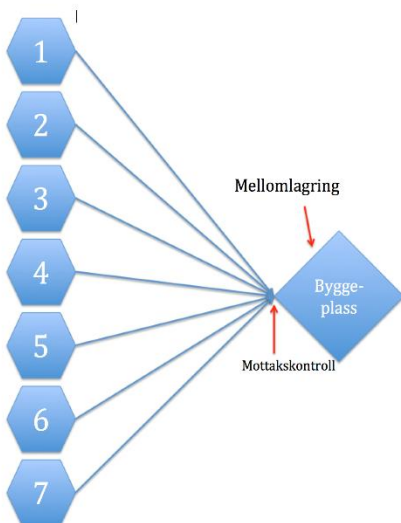
Ved å analysere dypere blir man bedre rustet til å unngå lignende utfordringer i fremtiden. På denne måten blir rutinene standardisert, og med kontinuerlig forbedring sikres det at logistikken på byggeplassen blir ivaretatt.

5.4 HUB

Ettersom oppgaven har hatt fokus på by-prosjekter som har utfordringer knyttet til lagringsmuligheter på byggeplassen, er det valgt å legge inn muligheter til omlastningslager på utsiden av byen i løsningen. HUB er en betegnelse på et nettverksknytepunkt og brukes i denne forbindelse som benevnelsen på et omlastings- og samlagringsterminal. Når logistikken mellom alle fagfeltene samorganiseres blir dette en såpass stor del av prosjektet at det vil kunne kostnadmessig forsvares å leie lagerkapasitet på utsiden av byen. Her kan logistikktteamet motta leveransene i god tid og kontrollere at alt er i orden med leveransen, noe som gir mindre risiko for forsinkelser til prosjektet. Logistikktteamet kan holde nøye oversikt med prosjektets fremgang og kontrollere vareflyten inn til byggeplassen basert på dette. Ved hjelp av statusrapporter kan de holde en kontinuerlig oppdatert plan for leveranser inn til byggeplassen for hvert fagfelt, og samlaste materialene for flere fagfelt på den samme bilen inn til byggeplassen. Dette gjør det enklere å ivareta Just in Time-prinsippet på byggeplassen, hvor materialene ankommer akkurat når de trengs.

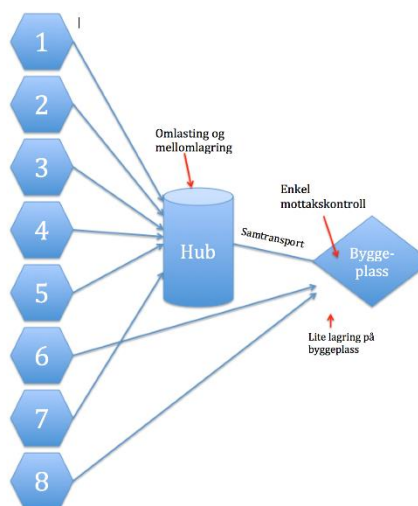
Som tidligere nevnt kommer det mange leveranser til byggeplassen, og disse er ikke nødvendigvis optimalt opplastet. HUB-løsningen gir muligheten til å kunne fylle opp lastebilene, og dermed går behovet for antall lastebiler ned. På denne måten kan man få færre leveranser inn til byggeplassen totalt sett. Med de reguleringene som vil komme i fremtiden for en bedre bylogistikk vil dagens leveranse- og bestillingsvaner bli utfordrende å opprettholde og HUBen vil kunne svare til disse utfordringene.

Transport nå:



1	Byggmaterialer
2	Rørmaterialer
3	Materialer til elektro
4	Ventilasjon
5	Maling
6	Betongelement
7	Andre materialer

Transport med HUB-løsning:



1	Byggmaterialer
2	Rørmaterialer
3	Materialer til elektro
4	Ventilasjon
5	Maling
6	Betongelement
7	Andre små materialer
8	Andre store materialer

Figur 22 - Fremstilling av HUB-løsning

Hvis man velger å benytte seg av en HUB-løsning vil man naturlig nok stille høyere krav til vareleverandørene. Bestiller man arbeidspakker er det viktig at det tydeliggjøres i form av merking hva arbeidspakken inneholder. Videre må det avklares hvem som bærer ansvaret dersom det ankommer en mangelfull eller feil levering. Her må ansvarsforholdet mellom leverandør og kjøper tydeliggjøres.

Videre er det viktig at leverandør blir opplyst om hvordan arbeidspakken skal merkes, herunder område, fase, uke og lignende nødvendig informasjon, slik at mottakskontrollen på HUB kan sikre at varen er ankommet og at den inneholder det som er bestilt. Det vil være en omfattende mottakskontroll på HUB og det bør stilles krav til at det er kvalifisert personell som har ansvaret for å utføre denne arbeidsoppgaven.

På HUBen vil man måtte benytte et digitalt system hvor man får undersøkt om varen er ankommet HUB, hva som er kommet og hva som eventuelt mangler. Eksempelvis har man på IKEA et digitalt system der mix-paller med x antall ulike varer pakkes og legges inn på en IP-kode som klistres på pallen. Når denne pallen ankommer varehuset scannes den og oversikten over hvilke varer som er på pallen og antallet kommer på en datamaskin og/eller håndholdt scanner. Videre er det opp til mottakspersonell å sjekke at dette stemmer, før man enten lagrer varene i silo eller ute i butikk. Et tilsvarende system vil kunne fungere for HUB, men at det også kvitteres i mottakskontrollen før leverandør drar fra HUB. Deretter vil man lagre varene enten pr. prosjekt eller pr. firma inne på HUB, som igjen gjør det mulig for den aktuelle å gå inn i systemet og sjekke varene. Optimalt sett vil man da ikke få manglende varer etter at disse ankommer HUB. Dersom det likevel skulle mangle noe vil dette oppdages i mottakskontroll.

Når varen er ankommet HUB er det eieren av HUBen som bærer ansvaret mens det lagres utstyr der. Dersom hovedentreprenør eier HUB, men leier inn et eksternt logistikkteam, vil det bli dette teamet som har ansvaret dersom noe blir skadet eller forsvinner. Dersom hovedentreprenør eier logistikkteamet er det hovedentreprenør som også bærer ansvaret.

Når disse varene skal sendes til byggeplassen, vil logistikkpersonellet plukke varene og samle de på biler, registrere at disse varene forlater lageret og undersøker at alt som skal være med, er med. Videre vil transportfirmaet som transporterer varene være ansvarlig for lasten mellom HUB og byggeplass.

6. Drøfting

I dette kapitlet kommenteres og stilles det spørsmål til det som er blitt redegjort for i oppgaven, herunder oppgavens funn, resultat og samhandling av logistikkaktiviteter som løsning.

Avslutningsvis kommer en oppgaveteknisk vurdering.

6.1 Funn og resultat

6.1.1 Utfordringsområder

Det er blitt kartlagt seks utfordringsområder for logistikk på byggeplass. Det vil variere fra prosjekt til prosjekt hvor aktuelle de ulike utfordringsområdene er. Større og mer teknisk komplekse bygg vil ha behov for mer fokus på planlegging, kommunikasjon og samarbeid enn mindre og enklere prosjekt. Disse vil til gjengjeld ikke ha like stor tilgang på ressurser til å ta hånd om dette. Konsekvenser av dårlig logistikk vil ikke gi like stort kostnadstap i kroner og øre for mindre prosjekter, men prosentmessig vil dårlig tilrettelegging ha svært stor innvirkning her. Områdene er valgt ut og kategorisert på bakgrunn av at de forekommer som gjentakende i intervjuer og samtaler, og ivaretar alle utfordringer identifisert gjennom dette studiet. Selv om de er kartlagt ved kun å se nærmere på fire prosjekter i en region er disse prosjektene såpass forskjellige og har ulike utfordringer at det kan påstås at de gjenspeiler bransjen.

6.1.2 Logistikkaktiviteter

Da det ikke har blitt funnet noen god oversikt over hva som faktisk inngår i logistikk på byggeplass har det i denne oppgaven blitt kartlagt hvilke aktiviteter som kan betegnes som logistikkaktiviteter. Hva som inngår i aktivitetene og grensesnittet mellom disse er satt etter hva som virker fornuftig i denne sammenhengen. Man kan likevel vurdere hvorvidt enkelte aktiviteter kun er tatt med for å få en god nok mengde inkludert i benevningen og om de egentlig kan betegnes som en logistikkaktivitet. Basert på hva som forbindes med logistikk som begrep, samt gjennom rådføring med logistikkleverandører på byggeprosjekt virker de valgte logistikkaktivitetene fornuftig. I tillegg til aktiviteter som kan direkte kan ses på som logistikk er rydding tatt med som en aktivitet. Dette begrunnes med at ved å følge lean-prinsipper som tidligere er redegjort for er det økt fokus på å sette ting i system, holde det ryddig, holde fartsårer

åpne og å sikre byggeplassen for å øke effektivitet. Dette er i tillegg aktiviteter som faller mellom to stoler på byggeplassen, og som er tidsuavhengig. Det kan vurderes om rydding er tatt med for å underbygge løsningen om samhandling. Disse oppgavene kan også ivaretas mellom leveranser og når logistikkarbeidere har tid til overs, for å fylle ut arbeidsdagen til logistikkarbeiderne.

6.1.3 Strategisk analyse

Den strategiske analysen viste at bransjen drives av konkurranse, hvor pris er den største konkurransefaktoren. Dette kan gjøre det utfordrende å gjøre endringer som vil medføre ekstra kostnader fra begynnelsen av i prosjektet. Ofte vinner de med laveste pris anbudet og det er enklere å la det påløpe ekstra kostnader mot slutten av leveransen, enn å gå opp i pris på anbud. Dette gjelder spesielt for hovedentreprenøren før de får entreprisen på prosjektet. Uten bevis for at samhandling vil lønne seg for prosjektets kostnad til slutt, vil det være utfordrende å medregne dette i anbudet. Likevel kan det ved implementering av løsningen utelates en del kostnader fra underentreprenørenes anbud. Dette fordi alle kostnader knyttet til logistikk vil ivaretas av hovedentreprenør eller egen aktør, og det kan derfor kjøpes inn billigere leveranser på underliggende fagfelt. I tillegg er arbeidskraft veldig dyr i Norge, og det kan argumenteres for at det er på kvalitet og løsninger det er viktig at entreprenørene konkurrerer. Det bør legges mer vekt på sikkerhet for at prosjektene skal holde tids- og kostnadsrammene sine i anbudsrunder, og i større grad belønne de aktørene som ønsker å være innovative og prøve nye løsninger.

6.1.4 Skjulte logistikkostnader

Det blir påstått at byggebransjen sitter med liten kontroll over kostnadene knyttet til logistikk. Man kan drøfte hvorvidt dette er realiteten og man skal være forsiktige med å gre alle aktører under samme kam. Påstanden bygger på at ingen av de kontaktende aktørene har kunne vist til beregninger for disse kostnadene. Samtidig er det forståelig dersom aktørene har ønsket å holde kalkyleposter og prosjektberegninger tett til brystet. Likevel kommer det også tydelig frem i intervjuer at de fleste sitter med liten oversikt. Med bakgrunn i tidsstudiene har det blitt regnet ut eksempler på kostnadene knyttet til utførelsen av logistikkaktivitetene. Det er få aktører som har oversikt over tidsbruken knyttet til utførelsen av disse aktivitetene. Denne informasjonen er

likevel svært sentral for å få en oversikt over kostnadene. Validiteten på påstanden kan drøftes ut fra hvilke aktører som er blitt undersøkt. På den ene siden kan man påstå at det ikke er blitt undersøkt med et stort nok antall aktører til å kunne påstå at ingen har en god oversikt. På den andre siden er det store og profesjonelle aktører som er blitt undersøkt. Det er derfor urimelig å tro at dette kun gjelder disse aktørene, men at det heller er en generell trend for bransjen.

6.1.5 Tidsanalyser

Tidsanalysene for de tre fagene rørlegger, tømrer og elektriker viser at mye av fagarbeidernes arbeidsdag går med til uproduktivt arbeid. Det kan drøftes hvorvidt dette skyldes at fagarbeiderne har såpass mange andre oppgaver de må utføre eller om det kommer fra et behov for å bryte opp i eget arbeid. Det kan også skyldes reguleringer og strengere krav til kontroller og dokumentasjoner, noe som hindrer arbeiderne i å få produsere. Uansett viser dette til at man har et stort forbedringspotensiale når det kommer til å produktivitet. Totalt sett viser gjennomsnittsberegningene at så mye som 25% av fagarbeidernes arbeidsdag går med til å utføre logistikkaktiviteter. Dette sier mye om hvor stor del logistikken på et byggeprosjekt utgjør.

6.2 Samhandling av logistikkaktiviteter som løsning

6.2.1 Hvorfor omorganisere?

På den ene siden er det ryddigere for anbudskonkurransen og enklere for hovedentreprenør at hver underentreprenør ordner all tilrettelegging for sin egen leveranse, og at dette inngår i anbudet. Dette minsker administrasjonskostnadene hos hovedentreprenøren, og setter bort ansvaret for alle disse oppgavene til hver aktør for seg. På den andre siden mister hovedentreprenør oversikt og kontroll med å gjøre det på denne måten. Det sikres ikke at måten logistikken organiseres på er den beste, og alle kan gjøre det forskjellig, og dermed være i veien for hverandre og gjøre utføringen av oppdraget mer utfordrende. I tillegg er det dyrere for hver enkelt aktør å ordne tilrettelegging for seg selv, enn om et eget team hadde gjennomført all logistikk for hele byggeplassen. Her kommer stordriftsfordeler inn i bildet. Skal man først ha administrering, planlegging og utførelse av logistikken, utgjør det ikke så stor forskjell om man gjør det for flere aktører samtidig. Samtidig som at det vil være sparsomt for prosjektets helhetlige kostnad, vil teamet kunne holde oversikt over alle aktører og se prosjektets helhet

Dette vil gi fordeler i form av bedre kontroll og enklere styring ettersom de kan ta avgjørelser for prosjektet uten å måtte diskutere og samarbeide med mange andre aktører.

6.2.2 Møter denne løsningen utfordringsområdene?

Med samhandling av logistikkaktiviteter vil flere av utfordringsområdene berøres. Med en egen prosjektleder eller logistikkansvarlig vil man kunne få bedre ivaretagelse av logistikken tidlig i prosjektet. Samtidig vil det da kunne utarbeides leveranseplan og lignende på bakgrunn av en logistikkplan, i stedet for at logistikken må løses på bakgrunn av den informasjonen som blir gitt av hver aktør etter hvert i prosjektet. Bransjen sliter med planleggingen av logistikk.

Det kan diskuteres om litt av årsaken til dette kan være at det er vanskelig å planlegge før fremdriftsplan og informasjon om når de ulike aktørene skal motta varer foreligger. Det vises derimot som meget hensiktsmessig å legge en plan for logistikken satt i sammenheng med disse områdene. Det kan da planlegges hva som trengs av lagringsområder for å få mest mulig optimal logistikk for prosjektet i de ulike periodene. Eksempelvis kan det være lurt å vente med å arbeide på et område én ekstra uke, da det vil gi en bedre tilrettelegging for fagfeltene. Dette er elementer som fort kan bli veldig lønnsomme for prosjektet, men som ikke nødvendigvis blir sett av de som sitter med fremdriftsplanen. Sammenhengen mellom tilretteleggingen for fagfeltene og effektiviteten som kan gi raskere gjennomføring og dermed raskere ferdigstillelse er lettere å peke ut om det utarbeides en slik plan tidligere i prosjektløpet.

Mer samarbeid mellom aktørene krever mer informasjonsdeling og planer utarbeidet tidligere i prosjektet. Dette setter større press på alle aktørene tidligere enn hvordan det er i dag, og øker arbeidsmengden i en periode for prosjektet som allerede preges av tidspress og mye organisering. I tillegg til at alle godkjenninger, prosjektering og tegninger skal utarbeides, må det nå også settes av ressurser til å legge en grundig plan for logistikken. Dette kan hemme aktørenes mulighet til å bruke samme personell til å styre både godkjenninger, og leveranser senere i prosjektet. På den andre siden blir jobben med å følge opp logistikken mindre dersom det gjøres en grundig jobb fra starten av i prosjektet. Føringer kan gis til aktørene før de har foretatt bestillinger og lagt detaljplaner for sin utførelse, som kan gi bedre sikring og kontroll av prosjektet.

6.2.3 Organisering av logistikkteamet

Da løsningen med å samhandle logistikkaktivitetene ikke har blitt gjort i like stor grad tidligere, ligger det en usikkerhet i hvordan organiseringen av denne kan gjøres på best måte. Om logistikkteamet skal implementeres hos hovedentreprenør eller leies inn som ekstern leverandør vil være opp til markedet. Begge mulighetene vil både kunne by på fordeler og ulemper. Spørsmålet her er hvor det er mest fornuftig at denne kompetansen sitter. Det kan argumenteres for at logistikken bør leveres av en ekstern leverandør da den i større grad vil være upartisk. Dersom hovedentreprenør selv etablerer logistikkteamet vil man kunne forme dette etter egne interesser og verdier. Det er heller ikke vanskelig å forutse at prioriteringene hos logistikkteamet da heller vil falle på hovedentreprenørens egne leveranser og arbeid. På den andre siden finnes det ikke mange potensielle totalleverandører av logistikk på markedet. Dersom hovedentreprenør selv tar ansvar og sørger for at man har et logistikkteam på prosjektene vil det sikre behovet.

Styringen av logistikken på et byggeprosjekt kan være svært omfattende og det vil derfor være en fordel at denne administreres av personer med kompetanse på dette feltet. En logistikkansvarlig i planleggingsprosessen, med god bakgrunnskunnskap og forståelse for logistikk, vil kunne sørge for å ivareta flyten på byggeplass. Man kan likevel argumentere mot at en logistikkansvarlig vil mangle en teknisk forståelse for et byggeprosjekts fremgang og at det eksempelvis derfor vil være mer optimalt å ha noen med utdanning innen bygg- og anleggsgaget i denne stillingen. Med tanke på hvilke utfordringer bransjen sliter med i dag kan det likevel anses som viktigere å implementere logistikkkompetanse på dette området.

Studiet viser at en logistikkarbeider vil være lønnsom for prosjektet, da den er rimeligere i lønnskost og jobber mer effektivt. Det kan likevel vurderes hvorvidt en logistikkarbeider vil ha tilstrekkelig fagkunnskap til å kunne overta utførelsen av varetransport og lagring. Forskjellige varer trenger ulik behandling. Dersom et arbeidslag med rørleggere trenger tilførsel på materiell der de står og jobber, vil det være mest lønnsomt at en logistikkarbeider forsyner de med dette. Slik hindrer man stopp i produksjonen. Det kan likevel diskuteres om logistikkarbeideren er faglig kompetent nok til å kunne hente de ulike rørdelene rørleggerne trenger. Misforståelser fører til irritasjon og et dårlig arbeidsmiljø. Dette kan gjøre at fagarbeiderne heller ønsker å hente egne varer for å unngå at feil og misforståelser inntreffer. Det vil da være unødvendig å ha egne

arbeidere til å utføre denne jobben. Med god markering av varer, tydelige og presise beskjeder samt god opplæring vil dette likevel kunne fungere godt.

Det er utfordrende å skulle forutse hvor mange utførende logistikkarbeidere som vil være optimalt på et byggeprosjekt. Dette vil variere ut ifra størrelse og kompleksitet på prosjektene, og i hvilken fase. Det vil være et større behov i perioden med mest leveranser og det vil derfor ikke være hensiktsmessig å ansette for mange logistikkarbeidere i starten, men heller se det an. Erfaringer og testing vil være nødvendig for å på sikt kunne forutse hvor mange logistikkarbeidere man vil trenge til hvilken tid. På bakgrunn av dette kan det virke fornuftig å starte opp med implementering av det administrative leddet og kun leie et bestemt antall logistikkarbeidere i første omgang.

6.2.4 Lean-filosofi

Det mangler ikke på årsaker til hvorfor bransjen har utfordringer. Et interessant spørsmål å stille er om bransjen kan forbedre seg ved kun å få presentert årsakene til noen av utfordringene, som tidstap, dårlig utnyttelse av ressurser og lav produktivitetsvekst. Lean-filosofien er presentert som en filosofi som analytisk tilnærmer seg produksjonen i bransjen og deretter reduserer de nevnte årsakene til tap og sløsing. Lean kan likevel være krevende å implementere i en bedrift eller i et helt prosjekt i en konservativ bransje, og kan oppleves som tid- og ressurskrevende og uten raske resultater og umiddelbare forbedringer. Det kan derfor kan være nyttig å starte med deler av systemet, en enkelt prosess eller operasjon. På den måten kan man konsentrere seg om å implementere tankesettet i en enkelt del, der det blir gjort ordentlig fra første stund og man lettere og raskere kan måle forbedring. Den nyutviklede fem-stegsmodellen gir en mulighet til å implementere prinsippene i det administrative leddet. Modellen er på den andre siden ikke utprøvd, og det er uvisst om det er gjennomførbart å innlemme disse leddene såpass tidlig i prosjektet. Oppgaven beskriver også hvordan to kjente verktøy kan benyttes i byggebransjen, men dette er heller ikke testet og det er ikke tilstrekkelig analysert om de er de beste verktøyene for å oppnå gode resultater. De er på den andre siden tilpasset bransjen på bakgrunn av hva som virker mest hensiktsmessig, og er modeller som har gitt gode resultater i flere andre bransjer. Dette gir grunnlag for å tro at de også vil kunne fungere godt i byggebransjen.

6.2.5 HUB

Ved å benytte en HUB vil man kunne minske antall leveranser inn til byggeplass og totalt sett få mindre tungtransport i bysentrum. Eventuelle ulemper ved en slik HUB er at den vil ha en påfallende kostnad for byggeprosjektet. Den vil kreve en viss mengde bemanning og man vil få en ekstra håndtering av varene da de først skal av en lastebil, lagres og så videre i en siste lastebil inn til byggeplass. Likevel vil en HUB kunne gi redusert risiko for et prosjekt. Det kommer frem fra flere av intervjuene at mange sliter med kommunikasjon med utenlandske leverandører og det skjer ofte at de ikke ankommer byggeplassen til avtalt tid. Ved å ha en HUB kan man sikre seg at man får mottatt disse varene til riktig tid på byggeplassen, i tillegg til å redusere behovet for lagringsplass på byggeplassen. Varer som blir oppbevart over lengre tid på en byggeplass har større risiko for skader grunnet slag, fukt og lignende, de har også en risiko for tyveri. Mulighetene er mange med en HUB. Blant annet vil det kunne lastes leveranser med dagspakker som inneholder det som trengs per dag, eventuelt pakker med aktuelle materialer til bestemte rom eller etasjer.

6.2.6 Muligheter med løsningen

En endring av organisasjonsstrukturen på byggeplassen vil kunne åpne flere muligheter for bransjen. Blant annet vil bransjen kunne styre flyt og Just in Time-prinsippet mye sikrere enn tidligere ved å ha en egen avdeling med oversikt over logistikken. Denne avdelingen vil ha egne budsjettposter direkte for dette, som vil bringe noen av de skjulte kostnadene frem i lyset. Ved å kunne se de økonomiske fordelene, vil bransjen enkelt kunne se at det lønner seg å organisere på denne måten. På den andre siden er det en lang vei å gå for å oppnå alle fordelene ved løsningen, og de første gangene løsningen benyttes krever det en investeringskostnad og det vil være en risiko knyttet til at det ikke at testet hvordan dette bør gjennomføres.

Slik det er i dag er det vanskelig å digitalisere bransjen, mye fordi de forskjellige aktørene har så forskjellig utgangspunkt, og ikke minst ulike investeringsmuligheter. Om logistikken ble styrt av en aktør, ville dette bli en større bit av kaka, og fordelene med å investere i digitale verktøy for logistikkstyring ville kommet lettere frem. Dette er både med tanke på kommunikasjonsverktøy, men også digitale løsninger for merking og sporing av leveranser og andre løsninger.

6.3 Oppgaveteknisk vurdering

6.3.1 Oppgavens rammer

Dette studiet har tatt utgangspunkt i fire ulike byggeprosjekt, alle lokalisert i Trondheim. Det har også kun blitt fokusert på tre fagfelt: Tømmer, elektro og rør. Det kan vurderes om disse avgrensningene er tilstrekkelig til å kunne gjenspeile bransjen nasjonalt. Utfordringene en møter i byggeprosjekter i Trondheim, vil ikke nødvendigvis være gjeldende i like stor grad i større byer. Oslo, som Norges hovedstad og største by vil igjen møte større utfordringer knyttet til å bygge sentrumsnært. Samhandling av logistikk vil være mer lønnsom her, ettersom det vil være enda større begrensninger med tanke på lagringskapasitet på byggeplass, fremkommelighet for leveranser, mer trafikk og mindre plass. På mer landlige byggeprosjekter vil antagelig andre utfordringsområder være mer tilstedeværende enn prosjekter i byer, og dermed bør kanskje logistikken organiseres på en annen måte.

For innhenting av informasjon og rådgøring er samarbeidspartnere samt noen flere relevante aktører blitt benyttet. På bakgrunn at dette er det viktig å ha i bakhodet at både de som bedrift og enkeltpersoner også kan sitte med egne interesser, personlige meninger og intensjoner, og et ønske om å påvirke oppgaven for egen vinning. Markedet er påvirket av konkurranse. Som en mulig leverandør og samarbeidspartner ønsker ikke nødvendigvis en underentreprenør at sine opprinnelige meninger skal deles og bli bevisstgjort for hovedentreprenører. På bakgrunn av dette kan det ikke påstås at den informasjonen som er blitt hentet ut og brukt i denne oppgaven vil kunne gjelde for alle aktører og alle fag i alle situasjoner og prosjekter. Det vil heller ikke være tilstrekkelig å trekke konklusjoner og slutninger på bakgrunn av informasjon fra en eller to leverandører innen de ulike fagene generelt. Likevel er det solide og profesjonelle aktører som har blitt inkludert og de har derfor tilført oppgaven tyngde og en sterkere stemme.

6.3.2 Teori

I teoridelen er det lagt fokus på Lean, Lean Construction og Last Planner System. Man kan vurdere hvorvidt disse er tilstrekkelig og dekkende nok til å danne et solid nok teoretisk grunnlag for oppgaven. Den valgte teorien med tilhørende tankesett og hjelpemiddel er allerede til en viss grad kjent og blitt benyttet i byggebransjen, dette for å gjør det enklere for bransjen å kunne relatere seg til det som blir presentert. Det er også et tankesett som anses som fornuftig å anvende i den foreslåtte løsningen med samhandling av logistikk. Lean, kvalitetssikring og kostnadsreduksjon er i tillegg tema som har stort fokus i logistikkingeniørutdanningen, og er gode tankesett og verktøy for å oppnå god effektivitet og styring på flere områder.

6.3.3 Analyser

Det kan diskuteres hvorvidt analyseverktøyene er egnet for denne oppgaven og kan anvendes på bransjen eller deler av den. På den ene siden er ingen av verktøyene og modellene laget med utgangspunkt i byggebransjen og med bransjen for øye. Det kan derfor vurderes om verktøyene blir brukt riktig i oppgaven. På den andre siden er verktøyene som benyttes i generelle verktøy som har få begrensninger når det kommer til bruksområder. Verktøyene er tilpasset oppgavens forutsetninger og er brukt både på generelle og mer konkrete utfordringer knyttet til logistikk samt bransjen som helhet. De er likevel blitt utført med kritiske øyne og anses som fornuftige.

6.3.4 Tallmateriale

I dette studiet er det benyttet en rekke tall fra allerede gjennomførte tidsanalyser og innhentede tall til bruk i tids- og kostnadsberegninger. Disse tallene er ikke blitt undersøkt på annet vis enn gjennom rådføring og det ligger derfor en usikkerhet knyttet til hvor presise de er.

Tidsanalysene mangler relevant sammenligningsgrunnlag. Det er tidligere blitt gjort noen studier for tidsbruk på byggeplass, men da disse kun baserer seg på mindre perioder, fra to dager til tre uker, gir ikke dette et solid nok generelt tallgrunnlag til sammenligning.

Et eksempel på dette er Veidekke sine beregninger i figur 3, som er basert på erfaringer og estimert ut ifra det. Det har ikke vært mulig å gå inn i de ulike kakestykkene og se hvilke målinger av hvilke aktiviteter som ligger til grunn for prosentene. De benyttes derfor for å

illustrere hvordan situasjonen for bransjen virker i dag, men anses ikke som gode nok til å inkluderes i tallmaterialet.

Det ligger en usikkerhet i valgt timepris på arbeidere. Dette fordi det i Trondheim opererer mye med akkord og det er ulike leiepriser for fagene samt at grunnlønnen varierer. Det kunne i stedet blitt valgt å se på tarifflønn, med da ville noe av relevansen blitt borte, da det her ikke blir inkludert indirekte lønnskostnader. Det ligger også en usikkerhet i at lønn generelt vil variere fra bedrift til bedrift, hvilken utdanning vedkommende har og hvor i landet man jobber. Timeprisene er satt i samarbeid med samtalepartnere og virker fornuftige som et generelt gjennomsnitt.

Oppsummert kan det konkluderes med at noen av grunntallene er av noe ulik kvalitet. Dette kan skyldes metodene valgt for datainnsamling eller fokuset på hvilket tallmateriale det har vært behov for. Til å gi en generelt oversikt virker tallene likevel fornuftige og realistiske.

6.3.5 Oppgavens validitet

Med bakgrunn i den foregåtte drøftingen anses oppgavens validitet til å være svært god. Metodene for innsamling av informasjon har blitt gjort nøye og med kritiske øyne. Dataene presentert i studiet virker å gjenspeile virkeligheten for de større byggeprosjektene i Trondheim i dag. Om resultatene videre gir en korrekt fremstilling for situasjonen på nasjonal basis er det ikke grunnlag stort nok til å kunne trekkes noen slutning til. Det er likevel ikke funnet noen elementer som tilsier noe annet, og det antas derfor at dataene også vil gjelde generelt for bransjen.

7. Konklusjon

I dette kapitlet trekkes slutninger basert på fremlagt empiri, datagrunnlag, beregninger og problemstilling med forskerspørsmål blir besvart.

7.1 Svar på forskerspørsmål:

1. Hvilke utfordringer knyttet til logistikk på byggeplassen møter bransjen i dag?

Det er kartlagt og definert seks utfordringsområder knyttet til logistikk på byggeplassen i dag. *Planlegging* av logistikk blir nedprioritert, noe som gjør at dårlige løsninger følger prosjektet hele veien. Hver entreprenør har ansvar for seg selv, og prosjektets helhet blir ikke ivarettatt. Slik det *organiseres* i dag havner mange oppgaver på byggeplassen mellom to stoler, og det er knyttet usikkerhet til hvem som har ansvaret. Fagarbeidere bruker mye tid på å ta imot leveranser, og det er svært mye unødvendig flytting av varer og materialer gjennom prosjektene. Ukentlige møter er ikke tilstrekkelig for å opprettholde *kommunikasjonsflyten* i prosjektet. Det er utfordrende for aktørene å holde tritt med informasjon sendt på e-post når frekvensen på e-post er såpass stor. Det *samarbeides* svært lite om logistikkoppgaver i dag. Dette hemmer muligheten til å dra lasset sammen, og minsker graden av det helhetlige perspektivet på prosjektene. Aktørene får ofte *dårlig tid* til planlegging, ettersom de ofte blir innhentet senere enn hensiktsmessig. Om entreprenørene havner bak fremdriftsplan forventes det at de skal jobbe inn denne tiden, og det tas i bruk overtidsarbeid eller settes inn flere fagarbeidere. Dette genererer store kostnader for prosjektene. Bransjen preges av en høy andel sykefravær, og har utfordringer knyttet til *HMS*, spesielt med tanke på belastningsskader, motivasjon og trivsel. Mange leveranser med store kjøretøy gjør at forurensningsgraden er alt for stor i byggenæringen. Disse kjøretøyene ankommer ofte byggeplassen med halvfulle lass, og bransjen setter for lite krav på dette området.

2. I hvilken grad har entreprenørene kontroll på logistikkostnadene i byggeprosjekter?

Kostnader knyttet til logistikk havner ofte under kostnadsposter som *Rigg, Drift og Transport*. Hva som faktisk blir inkludert i disse postene varierer, og mye av de usikre og uforutsette kostnadene havner ofte her. Dette gir en ufullstendig oversikt over kostnadsbildet for logistikken på byggeprosjekter. Tid og kostnad knyttet til utførelsen av logistikkaktiviteter blir ikke regnet direkte på og entreprenørene har ikke en god nok forståelse for hvor store disse kostnadene faktisk er. På bakgrunn av dette kan man derfor si at entreprenørene ikke har en god nok kontroll over sine logistikkostnader. Beregninger gjort i studiet viser at utførelsen av logistikkaktivitetene utgjør så mye som 6% av et prosjekts total kostnad. Det er derfor bekymringsverdig at entreprenørene ikke har en bedre kontroll på disse og at det ikke er et større fokus på å få en bedre oversikt over disse aktivitetene.

3. Hvordan kan alternativ organisering av logistikken på byggeplassen gi økt produktivitet for fagarbeidere

Ved å implementere et eget logistikkteam i byggeprosjektene vil en stor del av logistikkaktivitetene bli outsourcet ut fra fagarbeidernes ansvarsområde. Det er kartlagt at fagarbeiderne i gjennomsnitt bruker så mye som 25% av sin arbeidsdag på å utføre logistikkaktiviteter. Ved å samhandle logistikkaktivitetene til et eget logistikkteam, vil opp til 17% av fagarbeiderens arbeidsdag bli frigjort. Det er rimelig å anta at dette vil gi økt produktivitet, da det gir gode føringer for at fagarbeideren får utført mer direkte monteringsarbeid. Logistikkteamet vil sørge for at byggeprosjektet blir forsynt med en god vareflyt. Dette hindrer at fagarbeiderne må stå å vente lenge på leveranse av varer. Det er også blitt argumentert for at denne løsningen vil gi økt motivasjon og trivsel på arbeidsplassen, da arbeiderne får gjøre den jobben de aller helst vil gjøre og det de har spesialisert seg på. Dette vil også ha en innvirkning på produktiviteten. I tillegg påstås det at løsningen vil redusere sykefraværet i bransjen. Sykefravær medfører stopp eller redusert fremgang i arbeidet. Ved at sykefraværet reduseres vil derfor også dette ha en innvirkning på produktiviteten. Oppsummert er det mange faktorer som taler for at man ved samhandling vil kunne oppnå en betydelig økt produktivitet på byggeprosjekter.

7.2 Svar på problemstilling

Vil det med økt fokus på logistikk og samhandling av logistikkaktiviteter kunne oppnås tids- og kostnadsbesparelser på byggeprosjekt?

Studiet har belyst seks kartlagte utfordringsområdene knyttet til logistikk er svært kritiske for et byggeprosjekt. Med økt fokus på logistikk vil det bli lagt større vekt på å møte disse utfordringene på en bedre måte, og dermed vil også den totale risikoen for et prosjekt bli redusert. Det ligger en stor usikkerhet knyttet til logistikkostnadene for et byggeprosjekt. Samtidig utgjør disse en betydelig del av et prosjekts total kostnad. Denne usikkerheten vil også ha en innvirkning på planleggingen og gjennomføringen av et byggeprosjekt. Med et større fokus på logistikk og på å få en bedre kontroll over disse kostnadene, vil man kunne sikre seg mot uforutsette merkostnader, samtidig som at det legges mer vekt på å utføre logistikkaktivitetene mer effektivt. Å drive en god logistikk vil generelt gi bedre føringer for planleggingen og gjennomføringen av et prosjekt. Med dette vil risikoen for tids- og kostnadsverskridelser generelt bli redusert.

Implementering av ny modell for styring av logistikk på byggeplassen vil gi flere fordeler. En egen prosjektleder for logistikk med kompetanse innen lean vil kunne øke det helhetlige fokuset på logistikken både i planleggingsfasen og gjennom hele prosjektet. Ved å tilrettelegge for flyt, just-in-time-leveranser og bedre kontroll av materialhåndtering på byggeplassen vil det stimulere til økt effektivitet i prosjektet. Logistikkarbeidere vil ta over utførelsen av logistikkaktivitetene. Disse arbeiderne er i gjennomsnitt 20% billigere i innleiekostnad enn fagarbeidere. Samtidig vil de utføre logistikkaktivitetene opptil 25% raskere, noe som viser at det vil være mer lønnsomt å benytte logistikkarbeidere til disse oppgavene. Som vist i forskerspørsmål nummer tre vil samhandlingen gi store muligheter for økt produktivitet. Dette vil også medføre at byggeprosjektene vil bli gjennomført mer effektivt. Logistikkteamet vil kreve administrative ressurser, noe som vil gi en merkostnad, men det hevdes likevel at prosjektet vil kunne oppnå en kostnadsbesparelse på å samhandle logistikken, da det estimeres at besparelsen utgjør mer enn denne kostnaden.

Det er per i dag store kostnader knyttet til sykemeldinger i byggebransjen. Logistikkteamet vil sørge for en mer HMS-vennlig arbeidsplass. Dette reduserer risikoen for at prosjekter overskrider sine budsjetter. På bakgrunn av dette vil løsningen også gi ytterligere kostnadsbesparelser.

8. Videreføring av studiet

Det er gjort flere avgrensninger i denne oppgaven, noe som betyr at det vil være flere muligheter for videreføring av dette studiet. Det kan vurderes hvorvidt dette studiet i tilstrekkelig grad har gode nok tallgrunnlag for å kunne gjenspeile bransjen generelt. Det har blitt foreslått løsninger for å møte de utfordringer bransjen står overfor. Disse løsningene bør ses nærmere på og bli testet ut i praksis.

8.1 Videreføring av tidsmålinger

Dette studiet har tatt utgangspunkt i allerede utførte tidsmålinger fra ulike prosjekter og har på bakgrunn av disse dratt ut et generelt gjennomsnitt. Det ville vært av interesse å få bedre tidsstudier for de ulike typer prosjekter. Tid som går med til logistikkaktiviteter vil variere ut ifra type bygg (leiligheter, næringsbygg, kjøpesenter, sykehus o.l.) og om det er et nytt bygg eller et rehabiliteringsprosjekt. Det vil være fordelaktig dersom man finner en norm for tidsfordeling på de ulike typer prosjekter, da dette vil kunne lette arbeidet med å beregne tid og kostnad for logistikkaktiviteter. Oppgaven er begrenset til å se på relativt store byggeprosjekter men det hadde også vært interessant å se på mindre prosjekter og hvorvidt resultatene fra denne oppgaven vil stemme overens med de.

8.2 Videreføring av vår løsning

Som en mulig løsning blir det foreslått å samhandle alle logistikkaktiviteter til et eget logistikkteam. Det har videre blitt drøftet ulike måter dette teamet kan organiseres på, men det vil være et behov for mer detaljert forskning og arbeid på dette punktet. Eksempelvis kunne det ha blitt sett på antall nødvendige logistikkarbeidere på byggeplassen. Behovet vil variere ut ifra hvor i prosjektet man er, antall leveranser, generelt hvor mye aktivitet det er på byggeplassen og lignende. Kanskje kan det ses på muligheten for å lage en modell som kan koordineres med fremdriftsplanen, hvor det kommer frem hvor mange logistikkarbeidere det vil være behov for til enhver tid.

8.3 Videreføring av HUB-løsning

Det ble presentert en tilleggsløsning med en HUB- et felles samlagringspunkt for alle aktører som skal ha leveranser inn til samme byggeplass. Kostnader knyttet til denne løsningen, mulig økt oppfyllingsgrad og redusert antall biler inn til byggeplass er elementer det kan forskes videre på. Antall arbeidere på HUB, optimal plassering og hvem som faktisk bør eie og drive denne er også noe som bør bli sett nærmere på.

8.4 Transport - eget speditørfirma

Transport til og fra byggeplasser totalt sett består av et svært stort kvantum lastebiler. Entreprenørene har stort sett sine egne leverandører som alle skal inn med både større og mindre leveranser til byggeplassen. Lastebilene blir sjeldent fullt utnyttet og det kommer derfor unødvendig mange leveranser inn til byggeplass noe som er lite miljøvennlig. Dersom man ikke velger å gå for muligheten med å benytte en HUB-løsning kan man derfor se på muligheten for å opprette et eget speditørfirma som skal stå for mest mulig av leveransene til samme prosjekt. Om dette firmaet igjen skal forsørges av Hovedentreprenør eller en ekstern leverandør og hvordan dette videre kan organiseres kan forskes på.

8.5 Kommunikasjon

En av de større utfordringene bransjen møter er kommunikasjonssvikt. Det er mye flyt av informasjon og det er lett at viktige beskjeder faller bort i eksempelvis mail-innbokser. Forsinkelser og misforståelser er ofte knyttet til dette. Et studie som tar for seg informasjonsflyt ville vært fordelaktig for alle bedrifter i bransjen.

Referanseliste

- ¹ NHO Service - Om oss, (Udatert). Hentet 01.05.2017 fra <http://www.nhoservice.no/om-oss/om-oss>
- ² HENT AS - Om oss, (Udatert). Hentet 23.02. 2017 fra <http://www.hent.no/om-oss/>
- ³ NRS Norge - Om NRS Norge AS- Pålitelig renhold (Udatert). Hentet 23.02.2017 fra <http://nrsas.no/om-nrs/>
- ⁴ Optimera - Om Optimera (Udatert). Hentet 23.02.2017 fra <https://www.optimera.no/optimera/>
- ⁵ Oras - Hvem er vi (Udatert). Hentet 23.02.2017 fra <http://www.oras.no/hvem-er-vi#>
- ⁶ GK: Om GK (Udatert). Hentet 23.02.2017 fra <http://www.gk.no/om-gk/>
- ⁷ Vintervoll - Om oss (Udatert). Hentet 23.02.2017 fra <http://www.vintervoll.no/om-oss>
- ⁸ Veidekke AS - Fakta om Veidekke (Udatert). Hentet 23.02.2017 fra <http://veidekke.no/om-oss/article8949.ece>
- ⁹ Skanska AS: Om Skanska (Udatert). Hentet 23.02.2017 fra <http://www.skanska.no/no/Om-Skanska/>
- ¹⁰ Argon Elektro - Om Argon Elektro AS (Udatert). Hentet 11.04.2017 fra <http://argon.no/kontakt-oss/> (sjekket 11.04.2017)
- ¹¹ Intervju Tore Kvalen, Prosjektleder Britannia hotell, HENT AS: Vedlegg 6.3
- ¹² Veidekke: Moholt 50I50 Studentboliger Trondheim (Udatert) Hentet 23.02.2017 fra <http://veidekke.no/prosjekter/article19204.ece>
- ¹³ Skanska: HiST CK2 (Udatert). Hentet 23.02.2017 fra <http://www.skanska.no/no/prosjekter/prosjekt/?pid=10920>
- ¹⁴ Intervju Marius Jentoftsen, Prosjektleder GK-bygget, HENT AS: Vedlegg 6.1
- ¹⁵ Selvik 2016 - (10.03.2016). Hentet 23.02.2017 fra <http://www.bygg.no/article/1268108>
- ¹⁶ Sitat Lasse K. Tenden, Seniorrådgiver NHO Service , Oslo 4. mars, 2017. Vedlegg 4: Mailkorrespondanse
- ¹⁷ lean.org - What is Lean (Udatert). Hentet 02.05.2017 fra: <https://www.lean.org/WhatsLean/>

-
- ¹⁸ Søråsen 2016 - Avdekking av ikke-verdiskapende aktiviteter i byggeprosjekter ved bruk av verdistrømkartlegging. Masteroppgave 2016. Link til oppgaven i PDF format, hentet 14.03.17: https://l.facebook.com/l.php?u=https%3A%2F%2Fbrage.bibsys.no%2Fxmlui%2Fhandle%2F11250%2F2402427&h=ATM4nioRbcOsnt6P5JPhlfVgRypwQi0jqOL-c5P3RLeXq6qF5GfNUaIdC9aQWepRBSy91mj0kLEJSqX6SuvAUDyFKYovk6RVbCHG3kSVsidfobH6fTjdFBDrb0mkqhPIIxD6Kq69EQ_fw0iL-0XqEKbxs0dq8
- ¹⁹ qualitynorway.no - Hva er Lean (Udatert) . Hentet 02.05.2017 fra: http://www.qualitynorway.no/images/qualitynorway/fileadmin/Tema/Hva_er_LEAN.pdf
- ²⁰ Forbes & Ahmed 2011, beskrevet i Søråsen 2016 side 30-31 (Se ref. nr. 18)
- ²¹ Fosse, R. 2014 - Forbedring av arbeid på byggeplass ved operasjonsanalyse og Lean Construction. Hentet fra: <https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/232983>
- ²² fremtidensbygg.no - Vurderer Lean i hele porteføljen (2015) Hentet 02.05.17 fra: <http://fremtidensbygg.no/lean/vurderer-lean-hele-portefoljen/>
- ²³ Lunde, H. Analyse av Involverende Planlegging: En undersøkelse av Veidekkes metodikk for fremdriftsplanlegging. Lastet ned 04.05.17 fra: <https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/298815/H%C3%A5kon%20Lunde.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ²⁴ Ballard og Howell (1994) og Ballard (2000) beskrevet på side 28 i Lunde (2015)
- ²⁵ Macomber & Howell (2003) beskrevet på side 29 i Lunde (2015) - ref. nr. 23
- ²⁶ Lauri Koskela, gjengitt i Lunde (2015) - ref nr. 23
- ²⁷ Kalsaas et al. (2014) beskrevet på side 27 i Lunde (2015) - ref. nr. 23
- ²⁸ Porter, M. 1979 - How Competitive Forces Shape Strategy, hentet 03.04.2017 fra <https://hbr.org/1979/03/how-competitive-forces-shape-strategy>
- ²⁹ Lederkilden.no - PUKK-analyse hentet 03.05.17: <https://www.lederkilden.no/ordliste/pdca-hjulet> og <http://asq.org/learn-about-quality/project-planning-tools/overview/pdca-cycle.html>
- ³⁰ Nicholas, 2011 - Lean Production for Competitive Advantage. Taylor and Francis Group, LLC.
- ³¹ Rolfsen M, 2014 - Lean blir norsk (1. utgave) Bokforlaget Vigmostad & Bjørke AS, side 66-67

-
- ³² Van Weel, A. 2012 - Purchasing and supply chain management. Cengage Learning EMEA
- ³³ Olsson, N. (2011). Praktisk Rapportskriving. Tapir Akademisk Forlag
- ³⁴ Neuman, W. L. og Robson, K., 2004 - Basics of social research: Qualitative and Quantitative. (3. utgave). Hentet 16.03.17: <http://www.pearsoncanada.ca/media/highered-showcase/multi-product-showcase/neuman-preface.pdf>
- ³⁵ Sletnes, K.B., 2015 - Positivism Vitenskapsfilosofi. Store Norske Leksikon (Oppdatert 12.05.2015). Hentet 01.05.2017 fra https://snl.no/positivisme_-_vitenskapsfilosofi
- ³⁶ Alnes, J.H. (2015). Konstruktivisme Filosofi. Store Norske Leksikon.Hentet 16.03.17: https://snl.no/konstruktivisme_-_filosofi
- ³⁷ NTNU (2016). TONE kildekriterier. Hentet 16.03.17: <http://www.ntnu.no/viko/kildekritikk>
- ³⁸ Yin (2014). Case Study Research Design and Methods (5th ed.) Hentet 16.03.17: <https://evaluationcanada.ca/system/files/cjpe-entries/30-1-108.pdf>
- ³⁹ Dahlum (2015). Validitet. Store Norske Leksikon.Hentet 16.03.17: <https://snl.no/validitet>
- ⁴⁰ KPMG, Kun ett av fire byggeprosjekter leveres i tide (2015). Hentet 02.05.17 fra: <https://home.kpmg.com/no/nb/home/nyheter-og-innsikt/2015/04/gcs2015.html>
- ⁴¹ Statistisk sentralbyrå 2017. Hentet 02.05.17 fra <http://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/artikler-og-publikasjoner/okt-omsetning-for-bygg-og-anlegg-i-2016>
- ⁴² Josephson & Saukkoripi 2005 sitert av Søråsen 2016, s.24/25: ref.nr. 18
- ⁴³ Astrid Bjørgen, seniorrådgiver Sintef Transportforskning. Vedlegg 4: Mailkorrespondanse
- ⁴⁴ Trafikförordning (1998:1276), av 03.05.17: <http://www.notisum.se/rnp/sls/lag/19981276.HTM>
- ⁴⁵ Transport Styrelsen - om miljøzoner: <https://transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Miljo/Miljozoner/>
- ⁴⁶ NORSULP 2017 (udatert), hentet 23.02.17. <http://www.norsulp.no/logistikkplaner-i-by-norsulp/>
- ⁴⁷ Bygg.no, Produktivitetsutfordringer i bygg- og anleggsbransjen. Hentet 16.03,17 fra - <http://www.bygg.no/article/1268108>
- ⁴⁸ Statsbygg, En digital måte å bygge smartere (udatert). Hentet 11.05.17 fra: <http://www.statsbygg.no/Oppgaver/Bygging/BIM/>

-
- ⁴⁹ Intervju Marius Jentoftsen, Prosjektleder GK-bygget, HENT AS. Vedlegg 6.1
- ⁵⁰ Intervju Jon-Anders Solgard, Produksjonsleder HiST CK2, Skanska Norge AS. Vedlegg 6.2
- ⁵¹ Intervju Tore Kvalen, Prosjektleder Britannia hotell, HENT AS. Vedlegg 6.3
- ⁵² Intervju Eirik Rosmo, Bas anleggsleder på HiST CK2, Argon Elektro. Vedlegg 6.4
- ⁵³ Intervju Jahn Andre Johnsen, Driftssjef Optimera Sandmoen. Vedlegg 6.5
- ⁵⁴ Intervju Robert W. Skjervstad, Direktør i Oras og leder for distrikt Trøndelag, Oras. Vedlegg 6.6
- ⁵⁵ Intervju Lars Petersen, Prosjektleder i Vintervoll. Vedlegg 6.7
- ⁵⁶ bnl.no (udatert), hentet 16.03.17. - <http://www.bnl.no/arbeidsforhold/helse-miljo-sikkerhet/statistikk/>
- ⁵⁷ tidsskriftet.no (udatert), hentet 16.03.17 - <http://tidsskriftet.no/2010/04/aktuelt-i-foreningen/arbeidsmiljo-og-sykefravaer>
- ⁵⁸ Mork, 2015 - masteroppgave tilgjengelig på forespørsel til Peter Mork grunnet klassifisering.
- ⁵⁹ Sitat Morten Risan, Trondheim 05.04.17. Vedlegg 4: Mailkorrespondanse.
- ⁶⁰ Akkordtariff for tømmerfaget (2016). Fellesforbundet, Byggenæringens Landsforbund (S. 4, 5 &7)
- ⁶¹ Akkordtariff for rørleggefaget (2013) Fellesforbundet, Norske Rørleggerbedrifters Landsforening- VVS.
- ⁶² Intervju Bjørn A. Snekvik, Prosjektleder Moholt 50I50, Veidekke Entreprenør AS. Vedlegg 6.8
- ⁶³ Geir R. Trøan og Kai Kvaal, Daglig leder og Driftsleder, NRS Norge AS. Vedlegg 6.9
- ⁶⁴ Simuleringsmodell Dahl og Jacobsen. Vedlegg 3
- ⁶⁵ Dahl A., Jacobsen M. R. 2016 - Bacheloroppgave: Effektivisering av logistikk-aktiviteter på byggeplasser

Referanser til figurer:

Figur 1: Fremstilling av byggebransjen i media. Bilder hentet 16.03.17:

<https://www.tu.no/artikler/kommentar-byggnaeringen-har-fatt-et-darlig-rykte-nar-det-gjelder-produktivitet/223435>

<http://groruddalen.no/nyheter/gar-pa-millionsmell/19.3310>

<https://www.tu.no/artikler/tre-avfire-byggeprosjekter-forsinket/222377>

Figur 2: Verdikjede Bygg- og anlegg - Fastlands-Norge. Verdiskapning i 2014. Kroner/time -

<http://www.bygg.no/article/1312127>

Figur 3: Flyt og tapt tid i produksjonen, Veidekke - [http://veidekke.no/om-](http://veidekke.no/om-oss/kompetanse/article8308.ece)

[oss/kompetanse/article8308.ece](http://veidekke.no/om-oss/kompetanse/article8308.ece)

Figur 5: PDCA-hjulet - 03.05.17: <https://en.wikipedia.org/wiki/PDCA>

Figur 6: TONE-kriteriene - NTNU (2016). TONE kildekriterier. Hentet 16.03.17:

<http://www.ntnu.no/viko/kildekritikk>

Samhandling av logistikk gir store muligheter for tids- og kostnadsbesparelser på byggeprosjekt



Byggebransjen møter store utfordringer knyttet til logistikk. Her er Britannia Hotel under omfattende restaurering.

TEKST: Guro E. Rødsjø, Sofie Aarmo, Kristna Stenbro
FOTO: Per Kristian Saxegaard



NTNU

Ved å samhandle logistikkaktivitetene på byggeplassen vil man kunne frigjøre så mye som 17% av fagarbeidernes arbeidsdag

Den norske byggebransjen sliter med lav produktivitetsvekst og byggeprosjekter overskrider stadig både tidsskjema og budsjett. Logistikken i et byggeprosjekt er sentral og viktig for å sikre flyt, kontroll og oversikt, men lider likevel av dårlig planlegging, lite kostnadskontroll og lav prioritering. Økt fokus på logistikk og samhandling av logistikkaktiviteter vil gi bransjen et lenge etterlengtet løft.

Logistikk er en utfordring

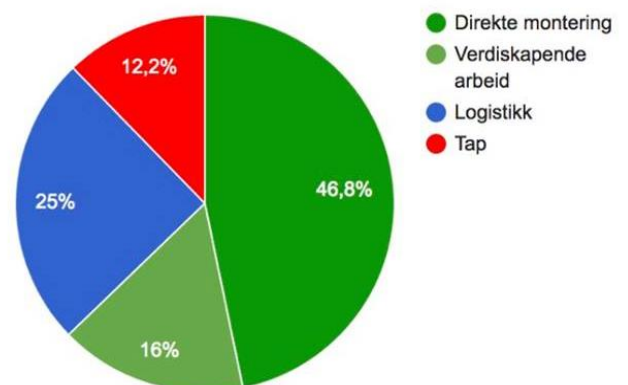
Logistikkingeniørstudenter ved NTNU (Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet) har gjennom et nylig gjennomført studie kartlagt store logistikkmessige utfordringer knyttet til byggeprosjekter, blant annet lite samarbeid og dårlig organisering, som minsker aktørenes eierskap og syn for prosjektets helhet. Dette medfører at bransjen står stille og hindrer en utvikling som bransjen nå sårt trenger for å kunne produsere lønnsomt i fremtiden.

Skjulte kostander

Det later til at svært få aktører i bransjen har oversikt over kostnadene knyttet til utførelsen av logistikkaktiviteter. Beregninger viser at disse skjulte kostnadene utgjør så mye som 6% av et byggeprosjekts totalkostnad. Det blir fort snakk om mye penger og det er derfor svært oppsiktsvekkende at ingen viser en større interesse for å få oversikt og gjøre nødvendige endringer for å bedre logistikken

I dag bruker en fagarbeider i gjennomsnitt 25% av sin arbeidsdag på å utføre logistikkaktiviteter. Det råder ingen tvil om at det er mye å spare på å utføre logistikken på en bedre måte.

Gjennomsnittlig tidsbruk for tre fag på et byggeprosjekt

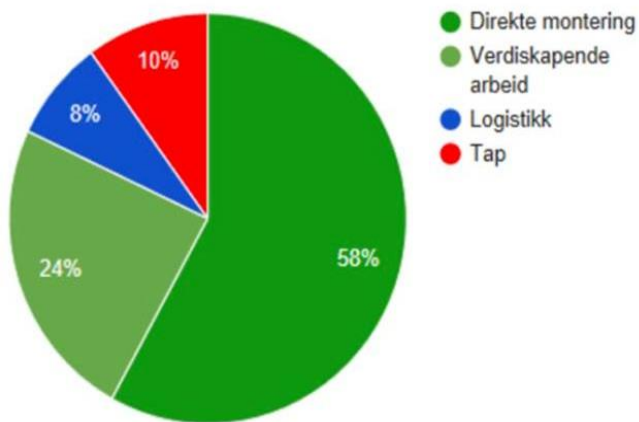


Stort potensiale i samhandling

Ved å samhandle logistikkaktivitetene på byggeplassen vil man kunne frigjøre så mye som 17% av fagarbeidernes arbeidsdag. Det er derfor nært anliggende å tro at dette vil gi en betydelig økning på produktiviteten i et byggeprosjekt.

Logistikken bør på lik linje med andre fag utføres av egne arbeidere som har den nødvendige kompetansen. Studiet viser at dette vil være svært effektivt, og generere både tids- og kostnadsbesparelser.

Gjennomsnittlig tidsbruk for tre fag på et byggeprosjekt med effektiv logistikk



Det ligger et stort potensiale i å omstrukturere logistikken på byggeplass og spesialisering er et nøkkelord. Spørsmålet er hvem eller hvilke aktører som våger å ta denne utfordringen og satser først.



Foto: NRS AS

Det virker som at redselen for endringer styrer sterkt mot å fortsette slik man alltid har gjort. Her må noen ta en sjanse, åpne blikket for nye tankesett og lede vei for resten av bransjen.

Vedlegg 2: Oversikt over kilder for frekvensstudier

I dette vedlegget presenteres de kildene til frekvensstudiene benyttet for tidsanalysene som blir presentert i oppgaven vår.

Tømrer

- Bacheloroppgave Monica og Anette:
<http://www.nhoservice.no/getfile.php/Filer/Dokumenter%20FM/Byggeplass.pdf>
- Masteroppgave Rudi Andre Søråsen <https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/2402427>
- Prosjekt Havlimyra, som presentert i Rudi Andre Søråsens masteroppgave
- Josephson og Saukkoripi (2005), studie av et svensk byggeprosjekt og tidsbruken til tømrere i 22 dager , som presentert i Rudi Andre Søråsens masteroppgave

For tømrere er det 4 tidsstudier som består av 1 bacheloroppgave, 1 masteroppgave og to mer omfattende forskningsstudier. Disse er fordelt på 4 ulike prosjekter. De to studentoppgavene er nøye utvalgt for å sikre at de gjenspeiler andre målinger. I masteroppgaven er det videre benyttet to studier som er mer dyptgående enn studentoppgavene, så disse har blitt valgt å ta med da det er få studier som tar for seg produksjon over et lengre tidsrom. Det ene studiet er gjort på et norsk byggeprosjekt utført av Skanska, prosjekt Havlimyra, der det ble studert tidsbruk for både tømrere, elektrikere og rørleggere. Det andre studiet er et mer omfattende studie gjort på et byggeprosjekt i Sverige.

Elektriker

- Undersøkelse gjennomført av NELFO
<https://nelfo.no/Documents/Dokumenter,%20rapporter,%20publikasjoner/Frekvensstudie%20NELFO.pdf>
- Prosjekt Havlimyra, som presentert i Rudi Andre Søråsens masteroppgave

For elektrikerne har vi to studier som er fordelt på ni prosjekter og en generell fordeling. Elektrikere er et av de fagene som har flest gjennomførte tidsstudier. Her har blant annet NELFO og SINTEF samarbeidet om en gjennomført frekvensstudie av tidsbruk hos elektromontører i åtte ulike nybyggprosjekter. Denne studien tar for seg flere prosjekter og gir et godt bilde på hvordan tiden fordeles på ulike aktiviteter. NELFO presenterer i denne rapporten en oversikt over tidsfordelingen på aktiviteter som gjelder for EL-bransjen i Norge som har blitt benyttet som tallgrunnlag. Det er også benyttet resultatet fra Havlimyra.

Rørlegger

- Prosjekt Havlimyra, som presentert i Rudi Andre Søråsens masteroppgave

Alle diagram som er fremkommet etter å ha benyttet disse kildene er videre fremlagt våre samarbeidspartnere for en ekspertkommentar, og små justeringer er gjort på bakgrunn av dette.

Vedlegg 3- Redigert simuleringsmodell

(Dahl A., Jacobsen M. R., *Effektivisering av logistikk-aktiviteter på byggeplasser*, 2016)

Denne modellen gir et omtrentlig bilde av hvilke kostnader som kan spares dersom sykefravær, tid til inn/uttransport, svinn og produktivitetstap reduseres. Forklaringer til modellen finner man nederst på regnearket.

Kostnader i prosjekt:		Kontorbygge
Bygningstype:		Kontorbygge
Antall kvadratmeter	18.000 kvm	
Kostpris pr kvadratmeter	kr 15.000	
Kostnad tradisjonell utførelse:		kr 270 000 000
Kostnadsfordeling i %:	Din bedrift:	Forslag fra NHO:
Materialforbruk, faktisk	32 %	kr 86 400 000
Lønnskostnader	35 %	kr 94 500 000
Svinn	4 %	kr 10 800 000
"Heft og plunder", produktivitetstap	13 %	kr 35 100 000
Innleie maskin, personell	4 %	kr 10 800 000
Transport	7 %	kr 18 900 000
Andre kostnader	6 %	kr 16 200 000
Sum kostnadsfordeling	101 %	kr 272 700 000

Forklaringer:

Heft og plunder:

- Forsinket levering
- Føll leveranser
- Oppfølging leverandører, telefoner, purringer
- Leveranser fredag ettermiddag ol.
- Skader på produkter pga føll leveringstidspunkter, blir stående ute i regn/snø
- Dårlig kommunikasjon
- Ventetid/dødtid
- Andre unyttige kostnader

Tall NHO har kommet fram til:

10-15% av lønnskostnader går til logistikk/inntransport.
 Lønn pr time kr 440 - 510 mot kr 365 - 400, snitt 20% lavere
 Effektivitet: 1 time fagarbeider = 45 min logistikkarbeider (Besparelse 15 min pr time)
 Bedring grunnet mindre svinn
 Mindre heft og plunder ved at logistikfolk håndterer materialene
 Sykefraværet antas å være 8%
 Dette tilsvarer i kroner: 7 560 000

Alternativ kostnad:	Gir:	Påvirkning:	Opplysninger:
Redusert materialbruk, faktisk	kr 0		Lønnskostnader som går til logistikk/inntransport 12.5 %
Reduserte lønnskostnader, log	kr 2 362 500		Lønn i forskjell på fagarbeider og logistikkarbeider 20 %
Redusert timeforbruk	kr 2 953 125		Effektivitet fagarbeider (i minutter) 60
Redusert svinn	kr 1 080 000		Effektivitet logistikkarbeider (i minutter) 45
Redusert "heft og plunder"	kr 3 510 000		Sykefravær 6 %
Redusert sykefravær	kr 567 000		Sykefravær tilsvarende i kroner kr 5 670 000
Reduserte kostnader	kr 10 472 625		