

Kristoffer Henden Kaasen
Victoria Xiao Mei Quach

Det menneskelige aspektet ved Industri 4.0 - Hvordan prioritere fagarbeiderne?

En oppgave om hvordan automasjon og
robotisering vil påvirke fagarbeiderne, og hvordan
endringene kan implementeres

Desember 2021



Kunnskap for en bedre verden

Det menneskelige aspektet ved Industri 4.0 - Hvordan prioritere fagarbeiderne?

En oppgave om hvordan automasjon og robotisering vil påvirke fagarbeiderne, og hvordan endringene kan implementeres

Kristoffer Henden Kaasen

Victoria Xiao Mei Quach

Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: Desember 2021

Hovedveileder: Ole Jonny Klakegg

Medveileder: -

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for bygg - og miljøteknikk

Forord

Denne masteroppgaven er utformet i forbindelse med emnet *TBA4910 Prosjektledelse, masteroppgave* ved Institutt for bygg- og miljøteknikk på Norges teknisk- og naturvitenskapelige universitet (NTNU) i Trondheim. Masteroppgaven er utført av to studenter og veker til sammen 60 studiepoeng. Det gjenspeiler et selvstendig arbeid på omtrent 20 uker.

Masteroppgaven omhandler Industri 4.0 i byggebransjen, og spesielt fagarbeidernes sin posisjon knyttet til denne utviklingen. Bakgrunn for valg av tematikk er relatert til tidligere arbeid med prosjektoppgave utført våren 2021 ved navn *Implementeringsprosess for digitale verktøy i byggebransjen*. Vi har over lengre tid hatt interesse for digitalisering av byggebransjen, og har gjennom prosjektoppgaven vekket en nysgjerrighet rundt det menneskelige aspektet ved prosessen. Det har vært spennende å utforske Industri 4.0 på en ny måte ved å sette det i lys av fagarbeidere. Det har åpnet for å lære av flere dyktige aktører og fagarbeidere som vi er svært takknemlige for.

Det er mange vi ønsker å takke for bidrag til oppgaven. Først ønsker vi å rette en stor takk til veilederen vår, Professor Ole Jonny Klakegg, som har assistert med utforming og utarbeiding av både prosjekt- og masteroppgaven. Vi ønsker også å takke for oppfølging gjennom hele oppgaven, bistand til en reflektert tankeprosess, ypperlige tilbakemeldinger og eksepsjonelt god faglig støtte. Dette har vært en utmerket motivasjonskilde, og har vært til stor hjelp for utforming av oppgaven.

Vi vil også rette en stor takk til alle som har bidratt som intervjuobjekt. Dere har gitt oss et unikt innblikk med viktig opplysninger i form av egne erfaringer og refleksjoner. Dette har vært helt essensielt for å besvare oppgavens forskningsspørsmål og problemstilling.

Til slutt ønsker vi å takke AS Backe for utrolig godt samarbeid gjennom prosjekt- og masteroppgaven. Dere har bidratt med god oppfølging underveis med påfyll av kunnskap og tilrettelegging for gjennomføring. En spesiell takk rettes til vår kontaktperson i AS Backe, Anita Linde, som har prioritert oss ved å finne intervjuobjekter, diskutere problemstilling og koordinert kontorplass til oss under oppgaven.

Oslo, Desember 2021



Kristoffer Kaasen



Victoria Quach

Sammendrag

De siste årene har ytelsen til byggenæringen stagnert, og bransjen har ikke klart å holde følge med produktivitetsutviklingen som i andre næringer. Industri 4.0 har forsiktig satt sin fot i byggebransjen og presenterer nye innovative løsninger innenfor automasjon og robotisering. Løsningene introduserer nye prosesser og større endringer som må håndteres på en god måte. I denne masteroppgaven har vi valgt å sette lys på fagarbeiderne, og hvordan Industri 4.0 påvirker dem. Vi tar for oss hvordan automasjon og robotisering kan påvirke byggeprosessen og arbeidsmiljøet for fagarbeiderne de neste årene. Det blir også diskutert faktorer som vil bidra til en god innføring av de nye prosessene.

Studien ble gjennomført ved å foreta 12 kvalitative intervjuer. Intervjuobjektene bestod av seks fagarbeidere, og seks bedrifter som leverer ulike automasjons- og robotiseringsløsninger til byggebransjen. Resultatene fra intervjuene er diskutert opp mot dataen innsamlet fra to ulike litteratursøk og mindre omfattende dokumentstudier.

Resultatene fra datainnsamlingen viste til en generelt lav innovasjonsgrad i byggebransjen og at arbeid utføres relativt likt som for 10 år siden. Bransjen oppfattes som svært kompleks og vanskelig å standardisere. Automasjon og robotisering har forsiktig inntatt bransjen gjennom blant annet prefabrikasjon og ulike roboter på byggeplass. Disse metodene vil påvirke arbeidsforholdet til fagarbeiderne med tanke på helse, sikkerhet og psykososiale faktorer. For å ivareta fagarbeiderne sine behov under en teknologisk utvikling, fremkom det blant annet tiltak som bedre involvering, mer kursing, smidig implementering og positive holdninger.

Oppgaven konkluderer med at automasjon og robotisering vil føre til mer prefabrikasjon og flere roboter på byggeplass. Prefabrikasjon introduserer mer monteringsarbeid og potensielt flere fagarbeidere som må jobbe på fabrikk. Ved en økt produksjonshastighet må fagarbeidere forvente et høyt tempo med strengere frister, og mindre rom for feil. Flere roboter vil kunne ta over uønskede oppgaver som fagarbeidere utfører i dag, og vil føre til mer interaksjon med maskiner. Det forventes ikke at behovet for fagarbeidere vil endre seg betydelig de neste årene.

Automasjon og robotisering vil påvirke arbeidsmiljøet til fagarbeiderne. Forhold knyttet til helse og sikkerhet vil bli bedre. Samtidig konkluderes det med at arbeidsforholdene potensielt vil bli dårligere med tanke på varierte arbeidsoppgaver, trivsel og sosiale forhold. Yrket forventes å få en bedre anseelse ved å redusere farlige arbeidsforhold og anvendelse av mer teknologi.

For å lykkes med automasjon og robotisering må den fragmenterte bransjen jobbe sammen og ha tålmodighet ovenfor oppnåelse av ønsket resultat. Det er fordelaktig å ta nytte av både tradisjonelle og smidige prosjektmetodikker for å oppnå en smidig planleggingsfase med en rigid byggeprosess. Ytterligere, vil et «digital mindset» hos aktørene i byggebransjen bidra til et godt fundament for innovasjon og endring.

Summary

In recent years, performance in the construction industry has stagnated, and the industry has not been able to keep up with the productivity development seen in other sectors. Industry 4.0 has carefully set foot in the construction industry and presents new innovative solutions within automation and robotics. These solutions introduce new processes and significant changes that the industry must address correctly. In this master's thesis, we have shed light on the construction workers and how Industry 4.0 affects them. We address how automation and robotization can affect the building process and the working environment for the construction workers in the years to come. We will also discuss factors contributing to a good introduction of the new methods.

The study was executed by conducting 12 qualitative interviews. The interviewees consisted of six construction workers and six companies that deliver various automation and robotization solutions to the construction industry. The results from the interviews are discussed against the data collected from two different literature reviews and less extensive document studies.

The results from the data collection revealed a low degree of innovation in the construction industry, and that work has been carried out in the same ways for years. The sector is perceived as very complex and difficult to standardize. We observed that automation and robotics have carefully been introduced to the industry through prefabrication and various robots on the construction site. These methods will affect the working environment of the workers concerning health, safety, and psychosocial factors. To preserve the worker's necessities during technological development, measures such as better involvement, more training, agile implementation, and positive attitudes emerged.

The thesis concludes that automation and robotization will result in more prefabrication and more robots. Prefabrication introduces more assembly work and potentially more construction workers to transfer to factory workers. With an increased production speed, construction workers must expect a high pace with stricter deadlines and less room for error. Robots will do unwanted tasks of the workers and result in more interaction with machines. It is not expected that the need for construction workers will change significantly in the coming years.

The working environment for construction workers will experience several changes. Automation and robotics will improve conditions related to health and safety for construction workers by using automation and robotics. At the same time, we concluded that working conditions would be worse in terms of diverse tasks, well-being, and social needs. The construction profession will gain a better reputation by reducing hazardous working conditions and using more technology.

The fragmented industry must work together and have patience in achieving the desired result to succeed in automation and robotics. It is advantageous to practice traditional and agile project methodologies to achieve agile planning with a rigid construction process. Furthermore, a digital mindset among the participants' industry will contribute to a good foundation for innovation and change.

Innholdsfortegnelse

FORORD	I
SAMMENDRAG	II
SUMMARY	III
FIGURLISTE	V
TABELLISTE	V
BEGREPSLISTE	VI
1 INNLEDNING	1
1.1 BAKGRUNN	1
1.2 AUTOMASJON OG ROBOTISERING	2
1.3 ARBEIDSMILJØ FOR FAGARBEIDER	4
1.4 PROBLEMSTILLING OG FORSKNINGSSPØRSMÅL	5
1.5 OMFANG OG AVGRENSNINGER	6
1.6 LESERVEILEDNING OG OPPGAVESTRUKTUR	7
2 FORSKNINGSDESIGN OG -METODE	8
2.1 DISKUSJON AV FORSKNINGSMETODER	8
2.2 VALG AV FORSKNINGSDESIGN	9
2.3 DATAINNSAMLING	11
2.4 LITTERATURSTUDIE	12
2.5 DYBDEINTERVJU	14
2.6 DOKUMENTSTUDIER	17
2.7 DATAANALYSE	17
2.8 METODEKVALITET	18
3 TEORETISK BAKGRUNN	21
3.1 AUTOMASJON OG ROBOTISERING	21
3.2 ARBEIDSMILJØ PÅ BYGGEPLASS	28
3.3 PROSJEKTMETODIKK OG IMPLEMENTERING	31
3.4 MENNESKELIGE UTFORDRINGER VED BRUK AV NY TEKNOLOGI I BYGGEBRANSJEN	37
4 AUTOMASJON OG ROBOTISERING FRA INTERVJUOBJEKTENES PERSPEKTIV	42
4.1 GENERELT	42
4.2 INTERVJUOBJEKTER	42
4.3 AS BACKE	43
4.4 LEVERANDØRER	44
4.5 FS1 - PÅ HVILKEN MÅTE VIL AUTOMASJON OG ROBOTISERING I BYGGEBRANSJEN FORANDRE DAGENS BYGGEPROSESS FOR FAGARBEIDERE?	45
4.6 FS2 - HVORDAN VIL AUTOMASJON OG ROBOTISERING PÅVIRKE FAGARBEIDERE SITT ARBEIDSMILJØ?	49
4.7 FS3 - HVA ER FORUTSETNINGER FOR Å LYKKES MED INNØRING AV AUTOMASJON OG ROBOTISERING I BYGGEBRANSJEN?	55
5 DISKUSJON	59
5.1 GENERELT	59
5.2 FS1 - PÅ HVILKEN MÅTE VIL AUTOMASJON OG ROBOTISERING I BYGGEBRANSJEN FORANDRE DAGENS BYGGEPROSESS FOR FAGARBEIDERE?	59
5.3 FS2 - HVORDAN VIL AUTOMASJON OG ROBOTISERING PÅVIRKE FAGARBEIDERE SITT ARBEIDSMILJØ?	67
5.4 FS3 - HVA ER FORUTSETNINGER FOR Å LYKKES MED INNØRING AV AUTOMASJON OG ROBOTISERING I BYGGEBRANSJEN?	73
6 KONKLUSJON OG ANBEFALINGER	80
6.1 FS1 - PÅ HVILKEN MÅTE VIL AUTOMASJON OG ROBOTISERING I BYGGEBRANSJEN FORANDRE DAGENS BYGGEPROSESS FOR FAGARBEIDERE?	80
6.2 FS2 - HVORDAN VIL AUTOMASJON OG ROBOTISERING PÅVIRKE FAGARBEIDERE SITT ARBEIDSMILJØ?	81
6.3 FS3 - HVA ER FORUTSETNINGENE FOR Å LYKKES MED INNØRING AV AUTOMASJON OG ROBOTISERING I BYGGEBRANSJEN?	82
6.4 EGNE ERFARINGER OG ANBEFALINGER	83
REFERANSER	86
VEDLEGG	94

Figurliste

Figur 1: Arbeidsproduktivitet for ulike industrier målt i yen per timeverk.	1
Figur 2: Sammenheng mellom tradisjonell og automatisert byggemetode og deres utvikling..	2
Figur 3: De fire stegene av industriell revolusjon	3
Figur 4: Prosessmodell for oppgaven.	6
Figur 5: Forskningsløken	8
Figur 6: Grader av industrialisering	22
Figur 7: På innsiden av "the SMART system"	23
Figur 8: Kaskademodell med inspirasjon fra Bennington og Royce	32
Figur 9: Sammenligning mellom sekvensiell og overlappende faser og utvikling	34

Tabelliste

Tabell 1: Oppgavens utforming og innhold.	7
Tabell 2: Metoder for datainnsamling.	11
Tabell 3: Evaluering av litteraturstudie.	19
Tabell 4: Evaluering av dybdeintervju.	19
Tabell 5: Evaluering av dokumentstudier.	20
Tabell 6: Oversikt over intervjuobjekter; fagarbeider.	42
Tabell 7: Oversikt over intervjuobjekter; leverandør.	43
Tabell 8: Resultater FS1 – Påvirkning automasjon og robotisering har på byggeprosessen for fagarbeiderne.	46
Tabell 9: Resultater FS2 - Påvirkning automasjon og robotisering har på fagarbeidernes arbeidsmiljø.	50
Tabell 10: Resultater FS3 – Forutsetninger for å lykkes med innføring av automasjon og robotisering på byggeplass.	55

Begrepsliste

A&R: Automasjon og robotisering

Boolske operatører: Kombinasjonsord for søk i databaser; AND, OR og NOT.

BIM: Building Information Modelling.

Citation chaining: Metode for datainnsamling

Commercial Construction Index: Kvartalsvis indeks for å måle utsiktene for den kommersielle byggebransjen i USA.

FS 1, 2, 3: Forskningsspørsmål 1, 2, 3.

HMS: Helse, Miljø og Sikkerhet.

IT: Informasjonsteknologi.

IKT: Informasjon- og kommunikasjonsteknologi.

LEAN: En arbeidsmetode som baserer seg på helhetstenkning, flyt og kontinuerlig forbedring.

NTNU: Norges Tekniske- og Naturvitenskapelige Universitet.

SSB: Statistisk sentralbyrå.

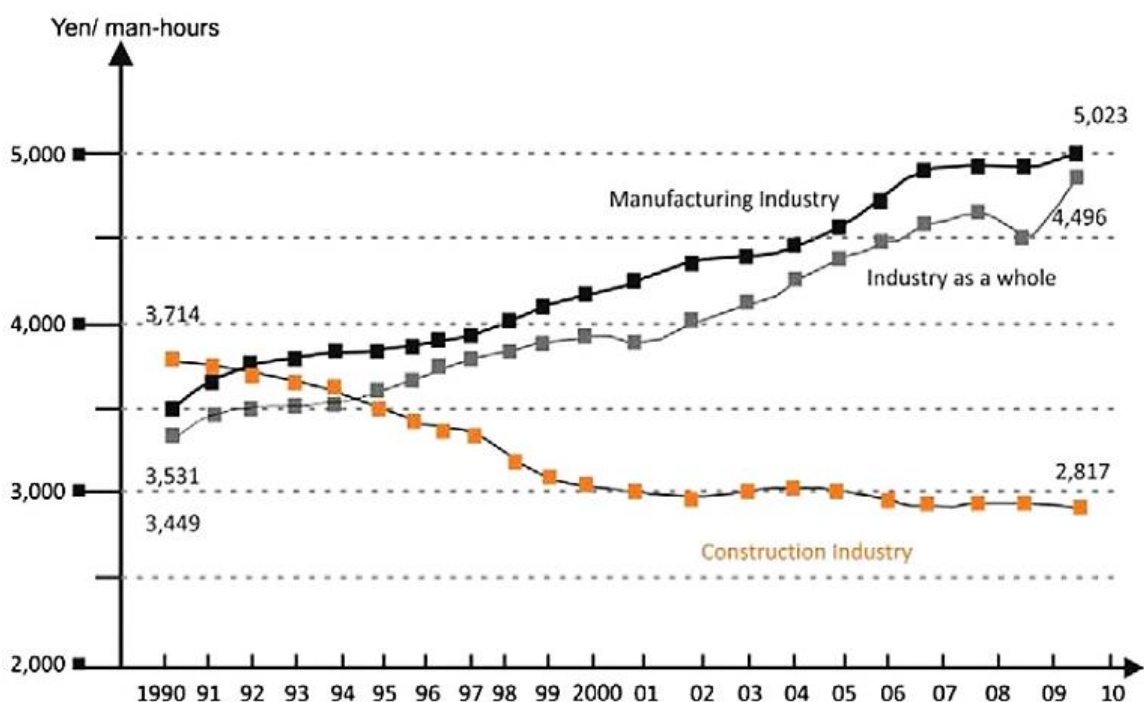
S-kurve: En matematisk prognose som viser veksten av en variabel over tid.

Tacit knowledge: Erfaringskunnskaper hos personer som er vanskelig å overføre både skriftlig og muntlig, eksempelvis å kunne snakke et språk eller kjøre en bil.

1 Innledning

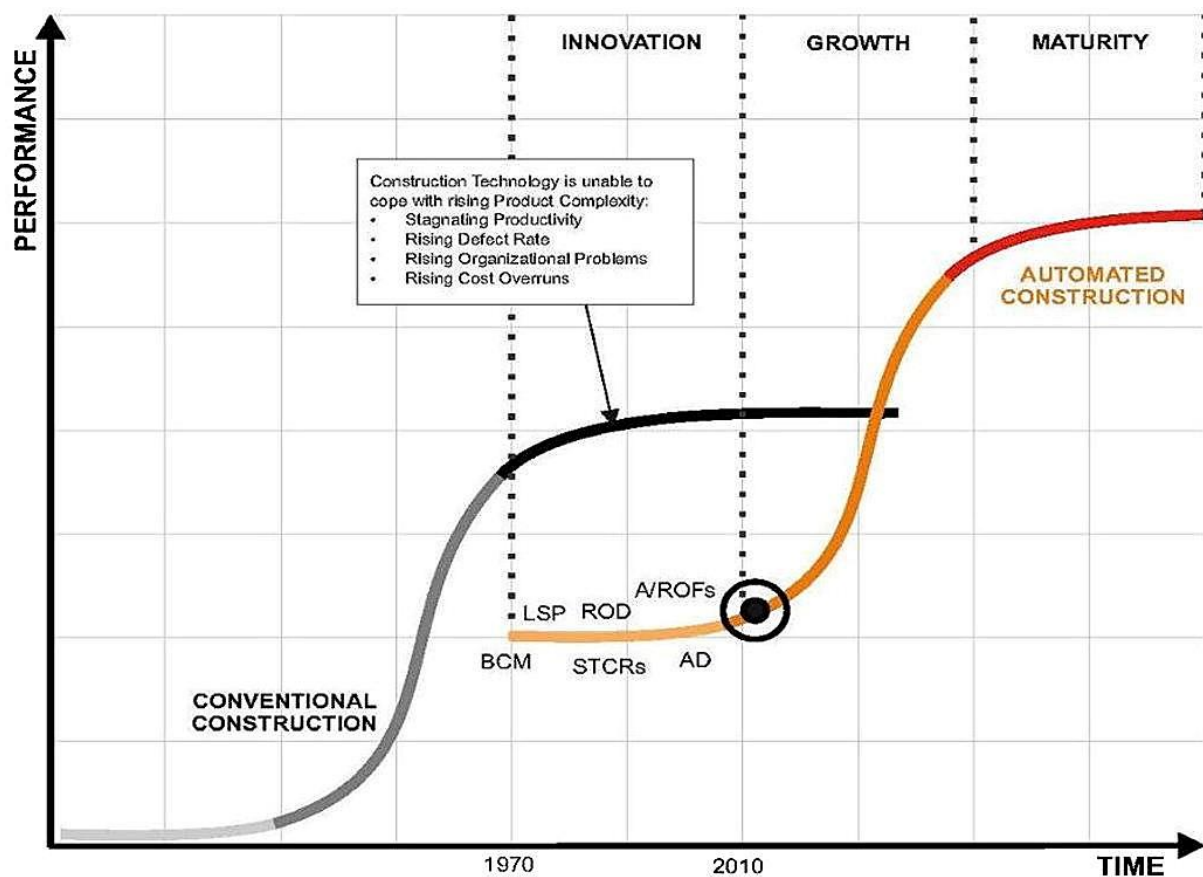
1.1 Bakgrunn

Studier viser at det er et produktivetsproblem for byggeindustrien og at arbeidsproduktiviteten har sunket over hele verden de siste tiårene (Bock, 2015; García de Soto *et al.*, 2018). Statistikk fra SSB viser til at produktiviteten i bygge- og anleggsvirksomheten i Norge har falt med 10% mellom år 2000 og 2016 (Todsén, 2018). Dette er i stor kontrast til generell industri, spesielt i produksjonsindustrien, som har hatt en kontinuerlig produktivitetsvekst i samme tidsperiode (Bock, 2015). Figur 1 viser utviklingen på verdensbasis for arbeidsproduktivet for generell industri, produksjonsindustri og byggeindustri mellom 1990 og 2010. Figuren viser en tydelig trend på at byggebransjen har en negativ utvikling, hvor på samme tid all annen industri har hatt en positiv utvikling.



Figur 1: Arbeidsproduktivet for ulike industrier målt i yen per timeverk (Figur 1 i Bock, 2015).

Flere indikatorer basert på blant annet vekst, ytelse og defektrater tyder på at konvensjonell byggemetodikk har nådd sine grenser (Bock, 2015). Ved å sette opp to S-kurver kan forholdet mellom stagnasjon og tekniske grenser for tradisjonell byggemetodikk visualiseres. I Figur 2 er dette knyttet opp mot oppstart, utvikling og veksten til nye strategier og teknologier ved automasjon. Det viser seg at mangelen på innovasjon og teknologisk utvikling i byggeindustrien korrelerer i stor grad med underinvesteringen i forskning og utvikling (Oesterreich og Teuteberg, 2016). Khoshnevis (2004) har observert utviklingen fra starten på 2000-tallet, hvor automasjon har økt betydelig i nesten alle produksjonsområder utenom i byggeproduksjonen. Fra Figur 2 ser en at det er et stort potensial for automatisert konstruksjonsmetodikk. For å overkomme grensene til konvensjonell byggemetodikk vil det i fremtiden være hensiktsmessig å ta i bruk strategier som har vært implementert vellykket i andre bransjer, slik som automasjon (Bock, 2015).



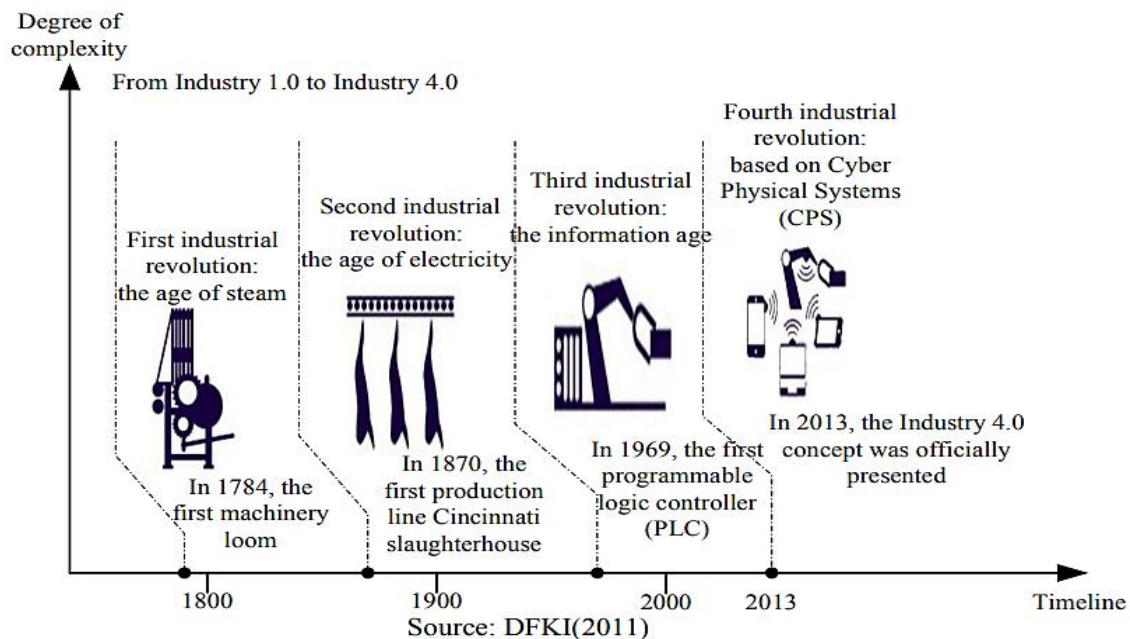
Figur 2: Sammenheng mellom tradisjonell og automatisert byggemetode og deres utvikling (Figur 3 i Bock, 2015). BCM = building component manufacturing, LSP = large-scale prefabrication; STCRs = single-task construction robots; ROD = robot-oriented designs; A/ROFs = automated robotic on site factories; AD = automated deconstruction.

1.2 Automasjon og robotisering

Samfunnet viser et tydelig ønske om en økt arbeidsproduktivitet i byggeindustrien. Innovative løsninger fra automasjon og robotisering oppfattes fra flere kilder som et steg i riktig retning for å oppfylle dette behovet. En trend mot en mer digitalisert og automatisert produksjon refereres til som Industri 4.0 og blir benyttet som et synonym for den 4. industrielle revolusjonen (Oesterreich og Teuteberg, 2016). I kontrast til de andre industrielle revolusjonene vil Industri 4.0 integrere mer informasjons- og kommunikasjonsteknologi, som vist i Figur 3 (Zhou *et al.*, 2016). I tillegg vil det innebære å være en mer digital og intelligent produksjon ved hjelp datastyrte systemer som kontrollerer en fysisk prosess, også kalt «Cyber-Physical system».

Innenfor Industri 4.0 vil industrialisering også være fremtredende. Industrialisering er en del av en større moderniseringsprosess gjennom revolusjon og utvikling av moderne metoder av produksjon og teknologiske systemer, hovedsakelig for fabrikkproduksjon (Kamaruddin *et al.*, 2016). For å løse byggebransjens utfordringer vil det være nødvendig å utnytte industrialisering ved å benytte automatisering og robotisering, slik som alle produksjonsindustrier har gjort siden 2000-tallet (Khoshnevis, 2004; Kamaruddin *et al.*, 2016). Videre i denne oppgaven vil automasjon og robotisering omtales som A&R.

Robotikk kan defineres som kombinasjonen av programvare, mekanikk og elektronikk, og kan ha fleksibilitet til å utføre oppgaver selv. Automasjon er selvgående prosesser som styres av datadrevne maskiner, og kan gjøre arbeidsoppgaver som utføres manuelt av fagarbeidere i dag. Dette kan for eksempel være oppgaver knyttet til kontroll og overvåking som blir et automatisert kontrollsystem i tillegg til å ha automatiske datainnsamlingsprosesser (Oke *et al.*, 2017). Bock (2015) nevner at byggebransjen fortsatt er i en tidlig fase når det kommer til automasjon.



Figur 3: De fire stegene av industriell revolusjon (Figur 1 i Zhou *et al.*, 2016).

Problemer som minkende kvalitet og produktivitet, liten bruk av ny teknologi, kostnadsoverskridelser, høy andel materialsvinn, mangel på arbeidskraft, dårlig arbeidssikkerhet og arbeidsforhold har økt behovet for innovative løsninger innenfor bransjen (Kamaruddin *et al.*, 2016; Bogue, 2017). García de Soto *et al.* (2018) foreslår at det kan løses ved å benytte eksisterende teknologi og adaptere flere løsninger fra teknologiindustrien. Det påpekes av Oesterreich og Teuteberg (2016) at Industri 4.0 vil bidra til forbedringer innenfor produktkvalitet og ytelse i bedriften, samt en kortere produksjonstid.

Fagartiklene til Kamaruddin *et al.* (2016) og Zhou *et al.* (2016) legger begge vekt på at byggenæringen må benytte metoder fra industrialiseringen i større grad, hvor A&R står sentralt. Bogue (2017) mener bransjen kan ha fordel av A&R for å automatisere arbeidsoppgaver til fagarbeidere. Bock (2015) påstår at en produksjon preget av en høy andel automasjon og robotsystemer som jobber sammen for å produsere komplekse produkter vil være løsningen på stagnasjonen som har oppstått i bransjen. Til tross for sine potensielle fordeler i form av forbedringer innenfor produktivitet og kvalitet, har ikke Industri 4.0 fått betydelig oppmerksomhet i byggebransjen (Oesterreich og Teuteberg, 2016).

En slik endring som Industri 4.0 potensielt vil medføre påvirker ikke bare arbeidsmetoder, men vil også akselerere endringshastigheten for organisasjoner (Kohnke, 2017). Det fører til at bedrifter må kunne håndtere nye prosesser og utvikle ny kunnskap på en god måte. Dette er trekk som fører til en smidig bedrift som innehar et «digital mindset». Mitropoulos og Tatum (2000) påpeker at potensialet for innovasjon hovedsakelig er en funksjon av dets miljø, inklusivt sosiale aspekter. De nevner at risiko for avvisning fra fagarbeidere er en stor barriere for å ta i bruk ny teknologi innenfor byggebransjen. Zhou (2015) viser til at det eksisterer flere sosiale utfordringer ved implementering av Industri 4.0, eksempelvis mindre behov for menneskelig arbeidskraft. Morrar og Arman (2017) konkluderer i sin studie med at det må fokuseres på de potensielle positive sosiale innovasjonene A&R vil skape, fremfor de negative sidene. Talke og Heidenreich (2014) mener arbeidsmiljøet på en arbeidsplass påvirker mottakelsen av ny teknologi. Et godt arbeidsmiljø med positive holdninger kan bidra til mindre motstand for endring, som igjen kan bidra til lettere implementering av nye innovasjoner.

1.3 Arbeidsmiljø for fagarbeider

Et arbeidsmiljø defineres som forholdene for arbeidstakerne på en arbeidsplass (Innstrand *et al.*, 2021). Det inkluderer de fysiske arbeidsforholdene, slik som støy og inneklima, i tillegg til de psykososiale forholdene, eksempelvis relasjoner med kollegaer og organisasjonskultur. Arbeidsmiljø har stor betydning og kan ha effekt på alt fra arbeidernes helse og velvære, til organisasjonens effektivitet. Arbeidsmiljøloven står til ansvar for å sikre arbeidstakernes sikkerhet, helse og velferd. Et godt fysisk og psykisk arbeidsmiljø vil bidra til henholdsvis bedre helse, miljø og sikkerhet (HMS), i tillegg til mer motiverte og engasjerte medarbeidere. Viktige utfordringer for arbeidsmiljøet i byggevirksomhet i Norge er innpusting av støv/kjemikalier, risiko for arbeidsulykker, arbeid med hender over skulderhøyde, arbeid på huk eller knærne, løft i ubekvemme stillinger, sterk støy og armvibrasjoner (Arbeidsmiljøportalen, 2019).

Bock (2015) mener noen av de største utfordringene byggenæringen står ovenfor i dag er; dårlige arbeidsforhold og lav interesse for næringen blant yngre generasjoner. Studien diskuterer også sammenhengen mellom dem, hvor dårlig arbeidsforhold frastøter flere unge. På verdensbasis sliter bransjen med et stort underskudd på arbeidskraft og liten bruk av teknologi (Bogue, 2017). Eksempelvis var det i starten av 2017 nesten 200 000 fagarbeiderjobber i USA som ikke var fylt. Statistikk fra SSB viser også at Norge trenger flere fagarbeidere i fremtiden, og at med dagens vekst vil det i år 2035 mangle hele 90 000 fagarbeidere (Nybakk, 2020).

I tillegg til å øke arbeidsproduktiviteten i bransjen kan automasjon bidra til bedre opplevelser av arbeidshverdagen for ansatte og tiltrekke ung arbeidskraft, og dermed gjøre yrket mer attraktivt (Licata, 2021). Ved utvikling av nye prosjekter understreker Gambatese *et al.* (2005) at bedrifter i byggenæringen burde ha automatiserte løsninger som bedrer sikkerheten for fagarbeidere i fokus (Gambatese *et al.*, 2005). Fra en kvartalsrapport i 2018 om «Commercial Construction Index» i USA formidles det at over halvparten av alle entreprenører benytter en eller annen form for automasjon for å håndtere sikkerhet på byggeplass, og at 74% planlegger å anvende mer teknologi for å øke sikkerhetsstandarden (U.S. Chamber of commerce og USG Corporation, 2018).

1.4 Problemstilling og forskningsspørsmål

Slik som beskrevet innledningsvis ser det ut til at A&R vil være nødvendig for å overkomme byggebransjen sine produktivetsproblemer. Fagarbeiderne har en sentral rolle i byggebransjen og det vil være relevant å undersøke hvordan de blir påvirket av denne utviklingen. Spesielt med tanke på arbeidsoppgaver, arbeidshverdag og arbeidsmiljø. For å kunne få best effekt av A&R ønskes det å forske videre på hvordan det på best mulig måte kan innføres hos fagarbeiderne. Formålet med oppgaven vil derfor være å undersøke, belyse, i tillegg til å øke kompetansenivået rundt fagarbeidernes rolle for A&R ved å anvende forskningsmetoder, analyser og prinsipp lært i tilknytning til masterprogrammet. Med bakgrunn i dette, i tillegg til vår bakgrunnskunnskap fra prosjektoppgaven innenfor samme tematikk ved navn *Implementeringsprosess for digitale verktøy i byggebransjen*, ble det utformet én problemstilling og tre forskningsspørsmål som skal besvares (Kaasen og Quach, 2021). De lyder som følger:

Problemstilling:

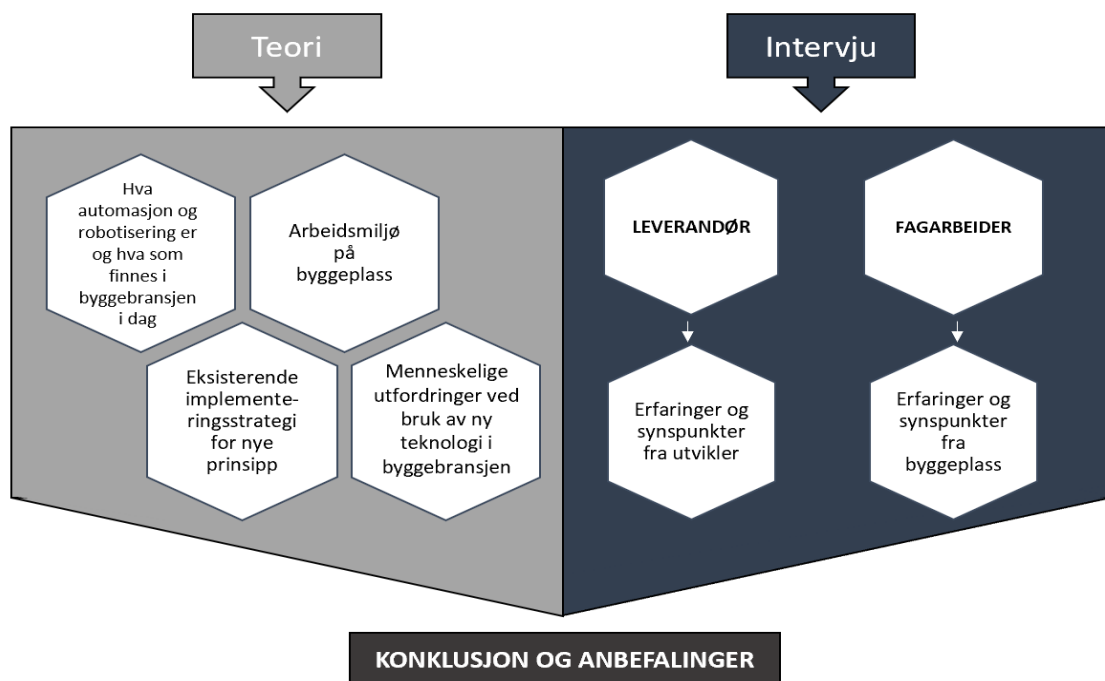
«På hvilken måte vil fagarbeiderne i byggebransjen bli påvirket av Industri 4.0 og hvordan kan endringene implementeres på best mulig måte?»

For å kunne besvare den omfattende problemstillingen har det vært nødvendig å dele den inn i tre forskningsspørsmål. De har som hensikt å kunne gå grundigere til verks innenfor temaet og bidra til å besvare problemstillingen.

Forskningsspørsmål:

1. På hvilken måte vil automasjon og robotisering i byggebransjen forandre dagens byggeprosess for fagarbeidere?
2. Hvordan vil automasjon og robotisering påvirke fagarbeidere sitt arbeidsmiljø?
3. Hva er forutsetningene for å lykkes med innføring av automasjon og robotisering i byggebransjen?

Målet med oppgaven er å anvende forskningslitteratur sammen med intervjuer av fagarbeidere og ulike leverandører i bransjen for å diskutere en fremtidig implementeringsstrategi innenfor emnet. En visuell fremstilling av prosessen er presentert i Figur 4.



Figur 4: Prosessmodell for oppgaven.

1.5 Omfang og avgrensninger

Denne oppgaven er utformet i forbindelse med emnet *TBA4910 Prosjektledelse, masteroppgave* ved Institutt for bygg- og miljøteknikk på Norges teknisk- og naturvitenskapelige universitet (NTNU) i Trondheim. Masteroppgaven er utført av to studenter i perioden 16.08.2021 til 23.12.2021, som tilsvarer omkring 20 uker og vektet til sammen 60 studiepoeng. Tidsbegrensningen har gjort det nødvendig å sette noen avgrensninger, slik som antall intervjuobjekter det har vært mulig å intervju. Det har dermed ikke gitt muligheter for å ha intervjuer på flere tidspunkter over en lengre periode, som kunne gitt annerledes resultater og en annen utvikling for oppgaven.

Under utforming av oppgavens problemstilling ble temaet Industri 4.0 undersøkt. Dette begrepet er svært kompleks og for å simplifisere omfanget av oppgaven ble det sett på som nødvendig å avgrense innenfor et mindre område av Industri 4.0. Med vår bakgrunnskunnskap og perspektiv fra tidligere prosjektoppgave ble det derfor valgt å avgrense og rette fokus mot to aspekter; automasjon og robotisering. Vi ønsket samtidig å se på en bestemt rolle i bransjen og ønsket å dykke dypere i hvilken påvirkning automasjon og robotisering hadde på fagarbeidere. Oppgaven tar av den grunn ikke for seg påvirkningen Industri 4.0 har på hele byggebransjen, men vil fokusere på effekten det har på fagarbeidere.

Oppgaven er skrevet i samarbeid med AS Backe, som betyr at intervjuobjektene blant fagarbeidere kun var fra denne bedriften. Siden resultatene kun tar for seg resultater fra én bedrift vil det ikke nødvendigvis gjenspeile hele bransjen. Det ble i ettertid erfart at det kunne vært fordelaktig med resultater fra flere ulike entreprenører, som kunne ført til et mer presist bilde av bransjen i sin helhet.

1.6 Leserveiledning og oppgavestruktur

Oppgavens utforming er basert på IMRoD strukturen som NTNU anbefaler for Bachelor- og Masteroppgaver (NTNU, u.å.). IMRoD står for Introduksjon, metode, resultat og diskusjon. I denne oppgaven er det også et teoretiskapittel mellom metode og resultater, i tillegg til et konklusjonskapittel til slutt. Se Tabell 1 for en oversikt over utforming og beskrivelse av innhold i hvert kapittel i oppgaven.

Tabell 1: Oppgavens utforming og innhold.

Kap.	Kapittelnavn	Innhold
1	Innledning	Innledningsvis presenteres bakgrunn og tematikk for oppgaven som gir en kort introduksjon av essensen for problemstillingen. Videre presenteres problemstilling og forskningsspørsmål, deretter oppgavens omfang og avgrensninger som er blitt utført.
2	Forskningsdesign- og metode	I dette kapitlet diskuteres det og velges hvilke metoder som er valgt for å besvare på problemstillingen og forskningsspørsmålene. Til slutt evalueres metodene.
3	Teoretisk bakgrunn	Her presenteres det relevant fagfelleverdert litteratur i tilknytning til automasjon og robotisering og fagarbeidere i byggebransjen. Teorien ble hentet gjennom litteraturstudiet.
4	Automasjon og robotisering fra intervjuobjektens perspektiv	Resultatkapitlet presenterer funn fra intervjuene som representerer intervjuobjektens perspektiv på automasjon og robotisering.
5	Diskusjon	I diskusjonskapitlet blir det teoretiske rammeverket og funnene fra resultatkapitlet benyttet for å diskutere i henhold til forskningsspørsmålene.
6	Konklusjon og anbefalinger	I dette kapitlet blir problemstillingen besvart og oppgaven oppsummert i en konklusjon. Det fremkommer i tillegg anbefalinger som kan være av interesse for fremtidig arbeid.

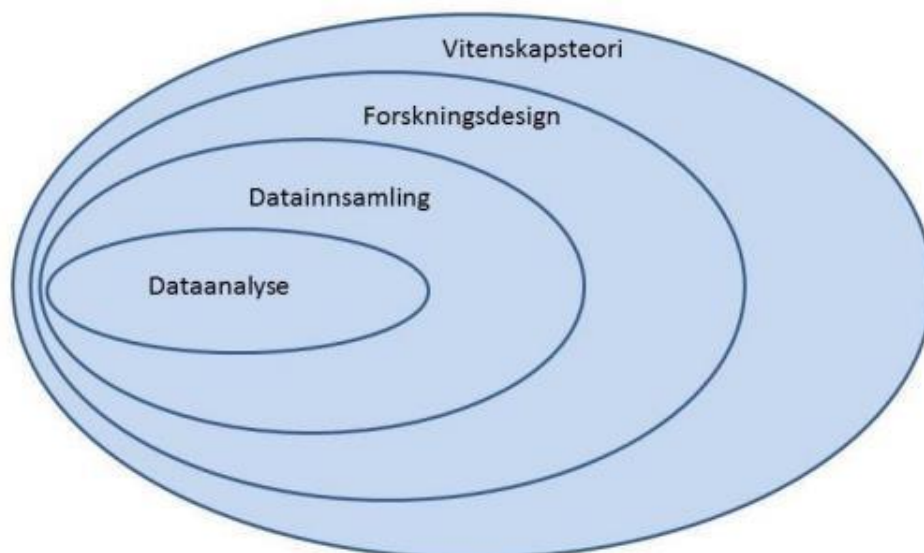
2 Forskningsdesign og -metode

Metodekapittelet i denne oppgaven er videreutviklet fra prosjektoppgaven ved navn *Implementeringsprosess for digitale verktøy i byggebransjen* som ble skrevet tidligere i år (Kaasen og Quach, 2021). Dette anses som hensiktsmessig siden mange av de samme metodene benyttes i masteroppgaven. Store deler av dette kapittelet er derfor gjenbrukt og vil samsvare med hva som ble skrevet i prosjektoppgaven. Underkapitlene har lik struktur og vil ha flere likheter, der forskjellene vil være endringer som er spesifikke for denne masteroppgaven, samt utbedringer fra prosjektoppgaven.

2.1 Diskusjon av forskningsmetoder

Metodeguiden til Busch (2013) i akademiskskrivning for bachelor- og masteroppgaver er mye benyttet i utarbeidelsen av metode i denne oppgaven. Boken til Tjora (2017) om kvalitative forskningsmetoder i praksis har også blitt disponert i stor grad, spesielt til utredning av forskningsmetoden. Metodebøkene til Tjora (2017) og Busch (2013) er også benyttet til metoder for datainnsamling. Thagaard (2018) sin bok angående kvalitativ metode er gjennomgått for å få bedre innsikt i dataanalyseprosessen. Metodene i de ulike bøkene anses som tilfredsstillende og egnet for veiledning i oppgaven ettersom de er utarbeidet for bruk i forskningsmetoder.

Utformingen av forskningsmetoden har vi utført med inspirasjon fra forskningsløken til Saunders *et al.* (2009) som illustreres i Figur 5. Det begrensede omfanget ved oppgaven er årsaken til at vi kun inkluderer de tre innerste lagene av forskningsløken for metodevalg. Ved en doktorgrad ville det vært mer aktuelt å diskutere vitenskapsteori. I denne oppgaven har det blitt tatt flere avveininger og beslutninger innenfor benyttede segmenter som utdypes mer detaljert i sine respektive avsnitt.



Figur 5: Forskningsløken (Saunders *et al.*, 2009).

2.2 Valg av forskningsdesign

2.2.1 Intensivt design

Forskningsspørsmålene vi har utformet i denne oppgaven vil bli besvart med et intensivt design. Denne typen design går i dybden på problemstillingen og samler data fra relativt få kilder. Det har blitt besluttet å samle inn data fra mange ulike variabler knyttet til en sammensatt problemstilling. Ved slik innsamling er det intensivt design som er best egnet (Busch, 2013). Vi ønsker å få frem personlige meninger og følelser rundt problemstillingen. Intensivt design egner seg godt til slik analyse. Det er mer utfordrende å få frem slike resultater med et ekstensivt design som vil være mer overfladisk og egner seg til problemstillinger som er mer avgrenset enn i dette tilfellet. I og med at vi har et fåtall med kilder vil vi nødvendigvis være mulig å overføre all dataen til andre scenarioer eller generalisere resultatet. Ekstensivt design på den andre siden representerer innsamling av data fra mange kilder, ofte gjennom spørreundersøkelser. Ved et slikt design ville det vært flere kilder som kunne gitt et riktigere bilde av hele bransjen. Vi gjorde en avveining hvor det var viktigere å komme i dybden enn å få et generelt overblikk. Det diskuteres senere i metodekapittelet at det blir valgt et fortolkningsbasert ståsted og en induktiv metode. Dette trekker også mot et intensivt design (Busch, 2013).

2.2.2 Kvalitativ data

Valget mellom kvalitativ og kvantitative metode er nært knyttet til valget mellom intensivt og ekstensivt design. Ved et intensivt design, som er benyttet i denne oppgaven, vil kvalitativ metode egne seg bra fordi det benyttes til å analysere komplekse situasjoner og sammenhenger (Busch, 2013). Kvalitativ metode uttrykkes i form av tekst og har som hensikt å oppnå dybdekunnskap og helhetlig forståelse av spesifikke kontekster (Grønmo, 2020a). Dette egner seg bra til vår oppgave med færre intervjuobjekter og et ønske om å få en dyp forståelse for fagarbeiderne sin situasjon. Kvantitativ metode på den andre siden fokuserer mer på objektive parametere som tall, og er fordelaktig ved håndtering av større datamengder som er lett å kvantifisere (Grønmo, 2020b). Intervjuene vi utfører er utfordrende å kvantifisere og vi ser det som lite passende for denne oppgaven.

Ved å benytte en kvalitativ metode er det fare for at studien blir mer subjektiv i og med at intervjueren vil kunne ubevist plukke ut de svarene en ønsker fra et spørsmål (Blumberg, 2011). Samtidig vil en kvalitativ metode føre til et mer utforskende intervju hvor det vil kunne komme frem refleksjoner intervjueren ikke hadde fått ellers. Vi har begrenset med kjennskap rundt fagfeltet til intervjuobjektene, og det ble derfor gjort en vurdering på at en utforskende intervju tilnærming med kvalitative data egner seg i stor grad. Dette tillater oppfølgingsspørsmål som ikke nødvendigvis er planlagt.

2.2.3 Tverrsnittsundersøkelse

Et sentralt spørsmål er om dataen skal innhentes på ett eller flere tidspunkter (Busch, 2013). Dersom det samles inn data ved flere tidspunkt vil det være enklere å analysere årsak-virkning-forhold. Samtidig gir det muligheten til å studere komplekse utviklingstrekk. Problemstillingen i denne oppgaven er vanskelig å ta for seg i og med at det er ingen som sikkert vet hvordan

bransjen vil utvikle seg de neste årene. Ved å intervju på to tidspunkt med noen års mellomrom ville det vært mulig å se en utvikling og fått mer konkrete svar fra objektene.

Denne oppgaven utføres i løpet av et semester og det vil ikke ha noe hensikt å intervju på ulike tidspunkt. Det vil ikke ha skjedd nok endringer på så kort tid til å kunne kartlegge en utvikling. Vi har valgt å utføre denne masteroppgaven som en tverrsnittundersøkelse, det vil si at alle intervjuene blir foretatt på et tidspunkt (Busch, 2013). For å kompensere for eventuelle negative påvirkninger dette har, er det i intervjuguiden blitt utviklet spørsmål som ber intervjuobjektene om å reflektere over tidligere erfaringer og reflektere over utviklingen som har vært frem til nå. Dette vil ikke gi samme resultat som å intervju objektene på flere tidspunkt, men det vil kunne få frem litt bedre refleksjoner.

2.2.4 Fenomenologisk hoveddesign

Det finnes flere ulike typer hoveddesign som representerer en bestemt kobling mellom vitenskapsteorier og metodiske utfordringer (Busch, 2013). I denne oppgaven var det ganske klart at fenomenologisk design egnet seg best, med tanke på tilgang på data og vinklingen til problemstillingen. Fenomenologi tilsvarer de kvalitative aspektene ved en førstepersons perspektiv og deres erfaringer (Sander, 2019b; Hovd, 2020). Denne designtypen gir rom for kvalitative og dyptgående intervju. I tillegg vil det gi anledning til å be intervjuobjektene om egne refleksjoner rundt fenomenene som studeres. Slik kan respondentene ha muligheten til å ordlegge sine egne erfaringer. Som en fortolkningsbasert og induktiv metode, vil fenomenologisk design gi en pragmatisk løsning som egner seg for å besvare problemstillingen i denne oppgaven. Fenomenologiske studier tar utgangspunkt i at vi utvikler kunnskap i tett interaksjon med omgivelsene. Vi forsøker å få et innsyn i hvordan livet som fagarbeider er og videreformidle kunnskapen vi har tilegnet oss på veien.

Gjennom egne refleksjoner tillegger de fenomener de opplever betydning (Busch, 2013). Samtidig som det er sagt så har oppgaven et hint av etnografisk retning i og med at det forsøkes å få innsikt i kulturen blant fagarbeidere i byggebransjen. Etnografiske studier foregår ofte over et langt tidsperspektiv, noe som ikke vil være mulig i denne avhandlingen. Vi skal forsøke å få innsikt i kulturen ved å utføre flere intervjuer og få intervjuobjektene til å reflektere hvordan dette vil endre seg når ny innovasjon vil inntre. Som nevnt tidligere har oppgaven et fortolkningsbasert ståsted og derav induktiv forskningsmetode. Induktiv forskningsmetode betyr at det trekkes allmenngyldige slutninger basert på et begrenset antall observasjoner (Sander, 2020). Dette ble sett på som riktig metode for denne oppgaven med tanke på antall intervjuobjekter og et ønske om å kunne se informasjonen i et større bilde enn individ nivå. Fordelen med induktiv forskningsmetode er at det vil gi kunnskap om områder der det finnes lite forhåndskunnskaper (Busch, 2013).

2.3 Datainnsamling

2.3.1 Metoder for datainnsamling

Ved å studere metodebøkene til Tjora (2017) og Busch (2013), samt diskusjon med veileder, har det blitt valgt hvilke metoder som skal benyttes for datainnsamling til hvert forskningsspørsmål. For en oversikt se Tabell 2.

Tabell 2: Metoder for datainnsamling.

Forskningsspørsmål	Forskningsmetode	Metode for datainnsamling
FS1	Kvalitativ	Litteraturstudie, dybdeintervju, dokumentstudier.
FS2	Kvalitativ	Litteraturstudie, dybdeintervju, dokumentstudier.
FS3	Kvalitativ	Litteraturstudie, dybdeintervju.

Videre begrunnelse og diskusjon ved valg av metoder, datakilder, variabler og hvordan variablene skal operasjonaliseres forklares nærmere i 2.3.2 *Datainnsamling i litteraturstudie*, 2.3.3 *Datainnsamling i dybdeintervju* og 2.3.4 *Datainnsamling i dokumentstudier*.

2.3.2 Datainnsamling i litteraturstudie

Litteraturstudien vil gi oss en oversikt over eksisterende forskning og danne en teoretisk bakgrunn for temaet i oppgaven (Ramdhani *et al.*, 2014). Databasene *Science Direct*, *Scopus*, *Oria*, *Web of Science* og *Google Scholar* har blitt benyttet for å hente relevant litteratur til oppgaven. Databasene er anerkjente og anbefalt av NTNU Universitetsbibliotek (Johansen, u.å.). De er i tillegg benyttet tidligere i tilknytning til andre emner på NTNU, eksempelvis *TBA4128 Prosjektledelse videregående kurs*, slik at vi er godt kjent med bruken av dem. Flere ulike databaser vil gi et godt grunnlag for å finne egnet litteratur til oppgaven. Videre vil forskningsspørsmålene og teoriene som benyttes i analysen i stor grad styre variablene for litteraturen som hentes fra litteraturstudien (Busch, 2013). Den innsamlede dataen i litteraturstudien vil operasjonaliseres ved å benytte den til å besvare forskningsspørsmålene. Det vil i tillegg bidra til flere synspunkter som kan belyses i diskusjonen og avslutningsvis til å trekke en konklusjon. Dette vil beskrives nærmere i 2.4 *Litteraturstudie*.

2.3.3 Datainnsamling i dybdeintervju

For kvalitativ forskning er det vanlig å ha ulike typer intervjuer som datagenereringsmetode (Tjora, 2017). Dette kan eksempelvis være e-post-, gruppe- eller dybdeintervju. Slik kan det hentes informasjon som kan være vanskelig å finne i litteratur. I slike tilfeller er dybdeintervjuer vanlig å benytte da informantene vil ha rom til å snakke fritt og reflektere med egne tanker om det aktuelle temaet. Dybdeintervju vil bidra med informantens perspektiver på et bestemt fenomen (Sander, 2019a), og gir rom for å analysere en persons sine erfaringer, holdninger og meninger (Tjora, 2017). Det åpner også for at informanten kan utdype sin kunnskap innenfor et aktuelt tema, som kan bistå med flere poeng som nødvendigvis ikke står på agendaen til intervjueren. Derfor regnes denne metoden for datainnsamling som hensiktsmessig.

Variablene i intervjuet blir stort sett bestemt av respondentene siden det vil være opp til intervjuobjektene å fortelle og reflektere rundt deres egne erfaringer (Busch, 2013). Det fører til at det ikke vil være like nødvendig å diskutere valg av variabler. Det vil være viktigere å ha kontroll på samtaleemne, slik at intervjuobjektene ikke sporer av fra det ønskede tema. Ulempen med dybdeintervju vil være at påliteligheten på informasjonen kan være lavere enn sammenlignet med eksempelvis en stor spørreundersøkelse (Tjora, 2017). En annen svakhet vil være subjektiviteten av informasjonen fra informantene, som vil være preget av deres ståsted. For å opprettholde pålitelighet vil det være hensiktsmessig å triangulere informasjonen innhentet fra dybdeintervju med litteraturstudien. Det er også en mulighet for at en sitter igjen med erfaringer som ikke ble undersøkt (Tjora, 2017). Videre har vi heller ikke kontroll over hva de som ikke deltok i intervjuet ville ha uttrykt, som kunne vært andre erfaringer og meninger. Derfor er det viktig å velge intervjuobjekter som dekker et så stort erfaringspekter som mulig. Ved å velge intervjuobjekter med ulike roller i samme bransje vil ulike meninger omfavnes, dette diskuteres videre i *2.5.1 Valg av intervjuobjekter*.

Når det kommer til operasjonalisering av variablene er intervjuet inndelt i oppvarmingsspørsmål, refleksjonsspørsmål og avslutningsspørsmål (Tjora, 2017). Det er benyttet teoretiske begreper for å tydeliggjøre hva som skal måles i de forskjellige spørsmålene. Det har blitt intervjuet objekter med veldig ulik bakgrunn, og det har derfor vært nødvendig å stille spørsmål på ulike måter for at spørsmålet skal gi mening for intervjuobjektet. Ulike begreper og termer er oversatt for noen, mens til andre er det stilt mere teoretisk krevende spørsmål avhengig av bakgrunn. Utformingen av intervjuguiden og mer om metoden utdypes nærmere i *2.5.2 Intervjuguide*.

2.3.4 Datainnsamling i dokumentstudier

Dokumentstudier er den tredje hovedgruppen av kvalitativ datagenerering, og benytter dokumenter som er produsert for andre formål enn forskning, slik som veiledere og standarder (Tjora, 2017). Ved å analysere eksisterende dokumenter kan det anskaffes informasjon om saksforhold produsert på bestemte tidspunkt og steder, og med ulikt formål. Slik kan en sette dataen i et tids- og stedsperspektiv. Det er på andre siden viktig å sette dokumentene i en kontekst og ta hensyn til variablene for når og hvor de er skrevet, av hvem, og for hvilke lesere og formål. Dokumentstudier benyttes som tilleggsdata for dybdeintervjuene og teorien, og operasjonaliseres som et supplement for å besvare forskningsspørsmålene.

2.4 Litteraturstudie

Vi har i denne oppgaven hentet litteratur fra to ulike litteratursøk, et fra tidligere utført prosjektoppgave, og et nytt i denne masteroppgaven. Det er derfor gjenbrukt noe litteratur fra prosjektoppgaven, dette beskrives nærmere i *2.4.4 Litteratur fra prosjektoppgaven*. De resterende kapitlene i *2.4 Litteraturstudie*, beskriver det nye litteratursøket som er gjort for masteroppgaven.

2.4.1 Søkemetode og søkehistorikk

Den trinnvise metoden til Arksey og O'Mally (2005) for et *Scoping study* benyttes for å kartlegge essensen til et forskningsområde. Slik kan en effektivt finne tilgjengelig litteratur og hovedkilder. Trinnene består av;

1. Identifisere problemstilling og forskningsspørsmål
2. Identifisere potensielt relevant litteratur
3. Utvelging og kartlegging av litteratur
4. Samle, oppsummere og rapportere resultatene

Som nevnt i 2.3.2 *Datainnsamling i litteraturstudie* ble det utført et litteratursøk i ulike akademiske databaser. Til å begynne med ble flere pilotsøk gjennomført for å velge ut de mest relevante søkeordene til hvert tema. For å øke eller avgrense treffene til en relevant mengde ble det benyttet boolske operatører som kombinerer relevante søkerord (Søk & Skriv, 2020). Det ble også anvendt andre innebygde avgrensninger i databasene som muliggjør begrensning innenfor hovedsakelig språk, årstall, dokumenttype og fagområder. Det ble som utgangspunkt sett på artikler fra de siste 10 årene i og med at det er et fagfelt som utvikler seg veldig fort. Artikler før dette vil kunne inneholde eldre informasjon som ikke nødvendigvis er like korrekt. Samtidig skal det nevnes at det er benyttet flere kilder fra før 2010. Disse kildene har enten beskrevet tidligere historie eller blitt sett på som essensielle innenfor tema i denne oppgaven. Ved bruk av eldre kilder er det utført en grundigere refleksjon av hvilken informasjon som kan benyttes og hva som kan være utdatert. De relevante søkene og dataene ble ført inn i et eget utviklet Excel-ark som omtales som søkerloggen. Dette er for å holde en oversikt og systematisere søkene i større grad. En forenklet versjon av søkerloggen fra denne litteraturstudien kan sees i Vedlegg A, hvor kun de benyttede kildene er inkludert.

For videre funn av relevant litteratur ble det anvendt «forward- og backward citation chaining» som er metoder som sporer litteratur enten forover eller bakover i tid via referanser (Walden University, 2020). Ved «backward citation chaining» benyttes referanselisten til den relevante kilden for å finne annen relevant litteratur. Dette er i motsetning til «forward citation chaining» der litteratur som har sitert den relevante kilden blir studert for å finne nyere litteratur innenfor samme tema. Slik har vi arbeidet for å utvide litteratursøket og finne relevante kilder.

Det har også blitt benyttet andre ikke-akademiske databaser for informasjonshenting. Ved å belyse aktuelle områder som omhandler temaet i oppgaven vil det gjøre den mer helhetlig, og derfor ansees dette som hensiktsmessig. Søkemotoren til *Google* er benyttet for å supplere litteratursøkene med dagsaktuell informasjon til kapitlene 1.1 *Bakgrunn*, 1.2 *Automasjon og robotisering*, 1.3 *Arbeidsmiljø for fagarbeider*, 2 *Forskningsdesign og -metode* og 3.1.2 *Eksisterende automasjon og robotisering i byggebransjen*.

2.4.2 Litteratur fra flere bransjer

Innholdet i litteraturstudien skal benyttes til å danne et teoretisk grunnlag for å besvare på forskningsspørsmålene. Kilder fra byggebransjen vil være direkte relevant, men det er også andre bransjer som vil ha aktuell teori. Det vil være spesielt aktuelt å ta inspirasjon fra

programvareutvikling i tilknytning til prosjektmetodikk og implementeringsprosess for digitale verktøy. Dette er fordi teorien om temaet har sitt utsprang fra denne bransjen (Choudhary, 2018). Slik som andre bransjer, har byggeindustrien hentet inspirasjon fra programvareutviklingen (Mishra *et al.*, 2020). Derfor anses det som presist og relevant å hente noe fagstoff derifra. Det er en nær tilknytning mellom erfaringer fra prosjekt- og implementeringsmetodikk fra IT- og byggebransjen.

2.4.3 Evaluering og validering av kilder

Det ble benyttet TONE-prinsippet for å evaluere kildene. TONE er et akronym for Troverdighet (T), Objektivitet (O), Nøyaktighet (N) og Egnethet (E) (Overland, 2018). Ved å validere kildene etter sistnevnte nøkkelord kan en stadfeste om kildene er sikre og om de kan benyttes i oppgaven. Denne metoden benyttes for å bidra til en uniform vurderingsmetode av litteraturen. Samtidig kan det være en svakhet at det er opp til individer å vurdere om en kilde er validert eller ei, ettersom dette kan variere fra person til person. Videre ble det forsøkt å ikke velge kilder basert på egne meninger, også kalt «cherry picking», slik at litteraturen ville gi et variert og virkelighetsnært bilde av temaet (Cambridge Dictionary, 2020).

Det ble benyttet flere innebygde funksjoner i de ulike databasene for å forsikre om at kilder var troverdige. I Oria for eksempel ble det kun benyttet kilder fra fagfelleverderte tidsskrift. På den måten vil kilden være vurdert av fagpersoner og ha gjennomgått flere gjennomlesninger av det aktuelle tidsskriftet. Ved bruk av Google Scholar ble det gjort en vurdering ved å se på antall siteringer og H-verdien til de ulike forfatterne. Kilder med få siteringer og forfatter med lav H-verdi ble ved noen anledninger avskrevet og ikke tatt med i det ferdige litteratursøket.

2.4.4 Litteratur fra prosjektoppgave

Slik som beskrevet innledningsvis har vi skrevet en prosjektoppgave, *Implementeringsprosess for digitale verktøy i byggebransjen* (Kaasen og Quach, 2021), med flere likhetstrekk til denne masteroppgaven. Deler av den innsamlede teorien fra litteraturstudiet i prosjektoppgaven anses av den grunn som relevant for denne masteroppgaven. Dette har blitt benyttet i kapitlene 3.3 *Prosjektmetodikk og implementering* og 3.4 *Utfordringer ved implementering* av nye systemer. Sistnevnte kapitler vil derfor ha store deler som er gjenbrukt og som vil samsvare i stor grad med prosjektoppgaven. I sistnevnte delkapittel er det lagt til to nye avsnitt om «digital mindset» som er innsamlet i forbindelse med denne masteroppgaven. En søkerlogg for kildene tilknyttet litteraturen benyttet fra prosjektoppgaven legges til som Vedlegg B.

2.5 Dybdeintervju

2.5.1 Valg av intervjuobjekter

Det er nødvendig å diskutere hvem som skal være med på intervjuene og hvordan de ble valgt (Busch, 2013). Hellevik (1999) stiller spørsmål ved hvordan en kan si noe om alle enheter som inngår i problemstillingen når bare noen av de blir undersøkt. Det er derfor viktig å velge intervjuobjekter som er representative for alle relevante enheter under det som er ønskelig å undersøke. Ved dybdeintervjuer skal det være et strategisk valg av informanter og ikke et tilfeldig utvalg av en populasjon som det vil være ved en kvantitativ undersøkelse (Tjora, 2017).

For dybdeintervjuene i denne oppgaven har vi valgt å ta utgangspunkt i to ulike grupper som skal bli intervjuet; fagarbeider og leverandør. Intervjuobjektene som representerer fagarbeiderne, skal ha innsikt i deres hverdag og arbeidsmiljø. På den andre siden skal leverandører av teknologi og automatiserte prosesser innenfor byggebransjen ha en innsikt i deres visjon og hvordan det vil påvirke fagarbeidere. Det ble valgt å ha seks intervjuer fra hver gruppe, altså 12 dybdeintervjuer totalt.

Fagarbeiderne ble valgt ut i samarbeid med ledelsen i AS Backe for å finne en variert gruppe med ulike arbeidsoppgaver. Det ble besluttet at det var fordelaktig å intervju objekter som jobber innenfor ulike disipliner og som representerer ulike aldersgrupper for å få et mest mulig riktig bilde av bransjen. Det har også vært et ønske om å intervju fagarbeidere som har ulik grad av ansvar for å se om situasjonen oppfattes forskjellig innad avhengig av stilling. Noen intervjuobjekter har stilling som BAS, og andre som utelukkende jobber med produksjon. Det er viktig å være klar over at alle intervjuobjektene er fra samme organisasjon og dette kan påvirke resultatene fra intervjuene. For å minimere denne effekten er det forsøkt å intervju objekter fra ulike distrikter og ulike datterselskaper.

Leverandør bedriftene som er intervjuet har blitt valgt ut basert på hvilken utvikling som forventes, og hvilke segmenter teorien beskriver vil påvirke bransjen i de neste årene. Fysiske roboter er ikke veletablert på byggeplasser helt ennå, men det er forventet at bruken av dette vil ta seg opp de neste årene. Prefabrikasjon er på en annen siden noe som er godt utbredt og påvirker næringen i stor grad med tanke på automasjon. Det er derfor valgt å kontakte to aktører innenfor robotutvikling og fire aktører innenfor prefabrikasjon-segmentet. Hos disse aktørene har vi strebet etter å intervju en representant i bedriften som har sterk tilknytning til utviklingen av teknologi. Det har blitt forsøkt å få direkte intervju med ledere som har oversikt over en større del av bedriften. Innenfor prefabrikasjon har vi valgt å intervju bedrifter som produserer elementer av ulike typer for å best mulig kunne representere hele markedet. Det er intervjuet én produsent innenfor treverk, én innenfor betong, stål og kombinasjon, én innenfor betong og én innenfor baderomskabiner. De ulike intervjuobjektene blir beskrevet ytterligere i *4.4 Intervjuobjekter*.

2.5.2 Intervjuguide

Intervjuguiden er som nevnt i *2.3.3 Datainnsamling i dybdeintervju* tredelt i oppvarming, refleksjon og avrundning etter Tjora (2017) sin oppdeling. De ulike delene av intervjuguiden forklares nærmere nedenfor. Selve utviklingen av guiden er utarbeidet i samarbeid med både AS Backe og veileder. AS Backe har hjulpet oss med å få intervjuguiden til å være godt rettet mot de ulike fagarbeiderne, mens veileder har gitt mer generelle tilbakemeldinger. I og med at leverandørene som er intervjuet er såpass ulike er det utviklet en intervjuguide til hver leverandør. Det er også utviklet en egen intervjuguide i samarbeid med AS Backe for fagarbeiderne. Her har AS Backe sine innspill hjulpet med å få våre spørsmål formulert på en mindre akademisk og mer forståelig måte. Vedlegg C representerer en generell intervjuguide for leverandører, som senere har blitt spesialtilpasset til hver enkelt leverandør. Intervjuguiden til fagarbeiderne kan sees i Vedlegg D.

Oppvarmingsspørsmålene har som hensikt å danne en naturlig begynnelse på intervjuet, og er derfor en uformell fase som krever lite refleksjon (Tjora, 2017). Her kan intervjueren snakke litt vidt for å danne en mer avslappet situasjon og få et bedre overblikk.

Neste fase, refleksjonsfasen, er hoveddelen av intervjuet og skal inneholde åpne spørsmål som vil kreve større grad av refleksjon fra intervjuobjektet (Tjora, 2017). I denne fasen er det lagt opp til at respondenten kan snakke fritt og mer utfyllende om dens erfaring og kompetanse. Refleksjonsspørsmålene er tematisert på samme måte som forskningsspørsmålene. Det er også utviklet oppfølgingsspørsmål i tilfelle intervjuobjektet svarer for kort. Oppfølgingsspørsmålene vil oppmuntre intervjuobjektet til å gå i detaljnivå til hvert tema, og fanger opp usikkerheter og utfordringer. Spørsmålene vil gi en bedre innsikt i tematikken ved å både kartlegge den praktiske utførelsen og intervjuobjektens egne erfaringer om prosessen (Tjora, 2017).

Til slutt er det satt av tid til avrundingsspørsmål som muliggjør at respondenten kan tilføye relevant informasjon hvis personen ikke fikk presentert dette tidligere (Tjora, 2017). Videre blir intervjuobjektet informert om hva resultatene skal benyttes til og tilhørende etterarbeid.

2.5.3 Utførelse

Det ble totalt utført åtte dybdeintervju via kommunikasjonsplattformen *Microsoft Teams* og fire dybdeintervju over telefon. Det ble avsatt 45 minutter til hvert dybdeintervju. Innledningsvis ble problemstillingen til masteroppgaven presentert, og intervjuobjektene fikk studere den visuelle prosessmodellen som er utviklet. På denne måten kunne informantene danne seg et klart bilde av hva intervjueren var interessert i å vite (Busch, 2013). Intervjuguiden som var utformet på forhånd ledet gangen i selve intervjuet. Ved flere anledninger kom det opp temaer som var relevant for oppgaven, men ikke satt lys på i selve intervjuguiden. Ved slike tilfeller ble det forsøkt å hente ut informasjon på sparket. Hvis informanten sine svar derimot havnet utenfor scoopet ble det gitt beskjed om for å forsøke å ha en samtale som var mest mulig relevant for oppgaven.

Ved selve utførelsen av intervjuet fordeltes oppgavene mellom oss slik at en av oss hadde hovedansvaret for å stille spørsmålene, mens den andre noterte hovedpoengene. Intervjuene ble også tatt opp med godkjenning fra objektene. Opptaket ble senere brukt for å kunne notere mer detaljert i etterkant av intervjuet. Den detaljerte noteringen i etterkant ble betraktelig mindre krevende når hovedpoengene ble notert underveis. Det følte også ryddig å ha en enkelt person som intervjuobjektene hadde å forholde seg til.

Grunnet større geografiske avstander mellom de ulike intervjuobjektene var det mest egnet å utføre intervjuene over *Microsoft Teams* eller telefon. De færreste fagarbeidere hadde datamaskin tilgjengelig, som medførte at flere av intervjuene var over telefon. Det ble en begrensning at dette var en upersonlig intervjusetting. Det førte til at fagarbeidere ikke nødvendigvis var like pratsomme over telefon, i motsetning til et fysisk møte. Det ble også lagt merke til at flere fagarbeidere var opptatt og gjorde andre aktiviteter da intervjuet ble utført, som kan ha ført til mindre detaljerte resultater.

2.5.4 *Etterarbeid*

Etter intervjuet ble opptaket benyttet for å utvikle et sammendrag som ble videresendt til intervjuobjektene. Slik fikk vedkommende mulighet til å bekrefte riktigheten av informasjonen. Den mest relevante informasjonen ble videre samlet og prosessert slik at den kunne benyttes til oppgaven. For å oppfølge kravet om at intervjuet skal utføres uten at informanten skal komme til skade (Tjora, 2017), har de blitt anonymisert ved en identitetsindikator som bare vil skildre de ved nåværende stilling og type selskap de er ansatt i. Slik vil det vanskeliggjøre en eventuell gjenkjennelse, selv om det ikke kan garantere anonymitet.

2.6 Dokumentstudier

Ved å studere ulike dokumenter som nødvendigvis ikke er produsert for forskning kan informasjonen fra dokumentene anvendes som tilleggsinformasjon i kombinasjon med de andre datainnsamlingsmetodene (Tjora, 2017). Det velges å studere et par dokumenter i tilknytning til ulike produkter innenfor automasjon som representerer en form for bakgrunnsdata. To andre viktige dokumentstudier som ble utført i denne oppgaven var studie av Arbeidsmiljøloven og Internkontrollforskriften. Arbeidsmiljøloven blir brukt som grunnlag med tanke på hvilke rettigheter og krav fagarbeiderne har i forhold til arbeidsmiljø. Samtidig blir Internkontrollforskriften benyttet for å se forbedringsarbeid som forventes av bedrifter med tanke på HMS.

2.7 Dataanalyse

For å analysere dataen som er innhentet fra intervjuene benyttes den analytiske tilnærmingen, temaanalyse, som er beskrevet av Thagaard (2018). Hovedpoenget ved utførelsen av en temaanalyse er å sammenligne data om hvert tema fra alle intervjuobjekt, slik at det kan utvikles en dypere forståelse av hvert enkelt tema (Thagaard, 2018). Gjennomførelsen av analysen er utført slik at det er produsert en sammenfattet tekst fra hvert intervju, slik at kun informasjon som ses på som relevant for analysen er inkludert.

Gjennom analyse prosessen er dataen klassifisert i ulike kategorier som representerer ulike temaer i knyttet til problemstillingen i oppgaven. I og med at intervjuene er litt fragmentert og resultatet ofte er noe oppsplittet vil det være fornuftig å kategorisere dataen (Busch, 2013). Thagaard (2018) fremhever at kategorisering er et viktig hjelpemiddel for å få frem sentrale mønstre i dataen. De overordnede kategoriene er koblet til de ulike forskningsspørsmålene og under er det videre delt inn i kategorier som representerer viktige tema innenfor forskningsspørsmålene. Det er deretter utført en grov koding for å få bedre oversikt over informasjonen som er innsamlet. Kodingen gir betegnelser som symboliserer meningsinnholdet i teksten. Dette gjør det enklere å sammenligne ulike svar fra intervjuobjektene og det blir mer oversiktlig å diskutere dette opp mot teori i diskusjons kapitlet. Kodingen er utført for å kunne forbedre prosessen for oss, og er av den grunn ikke inkludert i tekstene som er presentert i empiri kapitlet.

Ved å sammenligne tolkningene innenfor en kategori til et intervjuobjekt etterfulgt av et annet intervjuobjekt får vi et grunnlag for å fremheve likhetene og ulikhetene objektene fremstiller (Thagaard, 2018). Det er lagt vekt på å veksle mellom overordnet perspektiv og studier av enkelte objekter for å utvikle en nyansert og helhetlig forståelse. Denne vekslingen er viktig for å unngå en ensidig tolkning som er for detaljert eller for overordnet. En utfordring ved å dele opp i kategorier er at det kan stenge for andre perspektiver utenfor disse gitte kategoriene. Det kan føre til at data som ikke faller under noen av kategoriene blir oversett. Det rettes derfor i denne oppgaven også et fokus mot data som faller utenfor disse kategoriene for å få en motvekt mot begrensningene ved kategorisering.

En utfordring med temaanalyse er å kunne vurdere temaene løsrevet fra konteksten utsnittet av data ble presentert i. Dataen blir hentet ut fra et intervju hvor kontekst vil kunne forsvinne (Thagaard, 2018). Det er av den grunn lagt mye vekt på en intervjuguide som forsøker å få frem data fra intervjuobjektene innenfor like tema i samme kontekst. På den måten vil det være enklere å sammenligne data i den sammenhengen den opprinnelig ble fremstilt i. Ved å analysere hvert enkelt utsagn opp mot helheten av intervjuet vil analysen representerer en helhetlig forståelse av dataen. Intervjuobjektet sine refleksjoner vil med denne metoden ikke bli tolket feil og benyttet til sammenhenger som ikke utsagnet var rettet mot.

2.8 Metodekvalitet

2.8.1 Kvalitetskriterier

Tre kriterier for å evaluere metodekvaliteten til litteraturstudie, dybdeintervju og dokumenter er reliabilitet, validitet og generalitet (Busch, 2013). Reliabilitet er et mål for undersøkelsens pålitelighet (Sander, 2019d). Påliteligheten omhandler målekvaliteten og om en kan stole på dataen som er blitt målt (Busch, 2013). Med andre ord vil høy reliabilitet tilsvare at andre som måler det samme fenomenet vil komme til en omtrent lik konklusjon (Sander, 2019d). Validitet betyr gyldighet eller relevans (Sander, 2019e). Det er et kriterium som ser til at studien måler det som er ment til å måle. En studie med høy validitet viser at undersøkelsen virkelig måler det den har som hensikt å måle. Til slutt skal resultatene tilfredsstillende at de kan overføres til andre populasjoner eller andre situasjoner. Med andre ord er de nødt til å kunne generaliseres. Slik kan en vise at de kvalitative metodene er troverdige (Drageset og Ellingsen, 2011). Kriteriene forklart i dette avsnittet benyttes til å evaluere metodene i oppgaven, og beskrives nærmere i *2.8.2 Metodekritikk og -evaluering*.

Ettersom dataen fra dybdeintervjuene er subjektive, kan det være nyttig å benytte triangulering med litteratur- og dokumentstudiet for å vise til svakheter ved dette perspektivet eller avdekke andre ståsted. I tilfeller der synspunktene ikke stemmer overens vil det indikere en skjevhet, men dersom de gjør det vil det derimot antyde et resultat med høy validitet (Røykenes, 2009).

2.8.2 Metodekritikk og -evaluering

Metodene litteraturstudie, dybdeintervju og dokumentstudier evalueres ved sine styrker og svakheter delvis innenfor kvalitetskriteriene reliabilitet, validitet og generalitet, og angis i respektive Tabell 3, 4 og 5.

Tabell 3: Evaluering av litteraturstudie.

Litteraturstudie	
Styrker	Svakheter
Høy reliabilitet siden dataen som er hentet kan spores tilbake til og er hentet fra fagfellevurdert litteratur. Dermed er den kartlagte dataen til å stole på.	Valg av både søkerord og litteratur kan være påvirket subjektivt av oss i denne oppgaven. Dermed kan reliabiliteten svekkes ved at en kan ekskludere relevant data basert på subjektive valg.
Har mulighet for høy validitet ettersom vi kan søke etter litteratur som er relevant for studien.	Er avhengig av oss til å opprettholde validiteten, ettersom det er den som skal finne og velge ut litteratur som er relevant.
Mulighet for å trekke slutninger ut fra det innsamlede datamaterialet (Sander, 2019c).	Tidkrevende metodikk for å finne relevant informasjon
Stort utvalg av kunnskap som danner et teoretisk perspektiv og grunnmur (Øvern, 2014).	Vil ikke nødvendigvis få egen vinkling (Øvern, 2014).
Vil ikke være avhengig av respondenter (Øvern, 2014).	Må benytte litteratur som allerede eksisterer (Øvern, 2014).

Tabell 4: Evaluering av dybdeintervju.

Dybdeintervju	
Styrker	Svakheter
Høy validitet. Kan utarbeide intervjuguide som forsikrer seg om at informanten svarer på det som er relevant for studien.	Er avhengig av velformulerte spørsmål i intervjuguiden for å opprettholde validiteten.
Nyttig for å innhente detaljert informasjon om atferd og tanker, undersøke komplekse sammenhenger, eller når en er interessert i å gå i dybden på nye problemstillinger (Sander, 2019a).	Dårlig reliabilitet fordi synspunktene til informanten er subjektive, og må derfor tas hensyn til (Tjora, 2017).
Kartlegger erfaringer, synspunkter, motivasjonen og drivkrefter hos mennesker (Tjora, 2017).	Ikke mulighet for generalisering for hele populasjonen da dataen baserer seg på et ikke-sannsynlighetsutvalg (Hellevik, 1999; Sander, 2019a). Det er nødvendig med en kvantitativ undersøkelse i ettertid dersom det er ønskelig med generalisering.
Kan tilegne seg informasjon som ikke nødvendigvis eksisterer i litteratur (Tjora, 2017).	Tidkrevende både før, under og etter utførelse.
Gir mulighet for å gå i dybden ved å benytte oppfølgingsspørsmål.	

Tabell 5: Evaluering av dokumentstudier.

Dokumentstudier	
Styrker	Svakheter
Vil bidra med nødvendig tilleggsdata utover annen datagenerering (Tjora, 2017).	Liten kontroll over innholdet i kildene og hvordan informasjonen samles inn, som kan svekke både reliabiliteten og validiteten.
Vil gi casespesifikk data (Tjora, 2017).	Dokumentene avhenger av utformingen av dokumentet og prosessene i AS Backe, og vil derfor ikke nødvendigvis kunne generaliseres.
Ettersom dokumentene kan gi et inntrykk av tidligere hendelser, vil de bidra til å styrke forskerens historiske følsomhet (Tjora, 2017).	Kan være tidkrevende å analysere dokumenter.
Kan gi bred innsikt i dokumenter innenfor et fagfelt (Andersen, 2020).	Ikke like lett å finne dokumentasjon om et spesielt tema (Andersen, 2020).
	Ikke nødvendigvis mulig å få tilgang på ønskede dokumenter.

2.8.3 Etikk

Ved opptak av intervju vil det være nødvendig å ta hensyn til faktorene skjult observasjon, konfidensialitet, håndtering av videodata og relasjoner til de som studeres (Tjora, 2017). På grunn av personvernforordningen (GDPR) vil det være nødvendig med et informert samtykke for informasjonen som utleveres i intervjuene og for opptak av intervju (Regjeringen.no, 2014). Ettersom dataen som er innhentet er konfidensiell, vil intervjuobjektene anonymiseres og resultatene kun oppbevares på opptakeren. Det er nødvendig at vi har kontroll på resultatene slik at det ikke kommer på avveie (Tjora, 2017). Videre unngås det å notere ned personopplysninger ettersom det ikke er relevant for videre analyse, og redusere risiko for at den skal havne andre steder. Etter avholdt intervju ble den noterte informasjonen fra intervjuet sendt tilbake til intervjuobjekter slik at de kunne bekrefte og forsikre seg om at informasjonen er rett. Det er ikke før etter dette tidspunktet at vi kan benytte oss av resultatene. Hverken AS Backe eller leverandørene krevde noen restriksjoner på behandling av resultatene. Dette ble likevel gjennomført for å opprette en profesjonalitet i oppgaven.

Avslutningsvis ønsker vi å opplyse om at en av oss har en pågående arbeidsrelasjon til AS Backe. Det har blitt forsøkt å holde et så objektivt syn som mulig, og vi ser ikke for oss at dette har påvirket funnene i denne oppgaven. Det ønskes også å påpeke at vi begge har bakgrunn innenfor Kybernetikk og Robotikk på NTNU, og er opptatt av digitalisering. Dette bidrar med en holdning og et ønske om å effektivisere bransjen. Til tross for dette er det forsøkt å etablere et objektivt perspektiv gjennom oppgaven.

3 Teoretisk bakgrunn

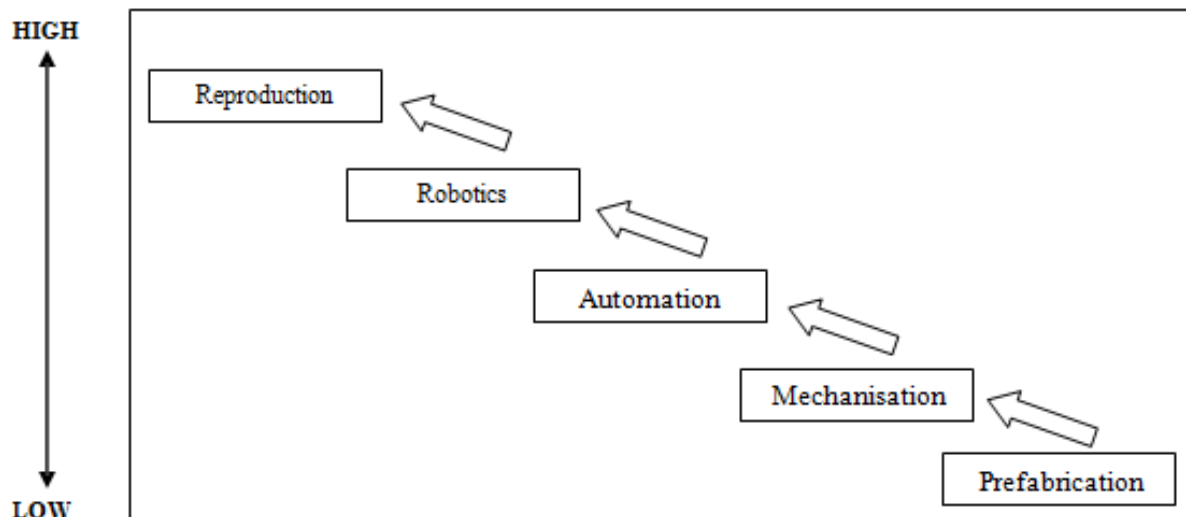
I denne delen skildres resultatene fra litteraturstudien som inkluderer litteratur fra akademiske databaser. Det innebærer litteratur fra litteratursøket som er utført i forbindelse med denne masteroppgaven, i tillegg til et tidligere litteratursøk utført i prosjektoppgaven som forklart i 2.4.4 *Litteratur fra prosjektoppgave*. Dette gir et grunnlag for å ta stilling til forskningsspørsmålene og diskutere resultatene fra empiri (Busch, 2013). For å utvikle den teoretiske bakgrunnen i oppgaven har vi inkludert informasjonen som anses som mest egnet for å skape et rammeverk og vurderingsgrunnlag for å besvare forskningsspørsmålene.

3.1 Automasjon og robotisering

I løpet av de to siste tiårene har avansert teknologi og systemer blitt introdusert til byggebransjen for å kunne møte de nye kravene som stilles (Kim *et al.*, 2009; Chen *et al.*, 2018). Mye ny teknologi har muliggjort en betydelig vekst innenfor kvalitet, produktivitet, arbeidskraft, sikkerhet og helse i byggeindustrien. Det påpekes store fremskritt innenfor blant annet databehandling og robotteknologi (Stepanov og Gridchin, 2018). I samsvar med mange år med teknisk utvikling og eksperimentering har dette åpnet opp muligheter for bruk av automasjon og robotikk i bransjen (Chen *et al.*, 2018).

3.1.1 Automasjon og robotisering i byggebransjen

Byggenæringen er omfattende industri som krever bidrag av mange interessenter, inneholder flere prosesser, ulike arbeidsfaser, og har flere involverte aktører (Kamaruddin *et al.*, 2016). I tillegg har kompleksiteten økt betraktelig i løpet av det 20. århundre, samtidig som at produktivitetsgevinsten er lav sammenliknet med andre bransjer (Kamaruddin *et al.*, 2016; Chen *et al.*, 2018). Produksjonsindustrien har økt produktiviteten sin med mer enn 400% over det siste århundre, der den viktigste årsaken til dette er industrialiseringen i bransjen (Daneshgari og Moore, 2013). I samme periode har byggebransjen hatt en flat kurve. Industrialisering er i utgangspunktet å forenkle et stort marked ved å først dele det inn i små deler og fordele investeringen i strategi og teknologi slik at en til gjengjeld kan forenkle produksjonen og dermed redusere kostnadene (Richard, 2005). Industrialisering har vist seg å redusere kostnadene, øke kvaliteten og få komplekse produkter tilgjengelig til store deler av befolkningen. Dette er tilfellet for de fleste produkter som er tilgjengelig på markedet i dag, inklusivt materiell og deler til byggeindustrien. Richard (2005) definerer industrialisering i byggeindustrien i fem ulike grader som består av prefabrikasjon, mekanisering, automasjon, robotikk og reproduksjon. Modellen kan sees i Figur 6.



Figur 6: Grader av industrialisering (Figur 1 i Kamaruddin *et al.*, 2016).

De fire første stegene er fortsatt preget av den tradisjonelle byggemetoden (Kamaruddin *et al.*, 2016). Prefabrikasjon fokuserer på lokaliseringen av produksjonen, mens mekanisering, automasjon og robotikk konsentrerer seg om å erstatte arbeidskraft med maskineri (Richard, 2005; Kamaruddin *et al.*, 2016). Prefabrikasjon er en produksjonsprosess som utføres på en spesialisert fasilitet der flere materiell slås sammen til en komponent som blir en del av sluttproduktet. Mekanisering baserer seg på å benytte teknologi for å avlaste arbeid for fagarbeidere.

Automasjon er i motsetning et verktøy som tar over hele arbeidsområdet utført av fagarbeiderne. Automasjon utviklet seg fra enkel mekanisering av arbeider som vanligvis utføres for hånd, til komplekse automatiseringskontrollsystemer, i tillegg til omfattende automasjon av datainnsamling (Oke *et al.*, 2017). Oke *et al.* (2017) definerer automasjon som en selvregulerende prosess som benytter datadrevne maskiner for å utføre forskjellige oppgaver, der deres arbeid og oppgaver styres av et program. Det er en del av en design- eller produksjonsprosess, som kan benyttes i både planlegging, produktdesign, og utvikling av en organisasjonsstrategi.

Robotikk innehar den samme egenskapen som automasjon, i tillegg til en fleksibilitet til å utføre oppgaver selv (Kamaruddin *et al.*, 2016). Oke *et al.* (2017) definerer robotikk som en synkronisert prosess med en kombinasjon av software, mekanikk og elektronikk. Robotikk vil påvirke både metoden og prosessen i byggebransjen, i tillegg til prosjekteringen, planleggingen og organisasjonen til hele byggeprosessen. Den siste graden, reproduksjon, benytter forskning og utvikling av innovative prosesser som skal bidra til å forenkle produksjonsprosessen.

3.1.2 Eksisterende automasjon og robotisering i byggebransjen

Selv om robotikk i byggebransjen har blitt undersøkt siden starten av 80-tallet er implementeringen av robotikk på byggeplasser fremdeles begrenset (García de Soto *et al.*, 2018). Bock (2015) påpeker at automasjon i byggebransjen fortsatt er i innovasjonsfasen og det kan forventes at dette inntar en vekstfase innen kort tid og blir adoptert i større skala.

Introduksjonen av industrialisering har hatt påvirkning på byggeindustrien men har så langt ikke oppnådd det nivået av teknologi som finnes (Kamaruddin *et al.*, 2016). Det viser seg at nivået for automasjonsnivået i byggebransjen er svært lav i forhold til dagens teknologiske muligheter og fremskritt (Gambao og Balaguer, 2002). Byggebransjen har likevel hatt noe fremgang innenfor A&R (Kim *et al.*, 2009). Teknologi innenfor A&R har inntatt bransjen hovedsakelig i form av «single task construction robots», prefabrikasjon og serviceroboter (Bock, 2015). Over tid har disse systemene vokst, men det krever en større endring i hele industrien med tanke på produkter, prosesser, organisasjon, ledelse og forretningsmodell for å la teknologien utvikle seg videre. Slike endringer av så stor kompleksitet tar ofte svært lang tid, noen ganger flere tiår. I dette kapittelet vil det forsøkes å gi et bilde på hvor bransjen er med tanke på A&R i dag.

Det første automasjonssystemet i byggebransjen, ved navn «The SMART system», ble utviklet i 1992-1994 (Gambao og Balaguer, 2002). Dette var en måte å bygge på som ble benyttet på prosjekt med mer enn 30 etasjer. Systemet bestod av en rekke automatiserte prosesser under et værbeskyttet eksteriør, se Figur 7. Formålet var å automatisere flere konstruksjonsprosesser på en gang for å øke produktiviteten ved bygging og sikkerheten for fagarbeiderne, samtidig som mengden avfall ble redusert. Metoden ble ikke utnyttet i stor grad i senere år, noe som har flere årsaker. Balaguer og Abderrahim (2008) mente to viktige faktorer til at det ikke ble videreutviklet var den økonomiske boblen Japan var i, samt for høye forventninger ved bruk av roboter og automasjon. Det førte til at investeringene knyttet til innovasjon av dette segmentet ble kraftig redusert på slutten av 90-tallet. I moderne tid har situasjonen endret seg og det er en tydelig trend på at investeringene innenfor roboter og automasjon tar seg opp igjen.



Figur 7: På innsiden av "the SMART system" (Figur 4 i Bock, 2015).

De fem gradene av industrialisering beskrevet av Richard (2005) i forrige kapittel kan benyttes som rammeverk for å forstå hvor i prosessen byggebransjen befinner seg i nå. De to første stegene, prefabrikasjon og mekanisering er i stor grad i bruk i bransjen i dag. Videre så er A&R i en utviklingsfase hvor flere og flere selskaper etablerer seg (Blanco *et al.*, 2018).

Som et tiltak for å redusere avfall og øke produktiviteten har det blitt tatt i bruk mer og mer prefabrikkerte elementer (Tam *et al.*, 2007). Prefabrikkerte elementer er en prosess som har blitt anerkjent i bransjen og benyttes i stor grad innenfor ulike segmenter. Behovet for prefabrikkerte elementer er stadig økende, og for å dekke etterspørselen er automatisk produksjon av disse elementene svært viktig (Gambao og Balaguer, 2002). Det prefabrikkeres i dag elementer innenfor mange ulike områder som yttervegger, betongdekker og baderomskabiner. Innenfor prefabrikasjon igjen benyttes flere av de andre stegene til Richard (2005). Produksjonen foregår med ulik grad av automatiserte prosesser, hvor noen fabrikker nesten ikke har noen maskiner, mens andre benytter svært mye teknologi og færre arbeidere.

Mekanisering er delen hvor maskiner hjelper mennesker i sin oppgave, for at oppgaven skal bli lettere å utføre. Her eksisterer det flere eksempler som håndholdt elektrisk drill og stikksag. Dette segmentet vil ikke bli sett mye på i oppgaven, men er viktig å ha med for helheten.

Steg tre i modellen er automasjon, hvor maskinen nå tar over oppgaven for arbeideren. Her er det flere eksempler på produkter som benyttes i dag. Et eksempel er semi-roboten ved navn WallMo (WallMo A/S, 2017). Den tilbyr en løsning for effektiv montasje av glasskillevegger og som fjerner alle tunge løft, og er antatt å overta 6-20 arbeidsplasser. Dette er ikke en robot som kan utføre arbeid på egenhånd, men vil overta flere arbeidsplasser. I dette segmentet er det ennå mye utvikling og det forskes på flere roboter som kan bidra for å hjelpe arbeiderne på byggeplass.

Steg fire representerer robotene som kan utføre arbeid på egenhånd med fleksibiliteten til å bevege seg i flere akser og utføre ulike oppgaver (Kamaruddin *et al.*, 2016). «Single task construction robots» er av typen robot som utfører en spesifikk oppgave (Bock, 2015). Flere selskaper utvikler slike maskiner som for eksempel nLink og Dusty robotics. nLink utvikler flere ulike roboter, men den maskinen de har i bruk i dag er en spesialisert borrerobot for tak (nLink, 2021). Dusty Robotics har lansert en robot som utfører markeringer i betongdekkker fra BIM-modell (Dusty Robotics, 2021). Dette er typiske eksempler på maskiner som overtar en oppgave og bortimot helautomatiserer den. Disse eksemplene er ikke roboter som er fullverdig selvstendig og vil ikke ha muligheten til å utføre varierte oppgaver for seg selv. Disse eksemplene er derfor i en fase mellom steg tre og fire.

Det er ytterligere felt innenfor automasjon som stadig er i utvikling. Det finnes nå et robotsprøytesystem som benyttes til produksjon av betong og sammensatte deler av bygningen, eksempelvis fasadeplater. Murroboter for tegl- og panelproduksjon kan nå også utføres under automatikk. Hadrian X® er verdens første mobile robot som legger murstein og som kan bygge husvegger på byggeplass (Industrial Automation technology, 2021). SAM er en annen semi-automatisk robot som benyttes til murlegging på byggeplass (Construction robotics, 2021).

3.1.3 Fordeler med automasjon og robotisering

Utfordringene knyttet til den negative utviklingen innenfor kvalitet og effektivitet, mangel på arbeidskraft, dårlig sikkerhet og dårlige arbeidsforhold har fremhevet nødvendigheten med innovasjon i byggebransjen (Kamaruddin *et al.*, 2016). Dette innebærer ytterligere bruk av industrialisering og A&R. Balaguer og Abderrahim (2008) påpeker at en viktig faktor for å lykkes er å ha en positiv produktivitetsutvikling. Ved å se på andre industrier er det industrialiseringen som har vært nøkkelen til en god utvikling, noe byggebransjen burde benytte i større grad for å få effekt av fordelene. Basert på en analyse av nåværende trender tyder det på at ny teknologi utkonkurrerer den tradisjonelle metoden å bygge på over tid (Bock, 2015). Ved å benytte de rette mekaniserings- og automasjonsprosessene og implementere teknologi som muliggjør dette, til forskjell fra de nåværende tradisjonelle byggeprosesser, kan flere fordeler fremkomme (Kamaruddin *et al.*, 2016; Chen *et al.*, 2018). Chen *et al.* (2018) fremhever at automatisering av områder i byggeindustrien er den mest lovende måten for å øke produktiviteten. Dette kan forekomme på forskjellige måter og kan både innebære å lære og distribuere den nyeste teknologien, eller bruken av robotisering for å erstatte arbeid på byggeplass. Videre vil automasjon forbedre samarbeidet mellom ulike interessenter og forkorte tiden for å fullføre arbeidsoppgavene på byggeplassen.

Kamaruddin *et al.* (2016) formidler at mekanisering og A&R har påvist forbedringer innenfor byggeprosessen i alle aspekter, der raskere bygging, samt redusert produksjonstid og total kostnad er de største fordelene. Hovedgrunnene til dette er at hver arbeidsoppgave vil få redusert arbeidsmengde og det vil kreve mindre til ingen bruk av stillas, sikkerhetssystemer og mindre tidsbruk på transport. Dette er i samsvar med funnene til Wakisaka (2000, sitert i Kamaruddin *et al.*, 2016). A&R vil redusere aktivitetene på byggeplass til en enkel transport og monteringsprosess og dermed bli mindre kompleks. Sikkerheten ved produksjon utenfor byggeplass er betraktelig bedre i og med at forholdene er kontrollerte i mye større grad (Jaillon og Poon, 2008). Risikoen ved å arbeide i høyden blir unngått ved å jobbe i et fabrikklokale. «Singel task construction robots» er i utgangspunktet svært fleksible i og med at de kan benyttes ved siden av tradisjonelle metoder, og krever ingen større omveltninger i byggeprosessen (Bock, 2015). Videre kan robotisering bidra til masseproduksjon i byggebransjen, og ta over repetitive arbeidsoppgaver (Kamaruddin *et al.*, 2016; Oke, *et al.*, 2017).

Andre svært sentrale fordeler ved A&R er at det vil forbedre problemene rundt dårlige arbeidsvilkår, farlig arbeid, arbeid som mennesker ikke har mulighet til, utenlandsk arbeidskraft, minimere avfall og forbruk av materialer (Kamaruddin *et al.*, 2016). De eksisterende problemene og defektene i byggesektoren kan med suksess løses ved automasjon (Bock, 2015). Ved å minimere miljøpåkjenningen fra byggenæringen vil det kunne forbedre rykte til byggebransjen som i dag kan oppsummeres som skitten, farlig og dårlig kvalitet. Lavere interesse for byggesektoren blant yngre generasjoner har forekommet grunnet ugunstige arbeidsvilkår. Det har igjen ført til mye innleid arbeidskraft, som fremstår som et problem i bransjen siden det skaper en avhengighet som kan være utfordrende. Ved bruk av A&R vil sikkerheten på plassen vil bli betraktelig bedre siden det vil være mulig å fjerne arbeidere fra risikoutsatte oppgaver (Chen *et al.*, 2018).

3.1.4 *Utfordringer med automasjon og robotisering*

I studien til Chen *et al.* (2018) er det kartlagt ulemper ved A&R i byggeindustrien. De største negative effektene av automasjon i byggeindustrien i synkende rekkefølge er at det bidrar til forflytning av arbeidere på byggeplass og følelsesmessig stress. Fellesnevneren for dette var fagarbeidere som følte seg truet ved introduksjon av automasjon. En konsekvens av dette kan være lavere produktivitet. Videre viser det seg at det er for høyt vedlikeholdsnivå, investeringsnivå, at det bidrar til en geografisk forflyttelse av fagarbeiderne og at en får lavere nivå av fleksibilitet. Tre ulemper som ble undersøkt, men som ikke hadde like mye påvirkningskraft som antatt, var misnøye blant fagarbeiderne, direkte lavere produktivitet/effektivitet og at fagarbeiderne ble slaver til de automatiserte maskinene. Større grad av mekanisering og industrialisering i bransjen har ført til at flere fagarbeidere har blitt misfornøyde med arbeidsplassen sin (Kamaruddin *et al.*, 2016). Det er flere ulike årsaker til dette, men en sentral del er et ønske om en stabil og langsiktig arbeidsplass. Dette har igjen ført til det tidligere nevnte problemet med avhengighet av innleid og utenlandsk arbeidskraft.

Mahbub (2012) kategoriserte flere ulike barrierer for implementering av A&R hvor de største barrierene var; en fragmentert bransje som hindrer implementering av ny teknologi, avansert teknologi som er vanskelig å benytte, teknologien er inkompatibel med eksisterende praksis, lav teknologikompetanse hos prosjektdeltakere og teknologien er ikke lett akseptert av arbeidere. Byggeprosessene er svært tradisjonelle og må gjennom store endringer for å erverve teknologien (García de Soto *et al.*, 2018). Den fragmenterte byggebransjen hemmer også implementeringen. Det er en utfordring å kunne samhandle sømløst med så mange samarbeidspartnere i byggebransjen (Chen *et al.*, 2018). En sentral nedside kartlagt i studien til García de Soto *et al.* (2018) var at selv om produksjon ved robotisering hadde teoretisk høyere produktivitet enn den tradisjonelle byggemetoden, utkonkurrerte den tradisjonelle byggemetoden produksjon med robotisering ved bygging av enkle vegger i praksis. Mangel på implementering av utstyr og maskiner er en utfordring for videre utvikling av industrialisering i byggebransjen (Kamaruddin *et al.*, 2016). Dette fører det til at entreprenører velger å ikke benytte industrialisering i større grad når de finner det enklere å holde seg til tradisjonelle metoder. A&R fører til større endringer i flere prosesser som igjen vil kreve mye tid til opplæring av de involverte.

Andre utfordringer er de ulike oppfatninger av hva automasjon er i byggebransjen, og dermed også ulike forventninger og hvilke konsekvenser A&R medfører (Chen *et al.*, 2018). Eksempelvis tolker de prosjekterende automasjon som en måte å automatisere planleggingen og prosjekteringen av prosjekter, mens fagarbeidere tolker det som bruk av roboter for å utføre arbeidsoppgaver på byggeplassen. Dette kan dermed fremprovosere motstand for implementering av endringer (García de Soto *et al.*, 2018). I tillegg er det en stor kontrast mellom forskerne som ønsker å muliggjøre automasjon så fort som mulig, og den tradisjonelle byggeindustrien som fokuserer på å overvinne utfordringene tilknyttet til implementering og sikre at det er fordelaktig (Chen *et al.*, 2018; García de Soto *et al.*, 2018). Videre er det bekymring for at det ikke eksisterer en standardisert rutine for estimering av kost og nytte ved en stadig økt automatisering av byggebransjen, som igjen gir et dårlig grunnlag ved argumentasjon for endring.

Balaguer og Abderrahim (2008) kom frem til at den største utfordringen knyttet til A&R ute på byggeplass var knyttet til arbeidsforholdene som er svært variert og ustrukturert. Arbeidsforholdene på byggeplass involverer tunge objekter, elementer lagd med høy grad av toleranse for usikkerhet, lav grad av standardisering og i tillegg samhandling med flere ukoordinerte aktører. Derfor krever det en stor innsats for å øke graden av automasjon og koordinere de involverte aktørene for å være inkludert og samlet i utviklingsprosessen på tvers av fagfelt.

3.1.5 *Hvordan forventes det at byggeplassen vil se ut i fremtiden?*

I en analyse av byggebransjen fra McKinsey i 2018 ble det oppdaget to kritiske trender (Blanco *et al.*, 2018). Den første faktoren som ble etablert var at bransjen har det siste tiåret mer enn doblet investeringene sine innenfor teknologi. Den andre faktoren belager seg på at tidligfase teknologier har levert som lovet, og har en positiv trend i markedet.

Ved å observere utviklingen innenfor robotteknologi er det rimelig å anta at fagfeltet vil utvikle seg slik som datamaskinen gjorde på 90-tallet (Bock, 2015). Flere eksperter og nøkkelpersoner, eksempelvis Bill Gates, mener mennesker nå er i en æra av robotikk og estimerer at det kommer til å bli et essensielt element i hverdagen. Med den kontinuerlige utviklingen innen robotforskning, vil robotene sine tekniske muligheter utvides over tid. De vil kunne arbeide i mer ustrukturerte miljøer som vil gjøre den mer brukervennlig innenfor byggesektoren.

For videre styrking av A&R i bransjen fremhever Balaguer og Abderrahim (2008) fire fronter som må legges vekt på, presentert under. Flere av punktene inkluderer underpunkter som er viktige steg for å nå målet. Punktene under er et sammendrag av hva som er publisert i deres artikkel:

1. **Integrasjon** – få produkt fra utvikler til byggeplass
 - 1.1. Tilbakemelding på hvordan bygg skal designes
 - 1.2. Ulikhet i design ved bruk av flest mulig standard prefabrikkerte elementer
 - 1.3. Data standardisering, som bidrar til bedre flyt mellom aktører
2. **Prefabrikasjon** - utvide teknologien til å dekke mer enn betongelementer
 - 2.1. Masseproduksjon slik at produkter kan velges fra katalog
 - 2.2. Standardisering av deler
 - 2.3. Nye materialer for prefabrikking som gjør elementene lettere
3. **Roboter og automatiserte maskiner** - bidrar til høyere produktivitet
 - 3.1. Roboter som er enkle i bruk
 - 3.2. Billige roboter til enkelte oppgaver fører til salg av mange enheter
 - 3.3. Øke graden av automasjon på eksisterende konvensjonelle maskiner
4. **Investering i forskning og utvikling av automasjon og roboter.**
 - 4.1. Involvere operatører i utviklingsfasen
 - 4.2. Utføre kursing og trening slik at det ikke oppstår resistans for innovasjon.

40 år med teknisk utvikling og eksperimentering innenfor A&R har ført til en økende aktivitet hos selskaper, forskning og statlige institutter. Det indikerer at det er en ny trend og en adopsjon av nyere teknologi blir mer anerkjent og akseptert, som tilrettelegger for en vekstfase (Bock, 2015). For å kunne raskt avansere og styrke slik teknologi i fremtiden er det viktig å opprette nye nasjonale og internasjonale forsknings og utviklings programmer (Balaguer og Abderrahim, 2008).

3.2 Arbeidsmiljø på byggeplass

3.2.1 Kriterier for et godt arbeidsmiljø

For å kunne skape og opprettholde en sikker arbeidsplass med et godt arbeidsmiljø krever det mer enn kun verneanordninger (Lien, 1998). En stor del av bedriftskulturen vil styres av holdninger og adferd. For å kunne skape holdninger som dyrker engasjement og sikker atferd innenfor arbeidsmiljø er det nødvendig med opplæring, trening og deltakelse i HMS-arbeid.

Kriteriene for et godt arbeidsmiljø er i Norge bestemt av Lov om arbeidsmiljølov, arbeidstid og stillingsvern mv., heretter omtalt som Arbeidsmiljøloven (Lovdata, 2005). Formålet med Arbeidsmiljøloven formidles i §1-1 og lyder som følger;

«

- a) å sikre et arbeidsmiljø som gir grunnlag for en helsefremmende og meningsfylt arbeidssituasjon, som gir full trygghet mot fysiske og psykiske skadevirkninger, og med en velferdsmessig standard som til enhver tid er i samsvar med den teknologiske og sosiale utvikling i samfunnet,
- b) å sikre trygge ansettelsesforhold og likebehandling i arbeidslivet,
- c) å legge til rette for tilpasninger i arbeidsforholdet knyttet til den enkelte arbeidstakers forutsetninger og livssituasjon,
- d) å gi grunnlag for at arbeidsgiver og arbeidstakerne i virksomhetene selv kan ivareta og utvikle sitt arbeidsmiljø i samarbeid med arbeidslivets parter og med nødvendig veiledning og kontroll fra offentlig myndighet,
- e) å bidra til et inkluderende arbeidsliv som på best mulig måte ivaretar arbeidstakernes, virksomhetenes og samfunnets behov.

»

I Forskrift om systematisk HMS-arbeid i virksomheter, heretter omtalt som Internkontrollforskriften, er formålet å fremme forbedringsarbeid internt i virksomheten slik at målsettingen innenfor HMS-lovgivningen oppnås (Lovdata, 2014). Der blir det stilt krav til systematiske tiltak som sikrer at lover og forskrifter innenfor HMS-området overholdes. Forbedringsarbeidet omfatter arbeidsmiljø, sikkerhet og forebygging av helseskade eller miljøforstyrrelser fra produkter eller forbrukertjenester. I tillegg innebærer det krav innenfor vern av det ytre miljø mot forurensning og en bedre behandling av avfall, forebygging av uhell og ulykker forbundet med egen lovlig aktivitet og forebygging av uønskede tilsiktede hendelser. Internkontrollforskriften legger også vekt på at arbeidstakere er involvert for å utnytte kunnskap og erfaring på best mulig måte.

Arbeidsmiljøloven stiller flere myndighetskrav innenfor ergonomi på arbeidsplassen (Lovdata, 2005);

- Arbeidsplassen skal innredes og utformes slik at uheldige fysiske belastninger for arbeidstageren unngås (§8).
- Arbeidstager skal ha nødvendige hjelpemidler som skal hindre uheldige fysiske belastninger (§12).
- Ansatte som utfører ensformig og/eller tungt arbeid skal få nødvendig opplæring i god arbeidsteknikk og til bruk av utstyr og hjelpemidler for å unngå helseskader (AT 531 §8).
- Arbeidsgiver skal stå for kontinuerlig kartlegging og evaluering av deres ansattes ergonomiske forhold i arbeidsmiljøet (AT 531 §6).
- Planlegging og vurdering av arbeidsmiljøet samt gjennomføring av forebyggende tiltak skal forekomme i samarbeid med verneombudet, arbeidstageren og arbeidstagerens tillitsvalgte (AT 531 §9).

3.2.2 Helse, (fysisk) arbeidsmiljø og ulykker i byggeindustrien

Byggeindustrien har en svært dårlig sikkerhetsytelse, noe som bidrar til bekymring (Haslam *et al.*, 2005). Likevel står industrien for 31% av alle arbeidsrelaterte dødsulykker, i tillegg til like dårlig ytelse for skader og dårlig helse. Fra Levekårsundersøkelsen arbeidsmiljø (LKU) (2016, sitert i Mostue *et al.*, 2018) viser til at bygge- og anleggsarbeidere er de som oftest utsettes for «(...) kjemiske og biologiske stoffer, hudkontakt med kjemiske stoffer, sterk støy, helkroppsvibrasjoner armvibrasjoner, mekanisk/ergonomisk eksponering og arbeid i varme og kalde omgivelser.»

Fra Arbeidstilsynets rapport fra 2020 om Ulykker i bygg og anlegg kommer det også frem at fall fra høyde (tak, gulv etc.) er den hyppigste ulykkestypen i Norge (Mostue *et al.*, 2020). Dette var etterfulgt av treff av fallende gjenstander, kontakt med håndverktøy, og fall fra stillas. De gjentakende årsakene som gikk igjen i de fire hyppigste ulykkestypene i Norge i 2020, var usikret utsparring/sjakt, underlag som bristet eller var løse, bygningselementer som falt eller veltet ukontrollert, kontakt med sagblad og mangler på stillas. Ryggplager, smerter i beina og luftveisplager er utbredt i næringen. Det viser seg at i Norge så er bygge- og anleggsarbeidere blant de arbeidstakerne som rapporterer høyest arbeidsrelatert sykefravær.

Rajendran og Gambatese (2009, sitert i Bükrü *et al.*, 2020) som påstår at en bør starte med en god organisatorisk sikkerhetskultur og strenge sikkerhetsprosesser for å tidlig minke farlige arbeidsmiljø på byggeprosjekter. Det er et økt behov for en mer intelligent risikostyring slik at en heller aktivt kan identifisere og håndtere risikoer fra begynnelsen, istedenfor å behandle risikovurdering som en papiroppgave i ettertid (Haslam *et al.*, 2005). Bükrü *et al.* (2020) hevder at sikkerhetsopplæringen, som nå til dags vil være ved hjelp av muntlig forklaring eller e-læring, mangler involvering av arbeidernes egentlige handlinger og aktiv læring ved hjelp av fasilitering. Tradisjonell sikkerhetsopplæring, ved hjelp av manuelle beskrivelser, viser seg å ikke være tilstrekkelige for at alle arbeiderne kan klare å detektere og eliminere alle ulykker (Huang og Hinze, 2003).

3.2.3 Psykososialt arbeidsmiljø på byggeplass

Selv om yrkesaktive innenfor bygge- og anleggsvirksomhet har utfordringer innenfor det fysiske arbeidsmiljøet, viser Arbeidstilsynets rapport fra 2018 til at denne gruppen har et godt psykososialt og organisatorisk arbeidsmiljø når de sammenlignes med andre næringer (Mostue *et al.*, 2018).

I det siste tiåret har mange studier vist at stress i forbindelse med jobben kan assosieres med symptomer på depresjon blant arbeidere. I rapporten til Boschman *et al.* (2013) måles mental helse og psykiske helseeffekter med skalaer for å vurdere tretthet under arbeid og behov for restitusjon etter arbeid. Det er flere teorier som kobler opp psykososiale risikofaktorer på jobb som kan medføre konsekvenser for den mentale helsen av arbeidere. Teorien til Karasek (1979, sitert i Boschman *et al.*, 2013) formidler at høye krav, lav kontroll og lav sosial støtte er de mest negative effektene på trivsel for ansatte. Med høye krav menes høy kvantitativ arbeidsmengde, for mye arbeid på for kort tid og lange arbeidstider. Utmattelse viser seg å være en konsekvens av både psykiske og fysiske anstrengelser som har medvirket til at arbeiderne ikke lenger har mental kapasitet til å oppfylle kravene som jobben krever. Det viser seg at ulykker som skliing, snubling og fall ikke bare forårsakes av tidspress og at oppmerksomheten er splittet mellom å utføre oppgaver og bevege seg i vanskelig terreng. Utmattelse og dårlig risikovurdering er store grunner til at arbeiderne har lavere konsentrasjon og dermed ikke klarer å håndtere variasjonen av farer gjennom arbeidsdagen. Med dårligere mental helse er det derfor mer sannsynlig at arbeiderne havner i ulykker.

I studien til Kawakami *et al.* (1992) påstår de at det er to grupper med stressfaktorer som korrelerer sterkt med symptomer på depresjon i byggebransjen. Den første gruppen relateres til stillingsrolle eller stillingsinnhold, eksempelvis rolletvetydighet, underutnyttelse av ferdigheter og utilstrekkelige ressurser, tvetydighet om fremtiden og liten eller ingen deltakelse i beslutningstaking. Den andre gruppen består av menneskelige relasjoner på jobben, slik som sosial støtte fra ledere og medarbeidere. I studien til Billings & Moos (1982, sitert i Kawakami *et al.*, 1992) var det høyere korrelasjon med symptomer på depresjon ved stillingsinnhold og lite støtte fra ledelsen og medarbeidere, enn med stress relatert til arbeidspress.

Sammenliknet med andre arbeidere på byggeplass, opplever murere signifikant verre arbeidskontroll, læringsmuligheter og færre fremtidige arbeidsvisjoner i studien til Boschman *et al.* (2013). Det viser seg at høy arbeidshastighet og mengde kan forbindes med symptomer på depresjon. I studien til Alavinia *et al.* (2009, sitert i Boschman *et al.*, 2013) fant de ut at mangel på jobbkontroll, støtte og misnøye med arbeid var relatert til sykefravær. Dette er i likhet med studien til Bonde (2008) som formidler at assosiasjonen mellom flere psykososiale faktorer hadde høyest konneksjon der arbeiderne hadde høy jobbelastning og lav beslutningsbredde. Uegnet jobb, mangel på kontroll over arbeid og dårlige menneskelige relasjoner på arbeidsplassen er signifikante faktorer som forbindes med depressive symptomer. Risikofarer for langvarige depressive symptomer er spesielt uegnet jobb og dårlige menneskelige relasjoner på arbeidsplassen.

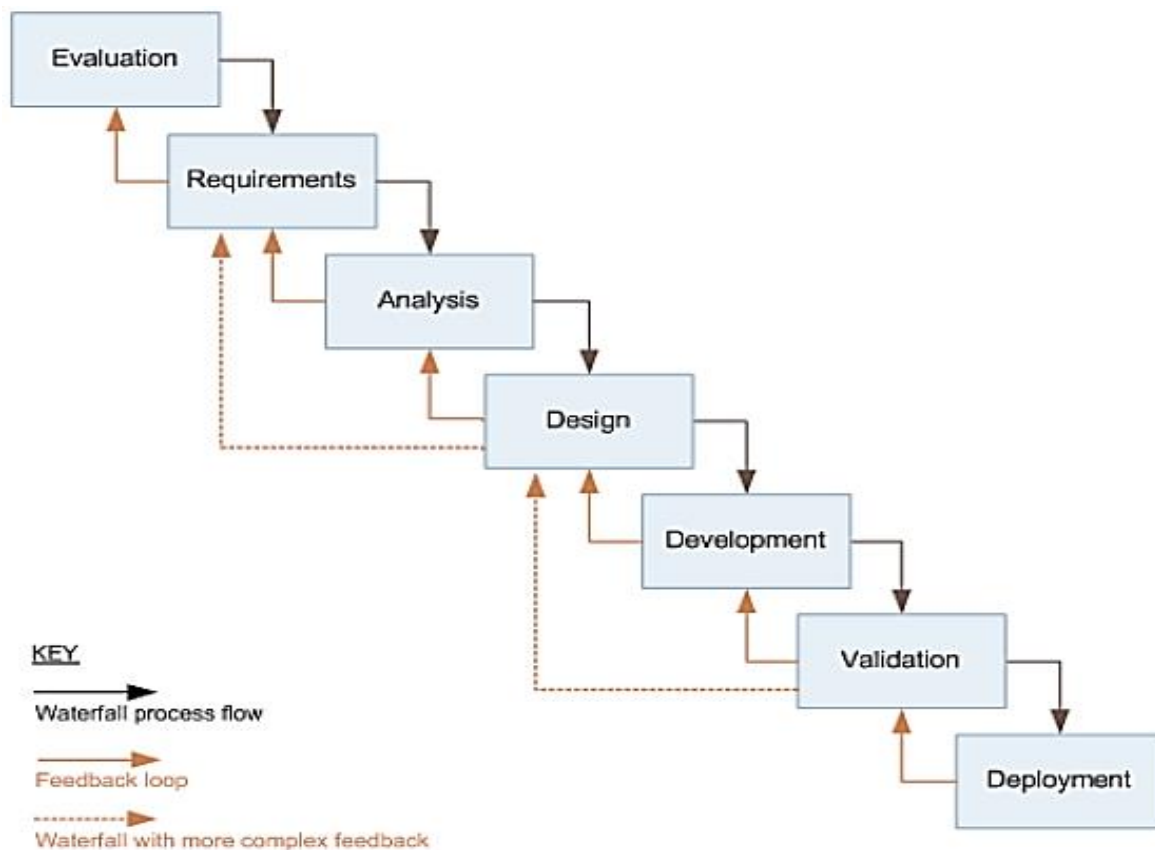
Det organisatoriske miljøet, som reflekterer det psykososiale miljøet i organisasjonen, vil påvirke de ansattes oppførsel, enten positivt eller negativt (Kanten og Ülker, 2013). Dersom de ansatte oppfatter organisasjonen som støttende, vil det være større sannsynlighet for at de oppfører seg konsistent, innovative og hjelpsomme når de støter på uforutsette problemer. I kontrast til et arbeidsmiljø der de oppfatter organisasjonen som ikke støttende eller uvelkommen, er det en større sannsynlighet for negativ og kontraproduktiv oppførsel. Kontraproduktiv oppførsel vil medføre konsekvenser for enkeltindivider og for hele organisasjonen. Det defineres som uproduktive aktiviteter som ødelegger for målene i organisasjonen og ved å direkte påvirke dens funksjonalitet, eller ved å skade ansatte på en måte som reduserer deres effektivitet.

3.3 Prosjektmetodikk og implementering

Det tas ikke alltid hensyn til hvordan en praktisk kan styre et prosjekt på best mulig måte med tanke på ny teknologi eller hvordan det kan påvirke ulike brukere i byggebransjen (Harty, 2008). En innovasjon i form av nye digitale verktøy kan ha ulike utfordringer og resultater avhengig av hvem, hvor, når og hvordan den implementeres. Det fører til at valget på hvilke prosesser som skal oppgraderes eller hvilke parter som trenger å involveres varierer i stor grad. Harty (2008) påpeker at når noe nytt implementeres er det viktig å fokusere på omfanget av eksisterende forhold og praksisen av hvordan innovasjonen implementeres. Prosjektstyring og implementering av et nytt verktøy vil innebære både utviklingen av programvaren inklusivt selve integreringen av det nye systemet i et prosjekt. I dette delkapittelet skal det derfor gis en teoretisk bakgrunn for to vanlige prosjektmetodikker; tradisjonell og smidig metode. Det vil også bli presentert erfaringer ved bruk av metodene og suksessfaktorer for implementering av nytt system.

3.3.1 Tradisjonell metode

Tradisjonell metode som også kalles vannfallsmetoden, eller kaskademodellen, er den eldste modelltypen tilknyttet programvareutvikling (Ruparelia, 2010). Det som kjennetegner en vannfallsmetode er dens sekvensielle utviklingsprosess der fremdriften anses til å forflytte seg nedover, akkurat som et vannfall eller en foss, gjennom en liste med faser som må utføres før neste fase kan påbegynne (Bassil, 2012). Dermed er den forrige fasens output den neste fasens input, derav uten overlappning. Hver fase inneholder også oppgaver som skal fullføres innen spesifikke tidsfrister. Ett eksempel på Royce sin vannfallsmodell kan sees i Figur 8.



Figur 8: Kaskademodell med inspirasjon fra Bennington og Royce (Figur 1 i Ruparelia, 2010).

Tradisjonell metode tar med seg flere fordeler. Boehm og Turner (2003) påpeker at styrkene ved en plandrevet metode er sammenlignbarheten og repetisjonen som standardiseringen medfører. Ettersom det er en definert arbeidsmetodikk med spesifikke prosesser og arbeid som er blitt produsert, vil alle i organisasjonen vite hvor en skal lete for informasjon. Vannfallsmodellen er delt opp i to faser; én som innebærer å utføre arbeidet mens den andre underfasen innebærer validering eller verifisering (Ruparelia, 2010). Ved en slik oppdeling forsikrer modellen at alt blir kvalitetssjekket. Implementeringsfasen vil inneholde integrasjon av løsninger og testing av produktet før det kan sendes til neste fase. Slik vil en også ha repetert hver fase flere ganger for å etterleve perfektjonisme før eventuell låsing, og deretter til neste fase (Bassil, 2012). Balaji (2012) understreker videre at en fordel vil være at kravspesifikasjonene vil være klargjort før utviklingen begynner. Han nevner at ettersom hver fase har en tid, vil en derfor på et hvert tidspunkt vite hvor en befinner seg i prosessen. I tillegg krever vannfallsmodellen lite ressurser og derfor er det henholdsvis enkelt å implementere denne modellen.

Vannfallsmetoden kan medføre flere utfordringer. Ettersom hver fase er fryst før neste fase, vil da fasen som inneholder kravspesifikasjonene være låst før designfasen begynner, og når designfasen er fryst vil implementeringsfasen begynne (Balaji, 2012). Siden testgruppen som skal validere og verifisere programvaren ikke involveres tidligere, men kun i testfasen, kan det medføre at feil og mangler avdekkes for sent i prosessen. Når kravspesifikasjonene er låst medfører det også at endringer ikke vil betraktes lenger, som låser programvaren for fremtidig utvikling. Dette kan skape utfordringer ettersom problemer som angår de låste fasene kan dukke

opp i ettertid. Det vil også hindre klientene i å få gjennom endringer i pågående prosessen. Selv om det er mye dokumentasjon og informasjon i den tradisjonelle metoden (Boehm og Turner, 2003), vil den sekvensielle vannfallsprosessen gi lite spillerom for bruken av kunnskapen fra andre prosjektdeltakere lenger ned i «vannfallet» (Elliman og Orange, 2000).

Balaji (2012) viser til at selv om det er mange ulemper med tradisjonelle metoder, vil dets fordeler forsikre seg om at det fortsatt er en av de mest populære modellene som benyttes for implementering i byggebransjen. På den andre siden har Cohn (2005) i sine undersøkelser funnet resultater på at tradisjonelle metoder i byggeindustrien ofte fører til mislykkede prosjekter og utilfredse klienter.

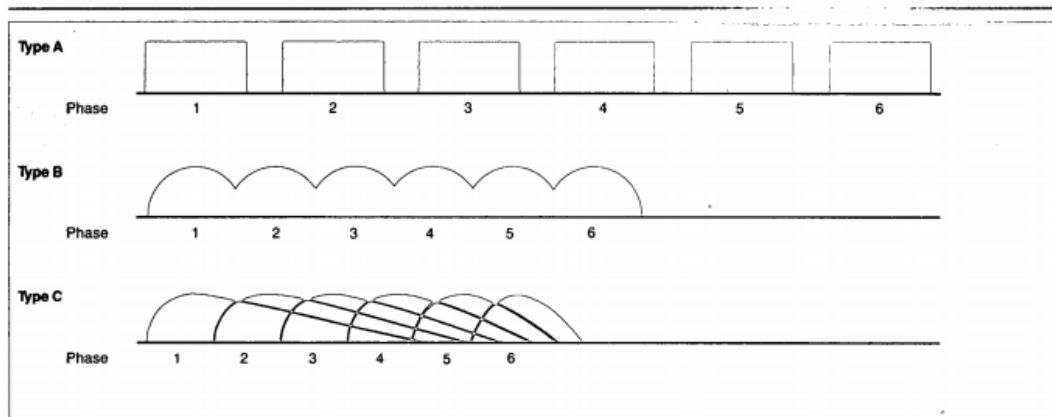
3.3.2 Smidig metode

Smidighet og agilitet, eller *agility* på engelsk, betyr å frigjøre og oppfinne og er motstykket til disiplin som skal styrke og etablere (Boehm og Turner, 2003). Smidighet kan relateres til ingeniøren som adapterer seg til den utviklende teknologien og nye behov. Med andre ord betyr agilitet å benytte seg av minner og historie for å akklimatisere seg til nytt miljø, reagere og tilpasse, utnytte uventede muligheter, og oppdatere erfaringsbasen for fremtiden. Dette kalles for smidig metode og har som karakteristikk at de benytter seg av korte iterative sykluser som aktivt involverer brukerne til å etablere, prioritere og verifisere krav. Boehm og Turner (2003) formidler at en sann smidig metode må inkludere alle følgende egenskaper:

- Iterativ: må inneholde flere sykluser.
- Inkrementell: ikke levere hele produktet med en gang.
- Selv-organiserende: teamet kan bestemme den beste måten å håndtere arbeidet på.
- Fremvekst: prosesser, prinsipp og arbeidsstruktur kartlegges underveis i prosjektet fremfor forhåndsbestemt.

På tilsvarende måte som det finnes mange typer prosjekter, eksisterer det flere ulike smidige metoder (Cervone, 2011). En mye brukt smidig metode er *Scrum* som kan forklares ved å sammenligne det med sporten *rugby*. Der prøver et lag å forflytte seg som en hel enhet og samtidig sende ballen frem og tilbake til hver lagkamerat (Takeuchi og Nonaka, 1986). Dette er i motsetning til den tradisjonelle og sekvensielle metoden som kan sammenlignes med en stafett, der en gruppe spesialister sender stafettpippen til den neste gruppe (Type A i Figur 9). Det er også til forskjell fra type B i Figur 9 der overlappingen kun forekommer ved grensen til tilstøtende faser. I prosjektledelse kan *Scrum* benyttes som en smidig og uanstrengt prosess for å administrere og kontrollere produktutvikling i raskt skiftende miljøer (Cervone, 2011). Slik som sporten *rugby*, er det en iterativ og inkrementell prosess som er basert på en teambasert tilnærming. Gitt at situasjoner og systemer i dag generelt utvikler seg i flytende og dynamisk endrende miljøer, er hovedhensikten med iterative prosesser å kontrollere dette kaoset som kan være et resultat av interessekonflikter og ulike behov i prosjektgruppen.

Exhibit I **Sequential (A) vs. overlapping (B and C) phases of development**



Figur 9: Sammenligning mellom sekvensiell og overlappende faser og utvikling (Figur 1 i Takeuchi og Nonaka, 1986).

Det finnes flere fordeler med smidige metoder. Ettersom programvaresystemer fortsetter å vokse og øke i kompleksitet, har behovet for kravendringer i et raskt tempo akselerert (Boehm og Turner, 2003). Takeuchi og Nonaka (1986) påpeker at smidige metoder er essensielt for firmaer som ønsker å utvikle og benytte nye produkter raskt og fleksibelt. Det er til fordel at smidige metoder derfor bidrar med et annet synspunkt på prosessen som kan møte behovet. Samtidig oppfordrer smidige metoder utviklere til å forkaste sin tunge prosesskjede, omfavne endring og flykte inn til smidigheten, som vil bidra til kortere tidssykluser, tett kundebehandling, og et tilpasningsdyktig tankesett (Boehm og Turner, 2003). Det vil også bidra til klargjøring av roller og forbedring i kommunikasjon som igjen fører til økt produktivitet (Cervone, 2011).

Økt produktivitet ved hjelp av tidsbesparing vil igjen forekomme ved å basere metoden på «tacit knowledge» som produserer mindre dokumentasjon (Boehm og Turner, 2003). Ytterligere vil det bidra til maksimert samarbeid og beskyttelse av teamet for hindringer og forstyrrelser. Produktiviteten blir også økt ved å fokusere på å eliminere uviktige byråkratiske prosesser og å fokusere på at alle parter faktisk utfører produktivt arbeid (Cervone, 2011). Like viktig kan denne tankegangen bistå med energi og motivasjon som kan smittes over på resten av bedriften, som igjen kan begynne å bryte ned inngrodde prosesser eller holdninger som har satt seg over tid (Takeuchi og Nonaka, 1986). Overordnet er målet til agile metoder å levere et mer passende produkt raskere enn ved tradisjonelle metoder (Boehm og Turner, 2003).

På den andre siden kan store prosjekter bistå med en tvil for innsatsen og tiden lagt ned i prosessen (Balaji, 2012). En annen stor ulempe er at det kun er mulig for mennesker som innehar den rette kompetansen for at det skal fungere, som igjen utelater roller i bransjen.

For at smidig metode skal fungere er det kritisk at utvikler har et tett samarbeid med kunden og brukerne av systemet under utviklingen (Boehm og Turner, 2003). Dette er fordi krav og validering er avhengig av kundenes beskrivelse, prioritering og bearbeiding av deres behov gjennom fremveksten. Derfor er utvikler også avhengig av en informert og involvert kunde. Videre avhenger smidige metoder av en høyt motivert gruppe som igjen må være godt kvalifisert, og som må kunne behandle «tacit knowledge». Dette er grunnet blant annet at dokumentasjon og design skal holdes til et minimum. Ytterligere er det nødvendig med en kulturell endring og aksept av den smidige tankegangen, både for brukerne og ledelsen. Det

viser seg å eksistere en skepsis for agilitet for store og komplekse programvarer, og viser seg å være suksessfullt for mindre programmer. Til slutt er det kritisk med en tankegang som støtter endring og forbedring.

I byggeindustrien er en av de største utfordringene å ta hensyn til det uforutsette (Streule *et al.*, 2016). Den tradisjonelle metoden med lange og fastsatte planer der endringer ville medføre kostnads- og tidsoverskridelser og lavere produktkvalitet, var ikke optimal i byggeindustrien. Som et mottiltak ble derfor smidig prosjektledelse opprettet med visjon om å skape og respondere til endring for å danne avkastning i et turbulent forretningsmiljø, istedenfor å prøve å forutse uforutsette risikoer. Smidige metoder skal ta hånd om kompleksiteten som kom av de konstante endringene i det uforutsette miljøet, med proaktiv tilpasning (Owen *et al.*, 2006).

3.3.3 Tidligere erfaringer ved implementering av nye systemer

Tradisjonell tilnærming har vist seg meget egnet til prosjekter med lav grad av usikkerhet og et veldefinerte krav for leveransen (Lalmi *et al.*, 2021). Prosjekter hvor kunden ikke er inkludert og det er lite sannsynlighet for endringer. Byggeprosjekter som er forutsigbare og standardiserte har vist seg å være godt egnet for tradisjonelle metoder. Metoden er robust når prosjektet er store og komplekse samtidig som kravene ikke endres underveis fremheves av Lalmi *et al.* (2021). Innenfor programvareutvikling påpeker (Dybå og Dingsøy, 2008) at tradisjonell implementering er en metode som gjør implementeringen til en effektiv og forutsigbar prosess. For å oppnå dette understreker de at det kreves omfattende planlegging og gjennomtenkte prosesser med en ingeniørbasert tilnærming.

Dybå og Dingsøy (2008) utførte en systematisk gjennomgang av empiriske studier på smidig programvareutvikling. Flere ulike smidige metoder ble vurdert, og det ble funnet at flere av de var vanskelig å introdusere i komplekse organisasjoner, men samtidig lett i andre type organisasjoner. Funnene deres viser til at smidig metode er mer egnet for mindre team og ikke like egnet til store prosjekter. Fra en casestudie som fokuserte på smidig metode innenfor byggebransjen ble det konkludert med at metoden bidrar positivt på flere måter under visse forhold (Ribeiro og Fernandes, 2010). I studien kommer forfatterne frem til at kostnadene minker samtidig som at det tar kortere tid enn vanlig. Det ble intervjuet 12 ulike ledere av entreprenørselskaper der alle var enige i at eksternt miljø spiller en avgjørende rolle for måten virksomheten styres og fungerer. De fleste intervjuobjektene i studien var enige i at smidig metode var nødvendig og bidro med mange fordeler.

I en artikkel fra en kanadisk organisasjon beskrevet i Dybå og Dingsøy (2008) sin systematiske studie, ble det utført ett prosjekt med smidig og ett med tradisjonell metode. Resultatene viste at smidig metode førte til mindre forsinkelser og lavere kostnads overskridelse enn tradisjonell metode. Dette resultatet går igjen i flere studier som hos Misra *et al.* (2009) sin empiriske studie med 241 respondenter der alle er brukere av smidig programvareutvikling. Fra undersøkelsen fant de ut at ved bruk av smidig metode ble det lavere kostnader, høyere produktivitet, bedre kvalitet og de ansatte var mer tilfredse med virksomheten. Resultater fra bruk av smidig prosjektledelse i andre studier, viser til relativt like resultater hvor det er en dramatisk forbedring i kundetilfredshet, produktivitet og kvalitet (Owen *et al.*, 2006). En sekundæreffekt

ved bruk av smidig metode som ble oppdaget i studien til Owen *et al.* (2006) var også her en reduksjon i kostnader. Dybå og Dingsøy (2008) samlet fire ulike studier som sammenlignet produktiviteten i team som benyttet smidig metode i motsetning til team som brukte tradisjonelle utviklingsmetoder. Resultatet viste at i tre av fire tilfeller var produktiviteten bedre i smidige team.

I artikkelen *A conceptual hybrid project management model for construction projects*, reflekteres det rundt en modell som er en hybrid mellom tradisjonell og smidig metode (Lalmi *et al.*, 2021). Studien påpeker at smidig fremgangsmåte er en fordel når et prosjekt inneholder mange risikoer som medfører mye endring og høy grad av usikkerhet. I flere av studiene som ble gjennomgått av Dybå og Dingsøy (2008) konkluderes det med at smidig metode ikke vil utelukke tradisjonelle metoder. Det vil heller ha et symbiotisk forhold der antall arbeidere på prosjekt, tidsperspektiv, applikasjonsdomene og innovasjonsgrad vil avgjøre hvilken prosess som skal velges. Lalmi *et al.* (2021) konkluderer med det samme i sin studie. Her påpekes det at det er ikke en spesifikk metode eller måte å lede et prosjekt på. Begge tilnærmingene kan være fordelaktige avhengig av prosjekt. I Dybå og Dingsøy (2008) sin konklusjon kommer de også frem til at en ikke skal forlate tradisjonelle prosjektmetoder, men heller utnytte fordelene av prinsippene og kombinere det med smidig prosjektledelse. Resultatene de fant påviser også at smidig metode ikke nødvendigvis er det beste valget ved store prosjekter. Målet med en hybrid modell er å benytte fordelene fra hver metode og kvitte seg med svakhetene (Lalmi *et al.*, 2021). Dette skal gjøre at alle funksjoner skal samhandle for å bli mer smidig, samtidig som en beholder forutsigbarheten til den tradisjonelle metoden.

3.3.4 Suksessfaktorer ved implementering av nytt system

I artikkelen *Strategic implementation of IT/IS projects in construction: a case study*, konkluderes det med at metode, ledelsesteknikk og tekniske tilnærminger er verdifulle, men under studien av smidig og plandrevet utvikling ble det bekreftet at de mest kritiske suksessfaktorene var mye mer sannsynlig å være av menneskelige faktorer (Stewart, 2002). Studien påpeker også at umiddelbare forventinger til nye system er et problem. Det tas ikke hensyn til det fremtidige potensialet ved verktøy, noe som gjør at det blir et stort gap mellom resultatene ved produksjon og hvilke forventinger som brukerne har. Dette medfører at verktøy kan bli forkastet på feil grunnlag.

I en studie som gjennomgikk teori fra de siste 15 årene innenfor informasjonsteknologi i byggebransjen, ble det erfart at praktisk implementering og kritiske suksessfaktorer var emnene som var mest omtalt (Lu *et al.*, 2015). Den samme studien viser også til mangel på kunnskap som en stor barriere innenfor implementering av nye IKT-verktøy i byggeprosjekter. Riktig og tilstrekkelig kunnskap ses derfor på som en suksessfaktor. Omtrent en tredjedel av artiklene deres som ble studert ga resultater som støttet dette argumentet. Et eksempel som blir dratt frem er mindre til mellomstore bedrifter som ikke har muligheten til å tiltrekke seg høyt lønnede personell med solid kunnskap innenfor IKT. Små og mellomstore bedrifter har derfor ofte ansatte med en lavere grad av kunnskap og ferdigheter innenfor teknologi.

For å vurdere graden av suksess innenfor implementeringen av en smidig programvareutvikling undersøkte Misra *et al.* (2009) flere faktorer. Faktorene omhandlet blant annet en vurdering på

om forretningsprosessen ble bedret, om det ble økt fleksibilitet til å oppnå kundens krav og redusert gjennomføringstid. Etter en slik modell ble det oppdaget at effektiv kommunikasjon og kursing var essensielle faktorer for at smidig implementering skulle lykkes. Når det kom til kursing var det en sterk korrelasjon til suksess når kursingen var kontinuerlig og uformell. Uformell kursing viste seg å være betraktelig bedre enn formell kursing som førte til kunnskapsoverføring i organisasjonen.

Lu *et al.* (2015) viser også til at kursing er meget sentralt. Mangelen på organisasjonstrening er en stor barriere ved implementering, spesielt mangelen på IT-opplæring. Dette har en stor påvirkning på implementeringen av nye IT-systemer både på prosjektnivå, men også i bransjen generelt. Opplæring blir bekreftet som en effektiv måte å forenkle bruken av IKT for de ansatte og heve teknologien sin funksjon. Kursing hjelper også for at brukeren skal forstå bakgrunnen for implementeringen av IKT-applikasjoner. Fra casestudien til Ribiero og Fernandes (2010) ble det gjort flere observasjoner rundt den agile metoden. Det ble erfart at rotering av ansatte var fordelaktig for å kunne hjelpe hverandre under implementering og dele kunnskap. Kursopplegg som baserte seg på kontinuerlig forbedring var også et viktig virkemiddel.

Ved implementering av hvilken som helst form for produktivitets forbedring i en organisasjon, må bedriften ha en klar visjon og strategi for å forutse prosjektets kostnad og varighet (Achanga *et al.*, 2006). Fra casestudier ble det funnet at omtrentlig 90% av implementasjoner er sene eller går over planlagt kostnad. Dette skyldes dårlig kostnads- og tidsplan estimering. En annen signifikant faktor som ble oppdaget at bidro til suksess var en felles forpliktelse til metoden og fremgangsmåten som bedriften benyttet. Achanga *et al.* (2006) understreker at til tross for den signifikante fordelene produktivitets forbedringer utgjør, koster de ofte svært mye penger og kan ofte ende opp med å forstyrre organisasjonens rammeverk. Som oftest vil implementasjoner av nye virkemiddel for økt produktivitet ofte føre til en negativ effekt i akkurat den delen den er ment å forbedre. Grunnen til dette er ansatte som til tider kan føle frykt for at deres arbeid ikke blir like nyttig lenger, og derfor ender det med at de saboterer den nye implementeringen.

3.4 Menneskelige utfordringer ved bruk av ny teknologi i byggebransjen

Andre eksisterende forhold som (Harty, 2008) mener er viktige å fokusere på og som er relevante for å danne vurderingsgrunnlag for forskningsspørsmålene, er utfordringene en er nødt til å ta hensyn til ved implementering av nye innovasjoner. I dette delkapittelet skal det derfor gi informasjon om utfordringene knyttet til at det er mange ulike brukere med forskjellig perspektiv, at bransjen inneholder mange krevende prosesser, brukernes innflytelse og holdninger til digitalisering.

3.4.1 Mange ulike brukere og forskjellige perspektiv

Det er velkjent at byggeprosjekter og deres design team i økende grad består av deltagere fra ulike sektorer og organisasjoner for å skape innovative og konkurransedyktige produkter (Xie *et al.*, 2010). Det stilles et høyt krav til samhandling i byggebransjen grunnet dens krav til mange involverte parter i hvert prosjekt (Erdogan *et al.*, 2008). Ribiero og Fernandes (2010) fremhever at fragmentering og organisasjonskompleksitet er kritiske hindringer for å skape

endring i byggebransjen. Hver deltaker av et byggeprosjekt team bidrar med ulike kunnskaper og ferdigheter, derfor er det essensielt å motivere dem til å være fleksible, implementere, lære og fremme innovative ideer (Sun *et al.*, 2015). Harty (2008) påpeker at innovasjon som er orientert mot en slik bransje som er preget av så mange involverte aktører, må implementere denne innovasjonen på tvers av dette interorganisatoriske landskapet.

3.4.2 *Krevende prosesser*

Byggenæringen leverer stadig mer komplekse prosjekter for å oppfylle de økonomiske, sosiale og miljømessige målene til deres interessenter (Senescu *et al.*, 2013). Ideelt sett vil prosjektgrupper fortsette å kommunisere effektivt med denne økningen i kompleksitet. Selv med en økende tilgjengelighet på informasjonsteknologi, sliter prosjektteam med å kommunisere. Organisasjoner i byggebransjen lider av lav effektivitet i informasjonshåndtering grunnet den komplekse forsyningskjeden og den økte mengden med informasjon som skal utveksles mellom de ulike partene (Lu *et al.*, 2015). Lalmi *et al.* (2021) påpeker at byggeprosjektmiljøet er preget av komplekse innbyrdes forhold med et høyt antall grensesnitt. For å tilfredsstille de raskt skiftende og komplekse kravene som et byggeprosjekt stiller forventes det at IKT-løsningene er brukervennlige og tilgjengelige. På en annen side påpeker Harty (2008) at innovasjon rettet mot byggebransjen kan ha en for lav grad av detaljering i forhold til den rotete og komplekse aktiviteten på byggeplass.

I byggeprosesser er det en fragmentert og diskontinuerlig informasjonsflyt som utgjør en stor utfordring i bransjen (Lu *et al.*, 2015). Whyte og Hartmann (2017) skriver i sin artikkel at et problem som må studeres videre er hvilken type informasjon som trengs av hvilke aktører på hvilket stadiet. Byggeprosjekter blir mer og mer komplekse desto lengere ut i prosjektet en kommer, som gjør at det trengs en økende grad av koordinering jo nærmere en kommer et ferdig resultat (Sun *et al.*, 2015).

3.4.3 *Brukernes innflytelse*

Det agile manifestet understreker viktigheten ved å involvere kunder og brukere av programvaren, og hevder at dersom dette ikke utføres vil ikke en programvare kunne utvikles suksessfullt (Ribeiro og Fernandes, 2010). Ved implementering av nye digitale verktøy beskriver Woolgar (1991, sitert i Harty, 2008) en prosess for å «konfigurere brukeren». Det er ikke uvanlig at utviklere av programvaren har visse antagelser og begrensninger basert på deres visjoner om tiltenkte brukere. Ettersom dette kun tillater programvaren å bli brukt på visse måter og utelukker andre brukere, kan dette være utslagsgivende for innovasjonens suksess. Utviklernes forsøk på å tilfredsstille brukerkrav baseres ofte kun på utviklernes egne forventninger og tilknytninger.

Det er videre ikke ukjent at det har vært utfordringer rundt effektiv implementering av innovasjoner i byggebransjen, mye grunnet den store mengden av gjensidige avhengige aktører og deres fragmenterte prosesser (Bengtsson, 2018). Bengtsson *et al.* (2018) påpeker at de gjensidige avhengige organisatoriske relasjonene trenger en mottakelig kontekst for at innovasjon skal kunne implementeres. I studien hennes kartlegges det flere faktorer for å oppnå mottakelig kontekst, der brukerne var involvert i halvparten av faktorene. Dette innebar at en

måtte ha en støttende organisasjon og prosjektkultur, effektive profesjonelle relasjoner og samarbeidene interorganisasjoner blant prosjektene. Mye av dette baserer seg på å danne koordinering og samarbeid for å forbedre mottakeligheten blant brukerne, som igjen kan øke sannsynligheten for suksess av implementering.

Videre viser Erdogan *et al.* (2008) til i sin studie at sluttbrukere ofte blir anklaget for å være motvillige til endring, eller ikke forstå de potensielle fordelene som medfølger systemet. Likevel er sluttbrukerne ofte de siste til å se det nye systemet grunnet en toppdrevet tilnærming. En slik toppdrevet tilnærming fører til at brukerne blir pålagt det nye systemet, der reaksjoner som nøling og uvillighet ikke verdsettes. Likevel er sistnevnte reaksjoner et resultat av at brukerne ble utelatt fra flere avgjørelser. Erdogan *et al.* (2008) påpeker at det ikke vil være mulig å ha realistiske brukerkrav som inneholder brukernes behov uten deres involvering. Ved å utelate brukernes involvering vil de ikke kunne gi uttrykk for deres behov, slik at det nye systemet mest sannsynligvis vil bli møtt med motstand. Igjen, vil et system uten brukernes involvering dermed kun være basert på utviklers oppfatning av hva som trengs (Erdogan *et al.*, 2008; Harty, 2008).

3.4.4 Skepsis og endringsvilje

Woodhead *et al.* (2018) formidler at byggebransjen er i en industriell revolusjon ved navn «IT-revolusjonen» eller «Industry 4.0». Teknologien og dets endringer har medført komplekse konsekvenser bestående av mange sosio- og teknologiske variabler. Heilbroner (2001, sitert i Woodhead *et al.*, 2018) stiller spørsmål ved om det er menneskene som kontrollerer de teknologiske prosessene, eller om det er de teknologiske prosessene som kontrollerer menneskene. Det viser seg at det er essensielt at byggeindustrien akklimatiserer seg for å holde tritt med utviklingen. Dette innebærer å endre forventninger i bransjen, forstå endringsprosessene og klare å tilpasse seg. Likevel ser det ut til at byggeindustrien ikke anser seg å være i en evolusjonær prosess, og oppfører seg som en digital innovasjon ikke vil påvirke dem. Derfor har det forekommet liten tilpasning og derav også minimal endring.

Årsakene til dette kan stamme fra at endring tradisjonelt sett har blitt ansett som en trussel (Owen *et al.*, 2006). Ettersom endringer ikke samsvarer med planer kan dette medføre negative konsekvenser som tids- og kostnadsoverskridelser. Ett eksempel på negativ mottakelighet for endring er i Gurevich *et al.* (2017) sin studie om BIM i offentlige anleggsbyråer. Da aktørene ble fortalt at BIM skulle benyttes i fremtidige prosjekter, ble det møtt med en respons preget av forvirring. Det var uklarheter blant aktørene om hvordan og hvorfor BIM kunne bidra fordelaktig. Skepsisen var også høy spesielt fordi det krevde ekstra finansiering i tillegg til at de var nødt til å benytte tiden sin på å implementere det. Fra samme studie viser det seg at ved å benytte kursing og pilotprosjekter ble personalet dyktige i BIM og kunne dermed forstå nytten av det. Alle aktørene i studien rapporterte tilbake i ettertid at de skulle implementere BIM. Studien viser at aktørene gikk fra å være uvitende og derfor skeptiske, til å være opplyste og dermed mottakelige for endring.

Studien til Achanga *et al.* (2006) viser også til skepsis i byggebransjen ved implementering av Lean hos entreprenører i stor og medium størrelse. Entreprenørene som ble testet i studien uttrykte mye skepsis for endring og implementering av Lean. Achanga *et al.* (2006) påpeker at skepsisen var rettet mot fordelene Lean skulle bidra med. Derfor var de heller ikke villige til å bistå med nyttig informasjon som kunne benyttes for videre analyse, og bidro heller som en begrensning for studien. Videre viser Erdogan *et al.* (2008) i sin studie at det er sterke sammenhenger mellom suksessen for implementering av nye systemer og brukerinvolvering, i tillegg til mellom motvillighet fra brukerne og behov som det tas hensyn til. Resultatene fra studien viser at desto hyppigere og tidligere i design- og implementeringsfasen av nye systemer brukerne involveres, desto bedre brukerkrav vil det tas hensyn til, og mindre skepsis vil derfor forekomme.

Det vil alltid finnes motstand blant mennesker (Harty, 2008). Mennesker liker å arbeide som de gjør, og derfor er de lite endringsvillige. Fra studien til Harty (2008) viser det seg at motvilligheten ikke hadde sitt utsprang fra ignoranse, men av at den nye visjonen og gjenstandene som ble implementert ikke klarte å integreres godt nok til arbeidsoppgavene. Endringene ble ikke bare avvist grunnet skepsisen, men viste seg å være ødeleggende for eksisterende arbeidsrutiner. For mange av de ansatte oppstod motstanden fordi det følte ut som en radikal endring, istedenfor en inkrementell oppdatering til eksisterende arbeidsrutiner. Selv om motstand blant mennesker alltid vil eksistere, viser studien til Abu *et al.* (2019) at skepsis og kulturelle barrierer ikke nødvendigvis er en av de største utfordringene ved implementering av Lean. Respondentene har likevel gitt skepsis og kulturelle barrierer en høy karakter, som betyr at det er av betydning og av den grunn fortsatt vil være et viktig hinder for endring.

Innovasjoner inkluderer kontinuerlige endringer, og selv om det finnes endringer i forskjellige grader vil motstand for endring være uunngåelig (Bagozzi og Lee, 1999). Talke og Heidenreich (2014) påstår at innovasjonsmotstand opprinnelig stammer fra negativ produktevaluering, og kan deles inn i motstand som opptrer før og etter ny produktevaluering. Passiv innovasjonsmotstand er det som forekommer før ny produktevaluering og er forårsaket av en automatisk reaksjon til å motstå endringer og reaksjoner, basert på den tilfeldige situasjonsbaserte statusen. Aktiv innovasjonsmotstand er derimot tilknyttet produktspesifikke barrierer som utvikles under evalueringsprosessen. Ved å inkludere både passiv og aktiv innovasjonsmotstand og deres effekt for valg i innovasjonsbeslutningsmodeller, kan en få en forklaring på prosessene som fører til enten mottakelighet eller avvissningsatferd. Det å få innsikt i hvordan prosessen for aksept fungerer vil være løsningen på å forstå hvordan en kan overvinne motstand, og det vil derfor bidra til å utvide dagens forståelse av forbrukeratferd i innovasjonsbeslutninger (Bagozzi og Lee, 1999; Talke og Heidenreich, 2014).

Et suksesskriterium for å oppnå en vellykket digitalisering er å utvikle kulturen i organisasjonen for å inneha et «Digital mindset» (Kohnke, 2017). «Digital mindset» beskriver ens tilnærming og derfor også forutsetninger til digital teknologi (Tour, 2015). Det innebærer en persons antakelser om fordeler ved digitale teknologier. Mackay (1998, sitert i Tour, 2015) definerer et individuelt tankesett som et bur som individer går rundt og bærer på, og som setter rammene for deres holdninger og derfor aktiviteter. Det digitale tankesettet til en person vil derfor forme

ens bruksområde (Tour, 2015). Fra casestudien til Tour (2015) ser en at ved å oppfatte at digitale teknologier støtter deling og kollektiv intelligens, vil det øke læringsutbyttet og dermed også den digitale kompetansen. Det fremkommer også fra studien at den som fasiliterer har en stor påvirkningskraft på oppfatning og innstilling til digitale teknologier. Ledelsen må være åpen for behovet og mulighetene med digitalisering, og må etablere det digitale tankesettet gjennom hele organisasjonen på alle hierarkiske nivåer (Kohnke, 2017). For at et digitalt tankesett skal integreres i en organisasjon er det nødvendig med en organisatorisk endringsledelse. Dette innebærer å sentralisere lederskap, mobilisere organisasjonen, bygge ferdigheter og sikre bærekraft. Å danne nye ferdigheter og kompetanser, nye former for ledelse og organisatorisk smidighet, vil en kunne lede organisasjonskulturen mot et digitalt tankesett.

4 Automasjon og robotisering fra intervjuobjektens perspektiv

4.1 Generelt

I dette kapitlet presenteres empirien fra 12 dybdeintervjuer for å besvare forskningsspørsmålene. Slik som beskrevet i 2.5.1 *Valg av intervjuobjekter*, er materialet i empirien hentet fra seks dybdeintervjuer av leverandører innenfor automasjon og robotikk, og seks dybdeintervjuer av fagarbeidere fra ulike datterselskap i AS Backe. Alt materiell i denne delen er gjengivelse av intervjuobjektens erfaringer og meninger. Spørsmålene som er blitt benyttet for innsamling av resultater kan sees i de to separate intervjuguidene for leverandør og fagarbeider i Vedlegg C og D.

4.2 Intervjuobjekter

I dette kapitlet gis det en oversikt over de ulike intervjuobjektene som skilles i fagarbeidere og leverandører. De ulike fagarbeiderne omtales heretter som «Fagarbeider X» der X-en representerer tilhørende nummer. Fagarbeiderne gjengis i Tabell 6 med fagområde og tilhørende datterselskap. Det antas at intervjuobjektene fra de ulike leverandørene kan uttale seg på vegne av sitt datterselskap og fagområde. Intervjuobjektene fra de ulike leverandørene omtales heretter som «Leverandør X» der X-en representerer tilhørende nummer. For leverandører presenterer Tabell 7 selskapets fagområde, geografisk lokasjon, intervjuobjektets stilling og stillingsinnhold. I 4.3 *AS Backe* og 4.4 *Leverandører* vil bedriftene bli beskrevet i nøyere detalj.

Tabell 6: Oversikt over intervjuobjekter; fagarbeider.

Intervjuobjekt fagarbeider	Fagområde	Datterselskap
Fagarbeider 1	Forskalingssnekker	Backe Vestfold Telemark
Fagarbeider 2	Forskalingssnekker	Backe Østfold
Fagarbeider 3	Tømrer BAS	Backe Vestfold Telemark
Fagarbeider 4	Tømrer	Backe Østfold
Fagarbeider 5	Tømrer BAS	Backe Stor-Oslo
Fagarbeider 6	Tømrer	Backe Stor-Oslo

Tabell 7: Oversikt over intervjuobjekter; leverandør.

Intervjuobjekt leverandør	Fagområde	Lokasjon	Stilling	Stillingsinnhold
Leverandør 1	Robot- og automasjonsutvikler	København, Danmark	CEO	Overordnet ansvar for selskapets daglige drift og ledelse.
			CTO	Overordnet ansvar for utviklingen av teknologi for å forbedre virksomheten, samt intern IT-drift.
Leverandør 2	Robot- og automasjonsutvikler	Sogndal, Norge	CEO	Ansvar for selskapet, både økonomisk og strategisk. Jobber med det administrative og saksarbeid.
Leverandør 3	Prefabrikkert element treverk	Grimstad, Norge	CEO	Deltar i utvikling av prefabrikkering av takstol og elementer. Planlegger logistikk for flytting til nybygg for 1,5 år siden.
Leverandør 4	Prefabrikkert bæresystem stålbygg og betongbygg	Oslo, Norge	Fabrikkssjef	Leder og ansvarlig for produksjon på fabrikk. Involveres når noen har tanker/ønsker om hvordan produksjonen skal utføres praktisk.
Leverandør 5	Prefabrikkert element betong	Storsteinnes, Norge	CEO	Ansvar for en ledergruppe med økonomi, innkjøp/salg og fabrikkssjef. Følger opp prosjektlederne, konstruksjon, salg, marked, økonomi osv.
Leverandør 6	Prefabrikkert baderomskabin	Oslo, Norge	Salgsdirektør	Ansvar for salg, prosjektering og tegning. Ansvar for den operative driften og det som går ut mot kunder. Jobber for å utvikle prosessene de har, inklusiv produksjon.

4.3 AS Backe

AS Backe er et konsern med 784 ansatte der 378 av arbeidstakerne er fagarbeidere og 406 er funksjonærer (AS BACKE, u.å.). Konsernet er fordelt i 16 datterselskaper som er selvstendige enheter som opererer i sitt eget navn. Det er inndelt i fire forretningsområder og en entreprenørvirksomhet bestående av 10 entreprenørselskaper og ett murmesterfirma. Entreprenørselskapene har sine egne navn og ledelse som er forankret i det lokale nærings- og samfunnsliv. De er utbredt i Oslo og omegn, på Vestlandet og i Trondheim. Aktuelle entreprenørselskaper i denne oppgaven er Backe Østfold, Backe Vestfold Telemark og Backe Stor-Oslo. I 2020 omsatte selskapene i AS Backe for over 4,4 milliarder kroner.

4.4 Leverandører

Slik som beskrevet i 2.5.1 *Valg av intervjuobjekter* er det intervjuet seks ulike leverandører; to leverandører innenfor A&R og fire leverandører innenfor prefabrikasjon. Innenfor produsenter for prefabrikkerte systemer er det intervjuet produsenter innenfor treverk, betong, stål og baderomskabiner. I dette delkapittelet beskrives de ulike kompetanseområdene til de forskjellige leverandørene som er hentet fra intervjuene. Nærmere beskrivelse av intervjuobjektene innenfor de ulike leverandørene utdypes nedenfor og en oversikt finnes i 4.22 *Intervjuobjekter*.

Leverandør 1

Leverandør 1 arbeider innenfor automasjon og robotikk og holder til i København i Danmark. Leverandøren jobber med teknologiløsninger i byggebransjen. De er kun 16 ansatte og har derfor ikke fast stillingsinnhold. Slik er de mer fleksible, noe som fungerer bra i utviklingsprosjekter som er det de holder på med. Produsenten jobber med konkrete problemstillinger og prøver å gi et tilbud for å løse eksisterende problemstillinger med teknologi. Produsentens visjon er å forsøke å gjøre byggebransjen til en av de mest attraktive industrier i verden ved å anvende teknologi istedenfor håndverk for å gi løsninger på digital og mekanisk automatisering. De har hatt to «spinouts» (søsterselskap) der begge firmaene har utviklet egne spesifikke robotiserte løsninger.

Leverandør 2

Leverandøren er et norsk utviklingsselskap som jobber med utvikling av nye robotkonsept samt videreutvikling av eksisterende roboter. De produserer etter kravspesifikasjoner, og har utviklet roboter som benyttes både i og utenfor byggebransjen. Selskapet har mye teknisk kompetanse innenfor kybernetikk og data. De har utviklet en robot som forenkler boring av hull på byggeplassen. Tidligere visjon for leverandøren var å revolusjonere byggebransjen, men i skrivende stund er de i en prosess med å utarbeide en ny strategi og visjon.

Leverandør 3

Denne leverandøren produserer prefabrikkerte elementer i treverk og holder til i Sør-Norge. Bedriften består av 26 fast ansatte pluss et varierende antall innleide fagarbeidere. Leverandør 3 har en semi-automatisert takstolproduksjon, som er avhengig av maskiner og mennesker. De er i startfasen med å utvikle elementer og benytter derfor ikke like mye automasjon som ønsket. En annen grunn til at de fortsatt har manuelle prosesser er for å opprettholde fleksibiliteten i hva de kan tilby, ettersom det per dags dato produseres spesielle produkter til markedet som ikke er gunstig å prefabrikkere. Leverandør 3 sin visjon er å få en god drift og flyt når det kommer til produksjon av elementer. De ønsker å ha jevn drift, faste arbeidstakere, og ønsker å finne seg en nisje i markedet. De prøver å spesialisere seg på boliger og hytter, og mest elementbygging.

Leverandør 4

Leverandør 4 holder til på Østlandet og produserer prefabrikkerte betong- og stålelementer. Deres visjon er å være den fremste leverandøren på prefabrikasjon av stål og betong. De jobber stadig med forbedring, og akkurat nå utforsker de nye måter å prefabrikkere heissjakt på. På

fabrikken har de ca. 60 ansatte som består av operatører, planleggere, ansatte som driver med innkjøp, teknologi, transportplanleggere og tre ledere. Totalt i landet er de over 500 ansatte. Leverandør 4 har også en egen stab med montører som er utdannet som fagarbeidere. Deres arbeidsoppgaver tilsvarer mye arbeid i høyden, løfting, bruk av kraner og litt arbeid med betong.

Leverandør 5

Leverandør 5 produserer betongelementer i Nord-Norge. Det er en todelt bedrift med produksjonsenhet og entreprenørenhet. De har over 45 fagarbeidere på fabrikken som er fast ansatt. Det er også til enhver tid mellom 15-20 innleide. Leverandør 5 har som visjon å være den foretrukne prefabrikasjonsleverandøren og være den beste arbeidsgiveren i kommunen. De ser alltid etter nye markedsområder og nye muligheter for prefabrikasjon. Akkurat nå bygger de ut fabrikken sin for å øke kapasiteten med 70%. På fabrikken har de semi-automatisert hulldekkeproduksjon. Der har de produksjonslinjer med stort sett operatører som følger opp produksjonsprosessen. Det er like prosesser på brenneriet, der det benyttes en pc som følger opp fuktnivå i tilslag og mikser resepter ut ifra deres ønsker. Det er målere som gir maskinen beskjed slik at den automatisk kalibrerer resepten ut ifra fukt og andre faktorer. Med den automatiske løsningen vil en ikke trenge å manuelt måle opp alle ingrediensene.

Leverandør 6

Leverandør 6 står for prefabrikasjon av baderomskabiner. De er nesten 100 ansatte hvorav 15 er i administrasjon og resten er produksjonsarbeidere på fabrikk. De har to fabrikklokaler; betongfabrikk og hovedfabrikk. På betongfabrikken produserer de sin egen betong ved å støpe elementene og sammenstiller kabinene til et uinnredet rom. I denne prosessen benyttes automatiserte støpeformer som vibrerer seg selv. Det formidles at prosessene på betongfabrikken består av nesten kun manuelle prosesser. Kabinen kjøres etter støping til hovedfabrikken som vil stå på ett fast sted mens ulike fag utfører sine arbeidsoppgaver. Dette er flisleggere, rørleggere, elektrikere, hulltakere og folk som skal montere utstyr, vaske ut, pakke og ha kvalitetskontroll. Leverandør 6 ønsker å automatisere lagerflyten i større grad. Noen prosesser prøver de å automatisere med arbeidsstasjoner og samlebandsprinsipp. Andre manuelle prosesser som gjøres av fagarbeiderne vurderer de også å effektivisere, som for eksempel flislegging.

4.5 FS1 - På hvilken måte vil automasjon og robotisering i byggebransjen forandre dagens byggeprosess for fagarbeidere?

Ved spørsmål om hva slags påvirkningskraft A&R har på byggeprosessen for fagarbeiderne ble det oppdaget flere aspekter fra leverandørene og fagarbeiderne. Et sammendrag av resultatene er fremstilt i Tabell 8 med leverandørene og fagarbeiderne hver for seg innenfor de ulike delkapitlene. Delkapitlene er utformet etter hvilke emner som ble oppfattet med størst påvirkningskraft på byggeprosessen for fagarbeidere. De viktigste meningene er oppført innenfor de ulike inndelingene. Symbolet «-» betyr at det enten ikke er relevant for denne gruppen eller at de ikke har uttalt seg om det. Resultatene forklares nærmere i deres respektive delkapitler nedenfor.

Tabell 8: Resultater FSI – Påvirkning automasjon og robotisering har på byggeprosessen for fagarbeiderne.

Delkapittel	Leverandør	Fagarbeider
4.5.1 Utfordrende bransje å automatisere og robotisere	<ul style="list-style-type: none"> ○ Kompleks bransje med mange ulike aktører ○ Ikke nødvendigvis umiddelbar effekt 	-
4.5.2 Prefabrikasjon	<ul style="list-style-type: none"> ○ Høyere effektivitet og mindre sykefravær ○ Mindre feil ○ Ikke alt kan prefabrikeres 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Erfarer mer prefabrikasjon ○ Kortere byggetid ○ Ryddig byggeplass
4.5.3 Roboter	<ul style="list-style-type: none"> ○ Fagarbeidere må jobbe mer administrativt ○ Mer effektiv byggeprosess ○ Mindre feil 	○ Sett lite bruk av dette
4.5.4 Planleggingsfasen	○ Mer tid i tidlig fase gir kortere produksjonstid	-
4.5.5 Styring av maskiner og monteringsarbeid for fagarbeiderne	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mer monteringsarbeid ○ Mer overvåkning og styring av maskiner 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mer monteringsarbeid ○ Mer overvåkning av maskiner ○ Færre fagarbeidere
4.5.6 Behovet for fagarbeidere	<ul style="list-style-type: none"> ○ Færre fagarbeidere ○ Alt kan ikke prefabrikeres ○ Ønsker større uavhengighet 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Totale mengden arbeid er lik ○ Alt kan ikke prefabrikeres ○ Innleide kuttes først

4.5.1 Utfordrende bransje å automatisere og robotisere

Det uttrykkes fra leverandørene at det er vanskelig å automatisere fordi det omhandler en bransjeendring og endring av folk, som tar veldig lang tid. I tillegg er byggeprosessen kompleks og inneholder mange aktører som spesialiserer seg innenfor egne felt og som nødvendigvis ikke samarbeider. Det er også utfordrende å vite hvilke aktører som skal inkluderes og ikke i et eventuelt samarbeid. Leverandør 2 mener at det krever en samhandling mellom aktørene og fagene for å kunne utnytte effektiviteten ved bruk av en robot. I dagens byggebransje må derfor forretningsmodellen og måten disse bransjene samarbeider på endres. Leverandør 1 forteller at om automatisering skal implementeres i stor grad må hele byggebransjen samarbeide. Akkurat nå foreligger det holdninger om at hver aktør selv kan automatisere og robotisere sine prosesser, som egentlig vil være et felles problem som bransjen må samarbeide om. Leverandør 1 formidler at de har individuelle samarbeid med to entreprenører som er konkurrenter, og som derfor ikke har noen forbindelser. Dette er en barriere for å få gjennomslag og utbredelse av A&R.

Det observeres fra Leverandør 1 og 2 at firmaene som utvikler automatiserte løsninger er teknologifirmaer, som ikke inkluderer mennesker fra byggebransjen i stor nok grad. Teknologifirmaene kan ha for liten innsikt i byggeprosessene og kan utvikle produkter som nødvendigvis ikke passer til bransjen. Det blir dermed et stort gap mellom utvikler og bruker. Det uttrykkes at dette er en problemstilling som gjør det vanskelig å robotisere, og de innrømmer at det ligger et stort forbedringspotensial der. Den ene leverandøren formidler at de har planer om å inkludere byggebransjen i større del ved utvikling av neste produkt.

A&R gir ikke nødvendigvis en umiddelbar effekt ved implementering. Dette beskriver Leverandør 1 og 2 vil føre til en utfordrende situasjon hvor det er vanskelig å få gjennomslag. Det erfarer at endring i arbeidsmetode ofte vil medføre en periode med dårligere effektivitet. Dette gjør at ny teknologi vil kreve tålmodighet. Dette kan føre til at produktene ikke nødvendigvis blir tatt like godt imot og kan være en hindring for A&R.

4.5.2 Prefabrikasjon

Alle fagarbeiderne som ble intervjuet har vært på prosjekter som har benyttet en form for prefabrikasjon. Det er ganske utbredt å bygge en kombinasjon av plasstøpte og prefabrikkerte bygg. Når det kommer til annen automasjon har det vært lite, en fagarbeider legger til at de egentlig ikke erfart noe særlig utvikling ved digitalisering i Backe. Det uttrykkes at digitaliseringen har gått sakte i forhold til at de i 2017 sa at de skulle heldigitaliseres i 2021. Det oppleves at hverdagen er som en blanding av det som var for 10 år siden og den utviklingen som har kommet.

Det formidles fra flere av leverandørene at det kommer til å være mer prefabrikkert produksjon fremover. Det er fordi det er en mer effektiv prosess og derfor mer økonomisk. Leverandørene forteller at det også vil spares penger på at sykefraværet går ned fordi hjelpemidlene gjør arbeidshverdagen lettere og tryggere. Etersom timeverket på produksjon vil reduseres med automatisering, vil det være mer autonome operasjoner både på fabrikken og på byggeplass. Leverandør 3 sier derimot at økonomisk sett vil en ikke spare like mye på fabrikk som forventet fordi det er mye arbeid som er skreddersydd som vil måtte produseres ved håndarbeid. Det er for tiden et ønske om mange spesialbygde hus som betyr at det er vanskelig å standardisere og derfor automatisere. Det vil være en større forskjell og bedre effektivitet dersom det er mer standardiserte boliger. Det legges til at utformingen av bygninger er utenfor leverandørene sin kontroll, og ville vært utformet annerledes om de skulle produsert så effektivt som mulig.

Leverandørene ønsker å øke effektivitet og produktivitet for byggeprosessen ved å automatisere mer. Det har en direkte effekt ved at selve byggeprosessen for fagarbeiderne vil gå fortere. Montering av prefabrikasjon og kabiner er raskere enn tradisjonell bygging. Fagarbeiderne erfarer at det blir kortere byggetid og mer effektiv produksjon med prefabrikasjon. Dette kommer av at det er mer produksjon utenfor byggeplass, mindre tilpasninger av materialer og mer ryddig. Det påpekes også fra fagarbeiderne at det er mer behagelig å komme til en byggeplass med prefabrikkerte betongelementer fordi det er mindre rot. Det erfarer at mindre krefter trengs for å gjøre den samme mengden arbeid med prefabrikasjon. I forhold til fremdrift er det veldig fordelaktig.

Flere av fagarbeiderne har delt sine tanker rundt prefabrikasjon og hvordan de ser på denne byggemetoden. Det er en generell enighet i at prefabrikasjon er noe som er kommet for å bli. Fagarbeider 5 påpeker at det ikke er noen grunn til at denne metoden skal forsvinne når den viser til så mye bedre effektivitet og ryddighet. Fagarbeider 1 sier at i fremtiden kan det hende at det blir mer arbeid på fabrikk, og at hen selv ender med å jobbe på fabrikk om 10 år.

4.5.3 Roboter

Noen av fagarbeiderne sier at de ikke har erfart noen drastiske forskjeller på hvordan arbeidet utføres med tanke på A&R de siste årene. Det nevnes av flere at de generelt har sett lite til robotisering av oppgaver på sine arbeidsplasser. Fagarbeider 3 formidler derimot at de er i kontakt med noen leverandører og ser på mulighetene for å ta i bruk en robot ved et senere prosjekt. Leverandørene på den andre siden har nærmere tilknytning til roboter og ser flere bruksområder både på fabrikk og på byggeplass. Leverandør 2 påpeker at det blir mer administrasjonsoppgaver ved implementering av borreroboten deres. Med denne flyttes mer av arbeidsoppgavene fra byggeplass inn på kontor, fordi beslutningene rundt kommunikasjon og hvor roboten skal jobbe foregår på kontoret. Det formidles også at denne er fire til fem ganger så effektiv enn manuelt arbeid. Ettersom en robot har bedre kvalitet fordi den gjør det samme hver gang, vil det også ha en indirekte positiv påvirkning for at det forekommer mindre feil.

4.5.4 Planleggingsfasen

Leverandørene har uttrykt at det vil benyttes mer tid i planleggingsfasen, spesielt til prosesser som logistikk. Ettersom prosessen på byggeplass vil bli enklere og gå fortere desto mer planlegging det gjøres, er det nødvendig å planlegge så mye som mulig på forhånd. Dette er i likhet med Leverandør 4 som sier at prefabrikasjon krever mer tid i planleggingsfasen enn ved produksjon med plassbygging. Når det er planlagt godt og det benyttes prefabrikering, vil det bli kortere produksjonstid. Jo mer arbeid utført på fabrikk, desto mindre arbeid kreves på byggeplass. Leverandør 5 er enig i dette og sier det vil kreve høyere grad av prosjektering enn tradisjonelle metoder.

4.5.5 Styring av maskiner og monteringsarbeid for fagarbeidere

Leverandørene uttrykker at det vil være mer autonome prosesser som fører til mer monteringsarbeid for fagarbeiderne. Leverandør 5 forteller at prefabrikkerte produkter vil gjøre at fagarbeiderne vil være mer involvert i montasje og ikke i bygging. I dag er det sjeldent at et bad lages fra bunnen av, der det istedenfor blir levert i moduler. Det er i likhet med veggelementer som kommer fra fabrikk. Leverandør 2 påpeker at fagarbeidere vil få mer ansvar over roboter og tilse prosessene de utfører. Leverandøren uttrykker videre at det trolig blir mer montering og overvåking, og mindre prosess- og «skittarbeid». Leverandør 4 sier det vil være mer styring av maskiner ettersom det blir mer automatisering. Det vil være mer overvåking av maskiner og prosesser, og fagarbeiderne vil være mindre «hands on». Leverandør 5 mener det vil være flere utfordringer knyttet til interaksjon mellom maskin og menneske.

Fagarbeiderne mener mer bruk av A&R vil medføre nye arbeidsoppgaver, som er annerledes fra dagens oppgaver. Det spesifiseres at det blir mindre finsnekring og at det vil bli mer av monteringsarbeid. Et par fagarbeidere opplever dette allerede. Det er flere av fagarbeiderne som tror at det kan bli mer av fagarbeidere som står inne og jobber med produksjon på fabrikk i fremtiden, og dermed jobber mer med overvåking av maskiner. I tillegg deles det erfaringer der de har blitt færre fagarbeidere i byggeprosessen grunnet automatiseringen, ettersom det ikke trengs like mange tømrere og betongarbeidere når prefabrikasjon er tilgjengelig.

4.5.6 Behovet for fagarbeidere

Leverandørene sier at A&R vil lette på arbeidet til fagarbeiderne og det vil nødvendigvis ikke være et behov for like mange fagarbeidere for å gjøre den samme oppgaven. At det alltid vil være behov for fagarbeiderne er det ikke full overbevisning om fra alle leverandørene, men det uttrykkes at fagkunnskapen om hvordan et bygg skal bygges alltid trengs. Leverandør 6 sier det vil være elementer som aldri kommer til å prefabrikeres, eksempelvis sprinklersystemet. Det vil derfor alltid være en fagarbeider som må bygge dette. Dersom det også er en feil med elementet eller roboten vil fagkunnskapen hos arbeiderne være essensiell. Dersom det på et tidspunkt trengs mindre fagarbeidere, vil det påvirke de innleide før det vil ha ringvirkninger på de faste ansatte.

Flere av fagarbeiderne tror ikke at alt kan prefabrikeres og mener de har mulighet til å jobbe som forskalingssnekkere resten av livet. Det observeres at fagarbeiderne har fått mindre oppgaver i å eksempelvis produsere dekker, men det har likevel ikke gått ut over den totale mengden arbeidsoppgaver. Det uttrykkes at det alltid vil være nok arbeid å gjøre, og det ses ikke på som en trussel at prosesser på byggeplass blir mer automatisert. De tror ikke at flere av tømmerne kommer til å havne inne på fabrikk, fordi kunnskapen alltid trengs og det alltid vil være et behov for dem ute på byggeplass. Det er en felles og selvsikker enighet blant fagarbeiderne om at yrket forskalingssnekker alltid kommer til å eksistere, fordi de mener at alt ikke kan prefabrikeres og automatiseres. Det vil i så fall påvirke de innleide først, og derfor har de ikke noen frykt for å miste jobben.

Noen av leverandørene forklarer at det i fremtiden kan være mulig å operere uten fagarbeidere på fabrikk. Per dags dato må de ha nok driftsoperatører som følger opp maskinene, men innrømmer at det er fristende å ha maskinell dekning av prosesser uten å være avhengig av tilsyn. Enkelte leverandører ser mulighet for mer arbeid på nattestid med mer A&R, ettersom robotene kan gjøre arbeidet uten dem. Leverandør 5 forteller at det ikke er produksjon på fabrikk mellom kl. 24.00-04.00 fordi da er ikke de ansatte på jobb. Ved å benytte mer automatisering vil det være en del av jobbene som kan gjøres om natten. Det vil være mulighet å utnytte døgnet slik at det kan produseres mer ved å jobbe i skift og benytte seg av automasjon. Dermed vil det være mulig å utføre arbeid utover de normale arbeidstidene på fabrikk.

4.6 FS2 - Hvordan vil automasjon og robotisering påvirke fagarbeidere sitt arbeidsmiljø?

Ved spørsmål om hvordan A&R vil påvirke fagarbeiderne sitt arbeidsmiljø uttrykte intervjuobjektene flere aspekter. HMS, variasjon i arbeidshverdag, opplevelse av prosjekt, sosialt miljø, anseelse og innleid arbeidskraft er temaene som gikk igjen. En oppsummering av ulike meninger som påvirker arbeidsmiljøet til fagarbeidere innenfor de ulike delkapitlene er fremstilt Tabell 9. Symbolet «->» betyr at det enten ikke er relevant for denne gruppen eller at de ikke har uttalt seg om det. Resultatene forklares nærmere i deres respektive delkapitler.

Tabell 9: Resultater FS2 - Påvirkning automasjon og robotisering har på fagarbeidernes arbeidsmiljø.

Delkapittel	Leverandør	Fagarbeider
4.6.1 Helse, fysisk arbeidsmiljø og sikkerhet	<ul style="list-style-type: none"> ○ Bedre HMS ○ Uavhengig av værforhold ○ Fast jobblokasjon 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Uavhengig av værforhold ○ Lettere fysisk arbeidshverdag ○ Fjerner kjipe oppgaver ○ Flere arbeidsår
4.6.2 Variert og givende arbeidshverdag	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mindre varierte og givende oppgaver ○ Oppgavene på fabrikk er ikke kjedeligere 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ønsker variert arbeidshverdag ○ Mer montering ○ Fjerner morsomme oppgaver
4.6.3 Opplevelse av fysisk fremgang	-	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mindre helhetsopplevelse ○ Dårligere trivsel
4.6.4 Sosial omgang med andre på jobb	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mindre sosial omgang ○ Uendret trivsel for fagarbeider 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Viktig å jobbe i team ○ Mindre sosial omgang ○ Viktig med sosial omgang
4.6.5 Anseelse og rekruttering av fagarbeidere	<ul style="list-style-type: none"> ○ Økt anseelse og rekruttering ○ A&R gjør bransjen mer attraktiv 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Prefabrikasjon tar over fagkunnskap ○ For få og lite tilvekst av norske fagarbeidere
4.6.6 Innleid og utenlandsk arbeidskraft	<ul style="list-style-type: none"> ○ Utenlandske arbeidere fordi underskudd på arbeidskraft ○ Kulturkræsje mellom norske og utenlandske 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Språkbarriere ○ Mindre sosialt ○ Slipper innleid arbeidskraft med A&R ○ Ønsker norske fagarbeidere

4.6.1 Helse, fysisk arbeidsmiljø og sikkerhet

Leverandørene uttrykker seg om at de ønsker å anvende teknologi for å lette arbeidshverdagen og gi et bedre fysisk arbeidsmiljø for fagarbeiderne. Dette handler om å gi hjelpemidler som fjerner dårlige arbeidsforhold ved å fjerne de tunge, skitne og farlige oppgavene. Slik kan fagarbeiderne bruke mindre tid på belastende oppgaver. Flere leverandører sier at sikkerhet og arbeidsmiljø for fagarbeiderne er en større pågangsdriver for prosjekt enn økonomiske fordeler. De forteller at det er mer kontrollerte forhold på fabrikk enn på byggeplass. Arbeid som utføres på fabrikk fører til mindre farlige situasjoner ute på byggeplass. Leverandør 6 benytter en flislegger som et eksempel på at prefabrikasjon gir et bedre fysisk arbeidsmiljø for fagarbeidere. En flislegger som skal flislegge et bad i syvende etasje, må bevege seg mellom mange etasjer med flisene. Her må det ofte bæres materiell over lengre tid og utføre tunge løft. Ved bygging av en kabin på fabrikk vil flisleggeren kunne utføre arbeidet på ett sted hvor materiellet løftes med maskiner helt til arbeidsområdet. Dette vil være mindre belastende og føre til bedre HMS-vilkår for fagarbeiderne. Med mer prefabrikasjon vil det totalt sett bli færre fagarbeidere på byggeplass, og de ser for seg at det fysiske arbeidsmiljøet kan bli bedre grunnet dette. Det vil være færre folk som vil gi enklere prosesser, og en mindre hektisk hverdag.

Videre uttrykker leverandørene at fagarbeiderne kan stå inne i tørt klima med arbeid på fabrikk og slippe å stå ute i regn og kulde på byggeplass. Klima ute på byggeplass er utfordrende ved at det kan forekomme frost, regn, kulde og lite tilgang på lys. Noen av leverandørene forklarer at det vil være like attraktivt å jobbe på fabrikk som byggeplass grunnet arbeid innendørs med

fravær av regn og kulde. Selv om lønningene er lavere på fabrikk fordi det er en industri, tror et par leverandører at fagarbeiderne ville valgt å jobbe inne i et tørt og varmt klima dersom de fikk velge. I avanserte fabrikker vil fagarbeiderne få lov til å jobbe inne med lys og varme mens maskinene utfører de tyngste oppgavene. Med mer arbeid på fabrikk vil fagarbeiderne ha vanlige arbeidstider, som vil være en mer kontrollert arbeidshverdag. Dette er i motsetning til at noen fagarbeidere må forholde seg til ukependling mandag til torsdag, jobbe lange dager, og ikke ha mulighet til å være med familie.

Mange av fagarbeiderne uttrykker seg positivt om å arbeide inne i et tørt klima. De sier det kunne vært fordelaktig å slippe å være ute når det er veldig bløtt, og trives ikke med å jobbe i kulden. Det er beleilig å jobbe inne i et tørt klima, og nyte fordelene av flere hjelpemidler og mindre slitasje på kropp. De tror det finnes mange tømrere som syntes det er bedre å stå inne i varmen og i det tørre, og det vil ikke være et problem å finne fagarbeidere som kunne tenkt seg inn på fabrikk. Det er spesielt de eldre som har jobbet mye ute om vinteren og som begynner å bli lei. Under intervjuene forteller flere fagarbeidere at det sikkert ikke er så ille å jobbe på fabrikk som de kanskje har gitt uttrykk for tidligere. Et forslag kunne vært å være litt inne og litt ute, eksempelvis slik som en formann. Flere påpeker at lønnen må justeres hvis det skal være aktuelt å flytte alt arbeid inn på fabrikk.

Fagarbeiderne erfarer at A&R fjerner oppgaver som belaster dem fysisk og gjør arbeidshverdagen lettere. Eksempler på dette er vindusheis, gipstraller, jekketraller, lifter, borrarobot og robot som river oppå taket. Sistnevnte verktøy river tak og kan opereres på avstand, som vil ta vekk en ellers bråkete og risikofylt oppgave. Fagarbeider 4 påpeker isolering av vegger som en kjip oppgave og er fornøyd med at det nå benyttes blåsing istedenfor å håndtere materialet selv. Fagarbeider 5 er gammel og benytter A&R som et hjelpemiddel for å løfte tungt og for å avlaste fysisk. Hen påpeker at med roboter vil en kunne fortsette med alle arbeidsoppgavene, selv om alle årene i bransjen bærer preg på mulighetene. Det uttrykkes også at A&R gjør arbeidshverdagen mer effektiv ved at det går fortere og det er ikke nødvendig å være like mange.

Fagarbeider 2 mener ikke prefabrikasjon bidrar til bedre helse, arbeidsmiljø og sikkerhet. Det beskrives at det ofte er et høyt tidspress ved montering av elementer som fører til feil og dårlig sikring. Arbeid med plassbygd betong er ikke like risikofylt med tanke på fall fordi det er dekkebord på heisene som gjør det mulig å jobbe sikkert. Det er også en mindre stressende prosess med gjentakende arbeid som gir mer pusterom. Fagarbeider 2 formidler at det spesielt har vært mye ulykker med de største elementene, der de har falt av i frakt. Sikkerhetsmessig så er ikke elementer nødvendigvis like bra som alle sier, selv om effektiviteten er høy. Hen har selv erfart montører som har sikret seg uforsvarlig ved arbeid i høyden.

4.6.2 Variert og givende arbeidshverdag

Fagarbeiderne uttrykker at de trenger å ha en variert arbeidshverdag for å trives i jobben. Det som går igjen er at de må være løsningsorienterte, ha nye utfordringer hver dag, kunne løse oppgaver på plass, være «hands on» og utføre klassisk tømrerarbeid. Det uttrykkes at det er kjedelig å kun montere elementer, overvåke maskiner og jobbe på fabrikk med rutinearbeid. De

syntes det er morsommere å skape noe ute på byggeplass sammen med laget. På fabrikk ser de for seg at det ville bli mer automatisert og ensformig arbeid alene, slik at det ikke er mulig å utnytte kunnskapen sin.

Fagarbeider 3 har lagt merke til at de ikke har like mye tid eller økonomi til finsnekring og detaljer. Det oppleves som at flere morsomme oppgaver blir fjernet og blir erstattet med mer montering istedenfor. Dette er en utvikling som personen tror de fleste andre fagarbeidere også tenker på som negativ. Det er en felles oppfattelse fra alle fagarbeiderne at det er blitt mer monteringsjobb, mindre krevende oppgaver og mer repetitivt arbeid. Fagarbeider 2 sier det ikke er like givende å stå og heise og bolte fast elementer som ved å bygge alt selv. Det observeres at det finnes fagarbeidere som ønsker å jobbe på fabrikk, men dette er ikke grunnet oppgavene, men heller arbeidsforholdene. Leverandørene beskriver samme utvikling med færre varierte og givende arbeidsoppgaver for fagarbeiderne. Leverandør 3 sier at det på byggeplass vil oppstå uforutsette situasjoner som vil kreve tilpasning. På fabrikk vil det være mindre produksjonsarbeid og mer montørarbeid, og mer overvåkning av de automatiserte prosessene. Automatiseringen vil først tiltre på fabrikk. Flere tror de varierte oppgavene vil fortsette å være på byggeplass en stund til.

Når Leverandør 6 ser på å automatisere og effektivisere prosessene på fabrikk vil det være mer gjentakende arbeid og samlebåndsarbeid. Da vil mange av arbeidsoppgavene på byggeplass forsvinne. Et eksempel fra fabrikk på en veldig ensformig og gjentakende prosess er støping av gulv. Tidligere var dette en manuell prosess, men etter automatiseringen var det ikke nødvendig med de som drev med sparkling lenger. Det er fremdeles en operatør som må overvåke maskinen og som må lage tegninger til maskinen. Leverandør 6 sier det er klart at det kan fremstå som kjedelig, ettersom den eneste variasjonen operatøren har er å tegne opp i forskjellige geometriske løsninger. Dermed vil de gjøre de samme prosessene hver dag, som ikke har rom for mye kreativitet. Leverandør 4 påstår at det fortsatt vil være givende arbeidsoppgaver for fagarbeiderne dersom det involveres mer av maskiner, og mener det fortsatt vil være like attraktivt for fagarbeider å jobbe på fabrikk som på byggeplass. Hen mener det ikke er kjipt å være montør enn fagarbeider, men at det bare er en annen type oppgave.

4.6.3 Opplevelse av fysisk fremgang

Fagarbeiderne sier at det er nødvendig å se fremgangen av prosjektet for å trives. De beskriver det som betydningsfullt å legge igjen noe fysisk ved å være en del av helhetsbildet og å ha et samspill med de andre fagarbeiderne. Oppbygging og å se fremgangen vil gi mestringsfølelse, motivasjon og følelsen av å ha vært med på å bygge noe viktig. Det vil være stor forskjell på å stå på fabrikk og kun observere én fase av byggeprosessen, kontra å være en del av helhetsbildet ute på byggeplass. Det oppleves at det blir mindre av denne helhetsopplevelsen med A&R. Med flere automatiserte prosesser på fabrikk, mer prefabrikkerte elementer og muligens en arbeidshverdag inne på fabrikk vil en kun se få deler av prosjektet. Flere fagarbeidere sier at de ikke kunne ikke jobbet på fabrikk med prefabrikasjon over tid, fordi det ikke vil være mulig å oppleve sluttresultatet av det som er produsert.

4.6.4 Sosial omgang med andre på jobb

Fagarbeiderne beskriver at arbeid i team er viktig for å trives på jobb. Flere legger til at de trives best på jobb på grunn av kollegaene. Når det skal støpe vegger på et konsentrert sted betyr det at fire til syv personer står sammen hele dagen. Det vil derfor være mye sosialt og fagarbeideren beskriver at de er avhengig av gode kollegaer for å trives. Det uttrykkes også at det kan være kjedelig å jobbe alene over lengre perioder. Fagarbeider 3 sier at ved å flytte mer produksjon av bygg inn på fabrikk kan være negativt med tanke på det sosiale ved arbeidshverdagen. I tillegg deler et par fagarbeidere erfaringer på å bli færre fagarbeidere på byggeplassen grunnet automatisering. Det trengs ikke like mange tømrere og betongarbeidere når deler av produksjonen utføres med hjelp av prefabrikasjon. Dette har også påvirket brakkekulturen hvor det har blitt mindre sosialt. En annen fagarbeider uttrykker at det ikke alltid er nødvendig å jobbe i team, så lenge det er litt sosial omgang i løpet av dagen. Selv om det er blitt færre fagarbeidere erfarer ikke denne personen at det nødvendigvis blir noe endring sosialt.

Leverandørene uttrykker at det vil bli mindre sosial omgang mellom fagarbeiderne med flere automatiserte prosesser. Dette er fordi det vil innebære flere oppgaver som kun trenger oppsyn og dermed bare én person til arbeidsoppgaven. Istedenfor vil det være mer alenearbeid på fabrikk og mer interaksjon med maskin. Det uttrykkes derimot at de ikke tror dette kommer til å påvirke trivselen hos fagarbeiderne. Dette er fordi de vil ha kommunikasjon med andre under lunsjen og ellers gjennom dagen.

4.6.5 Anseelse og rekruttering av fagarbeidere

Det uttrykkes fra noen fagarbeidere at grunnet prefabrikasjon, og at fagarbeidernes kunnskap ikke behøves i like stor grad lenger, er ikke den gamle forskalingsnekkeren like mye verdt i dag. Det er en trend der det vil forsvinne veldig mye av den tradisjonelle forskalingsnekkeren i pensjonsalderen, uten noe særlig tilvekst i den andre enden. Det er ikke så lett å få tak i en fagmann i dag, og det er en felles enighet om at det er for få norske tømrere. Noen av de ledende fagarbeiderne forklarer at de prøver å ikke leie arbeidskraft fra utlandet, men at det er vanskelig ettersom det er så få norske fagarbeidere. Det er spesielt vanskelig å få tak i gode fagarbeidere i storbyene, ettersom de fleste bor i distriktene.

Flere leverandører mener at når det blir færre belastende oppgaver for fagarbeiderne med økt grad av A&R, vil de kunne bruke tiden på mer interessante oppgaver. Teknologien vil kunne overta oppgavene som er repetetive og ikke krever kompetanse. Det er ofte ufaglærte og lærlinger som blir satt til å utføre slike arbeidsoppgaver som er mindre attraktive. A&R vil derfor kunne føre til å bedre anseelsen og øke rekrutteringen til bransjen. Fagarbeiderne sine oppgaver vil bli mer kreditert fordi de kan utføre flere arbeidsoppgaver med avansert teknologi og verktøy. Et par leverandører mener fagarbeidernes posisjon i fremtiden vil styrkes fordi det er mangel på kunnskap om snekring og tømring. Prefabrikkerte elementer kan være feilprodusert og da er det viktig at fagarbeiderne har god kunnskap og kan tilpasse seg situasjonen.

Leverandør 1 sier at det vil være færre arbeidere med kompetanse fordi det er færre som ønsker å bli fagarbeidere, ikke på grunn av robotiseringen som tar vekk arbeidsplasser. Det er færre og

færre som eksempelvis vil stå ute i kulden i januar og montere stillas. Leverandør 5 sier det fortsatt vil være konstant mangel på fagarbeidere, og kan ikke se for seg at dette kommer til å endres. Bransjen er avhengig av utenlandsk arbeidskraft fordi det er for dårlig rekruttering til bygg og anlegg. Det har ikke noe med automatisering å gjøre. Rollen til fagarbeidere endrer seg litt, men yrkesstolthet og anseelse i samfunnet vil ikke endres. Leverandør 6 forteller at det er vanskelig å få en nordmann til å jobbe på fabrikk. Intervjuobjektet sier at nordmenn ikke anser fagarbeidere som en attraktiv jobb, men at de heller vil ende opp som prosjektledere, formenn, prosjekteringsledere osv.

4.6.6 Innleid og utenlandsk arbeidskraft

På dagens byggeprosjekter meddeler en fagarbeider at byggetiden er så kort at det krever mange arbeidere som jobber samtidig. Det er ikke nok fagfolk til å dekke etterspørselen som fører til at bransjen er helt avhengig av innleid arbeidskraft, som ofte er personer uten relevant fagbakgrunn. Leverandørene uttrykker at det er et stort underskudd på arbeidskraft. Løsningen har vært å benytte utlandet, selv om de også gjør en dårligere jobb og det ikke er en bærekraftig strategi. Mye av grunnen er fordi det er billigere å benytte seg av arbeidsinnvandring enn en kvalifisert norsk fagarbeider. Alle leverandørene innenfor prefabrikasjon har utenlandsk arbeidskraft, selv om alle erfaringsmessig har best erfaring med nordmenn. Alle intervjuobjektene er enige i at bransjen i dag er avhengig av innleid arbeidskraft. Leverandør 4 sier at flesteparten av montørene i deres team er svensker som ukependler mandag til torsdag. Leverandør 6 har ingen norske fagarbeidere, kun innleid utenlandsk arbeidskraft.

Leverandør 6 viser til en kulturkrøsj mellom norske i administrasjon og utenlandske fagarbeidere. Tidligere hadde de svenske fagarbeidere, men etter hvert som produksjonen økte, fikk de kun tak i polske fagarbeidere. Leverandør 6 erfarte at polakkene hadde en annen forståelse av produksjon sammenliknet med nordmenn. Fagarbeider 2 har også lagt merke til at eksempelvis de polske danner en egen gruppe med andre rutiner. Kulturen blir ulik, og det er derfor ikke noe godt samspill på byggeplassen. Fagarbeider 2 har ikke noe imot ulike nasjonaliteter, men legger merke til at det ikke blir det samme sosiale miljøet. Det hadde vært veldig fint å få et mer sammensveiset miljø. Fagarbeider 4 opplever mange mennesker på byggeplass på kort tid, men at bekjentskap sjelden dannes. Det er spesielt ikke bra for dem som blir utleid ettersom de ikke har noe fast miljø.

Fagarbeider 4 er positivt innstilt til A&R fordi det er veldig få fagarbeidere, som vil bidra til mindre innleid arbeidskraft. Leverandør 1 mener det er mulig å kompensere for produktiviteten med roboter, slik at en ikke behøver innleid arbeidskraft og kan nøye seg med de få norske fagarbeiderne. Leverandør 2 benytter borrhroboten sin som et eksempel på et verktøy som vil gi en mer effektiv arbeidsprosess. Dersom det vil være mindre behov for fagarbeidere vil det ikke nødvendigvis gi et like stort behov for utenlandsk arbeidskraft. Fagarbeider 5 (BAS) uttrykker sin tilfredshet med sine fagarbeidere, og vil ikke ha innleide som ikke kan språket eller faget. Da vil Fagarbeider 5 heller ha færre folk med høy kunnskap og kompetanse.

4.7 FS3 - Hva er forutsetninger for å lykkes med innføring av automasjon og robotisering i byggebransjen?

Ved spørsmål om hvilke forutsetninger som trengs for å lykkes med innføring av A&R på byggeplass foreslo intervjuobjektene flere suksessfaktorer. Viktige faktorer som ble beskrevet var involvering av fagarbeidere, involvering av ledelse, gradvis implementering, kursing av fagarbeidere, kompetanseendring hos fagarbeidere og positive holdninger. En oppsummering av hvilke forutsetninger leverandørene og fagarbeiderne mener må være til stede ved implementering av A&R er fremstilt i Tabell 10. Symbolet «-» betyr at det enten ikke er relevant for denne gruppen eller at de ikke har uttalt seg om det. Resultatene forklares nærmere i deres respektive delkapitler nedenfor.

Tabell 10: Resultater FS3 – Forutsetninger for å lykkes med innføring av automasjon og robotisering på byggeplass.

Delkapittel	Leverandør	Fagarbeider
4.7.1 Involvering av fagarbeidere for utvikling av verktøy	<ul style="list-style-type: none"> ○ Nødvendig å involvere fagarbeidere 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Gunstig å involvere bruker ○ Dårlig involvering i dag
4.7.2 Involvering av ledelse for utvikling av verktøy	<ul style="list-style-type: none"> ○ Lettere implementering med involvering av ledelse 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Lettere implementering med involvering av ledelse ○ Produsenten bør involveres
4.7.3 Kursing av fagarbeidere	<ul style="list-style-type: none"> ○ Kursing er nødvendig ○ Læring ved bruk 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Kursing er nødvendig
4.7.4 Implementering av automasjon og robotisering	<ul style="list-style-type: none"> ○ Gradvis tilvenning ○ Automatisere for mye kan være negativt 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Glidende overgang ○ Dersom funksjonelt, automatiser alt
4.7.5 Kompetanseendring hos fagarbeidere	<ul style="list-style-type: none"> ○ Omskolering ○ Fagkunnskap i bunn 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Endring i kompetansebehov ○ Omskolering
4.7.6 Positive holdninger	<ul style="list-style-type: none"> ○ Skepsis fra fagarbeidere ○ Forståelse for utvikling 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ønsker mer innovasjon ○ Unge mest positive

4.7.1 Involvering av fagarbeidere for utvikling av verktøy

Alle leverandørene formidler at det er nødvendig å ha et tett samarbeid med byggebransjen for å kunne utvikle et produkt som er ønsket. For å få en god effekt er de nødt til å få innsikt i deres prosesser, noe som flere gjør ved å samarbeide med entreprenørselskaper. Det er de utførende som har kunnskap rundt prosessene og vet hvordan de skal og bør utføres. Inkludering av fagarbeiderne uttrykker leverandører som essensielt for å få innsikt i deres perspektiv. En leverandør påpeker at det burde være et samarbeid hvor begge parter lærer av hverandre. Spesielt ved å få vite hvilke prosesser som fagarbeiderne anser som irriterende eller hvilke oppgaver de kan ha fordel av å ha automatisert. Leverandørene er avhengig av tilbakemeldinger både før og etter implementering fra fagarbeidere for å kunne utvikle og optimalisere prosessene. Dermed lages det en løsning som er nyttig for fagarbeiderne og ikke bare en innovasjon som leverandørene tenkte var nyttig.

Samtlige fagarbeidere mener det er fordelaktig med et tett samarbeid mellom utvikler og bruker. Det fremkommer også erfaringer fra et par av fagarbeiderne der de har vært med på møter med ekstern leverandør for å snakke om hvilke arbeidsoppgaver de kunne trengt hjelpemidler til. Dette var en positiv opplevelse for begge fagarbeiderne som de gjerne kunne utføre oftere. Når det er sagt, opplever de fleste fagarbeiderne å ikke bli inkludert i stor nok grad under utvikling av nye produkt. De opplever en følelse av å bli oversett kunne sett for seg at leverandørene inkluderte fagarbeiderne mer i involveringen.

4.7.2 Involvering av ledelse for utvikling av verktøy

Samtlige leverandører mener det er helt avgjørende å inkludere ledelsen fordi det vil bidra til en lettere implementering. Det er de som har ansvar for fagarbeiderne og som kommer til å introdusere produktet videre. Hvis lederne er overbevist, vil det være lettere å overføre disse holdningene til fagarbeiderne. Det erfarer at det er to barrierer ved introduksjon av ny teknologi; ledelsen og de på gulvet. Begge bitene er like vanskelige, og det er nødvendig å lykkes med begge deler for å få en vellykket implementering av produktet.

Enkelte fagarbeidere uttrykker at det er viktig at ledelsen er med på avgjørelsen ettersom det er de som er ansvarlige for økonomien og dermed bestemmer. Dersom ledelsen viser interesse betyr det at de får lov til å prøve det nye produktet. Hvis de er uinteresserte, får de ikke lov til å bruke penger på det. Derfor er det viktig at ledelsen er engasjerte og involverte. Det uttrykkes også at det er viktig å ha en introduksjon fra ledelsen fordi fagarbeiderne stoler på valgene ledelsen tar. Når ledelsen går god for det vil det være lettere å godta endringen. En annen fagarbeider formidler at det vil være mer overbevisende at produsenten kommer og forteller om en ny innovasjon enn sin egen leder. Dette forklares med at lederen ikke alltid har den tekniske innsikten, og dagarbeideren føler seg mer inkludert når det er en ekstern som tar seg tid til å presentere sin innovasjon.

4.7.3 Kursing av fagarbeidere

Flere leverandører nevner at det er viktig med kursing for å kunne forstå verktøyets funksjon og lære hvordan de nye prosessene skal utføres. Leverandør 2 sin borremaskin er en kompleks maskin som trenger overvåking av fagarbeiderne, og de involverte må kjenne til mulighetene og begrensningene. Det påpekes at dersom fagarbeiderne forstår nytteverdien og vet hvordan produktet fungerer vil de kunne bedre utnytte fordelene ved den. Når fagarbeiderne klarer å benytte roboten korrekt fører det til mindre etterarbeid for leverandøren som slipper betydelig mengde brukersupport. Kursing erfarer også som et tiltak for å minimere motstand. Leverandør 3 og 5 sier at det er viktig å ha opplæring og kursing på byggeplass for å lære seg prosessene ved prefabrikasjon, men påstår samtidig at det ikke er særlig komplisert. Leverandør 1 opererer med en kompetansemodell der de ser at 20% av kompetansen kommer fra kurs, 40% fra egenlæring, og 40% fra å ha flinke ledere som rollemodeller. De påstår at det er bedre å sette fagarbeiderne i arbeid med en robot enn å plassere de på et formelt kurs.

Samtlige av fagarbeiderne uttrykker at kursing før et nytt verktøy skal implementeres er nødvendig. Slik vil de lære funksjonaliteten til maskinen og forstå hvordan produktet fungerer. Det vil bidra til at produktet blir bedre tatt imot og at de får sterkere tilknytning til produktet.

Kursingen bidrar til at kompetansen på brakken blir dokumentert og kan lettere oppsøkes. Fagarbeider 3 formidler at de i tillegg til kursing benytter seg av QR-koder med manualer til ulike produkter. Dette erfares som en mindre egnet plattform for å tilegne seg ny kunnskap.

4.7.4 Implementering av automasjon og robotisering

Mange leverandører sier det bør være en gradvis tilvenning ved implementering og introduksjon av A&R. Hvis det skal være en suksess er det viktig at det ikke er for store endringer ved implementering av teknologi. Det uttrykkes at bransjen gjerne kan ha en visjon om å revolusjonere et fag eller en industri. Samtidig vil det være lurt å ta det i små steg siden det er lettere å venne seg til nye prosesser på denne måten. For å få et gjennombrudd i en bransje påstås det at det må skje i samarbeid med hele bransjen, og ta det steg for steg. Det vil være enklere å se de positive og negative effektene sammen med resten av den eksisterende prosessen. Justeringer underveis vil være enklere og tilbakemeldinger vil være mer velkomne. Det har vært dårlige erfaringer hos flere av leverandørene der det ble automatisert for mye og det ga en negativ effekt på produksjonen. Det uttrykkes fra én leverandør at når de nå skal flytte til en ny fabrikk vil de automatisere mange prosesser med en gang. Dette er fordi teknologien er tilgjengelig og ettersom de uansett skal gjennom store endringer med ny fabrikk kan de like gjerne bytte ut så mye som mulig. Ved en slik overgang er de klar over at det vil være en tilvenningsfase som gjør at det vil ta tid å se de effektene de forventer.

Samtlige fagarbeidere har uttrykt et ønske om en mer glidende overgang og en gradvis tilvenning når det kommer til A&R på byggeplass. Det er viktig for fagarbeiderne å være tilpasningsdyktige, i tillegg til at automasjonen skal være tilpasningsdyktig. Det tror det kan bli en for brå overgang dersom det kommer drastiske endringer. Fagarbeider 1 påpeker at mange som jobber som fagarbeider ikke var de som trivdes best skolebenken, og det vil kreve tid og tålmodighet for å få på plass nye prosesser. En gradvis tilvenning innebærer først og fremst en involvering av dem i utviklingsprosessen og god informasjon slik at de på forhånd vet hva de kan forvente. Det uttrykkes misnøye fra Fagarbeider 3 ved for lite informasjon om hva som kommer av A&R på byggeplass i fremtiden. På den andre siden påpeker Fagarbeider 5 at dersom automasjonen er funksjonell, er det noen ganger like greit å utføre en større endring med en gang.

4.7.5 Kompetanseendring hos fagarbeiderne

Det er delte meninger blant leverandørene om kompetansen hos fagarbeiderne må endres. Noen observerer en økende forskjell mellom fagutdanning og arbeidsoppgaver. I dag læres fagarbeiderne opp for å bli tømrere og for å bygge tradisjonelt, selv om det andre oppgaver med større grad av montering på byggeplass. Det formidles at brukergrensesnittet på robotene til Leverandør 1 er høyt, og at fagarbeiderne har lite erfaring og forståelse rundt slike maskiner. En omskolering med fokus på teknologi fremmes som en mulig løsning for å få fagarbeidere til å adaptere seg raskere til nye innovasjoner.

Leverandør 2 sier at det ikke nødvendigvis trengs omskolering eller endring i utdanning av fagarbeiderne, men at bransjen bør fremme mer datainteresse blant sine ansatte. Leverandør 4 mener også at fagarbeiderne ikke behøver en kompetanseendring, men heller prioritere et

kompetanepåfyll. Det er viktigst at de fortsatt innehar den tradisjonelle fagkunnskapen, ettersom maskinene kan gjøre feil. Det kan likevel suppleres med ny teknisk kompetanse innenfor teknologi.

Det er flere fagarbeidere som legger merke til en endring i kompetansebehovet på byggeplass. Fagarbeider 1 erfarer at de behøver mer kompetanse innenfor montasje og påpeker at det er viktig å ta til seg andre arbeidsoppgaver ettersom mengden arbeidsoppgaver minker. Personen erfarer at fagarbeidere generelt ønsker å lære mer om blant annet prefabrikasjon for å tilpasse seg utviklingen. Fagarbeider 2 er bekymret for at menneskene kommer lengre vekk fra selve tømringen og bygging av bygg. I likhet mener Fagarbeider 5 at kunnskapen av helheten i et bygg blir mindre, og at det er en trend hvor det forventes at de er spesialister på spesifikke arbeidsoppgaver. Eksempelvis er det noen som bare kan bygge innervegger, eller at den som lager kjøkken ikke kan legge gips. Hen observerer at det er mange fagarbeidere som går og gjør det samme om og om igjen. Fagarbeider 5 uttrykker at det kan være gunstig med en omskolering for å forbedre samarbeidet mellom menneske og maskin.

4.7.6 Positive holdninger

Leverandørene har opplevd skepsis fra fagarbeiderne når det kommer til A&R. Det er ikke alle som har opplevd direkte negativitet til deres involvering, men erfarer at det er en generell skepsis i bransjen. Skepsisen er størst når det oppleves som at innovasjonen tar over jobbene deres, men dette har det blitt mindre og mindre av. Utenom dette formidler leverandørene lite skepsis, og understreker at fagarbeidere som oftest er begeistret over nye innovasjoner. Leverandør 5 sier at tilbakemeldinger til prefabrikasjon ute på byggeplass har vært positiv og de fleste fremmer metoden som noe de vil ha mer av.

Det er mye positivitet blant fagarbeiderne når det er snakk om A&R. Alle er positivt innstilt til hjelpemidler for tungt arbeid, som sparer kroppen, og som kan gjøre jobben lettere. Det er forståelse for at det går i en rasende fart og at entreprenørene må forsøke nye metoder for å oppnå forventningene til raskere produksjon. Under en slik utvikling fremhever Fagarbeider 1 at det kreves en tett oppfølging i alle ledd, inklusivt fagarbeiderne. Fra intervjuene uttrykkes det at det er de unge som er mest interessert og syntes utviklingen er spennende. Fagarbeider 1 formidler at det er et generasjonsskifte som er i ferd med å forekomme. Dette vil bidra til at gammel kultur vil begynne å smuldre opp og flere må være positive til endringer. Fagarbeider 6 er positiv til mer A&R så lenge det er til hjelp, og ikke utvikles for å fjerne spennende arbeidsoppgaver. Ettersom det har blitt mer monteringsarbeid med prefabrikasjon er det noen oppgaver som har forsvunnet som flere savner. Fagarbeider 2 føler på at fagarbeiderne jages ut bort fra fagene sine fordi elementproduksjon overtar.

5 Diskusjon

5.1 Generelt

I dette kapittelet benyttes teorien og dokumentstudiene presentert i 3 *Teoretisk* bakgrunn for å drøfte og analysere empirien fra dybdeintervjuene i 4 *Automasjon og robotisering fra intervjuobjektens perspektiv* (Busch, 2013). Ved å se resultatene i lys av teorien vil det være mulig å vinkle ulike synpunkt, finne ulikheter og likheter, og trekke nye sammenhenger.

I diskusjonene er det flere områder som må tas hensyn til og som en bør være oppmerksom på ved gjennomlesning. Det opplyses om at intervjuobjektene er fra samme konsern, nemlig AS Backe, og er fra særdeles få fagområder. Det er gitt at resultatene fra intervjuene preges av intervjuobjektens erfaringer og refleksjoner, men det vil innebære en subjektivitet som følger av utvalget av intervjuobjekter. I tillegg har det blitt informert om at intervjuene til fagarbeiderne var upersonlige grunnet intervju over telefon og *Microsoft Teams*, som kan ha hatt innvirkning på kvaliteten av resultatene. Videre, kan spørsmålene som er utformet av oss være ledende, i tillegg til at tolkningen av intervjuobjektens svar kan ha blitt misforstått. Vi har vært klare over svakhetene i kapittelet og har forsøkt å ta høyde for dette. Det er derfor benyttet metodetriangulering av resultatene fra dybdeintervju med litteraturstudien og dokumentstudiene for å sikre reliabiliteten. Til slutt vil det finnes andre kunnskapsgap i oppgaven som vi ikke har hatt mulighet å kartlegge, som leser må ta i betraktning under gjennomlesning av oppgaven.

5.2 FS1 - På hvilken måte vil automasjon og robotisering i byggebransjen forandre dagens byggeprosess for fagarbeidere?

Flere kilder påpeker at byggebransjen ikke har klart å utnytte de mulighetene som teknologien gir innenfor A&R. Bransjen ligger langt bak andre industrier med tanke på produktivitet og har ifølge teorien en større endring i vente. Denne endringen vil påvirke håndverkere i bransjen på ulike måter som vil bli diskutert i dette kapittelet. For å starte denne tankeprosessen vil det først bli reflektert rundt hvorfor bransjen har vært treg til å ta i bruk ny teknologi, for å deretter se på hvor vi er med tanke på A&R i byggebransjen i dag. Til slutt skal vi diskutere rundt hvilken utvikling som kan forventes de neste årene.

5.2.1 *Hvorfor utvikler bransjen seg relativt treigt med tanke på innovasjon?*

Kompleks bransje og mange involverte parter

En av de største utfordringene med ny teknologi i byggebransjen, beskrevet av både teori og empiri, er dens kompleksitet ved involvering av mange ulike aktører. Flere kilder fra litteraturen beskriver bransjen som fragmentert og gjør det derfor utfordrende å implementere ny teknologi. Flere intervjuobjekter nevner nettopp dette som en barriere og påpeker at det er mange som spesialiserer seg innenfor egne felt og samarbeider relativt lite med andre. Vi ser for oss at en slik splittelse forekommer fordi hver part er mest fokusert på seg selv, og ikke nødvendigvis på helheten i bransjen. Det stemmer godt overens med tankene til Chen *et al.* (2018) som påpeker at det er svært mange ulike forventninger til effekten av automasjon i bransjen blant de involverte partene, som vil føre til en utfordring. De prosjekterende ser på det som noe som skal bidra til å automatisere planlegging og prosjektering av prosjekter, mens fagarbeidere ser

på det på en helt annen måte. Samtidig beskrives det i teori at det er store kontraster mellom forskere og byggeindustrien sine tanker om hvordan endringer skal foregå. Forskere ønsker å muliggjøre A&R så fort som mulig, mens den tradisjonelle byggeindustrien forsøker å overvinne utfordringene rundt implementeringen og sikre at den er fordelaktig.

Vi oppfatter mange involverte personer i en slik innovasjonsprosess som en stor hindring for innovasjon, spesielt nå alle er fokusert på seg og sitt. Det er en tydelig bevissthet rundt dette i både teori og empiri, men er utfordrende å få gjort noe med. Direkte tiltak og muligheter for dette vil bli diskutert senere i diskusjonen. Flere innovasjoner utvikles direkte mot et fagfelt, når det egentlig burde inkludert flere prosesser fra andre fag. På en annen side vil innovasjoner som forsøker å implementeres på tvers av fag møte problemer. Et tiltak som forbedrer produktiviteten av en prosess på tvers av aktører med 50%, anser vi som et utrolig godt tiltak. Til tross for dette kan en aktør som opplever en økning av produktivitetstallet på 10% ved dette tiltaket, mene at det er helt bortkastet. Det vil være krevende å få en god dialog mellom aktørene, og de er i en bransje som er så fragmentert og har ulike intensjoner. I en slik prosess vil det være enkelt å skylde på fagarbeiderne, siden de kan fremstå som negative og lite endringsvillige. Når det egentlig kanskje er bransjen som forårsaker et krevende spørsmål til hvert enkelt fag: «Er det greit at vi må jobbe mer for at andre skal få det lettere?». Ut fra intervjuene vi utførte kom det tydelig frem at fagarbeiderne tok imot innovasjon med åpne armer. De var på ingen måte skeptiske til teknologi. Dette er en tydelig forskjell mellom data samlet fra teori og empiri.

Det er nå snakket om at det er mange ulike aktører og synspunkt innenfor byggebransjen. I tillegg til alle de involverte i forrige avsnitt kommer det frem fra intervju at det er enda en interessant som har stor innflytelse med tanke på A&R. Ved nye teknologier og innovasjoner påpeker Leverandør 2 at det sjeldent er fagpersoner fra byggebransjen som initierer de. Det er heller folk fra IT-bransjen som leter etter oppgaver som kan effektiviseres på byggeplass. Utviklerne har da ikke like god innsikt i hvilke prosesser som krever endring i størst grad og utformer kanskje innovasjoner som ikke er ønsket.

Fra vårt perspektiv blir det her involvert enda en part som hovedsakelig tenker på seg selv og sine mål. Hovedprioriteten til en slik bedrift er ikke å utvikle et produkt eller system som er best for byggebransjen, men et produkt som skaper størst verdi for sitt selskap. Teorien påpeker at utvikler forsøker å tilfredsstille brukerkravene, men det er deres egne forventninger og tilknytninger som legges til grunn. Deres innsikt er som beskrevet ofte lite samsvarende med behovet. Uansett hva som er tilfellet, om det er prioriteringene, mangel på innsikt eller en blanding, har det samme utfall. Det fører til et stort gap mellom utvikler og bruker. Dette beskrives i teorien som noe som ønskes å unngå i størst mulig grad. Det kommuniseres fra intervju at dette er et stort problem for leverandørene, men er noe de jobber aktivt med og har planer om å inkludere brukere i større grad i fremtiden. Inkludering og samarbeid mellom utvikler og bruker vil bli diskutert ytterligere senere i diskusjonen.

Ustrukturert bransje og vanskelig å standardisere

Balaguer og Abderrahim (2008) fremhever at en hindring som er sterkt knyttet til utfordringen med mange ulike aktører er at bransjen er svært ustrukturert og har veldig varierte arbeidsforhold. Det fører til at det er vanskelig å utføre oppgaver på samme måte igjen og igjen uten større tilpasninger. Slike arbeidsforhold er lite gunstig for utvikling av A&R. Det vil derfor være nødvendig med nye måter å utføre arbeid på. Fra intervjuene fremmer leverandørene det samme ved at utviklingen tar tid når det er en bransjeendring som er nødvendig. Harty (2008) påpeker det samme og legger til at et problem er at innovasjonene i bransjen ofte har for lav grad av detaljering i forhold til de rotete og komplekse aktivitetene på byggeplass. Arbeidsforholdene innebærer tunge objekter, elementer med større usikkerheter og liten grad av standardisering.

Vår oppfatning fra informasjonen tilegnet fra intervju og teori, er at uten en større endring vil det fortsatt være utfordrende å få implementert A&R ute på byggeplass i stor grad. Omgivelsene krever konstant justering og tilpasninger som maskiner og systemer i dag er relativt dårlig på sammenlignet med menneske. Ved produksjon av enkle vegger fant García de Soto *et al.* (2018) ut at det var høyere produktivitet på papiret ved produksjon med roboter. Når det faktisk ble utført på byggeplass utkonkurrerte derimot den tradisjonelle byggemetoden den moderne metoden med bruk av roboter. Dette er et tegn på at de uforutsette omgivelsene og hendelsene som oppstår i virkelighetene gjør det utfordrende for automatiserte maskiner å arbeide.

Det skal samtidig nevnes at analyser fra Bock (2015) viser til at produksjon med ny teknologi utkonkurrerer den tradisjonelle måten å bygge på over tid. Ved første øyekast vil det se ut som García de Soto *et al.* (2018) og Bock (2015) er uenige, men ikke nødvendigvis. Det er viktig å se tidsperspektivet hvor Bock (2015) påpeker at denne effekten må ses over tid. Vi tolker bransjen krevende ved implementering av ny teknologi, og tålmodighet ovenfor oppnåelse av ønsket resultat ved implementering er kritisk. Byggebransjen blir alltid sammenlignet med andre industrier når det kommer til produktivitet og det har vi selv gjort i denne oppgaven. Det som er litt misvisende er at ingen av bransjene som det sammenlignes med, etter vår mening, har hatt et like komplisert utgangspunkt. Dette er en av grunnene til at vi tror bransjen er en av de siste som vil gå gjennom en slik industrialisering som er forventet at skal forekomme.

Forventes umiddelbar effekt

Begge selskapene som arbeider med utvikling av roboter trakk frem under intervjuet at det er vanskelig å få gjennomslag ved nye innovasjoner for det forventes urealistiske resultater. Samtidig er det svært normalt, og det må nesten forventes, at innovasjoner som introduseres har en periode med negativ produktivitet. Mahbub (2012) legger vekt på at en barriere for implementering av A&R er at teknologien ikke er kompatibel med eksisterende praksis. Det kreves en endring i arbeidsmetode, noe flere leverandører påpekte at vil som oftest gi en umiddelbar negativ effekt. Prosessen krever opplæring og tilvenning. Flere studier påpeker at en årsak til skepsis i bransjen er de umiddelbare resultatene som forventes av bruker. Det tas ikke hensyn til det fremtidige potensialet til produktet.

Fra intervju og teori observeres en enighet i at høye forventninger til implementering av A&R har en negativ effekt på innovasjonsgraden. Vi mener dette kan være en grunn til at gode løsninger raskere blir forkastet. Det er en krevende situasjon hvor leverandører som ønsker å implementere nye A&R løsninger ofte må overtale utførende bedrifter til å benytte seg av deres produkt. Det er fordi det hovedsakelig er aktører utenfor bransjen som driver innovasjonen som diskutert tidligere i kapitlet. Utviklerne vil fremme de positive aspektene ved løsningen og barrierene vil ikke bli solgt inn på lik måte. Forventninger til innovasjon blir i slike tilfeller høye og det forventes at disse resultatene oppnås ved eventuell implementering. Når disse forventningene ikke oppfylles i startfasen er det naturlig for utførende bedrifter å forkaste innovasjonen, allikevel om de varige effektene ikke er observert. Dette mener vi er en usunn syklus som må gjøres noe med.

5.2.2 Industri 4.0 i byggebransjen i dag

Det er flere innovasjoner og systemer som har inntatt byggeindustrien som tyder på at Industri 4.0 og mer spesifikt A&R allerede i dag blir benyttet. Dette er selvfølgelig i mindre grad, men vi ser det som hensiktsmessig å presentere dagens situasjon før vi går videre til den utviklingen som er forventet. Bock (2015) legger frem at det innenfor A&R hovedsakelig er prefabrikasjon, «single task construction robots» og servicereboter som har inntatt bransjen.

Prefabrikasjon

Fra intervjuene kommer det frem at alle fagarbeiderne har jobbet på prosjekter hvor det har blitt benyttet en form for prefabrikasjon, men det er kun Fagarbeider 3 som selv jobbet med å bygge og montere slike elementer. Det eksisterer mange ulike bedrifter som prefabrikerer flere ulike elementer. Det mest vanlige er betongelementer, yttervegger og baderomskabiner. Leverandørene formidler at det er en økende trend av bygg som består av en kombinasjon mellom plassbygd arbeid og prefabrikkerte elementer. Fra teorien gis det signaler om at prefabrikasjon har kommet frem som et tiltak for å redusere avfall og øke produktiviteten. Det økende miljøfokus som har inntatt byggebransjen de siste årene kan være en av grunnene til at prefabrikasjon har blitt mer og mer populært. Samtidig viser erfaringer fra leverandørene til at det er raskere å benytte seg av prefabrikkerte elementer og kabiner, enn produksjon med tradisjonell bygging.

Etterspørselen etter flere prefabrikkerte elementer er såpass høy at flere av leverandørene fokuserte på utvidelser og skulle få større produksjonshaller. Samtidig viste samtlige leverandører at det er en tydelig bevissthet rundt bruken av A&R ved produksjonen på fabrikken. Alle leverandørene innenfor prefabrikasjon så fordelene med mer teknologi, men påpekte at det er krevende å endre arbeidsmetoden i større grad. Leverandør 3 fortalte at det generelt var få oppgaver som var automatisert hos dem, og kunne heller ikke se for seg at bedriften kom til å bli betydelig automatisert over de neste årene. Dette kan skyldes at bedriften fokuserte på et nisjemarked hvor deler måtte spesialbestilles og inneholdt få standardiserte produkter. Andre leverandører så store fordeler og kunne se for seg en større økning i produksjon hvis deler av arbeidet kunne blitt utført på kveldstid uten involvering av mennesker. Dette stemmer godt med Richard (2005) sin modell hvor prefabrikasjon er første steg ved industrialiseringen. Stegene etter dette med henholdsvis mekanisering og A&R utføres med

ulik grad fra bedrift til bedrift. Vi fikk oppfatningen av at dette varierte veldig ut ifra hva slags produkter som ble produsert hos de ulike leverandørene. Noen hadde enklere standardiserte prosesser som var lettere å involvere ny innovasjon med teknologi fra A&R, mens andre var avhengig av mennesker i hver enkelt prosess.

Teorien anerkjenner prefabrikasjon som en metode som vil være viktig for bransjen og forventer en økende trend med bruk av A&R inne på fabrikkene. Gambao og Balaguer (2002) påpeker at det er en økende etterspørsel, hvor produksjon med ytterligere bruk av A&R vil være nødvendig for å dekke etterspørselen. Dette stemmer godt med intervjuene hvor flere leverandører påpekte at de hadde lange ordrelister. Når det er sagt så er fagarbeiderne vi snakket med fra AS Backe relativt lite kjent med prefabrikasjon tross den økende trenden sett hos leverandør og teori. Vi antar at dette kan komme fra at fagarbeiderne kan bli litt skjermet for de prosjektene som benytter mest prefabrikasjon i og med at deres kunnskap og arbeid kreves i mindre grad. Det er også naturlig å tenke at noen av fagarbeiderne har startet sitt arbeid på prosjektet etter at råbygg og kledning er på plass og dermed ikke fått med seg de prefabrikkerte prosessene som allerede er utført. Til slutt skal det igjen nevnes at det kun er intervjuet personer fra samme bedrift, som ikke representerer hele bransjen. I kontrast til fagarbeiderne sine erfaringer har alle prosjektene vi har arbeidet på de siste tre årene benyttet prefabrikkerte hulldekker, yttervegger og baderomskabiner.

Roboter

Som nevnt tidligere er det hovedsakelig to ulike typer roboter som har inntatt i byggebransjen så langt, det er servicereboter og «single task construction robots». Fra teori er det funnet andre typer som er under utvikling, og dette er roboter som er mer komplekse. Fra intervjuene var det tydelig at roboter er mindre utbredt enn prefabrikasjon på byggeplass. Mange av fagarbeiderne har opplevd en mekanisering som beskrevet i teorien, men en lavere grad av A&R. I studien til García de Soto *et al.* (2018) påpekes det at robotikk har blitt undersøkt i byggebransjen i flere tiår, men det til tross for dette er lav grad av implementerte roboter i dag. Bock (2015) viser til mye av det samme og sier at bransjen er i en innovasjonsfase fortsatt, men det forventes at det inntas en vekstfase i nær fremtid. Vi ser for oss den nåværende fasen robotutvikling befinner seg i nå er årsaken til at leverandørene har veldig mye mer innsikt rundt robotiseringen enn hva fagarbeiderne har. Det tyder også på en bransje som har lite informasjonsflyt mellom aktører og spesielt mellom utvikler og fagarbeider. Det var svært få av fagarbeiderne som visste om de ulike robotene som var under utvikling i dag. Dette er fra våre øyne mindre ideelt med tanke på at det er fagarbeiderne selv som skal omgås disse maskinene de neste årene.

Leverandørene innenfor robotutvikling ser et stort potensial og har flere produkter som har vist god effekt ute på byggeplass. Et eksempel på en servicerebot som er på markedet i dag er WallMo sin løfterobot. Den har som mål å fjerne tunge løft ved vindusmontering. Den erstatter flere arbeidsplasser og gjør prosessen mer skånsom for menneskene. nLink har en «single task construction robot» som er spesialisert på å borre hull i betongdekker, et arbeid som er fysisk krevende for mennesker, men en jobb fagarbeiderne misliker. Leverandør 2 forteller fra sin side at det er en relativt stor kostnad ved å benytte deres robot, men mener det vil lønne seg med tanke på effektivitet og kvalitet. Økt kvalitet og mindre feil har blitt observert som en indirekte

effekt av robotiseringen fra leverandørene sin side. Kamaruddin *et al.* (2016) viser til de samme resultatene, og har sett at robotisering har forbedret flere byggeprosesser på positive måter. Fra teori og empiri tolker vi det som et gap mellom hva som ønskes å implementeres og hva som faktisk har blitt implementert. Det virker som at kostnaden ved å kjøpe de ulike robotene er en stor barriere for flere bedrifter. Det er store engangssummer som tar relativt lang tid å tjene inn. Det må ses i et større perspektiv enn prosjektnivå, noe som fører til at valgene må komme fra ledelsen i bedriften. Teorien trekker de samme slutningene og mener inngangskostnaden er en faktor som fører til treghet i innovasjonen. Denne kostnaden er det vanskelig å gjøre noe med, men det kunne vært en idé å levere ut ulike roboter på utlån til hvert enkelt prosjekt istedenfor å kreve høye engangssummer.

5.2.3 *Utviklingen av Industri 4.0*

Det ble i Japan forsøkt å implementere mange ulike automatiserte prosesser på en gang. Dette var relativt vellykket, men ga ikke helt resultatet som var ønsket. Det endte også med at de ikke fortsatte med prosjektet. Utviklingen gikk over til en smidig prosess hvor mennesker fikk flere og flere maskiner istedenfor å automatisere hele prosesser på en gang. Det viste seg at dette var mindre risikofylt med tanke på kostnad. Vi føler dette stadiet har vart svært lenge, noe som fagarbeiderne er enige i. To av fagarbeiderne vi intervjuet fortalte at de ikke føler bransjen har endret seg i større grad de siste 10 årene. Og det etter at de har blitt fortalt i 2018 at AS Backe skulle heldigitaliseres innen 2021.

Balahuer og Abderrahim (2008) viser til fire fronter som er viktig å fokusere på for å få en god teknologisk utvikling i bransjen. De fire punktene er integrasjon, prefabrikasjon, roboter og automatiserte maskiner og investering i forskning og utvikling innenfor automasjon og roboter. Fra Mckinsey (2017) sin analyse vises det til at i løpet av det siste tiåret har investeringene innenfor teknologi doblet seg i byggesektoren. Teorien viser til en ny trend og vi tolker det som at utviklingen de neste årene vil være større enn de foregående årene. Som beskrevet i de to foregående delkapitlene er det forventet at utviklingen innenfor A&R vil fortsette og innta en vekstfase. Slik som Bock (2015) viser med sin S-modell, har bransjen nådd sine grenser og det trengs en endring. Fra vårt perspektiv ser vi på ytterligere implementering av automasjon som en faktor som kan bidra til den nødvendige endringen. Spørsmålet er hvor i prosessen fagarbeiderne havner, og på hvilken måte vil en eventuell endring i byggeprosess påvirke dem?

Mer planlegging, raskere bygging

Som tidligere diskutert er det flere tegn som tyder på at A&R har kommet for å bli, som også støttes av litteratur og empiri. Fra intervjuene er det observert at den tradisjonelle byggeprosessen allerede har begynt å endre seg, og leverandørene tror det vil fortsette i samme retning. Leverandørene innenfor prefabrikasjon gir uttrykk for at det er mer tid som kreves under planleggingsfasen, spesielt til prosesser som logistikk. Til gjengjeld vil dette føre til raskere og enklere prosesser ved selve byggingen. Leverandør 4 fremhever at prefabrikkerte betongelementer krever mer tid i design- og planleggingsfasen enn hva plassbygd betong gjør. Dette samsvarer med funnene til Wakisaka (2000, sitert i Kamaruddin *et al.*, 2016) som formidler at aktiviteten på byggeplass vil bli redusert og oppgavene vil bli mindre komplekse. Dette gjelder også ved robotisering, hvor det ofte krever grundigere BIM-modeller og forarbeid

før initiering. Studiene til Chen *et al.* (2018) viser til like resultater, hvor automasjon reduserer tiden til flere arbeidsoppgaver på byggeplassen.

I lys av dette tolkes det som at informasjonen som er samlet inn i denne oppgaven er relativt enig i at det vil fremover bli mer planlegging og grundigere prosjektering, som vil spare ytterligere tid ved selve byggingen. I planleggingsfasen er det et fåtall av fagarbeidere som er involvert, og er de representert så er det som regel som BAS eller andre former for ledere i bedriften. Det vil derfor ha minimal effekt på fagarbeiderne ved mer tidsbruk i planleggingen. Raskere, mer effektiv og mindre kompleks bygging er derimot noe som vil kunne påvirke arbeidet deres i større grad. Dette vil føre til kortere tid på hvert prosjekt og det kan tenkes at det vil føre til et ytterligere stress når utførende entreprenør ønsker å bruke så lite tid på bygging som mulig. Strenge tidsfrister og lite rom for feil vil kunne skape et stressende arbeidsmiljø. På en annen side vil det kunne bety at der prosjekter er bedre planlagt vil det oppstå færre endringer underveis. Endringer er noe flere fagarbeidere indirekte ga utrykk for som frustrerende ved at prosesser må utføres på nytt grunnet ubesluttomhet og ufullstendig planlegging.

Mer fabrikk- og monteringsarbeid

Det er stor enighet blant intervjuobjekter og litteraturen at prefabrikasjon har kommet for å bli. Resultatene og trenden viser til at utviklingen videre vil inkludere denne kjente metoden. Fagarbeiderne blir påvirket av en slik prosess, og det antas at endringen vil bli tydeligere i årene som kommer. Det er krevende å reflektere rundt hvilke endringer i arbeidsprosessene som vil påvirke fagarbeiderne. Da fagarbeiderne selv ble spurt hvordan de tenkte denne utviklingen ville bli, svarte flere med at de så for seg mindre finsnekring og mer monteringsarbeid. Et par av dem påpekte at dette er noe de allerede har begynt å oppleve. Noen av dem mente også at flere fagarbeidere vil stå inne på fabrikk og produsere prefabrikkerte elementer i fremtiden.

Per dags dato er det mange innleide og utenlandske arbeidere som arbeider på fabrikkene. De fleste fagarbeidere tviler på at noen vil bli tvunget til å jobbe på fabrikk i nærmeste fremtid, og at det alltid vil være nok arbeidsplasser ute på byggeplass. Samtidig er det flere eldre håndverkere som kunne sett for seg en fast arbeidsplass med tak over hodet. Det er ikke umulig å tenke seg at flere arbeidere i denne alderen heller vil jobbe på fabrikk. Fabrikker vil benytte A&R i større grad enn byggeplass siden det er enklere å implementere i et slikt miljø og oppgavene er mer standardisert. Det gjør at arbeidsoppgavene til fagarbeidere på fabrikk involverer mer maskiner og vil mest sannsynlig være mer skånsomme. Dette bekreftet flere av leverandørene. Fra en annen vinkel kan arbeidsplassen på fabrikk sees på som usikker når de automatiserer i høy hastighet. Som tidligere diskutert ser vi ikke for oss at det vil påvirke de fast ansatte, men heller de innleide. Fra intervjuene tolket vi det som at oppgavene på fabrikk i fremtiden vil bli mer administrative og innebære større grad av overvåkning av maskiner og kvalitet.

Når det kommer til monteringsarbeidet av prefabrikkerte elementer er spørsmålet om fagarbeiderne vil utføre denne jobben, eller om det vil være ufaglærte som blir satt til dette arbeidet. I dag er det mye utenlandsk arbeidskraft som utfører monteringen ifølge leverandørene. Det er rimelig å anta at fagarbeidere uansett vil jobbe tettere på monteringen.

Fra vårt synspunkt vil det være naturlig om fagarbeiderne har et overordnet ansvar for produksjonen og utføre nødvendige tilpasninger. Vi antar at det vil være spesialiserte montasjebedrifter som har mye ung arbeidskraft med flere ufaglærte som setter sammen elementene. Fagarbeidernes ekspertise og kunnskap vil være helt kritisk ved overvåkning av montering og tilpasning på byggeplass, men behovet vil reduseres fra dagens situasjon.

Mer styring av maskiner

Både på fabrikk og ute på byggeplass beskriver litteraturen at det vil bli mer maskiner. Leverandørene som er intervjuet forteller at de ser for seg at fagarbeidere vil få mer ansvar over maskiner og overvåke prosessene de utfører. Deres arbeidsoppgaver vil i fremtiden være mindre «hands on» og det vil istedenfor være krevende utfordringer knyttet til interaksjon mellom menneske og maskin. Chen *et al.* (2018) utforsket ulike ulemper rundt denne utviklingen og så at en av de var at fagarbeiderne kunne føle seg som slaver til de automatiserte maskinene. Når det er sagt skal det sies at denne ulempen ikke var så tydelig som først antatt. Flere av fagarbeiderne medelte at de forventer mer arbeid med maskiner i fremtiden, men ser ikke nødvendigvis dette som negativt. Det er derimot noen forutsetninger som må være til stede for at de skal trives med dette, som blir diskutert i neste kapittel. Det er flere fagarbeidere som er interessert i den digitale utviklingen og vi ser for oss at unge fremoverlente fagarbeidere kommer til å jobbe med de første robotene. Samtidig vil fagarbeiderne som liker å jobbe som de gjør få muligheten til å fortsette med dette. Utviklingen vil ikke tre i kraft raskt nok til at alle må arbeide med roboter i like stor grad.

Behovet for fagarbeidere

Det er i dag en stor etterspørsel etter fagarbeidere. Som et resultat av dette har det blitt vanlig med innleid og utenlandsk arbeidskraft for å få dekket behovet. Hvordan vil A&R påvirke denne etterspørselen? Vil behovet for fagarbeidernes kunnskap forsvinne? Under implementeringen av A&R de siste årene er det allerede observert at det er færre fagarbeidere på byggeplassen grunnet automasjon. Leverandørene uttrykker at Industri 4.0 vil lette på arbeidet til fagarbeiderne og det vil ikke kreves like mange for å gjøre de samme oppgavene. Samtidig er alle intervjuobjektene enig om at det vil være et behov for fagarbeidere i lang tid fremover. Det vil alltid være elementer ved et bygg som ikke kan prefabrikeres og roboter krever alltid en form for oppfølging. Fagarbeidernes kunnskap er derfor ekstremt viktig fremover, men A&R vil muligens kunne føre til at det ikke kreves like mange. En slik utvikling påpeker både leverandører og fagarbeidere er bra grunnet mangel på nyutdannede fagarbeidere.

Leverandørene forventet at arbeidsoppgavene til flere fagarbeidere ville endre seg de neste årene og behovet er vanskelig å estimere. Fra vårt perspektiv vil fagarbeideren sin situasjonen være avhengig av tidsperspektivet. På relativt kort sikt ser vi for oss at etterspørselen etter fagarbeidere vil være relativt uendret. Det vil ta svært lang tid før maskiner vil kunne utføre en større andel av produksjonen i byggebransjen, og de fast ansatte som ønsker å jobbe i byggebransjen ser vi på som svært attraktive og vil kunne jobbe der i mange år fremover. I et langt perspektiv, når A&R er godt implementert, ser vi for oss at det vil være mye prefabrikasjon med høy grad av automasjon, noe litteraturen støtter opp under. Når det er sagt tror vi det vil ta svært lang tid før roboter utenfor fabrikk erstatter fagarbeidere i større grad,

men heller at de vil kunne endre måten å jobbe på. Ved en eventuell reduksjon i behovet for fagarbeidere i fremtiden vil det mest sannsynlig utelukkende påvirke den innleide og utenlandske arbeidskraften, i hvert fall i første omgang.

5.3 FS2 - Hvordan vil automasjon og robotisering påvirke fagarbeidere sitt arbeidsmiljø?

Arbeidsmiljøet ved en arbeidsplass er svært viktig for at de ansatte skal trives og ønske å jobbe videre. Innledningsvis ble arbeidsmiljø definert, og det består av flere aspekter enn mange tenker. Vi skal i dette kapitlet diskutere de viktigste endringene A&R vil kunne medføre for fagarbeidere med tanke på arbeidsmiljø.

5.3.1 Helse og sikkerhet

Sikkerhet

Ved utvikling av ny innovasjon innenfor A&R forteller flere av leverandørene at de fokuserer på sikkerhet og arbeidsmiljø for fagarbeiderne, før de ser på hva de økonomiske besparelsene innovasjonen kan bidra med. Dette er en sunn tankegang, men det fungerer ikke alltid slik i virkeligheten. Vi ser for oss at ledelsen i flere bedrifter er lite kjent med de faktiske arbeidsvilkårene til fagarbeiderne, og fokuserer i større grad på det økonomiske perspektivet enn sikkerhet. Fra litteraturen er byggeindustrien kjent for å ha en dårlig sikkerhetsytelse og det oppstår dessverre flere dødsulykker. Tiltak som bedrer forholdene til fagarbeiderne vil derfor i det lange løp ses på som en stor ressurs. Chen *et al.* (2018) kommer frem til at bruk av A&R vil bedre sikkerheten til fagarbeidere betraktelig, i og med at mennesker kan bli fjernet fra risikoutsatte oppgaver.

Prefabrikasjon vil som diskutert tidligere ha en større rolle i bransjen de neste årene som kan føre til mer arbeid på fabrikk for fagarbeiderne. Dette understreker både fagarbeidere og leverandører som en betraktelig tryggere arbeidsplass enn den tradisjonelle byggeplassen. Her er det mindre arbeid i høyden, mer automasjon og det er like omgivelser ved hvert prosjekt. Et par fagarbeidere ser for seg at prefabrikasjon vil føre til færre involverte ute på byggeplass som vil gi enklere prosesser og mindre stress i hverdagen. Internkontrollforskriften understreker at det skal utføres systematiske tiltak for å opprettholde god sikkerhet internt i enhver virksomhet. Det kan derfor tenkes at flere utførende entreprenører som står ansvarlig for sikkerheten på byggeplass fremmer mer prefabrikasjon siden det er et tryggere alternativ. Fagarbeider 2 er ikke enig og ser ikke prefabrikasjon som et sikrere alternativ til tradisjonell bygging. Personen har erfart monteringsdelen av prefabrikasjon og mener det utføres flere tunge og farlige løft med dårlig sikring. De som er ansvarlige for monteringen er ofte under et stort tidspress og slurver til tider med fallsikring i høyden.

Ulykkesstatistikken fra Arbeidstilsynet (2020) viser til at fall fra høyde er den hyppigste ulykkestypen på byggeplass i Norge. Ved prefabrikasjon så er det totalt mindre arbeid i høyden under produksjon, men som Fagarbeider 2 påpeker så er det mer komplekse og vanskelige løft når de skal montere elementene. nLink sin robot som utfører takborring vil være et godt tiltak for bedre sikkerhet hvor fagarbeidere slipper å vandre opp og ned i stige/stillas. Andre hendelser

som forårsaker mange ulykker, er fallende gjenstander og skader ved bruk av håndverktøy. Vi ser for oss at ved bruk av flere «single task construction robots» vil det bli færre løse gjenstander på byggeplassen og det vil også føre til mindre bruk av farlige håndverktøy. Samtidig er det mulig å tenke seg at roboter vil medføre en indirekte positiv effekt på sikkerheten; ryddighet. De fleste roboter krever et område som er ryddig, og kan for øyeblikket ikke manøvrere seg i uforutsigbare områder. Dette er egentlig et segment som utgjør en utfordring ved implementering av slike maskiner, men samtidig fører det til et område med svært lite rot. Dette vil kunne føre til færre ulykker som tidligere var relatert til løse gjenstander og snubling.

Vi tror som flere fagarbeidere at ved å redusere antall arbeidere på byggeplassen vil det bli mer oversiktlig og bedre sikkerhet for alle involverte. Ved å flytte arbeid bort fra byggeplass og la flere maskiner/roboter assistere fagarbeiderne på byggeplass vil prosessene være mer kontrollerte og innebære mindre stress. Prosessene på fabrikk ses på som tryggere og den totale sikkerheten vil ses på som bedre fra våre øyne. Det er derimot viktig å forstå de nye utfordringene og farene det medfører, slik som Fagarbeider 2 påpekte. Det vil oppstå mer frakt med større kjøretøy, tyngre løft og montering i høyden. Vi mener dette må tas ekstra hensyn til, under montering og frakt av større elementer må det utføres bedre kursing og bevisstgjøring for å eliminere unødvendig risiko. Bükrü *et al.* (2020) formidler at sikkerhetskursingen i dag er for teoretisk og mangler involvering av arbeidernes handlinger. Andre tiltak vil være detaljert planlegging av logistikk og en riggplan som er godt kjent av alle på arbeidsplassen. Dette vil kunne bidra til å ha færrest mulig personer i utsatte områder under frakt og montering.

Ergonomi og helse

Arbeidsmiljøloven ønsker å få arbeidsgivere til å skape et arbeidsmiljø som gir grunnlag for en helsefremmende arbeidssituasjon. Fra litteraturen er det enighet om at arbeidsforholdene i byggebransjen er krevende på kroppen, spesielt rygg og bein. I Norge er det bygg- og anleggsarbeidere blant de som rapporterer høyest arbeidsrelatert sykefravær. Fagarbeiderne ser utfordringene med en fysisk krevende arbeidsplass og ønsker flere maskiner som tar over de tyngste oppgavene. Flere leverandører påpeker at sikkerhet og arbeidsmiljø er en større pågangsdriver for ny innovasjon enn økonomi, og at deres innovasjoner ofte er rettet mot arbeidsmiljø før effektivitet. Samtidig nevnes det at det ikke skader om det blir tatt to fluer i en smekk. Dette ser vi som en veldig positiv holdning og ønsker at bransjen skal ha et slikt syn. Sikkerhet og arbeidsmiljø først, og deretter effektivitet. Det er også viktig at utførende entreprenører tør å gjøre investeringer på grunnlag av sikkerhet, som vil lønne seg i lengden. Sykefravær koster bransjen og samfunnet verdifulle ressurser.

Fagarbeiderne har allerede opplevd flere tiltak som hjelper dem i deres hverdag. Fagarbeider 5 benytter i dag ulike motoriserte hjelpemidler som bidrar til en bedre ergonomi. En annen fagarbeider syntes isolering var en av de mest krevende arbeidssituasjonene. Nye innovasjoner som blåserisolasjon har gjort arbeidshverdagen bedre hvor det er mindre krevende arbeidsposisjoner og mennesker slipper å være i direkte kontakt med isolasjonen. Det er også kjent fra litteraturen at luftveiene til fagarbeidere ofte blir skadet gjennom et langt arbeidsliv i krevende omgivelser. Det er naturlig å tenke at å bytte ut mennesker med maskiner i utsatte områder hvor det er mye forurensing vil føre til bedre sikkerhet for fagarbeiderne.

Det er som tidligere nevnt få automatiserte roboter ute på byggeplassen i dag, men det kan tenkes at det foreløpig har vært en mekanisering innenfor ulike oppgaver på byggeplassen, og neste skritt er A&R, slik som studien til Kamaruddin *et al.* (2016) poengterer. I og med at maskinene som bedrer ergonomien har blitt tatt så godt imot, ser vi for oss at A&R vil være svært hjelpsomme for en bedre arbeidsergonomi i fremtiden. Den ergonomiske arbeidssituasjonen er betydelig bedre på fabrikk enn på byggeplass, forklarer leverandørene. De tar frem flere ulike eksempler som tyder på mindre tunge løft og bedre arbeidsposisjoner. Det er tydelig at flere fagarbeidere har samme inntrykk i og med at de ser for seg at de kanskje vil jobbe med prefabrikasjon når de blir eldre og kroppen begynner å bli sliten. En slik endring grunnet livssituasjon samsvarer i stor grad med Arbeidsmiljøloven. Den formidler at det skal legges til rette for tilpasninger i arbeidsforholdet knyttet til enkelte arbeidstakers forutsetning og livssituasjon. Fra vårt perspektiv vil en overgang til fabrikk i eldre alder være gunstig i og med at en normal kropp sliter med å holde ut i 40 år med fysisk krevende oppgaver daglig. Det vil kunne utvide arbeidsårene til en fagarbeider som får bedre arbeidsforhold og mindre slitasje på kroppen. Dette er et område hvor vi går ut fra at A&R kan bidra til bedre samfunnsøkonomisk nytte, og mer glede for fagarbeidere som slipper å bli delvis ufør i tidlig alder.

Klima

Fra levekårsundersøkelsen om arbeidsmiljø kom det frem at bygge- og anleggsarbeidere er de som oftest utsettes for arbeid i varme og kalde omgivelser. Klima ute på byggeplass er utfordrende, noe som gjenspeiles i intervjuene til både fagarbeidere og leverandører. Ved å arbeide med prefabrikasjon inne på fabrikk vil fagarbeiderne få stå inne i tørt klima og slippe regn, kulde og mangel på lys. Dette vil kunne forbedre byggeprosessen ved at væravhengige prosesser kan utføres uavhengig av vær. Det viktigste er at fagarbeidere vil få bedre arbeidsforhold. De fleste fagarbeiderne var positive til å arbeide inne i et tørt klima og var generelt lite begeistret for å arbeide i kulden på vinterstid. Noen av leverandørene så en utfordring med å få norske fagarbeidere til å arbeide inne på fabrikk, men fagarbeiderne så ikke for seg dette som et problem. Det kan tenkes at fagarbeiderne kun tok klima i betraktning da de besvarte dette spørsmålet, og glemte at det er lavere lønn og mer repetitive oppgaver. Det er uansett en interessant observasjon som viser at flere fagarbeidere er ikke helt fremmede for å arbeide på fabrikk.

En av fagarbeiderne foreslo at det kunne vært en idé å arbeide litt inne på fabrikk og litt ute på byggeplass istedenfor å måtte velge mellom enten eller. Dette kunne vært et godt tiltak om det lar seg gjøre og hadde gjort en eventuell overgang mer smidig. Grunnet ulik lokasjon på byggeplass og fabrikk vil det kunne være vanskelig å få til i praksis. Hvis dette skulle blitt gjennomført ser vi for oss at det måtte blitt ulike perioder ute på byggeplass og andre perioder på fabrikk. Det mest ideelle for fagarbeidere hadde vært å kunne jobbe på byggeplass om sommeren og på fabrikk om vinteren. Det er vanskelig å evaluere om dette er gjennomførbart, men det er et spennende tema som burde utforskes i større grad.

5.3.2 Trivsel og meningsfull hverdag

Variert og givende oppgaver

Fra intervjuene kommer det frem at fagarbeiderne ønsker å ha en variert arbeidshverdag, og at dette er helt nødvendig for å trives på arbeidsplassen sin. De ønsker å måtte være kreative og løse nye problemer når de oppstår. Konvensjonell bygging ute på byggeprosjekter oppfyller disse ønskene i stor grad. Skulle det blitt slik at flere og flere havnet på fabrikk, formidler noen leverandører i sine intervjuer at de ser for seg mindre varierte og givende arbeidsoppgaver. Arbeidet med prefabrikasjon vil innebære mer montørarbeid og overvåking av de automatiserte prosessene. Leverandør 6 tror at arbeidet blir mer gjentakende og vil ha litt mer preg av samleband. Flere av fagarbeiderne legger frem at akkurat dette vil være en kjedelig arbeidshverdag. Montere, overvåke maskiner og utføre rutinearbeid er det de frykter ved å jobbe på fabrikk. Fagarbeiderne uttrykker at det de ønsker er å skape noe sammen ute på byggeplass sammen med arbeidslaget, hvor de får brukt kunnskapen sin. Noen av fagarbeiderne har allerede merket at flere av de mest interessante oppgavene ute på byggeplass har forsvunnet på grunn av prefabrikasjon. Flere elementer produseres ferdig og finsnekingen som flere setter pris på forsvinner gradvis. Vi oppfatter dette som en utfordring siden partene er, som tidligere diskutert, enig i at flere mest sannsynlig vil havne på fabrikk, men samtidig er det en konflikt på hva fagarbeiderne ønsker og hva de kan bli tilbudt på fabrikk.

Leverandør 4 sier seg litt uenig i flere andre leverandører, og trekker frem at det fortsatt vil være givende arbeidsoppgaver på fabrikk, bare at oppgavene vil være interessante på en annen måte. Det vil være minst like attraktivt å arbeide på fabrikk som på byggeplass, legger personen til. Dersom en er engasjert i maskiner og liker automasjon, vil arbeidet være svært givende. Vi ser for oss at flere unge setter pris på mer maskiner og ønsker å jobbe tett med disse uansett om det er på fabrikk eller på byggeplass. Innovasjoner innenfor automatiserte produksjonsmetoder vil først ankomme prefabrikasjonsmarkedet, og det kan tenkes at fagarbeidere som liker å jobbe med slike maskiner vil tiltrekkes fabrikker. Vi oppfatter det som essensielt for de ulike leverandørene å gjøre arbeidsoppgavene på fabrikk interessante. Dette kan utføres på mange ulike måter, men å ha et høyt fokus på innovasjon og utvikling vil generelt føre til at unge mennesker trives.

For at arbeidet skal føles som meningsfylt forteller flere fagarbeidere at de ønsker å se den fysiske fremgangen på prosjektet. Dette gir en høy grad av motivasjon og arbeidet utføres i samspill med andre aktører. Flere er redde for at dette aspektet ved produksjon vil forsvinne helt ved arbeid på fabrikk. Arbeidsmiljøloven poengterer det samme ved at en meningsfylt arbeidshverdag er viktig for å ha et godt arbeidsmiljø og trives på jobb. Det er utfordrende å se hvilke tiltak leverandørene kan ta for å skaffe samme helhetsfølelse. En av leverandørene mener det gir en mestringsfølelse når hvert element er utført, men ser utfordringen ved å ikke se fremgangen på hele prosjektet. Fra vårt perspektiv vil det være et steg i riktig retning å sette konkrete mål som fagarbeiderne har fått være med på å utvikle og føler en tilknytning til. Å se utviklingen av et bygg gir en tilfredshet, men det vil også være givende å jobbe mot teoretiske mål. Kreativitet hos leverandør for å motivere og engasjere arbeiderne vil kunne kompensere i en viss grad for mangel på følelsen av fysisk fremgang.

Når det kommer til ulike roboter ute på prosjekter så ser ikke leverandørene eller fagarbeiderne på det som et problem ennå. I dag fokuserer de nye maskinene og robotene som utvikles på å utføre oppgaver som de fleste fagarbeidere ser på som relativt kjedelige. De fjerner derfor ikke de varierte og spennende oppgavene fagarbeiderne trives med. I fremtiden vil dette kanskje endre seg, men foreløpig er ikke dette en utfordring, snarere tvert om. Leverandør 2 mener arbeidsoppgavene med boring har blitt mer givende etter at de benytter en automatisert robot. I dag trenger roboten en fagkyndig person i nærheten som kontrollerer den. Dette er en teknisk krevende og variert jobb som har oppstått i stedet for den gjentakende boringen. Det er naturlig å tenke at det i fremtiden kan oppstå flere slike situasjoner hvor A&R medfører mer spennende oppgaver som er varierte. Fra vårt ståsted er det ingen grunn til å holde igjen på implementeringen av nye innovative roboter, det vil ta lang tid før de vil ta over de komplekse oppgavene fagarbeiderne setter mest pris på.

Sosialt

Fra litteraturen er det rapporter som viser til at byggesektoren har et over gjennomsnittlig godt psykososialt miljø sammenlignet med andre næringer. Det sosiale aspektet ved en arbeidsplass beskriver flere studier som viktig for at de ansatte skal kunne utføre en god jobb. Manglende støtte og kontakt med ledere og medarbeidere ble oppdaget som en årsak til depresjon blant arbeidere i byggenæringen. Samme rapport fant ut at disse forholdene hadde større påvirkning på menneskene sin psyke enn høyt arbeidspress.

De sosiale påvirkningskreftene ved A&R er viktig å ta hensyn til for å ivareta fagarbeiderne. Leverandørene ser for seg at flere aspekter ved automasjon vil føre til færre fagarbeidere på byggeplassen. Hvordan dette vil påvirke fagarbeiderne er uvisst, men deres tanker rundt et slikt scenario er givende for å forstå deres behov. Den umiddelbare responsen som ble gitt fra flere fagarbeidere var at de trives best på jobb på grunn av kollegaene og at de får jobbe sammen i team. Fagarbeider 3 uttrykker at mer A&R kan være utfordrende for det sosiale miljøet og er spesielt bekymret rundt arbeid på fabrikk. Som nevnt i teorien er det alltid motstand blant mennesker siden de liker å utføre arbeid som de gjør i dag. Det kan derfor hende at bekymringene til Fagarbeider 3 til dels har opphav fra skepsis mot endring. Samtidig ser vi på argumentene som rasjonelle og det bør legges vekt på hvordan de psykososiale endringene fra A&R vil påvirke fagarbeiderne.

En annen fagarbeider trekker frem at det ikke alltid er nødvendig å jobbe i team, så lenge det er andre former for sosiale settinger i løpet av arbeidsdagen. Det tyder på at det er individuelle forskjeller og ønsker, at det ikke er en måte som nødvendigvis er korrekt. Alle fagarbeiderne er enige om at de må omgås med andre mennesker i løpet av dagen. Mengden sosialisering og grad av samhandling er det ulike meninger om. En av leverandørene forteller i sitt intervju at det vil bli flere oppgaver som kun innebærer oppsyn og kontroll, og derfor vil det kun være nødvendig med én person til oppgaven. Det vil være mer samhandling med maskin, men kommunikasjon med andre mennesker vil forekomme i andre situasjoner og trivselen til fagarbeidere vil derfor ikke bli påvirket. Vi kan forstå synspunktene til leverandøren, men det blir utvilsomt færre situasjoner med sosiale sammenhenger ved slike arbeidsoppgaver. Fagarbeiderne uttrykker at en slik arbeidsplass ikke er ønskelig og fører til dårligere trivsel,

men det skal sies at dette er noe ingen av våre intervjuobjekter har forsøkt enda. Ut ifra våre tolkninger virker det som at arbeid i team er meget viktig for fagarbeidere, noe som gradvis vil avta med mer A&R.

Fagarbeiderne beskriver i sine intervjuer at innleid og utenlandsk arbeidskraft påvirker det sosiale aspektet på byggeplassen negativt. Intervjuobjektene påpeker at de ikke har noe imot utenlandsk arbeidskraft, men erfaringsmessig har det til tider vært utfordrende med tanke på samarbeid og sosialt miljø. Språk- og kulturbarrierer gjør at kommunikasjonen er utfordrende og det er vanskelig å samarbeide effektivt. Det fører til færre samtaler og flere misforståelser. Noen fagarbeidere oppdaget at de ulike nasjonalitetene dannet seg egne gjenger og rutiner som fører til et dårligere samspill på byggeprosjekter. Leverandørene påpeker de samme observasjonene, men forteller at slik som situasjonen er i dag, er de helt avhengig av denne arbeidskraften. Som diskutert tidligere ser vi for oss at det blir færre utenlandske arbeidere ved ytterligere bruk av A&R. Fagarbeider 4 forteller oss at slike innovasjoner vil være svært bra for det sosiale siden det vil redusere behovet for innleid arbeidskraft. Vi trekker de samme konklusjonene som Fagarbeider 4 og ser for oss at deler av det sosiale miljøet vil bedres på byggeprosjekter i fremtiden.

bor

Det sosiale arbeidsmiljøet er komplekst og vi ser for oss at A&R vil kunne bedre noen aspekter ved det sosiale, men samtidig fjerne deler som fagarbeiderne setter stor pris på. Det betyr ikke at vi mener bransjen kun skal implementere innovasjon som påvirker fagarbeiderne positivt, men at det må gjøres bevisste valg som er gjennomtenkte. Ved å være klar over de ulike utfordringene og synspunktene til de ulike partene vil det kunne iverksettes tiltak og legge til rette forhold som er så bra som mulig.

Bedre anseelse

I dag formidler leverandører og fagarbeidere at det er mangel på fagarbeidere og at det utdannes for få til å dekke behovet som eksisterer. Det er færre og færre som ønsker å bli fagarbeidere og det kan gjenspeiles i hvordan unge ser på yrket i dag. Litteraturen understreker som tidligere nevnt at byggenæringen er kjent som skitten, farlig og manglende kvalitet. Anseelsen til en bransje vil påvirke om yngre mennesker ønsker å oppsøke jobber og utdanninger innenfor dette segmentet. Fra intervjuene forteller flere leverandører at A&R vil bidra færre belastende oppgaver for fagarbeidere, som igjen vil kunne gi de mer tid til å arbeide med interessante oppgaver. Det kan tenkes at dette vil bidra til å øke anseelsen og det dårlige ryktet til byggebransjen vil kunne gradvis endres. Det er observert at det ofte er de yngre som får de tunge, krevende og minst populære oppgavene. Vi ser for oss at denne trenden vil endre seg de neste årene hvor teknologikunnskapen til de yngre vil kunne føre til at de får utføre de mest prestisjefulle og interessante oppgavene. Ved å introdusere ulike innovasjoner og høyteknologiske maskiner i produksjon tror vi flere vil se på fagarbeider yrke som et yrke de vil være stolt av.

Vi oppfatter at det er en forutinntatt holdning i bransjen hvor mange ikke ønsker å bli fagarbeidere fordi maskiner vil ta over og det tenkes at det er et døende yrke. Leverandør 1 formidler at dette ikke er tilfellet. Det som gjør at færre ønsker å bli fagarbeidere er hvilke

holdninger samfunnet knytter til yrke. Det påpekes at det er svært få fagarbeidere i storbyene, men distriktene har flere. Dette er rett og slett fordi det er større aksept for å ha et slikt yrke utenfor storbyene. Kamaruddin *et al.* (2016) formidler på den andre siden at større grad av mekanisering og industrialisering har ført til at fagarbeiderne blir misfornøyde med arbeidsplassen sin. Det var flere årsaker til dette, men en sentral del var at arbeiderne ønsket en stabil og langsiktig arbeidsplass. Fra intervjuene vi utførte så var det ikke én eneste fagarbeider som var redd for sin arbeidsplass på grunn av A&R. Deres oppfatning var at bransjen ønsket flere norske fagarbeidere, ikke færre.

Ved å modernisere yrket ser vi for oss at bransjen kan tiltrekke seg praktisk anlagte ungdommer som ønsker å benytte ny teknologi. Det er negativt for fagarbeidere, og folk i industrien generelt, at bransjen har et rykte på seg for å være lite innovativ og lite produktiv sammenlignet med andre næringer. Det gjør sjeldent en person stolt over yrket sitt. En endring i oppfatningen av yrket vil kunne føre til at flere i bransjen snakker opp bransjen som igjen vil tiltrekke seg nye folk. Fra vårt synspunkt er ikke en lav grad av innovasjon og dårlig produktivitet det som skaper et attraktivt og anerkjent yrke. Fagarbeidernes frykt for at arbeidsplassen ikke er så stabil som litteraturen viser til, virker ikke helt å stemme med den norske situasjonen ut fra de intervjuene vi har utført. Til og med leverandørene påpeker at det alltid vil være behov for håndverkere. Vi tror det er viktig å kommunisere tydeligere til de unge at det er et behov for fagarbeidere med tekniske ferdigheter, og at det vil være et attraktivt og stabilt yrke i lang tid fremover. A&R vil være et friskt pust for anseelsen til fagarbeidere og kunne bidra til å trekke flere unge til en utdanning innenfor byggesektoren.

5.4 FS3 - Hva er forutsetninger for å lykkes med innføring av automasjon og robotisering i byggebransjen?

I denne delen av diskusjonen skal det diskuteres hvordan det kan legges til rette for at A&R utvikles på en god måte i bransjen. Det er mange viktige faktorer å ta hensyn til ved en slik implementering og det er viktig å vite at alle faktorer vil ikke bli gjennomgått. Vi vil fokusere på de aspektene vi har erfart fra intervju og litteratur som mest kritiske. Det vil i korte trekk bli sett på involvering, prosjektmetodikk, implementeringsmetodikk, «digital mindset» og en samspillende bransje.

5.4.1 Involvering og kursing

Gjennom intervjuene av fagarbeidere og leverandører har det kommet frem at det er viktig å involvere både fagarbeidere og ledelse ved utvikling og implementering av nye innovasjoner. Et tett samarbeid mellom leverandør og fagarbeidere meddeler leverandørene som en viktig kilde for kunnskap og innsikt i deres prosesser. Vi ser for oss at en slik innsikt i hvilke prosesser som fagarbeiderne selv syntes er uønsket, vil føre til en implementering som går mye av seg selv. Det vil kreve mindre overtaling og virkemidler for å få produktet i bruk. Mennesker som har deltatt i utviklingen vil føle et eierskap og vil ønske at det skal fungere. Det tror vi er en nøkkel for å få igjennom ulike endringer. Ribeiro og Fernandes (2010) formidler de samme synspunktene i sin studie om agile metoder i byggebransjen. Involvering av kunder og brukere

er helt essensielt, og det hevdes at om det ikke utføres vil ikke produktet utvikles suksessfullt. Andre studier viser til like resultater.

Bengtsson *et al.* (2018) fremhever at det må være en mottakelig kontekst for innovasjon for at en ny innovasjon skal kunne implementeres. En slik mottakelig kontekst påvirkes av flere faktorer, men baserer seg hovedsakelig på samarbeid og koordinering. Mennesker ønsker å bli hørt og ha innflytelse i sin arbeidshverdag. Ved å nå ut til brukere er vi overbevist om at det vil bli en bedre dialog og prosess for innovasjon. Noen fagarbeidere har til tider følt på en viss inkludering i noen utviklingsprosesser rundt A&R, men det er en felles konsensus om at de ønsker å ha mer innflytelse i disse prosessene. Vi fikk utrolig mange gode innspill under intervjuene fra fagarbeidere som hadde nye ideer til automatiserte prosesser. Dette var ikke noe vi hadde forventet skulle oppstå. De viser et engasjement og at de vil være med på å utvikle bransjen i en positiv retning. Dette må leverandører utnytte, fordi deres kunnskap og innsikt er uvurderlig.

Kursing er en konkret måte å inkludere fagarbeiderne på. Litteraturen mener dette er en helt essensiell del av implementeringen som bidrar til å heve teknologien sin funksjon. Lu *et al.* (2015) uttrykker at det skal bidra til å få brukerne til å forstå bakgrunnen for implementeringen i større grad. Mange kilder viser til at uformell kursing er en viktig del av opplæringen og det ofte førte til flere vellykkede implementeringer. Leverandørene deler mange av de samme observasjonene under sine intervju. Leverandør 2 ser for seg at det vil skape mindre motstand ved implementering om fagarbeiderne får en god opplæring. Leverandør 1 er stor tilhenger av uformell kursing og benytter en modell som består av 20% formell kursing, 40% uformell kursing og 40% egenlæring. Personen legger til at de har større tro på å sette fagarbeiderne i arbeid med en robot enn å plassere de på kurs.

Fagarbeiderne forteller at kursing er et nyttig verktøy som bidrar til bedre mottakelse. Det eksisterer flere formelle instruksjoner til hvordan ulike verktøy skal benyttes i dag. Dette beskriver Fagarbeider 3 som en mindre god metode som benyttes i dag. Vi forstår det som at de fleste fagarbeidere ønsker en interaktiv opplæring som ikke baserer seg på ferdige instruksjonsmalen. Dette bidrar ikke til en god inkludering som motiverer fagarbeidere til å benytte verktøyet. Når vi sammenligner responsen fra leverandør og fagarbeider ser vi at de er enige om at kursing er viktig og at store deler burde utføres uformelt. Ut ifra hva fagarbeidere erfarer virker det derimot som at det til tider forsøkes å spare penger ved kursing ved å heller gi dem en manual. Kurs er en arena som gir mulighet for å motivere og endre holdninger til en prosess som skal fornyes. Det er derfor viktig å prioritere dette.

Litteraturen legger vekt på at det er viktig med et tett og godt samarbeid mellom fagarbeidere og deres ledere. En støttende kultur fremmer gode vaner og gir grunnlag for en kultur som fremmer ny innovasjon. Fra intervjuene forteller leverandørene at de opplever at lederne til fagarbeiderne har stor innflytelse på deres holdninger. Det er derfor viktig å ikke bare involvere fagarbeiderne, men deres ledere er også en kritisk interessent. Et par fagarbeidere gir uttrykk for de samme erfaringene, hvor en introduksjon fra ledere er viktig og bærer mye tyngde. En annen fagarbeider mener en introduksjon fra produsenten selv vil være mer overbevisende. Fra

teori og intervju tolker vi det som at det viktigste er ikke hvem som introduserer innovasjonen, men heller at lederne uansett viser tydelig støtte til tiltaket og mener det er veien å gå. Ledere har mye autoritet og vi ser for oss at deres holdninger smitter lett over på deres ansatte. For å få ledere til å vise en slik støtte mener vi de må inkluderes tidlig i prosessen med leverandør. Dette vil også være fordelaktig for leverandør som vil få bedre innsikt og nye synspunkt.

5.4.2 *Kompetanseendring*

Leverandørene hadde ulike meninger vedrørende hvilken kompetanse som var nødvendig hos fagarbeiderne i fremtiden, og om den måtte endres. Flere leverandører forteller at utdanningen er mer tradisjonell enn hvordan arbeidsoppgavene er i virkeligheten. Leverandør 1 viser til at det er mer og mer teknologi ved bygging i dag og de fleste fagarbeidere har lite erfaring med dette. For å tilegne seg mer kunnskap rundt dette blir det fortalt at en omskolering kunne vært fordelaktig. Andre leverandører påpeker at fagkunnskapen er den viktigste, og at resterende kunnskap tilegner en seg ved interesse. Leverandør 2 forklarer at en omskolering kanskje ikke er nødvendig, men en interesse for teknologi vil kunne være gunstig hos fagarbeiderne. Lu *et al.* (2015) er klarere på at ny kunnskap er nødvendig i bransjen, og utdypet at en barriere for implementering av nye innovasjoner delvis kommer fra mangelen på IT-opplæring i byggesektoren.

Fagarbeiderne har selv lagt merke til en endring i kompetansebehovet i bransjen. Fagarbeider 1 forklarer at de behøver mer kompetanse innenfor montasje og fra hens syn ønsker fagarbeidere å lære mer om prefabrikasjon. Fagarbeider 5 viser til at det kreves mindre kompetanse om helheten ved et byggeprosjekt, men spesialkompetanse blir mer verdsatt. Personen ønsker et kunnskapsløft innenfor samarbeidet mellom menneske og robot. Vi har som oppfatning at det er flere fagarbeidere som misliker de nye trendene der vanlig tømring blir erstattet med andre prosesser som inkluderer fagarbeidere på en ny måte. Fagkunnskapen må ligge til grunn, men ny kunnskap innenfor teknologi vil være hensiktsmessig. Ut ifra våre inntrykk fra intervjuene og litteratur er det ikke nødvendig å omskolere de eksisterende fagarbeiderne. Fokuset burde være på å få den yngre garde som skal utdanne seg til å tilegne seg den kunnskapen som den fremtidige bransjen krever. Et påfyll med nye personer som har god teknologikompetanse vil kunne ved kompetanseutveksling videreføre noe av sin kunnskap til de eldre fagarbeiderne som ønsker å lære mer. En modernisering av utdanningen til fagarbeiderne er et tiltak vi ser for oss at bransjen hadde hatt godt av. Det kan medføre at utdanningen blir mer populær og trekker til seg flere som ønsker å jobbe i byggebransjen.

5.4.3 *Prosjektmetodikk*

Fra programutviklingslitteraturen beskrives to ulike prosjektmetodikker; tradisjonell og smidig metode. Dette er metoder som kan overføres til mange andre næringer, inkludert byggebransjen. Den tradisjonelle metoden beskrives som en sekvensiell utviklingsprosess som går gjennom en liste med faser som må utføres før det er mulig å begynne på neste, uten overlapp mellom fasene. Den smidige metoden er en mer løpende prosess som baserer seg på rask akklimatisering til nye situasjoner. Metoden vil kunne utnytte uventede muligheter og karakteriserer seg ved at det benyttes korte iterative sykluser. Ved å studere litteratur innenfor disse metodene har vi oppfattet at flere studier har sett et stort potensial ved den smidige

metoden. Flere forskningsartikler har sett på fordelene det kan ha for byggebransjen. Vi skal ut ifra litteratur, intervju og egen kunnskap diskutere hvordan metodene kan benyttes for å utnytte A&R, samtidig som det tar vare på fagarbeiderne sine interesser.

Byggeprosjekter karakteriseres ofte som en arbeidsplass hvor det er store uforventede hendelser som kan dukke opp tross grundig kartlegging. Ved utførelse legges det ved buffere for å kunne håndtere slik risiko. Mye av litteraturen begrunner derfor at smidig metode egner seg godt for å håndtere raskt skiftende situasjoner. Flere undersøkelser og studier viser til bedre økonomi, effektivitet og tilfredshet med denne metoden. Problemet vi ser når vi skal diskutere utviklingsmetode til A&R, er hvilket miljø denne teknologien behøver. Det er teknologi som er helt avhengig av faste rammer, vi mener derfor at dette endrer vurderingsgrunnlaget betraktelig og helheten må observeres og vurderes ut ifra situasjonen bransjen er i.

De nye prosessene og gjennomføringsmåtene som A&R bringer til bransjen har egenskaper som egner seg i mindre grad til en smidig utvikling. Smidig metode skal ta hensyn til det uforutsette, noe A&R ikke kan i så stor grad i dag. Under byggingen krever disse maskinene rigide systemer og prosesser som ikke endrer seg underveis. En smidig metode anser vi som utfordrende i en slik situasjon, allikevel om det alltid vil oppstå uforutsette hendelser. A&R forsøker å standardisere så mye som mulig slik at det er repetitivt, noe den tradisjonelle metoden er utviklet for. På den andre siden vil smidig metode ta hensyn til prosesser hvor endring forekommer raskt og uforutsett, noe det i dag gjør på byggeplassen. A&R forsøker derimot å dra bransjen i motsatt retning. Da vil det ikke lønne seg å benytte en metode som bygger på en mentalitet der avgjørelser blir tatt underveis. Dette er noe som gjelder spesifikt til gjennomføringen av selve byggeprosjektet, når det kommer til designfasen og prosjektering vil situasjonen være annerledes.

Ved tradisjonelle metoder kreves en planleggingsfase som er omfattende og gjennomtenkt. Dette kom også frem i noen av intervjuene med leverandører innenfor prefabrikasjon. De forklarte at det ble brukt mer tid i planlegging enn tidligere, men selve byggetiden ble redusert. A&R krever nøye planlegging og planer som kan følges til punkt og prikke. Med vår tolkning og kunnskap ser vi en god match med en tradisjonell metode i byggefasen til et prosjekt som ser for seg å benytte A&R i stor grad. På en annen side fortelles det at tradisjonell metode ikke involverer aktørene som skal utføre neste fase i stor nok grad. Det fører ofte til at feil oppdages for sent i prosessen og endringer er da krevende å få utført. I en planleggingsfase av et bygg er det svært mange aktører og partene sitter på ulik informasjon som kan påvirke hverandres arbeid. Ved for lite kommunikasjon og samarbeid i tidligfase vil det oppstå flere konflikter. Vi ser for oss at egenskaper fra den smidige metoden vil kunne bidra til et bedre samarbeid og involvering av ulike parter. Samtidig som det tillater endringer underveis i større grad. Dette vil kunne være fordelaktig for en byggherre som ønsker å få input på utforming og gjennomføring av byggingen. Nye byggemetoder innenfor A&R vil være enklere å ta i bruk når det tillates å gjøre endringer under hele planleggingsfasen.

En hybrid mellom tradisjonell og smidig prosjektmetodikk i byggeprosjekter blir beskrevet av Lalmi *et al.* (2021). Målet med en slik hybrid er å benytte fordelene til hver metode og kvitte

seg med svakhetene. De beskriver løsningen som en modell som får aktørene til å samhandle mer smidig, samtidig som forutsigbarheten til den tradisjonelle metode blir beholdt. Vi ser fordeler og ulemper med både smidig og tradisjonell metode ut ifra hvilken situasjon prosjektet er i. I planleggingsfasen er det viktig at prosesser som inkluderer A&R blir avklart og besluttet så eksakt som mulig, slik at færrest mulig endringer oppstår under selve byggingen. Samtidig ønskes inkluderingen som er beskrevet i den smidige metoden. Det medfører en flytende prosess med sprinter som har vist seg å være svært effektivt. En slik kombinasjon ser vi som ideell fra det vi har erfart gjennom intervju og litteratur. Altså en planleggingsfase som er veldig åpen for endring, samtidig som det er en rigid byggeprosess for å tilpasse seg de kravene som A&R stiller.

5.4.4 *Implementeringsmetodikk*

Når det kommer til nye innovasjoner og hvordan de på best mulig måte kan bli tatt imot av fagarbeidere, må det diskuteres hva slags fremgangsmåte som er hensiktsmessig for implementeringen. Bransjen er satt under et stort press fra samfunnet som ønsker mer teknologi og bedre produktivitetstall innenfor byggesektoren. Vil det være gunstig å oppdatere flest mulig prosesser samtidig og utføre en større endring på kort tid som ses på som en typisk tradisjonell implementering? Eller vil det være gunstig å ha en smidig utvikling hvor utviklingen foregår gradvis og iterativt over en lengere periode?

Leverandørene beskriver at en flytende overgang er det de opplever som mest effektivt ved implementering av nye innovasjoner. For store endringer er vanskelig å få igjennom og det er oftere suksess med en gradvis tilvenning. Innovasjoner som ved første øyekast kan virke for ambisiøse kan virke skremmende. Små, men mange steg, har vist seg som en god taktikk beskriver flere. Det leverandørene her beskriver er en smidig metode for implementering av selve verktøyet. Fra fagarbeiderne sin respons ble det tolket at en flytende overgang vil være mest gunstig, det vil gjøre overgangen enklere å håndtere. Litteraturen har like resonnementer koblet mot endring, hvor mennesker naturlig motstrider større endringer. Vår tolkning er i samsvar med teori og litteratur, der smidig implementering og utvikling av nye innovasjoner vil være best egnet for alle parter. En slik tilnærming vil skape størst aksept hos brukere som har stor påvirkning for suksessen til en implementering. Samtidig ser vi i dag en utvikling som foregår i et lavt tempo, og vi ser for oss at noe må endre seg for at dette skal bli mer effektivt. Flere ledd i byggesektoren må engasjere seg for å få fart på en slik modernisering. Tankegangen til bransjen må utvikles og mer innovasjon må komme fra byggebransjen selv. I neste kapittel vil det diskuteres hvordan et «digital mindset» kan bidra for en effektiv utvikling i fremtiden.

5.4.5 *Få på plass et «digital mindset» hos alle i bransjen*

Fra litteraturen beskrives det at mennesker har en stor rolle ved introduksjon av ny teknologi. Deres holdninger og tankesett har innflytelse både direkte og indirekte. Bransjen må også forstå hvilke endringer som kommer og være forberedt, forklarer Heilbroner i Woodhead *et al.* (2018) i sin studie. Der blir det også beskrevet at det ikke oppleves som byggebransjen ser seg selv i en utviklingsprosess, noe som gjør de mindre tilpasningsdyktige og endringsvillige. Et «digital mindset» er et uttrykk som beskriver personers innstilling til teknologi og deres forutsetning for å benytte det. I byggebransjen i dag gis det uttrykk fra litteraturen at det eksisterer en del

skepsis og motstand mot endring. Noen beskriver skepsis ovenfor nye tekniske løsninger, andre beskriver motstand mot nye prosesser. Fellesnevneren er at flere kilder uttrykker disse holdningene som en barriere.

For å oppnå et bedre tankesett i bransjen kreves det en organisatorisk endringsledelse. Dette vil bidra til å skape nye ferdigheter og kompetanser. Fra intervjuene får vi et litt annet inntrykk enn hva litteraturen viser oss. Noen av leverandørene sier de har oppfattet litt skepsis fra fagarbeidere, men generelt har alle fagarbeidere vært positive til deres produkter. Hvorfor litteraturen ser så mye skepsis og motstand sliter vi med å se når vi utfører intervjuene med fagarbeidere. Det er mye mulig at disse holdningene holder til andre steder i bransjen, men det er ofte sluttbruker som får skylden beskriver Edrogan *et al.* (2008). Uansett hvor motstanden oppstår er det viktig å integrere en felles forståelse for veien videre. En felles innstilling mot en mer innovativ bransje ser vi for oss at vil bidra til flere positive aspekter. Fagarbeiderne selv opplevdes som svært positive, dette var noe vi ikke hadde helt forventet. Vi fikk et sterkt inntrykk av at de ønsket mer teknologi, og ønsket gjerne å ta større del i denne utviklingen. Slike holdninger varierer nok i stor grad og det gjelder nok de fleste aktører innenfor byggebransjen. Flere oppfatter byggesektoren som en litt motvillig bransje for nye innovasjon. En generell endring i tankesett burde ta plass i hvert ledd, dette vil gjøre sektoren mer samkjørt og bidra til at utviklingen kan forekomme raskere.

5.4.6 Samle bransjen

Som diskutert tidligere i dette kapitlet er byggebransjen ekstra krevende grunnet mange ulike aktører og involverte parter. Gjennom litteratur og intervju har vi fått et inntrykk av at dette er en utfordring som forplanter seg i mange ulike situasjoner og prosesser. Bengtsson *et al.* (2018) fremmer at gjensidig avhengig organisasjoner er avhengig av en mottakelig kontekst for at innovasjon skal kunne implementeres. Dette er i tråd med våre tanker, og studien forteller de at det kan oppnås ved blant annet samarbeidene organisasjoner i prosjekter. Vi fikk inntrykk fra flere leverandører at bransjen ikke er koordinert eller samarbeider like godt som flere ønsker. Trenden viser til at det blir mer informasjon som må utveksles mellom aktørene i et byggeprosjekt. Det er behov for å få delt slik informasjon mer effektivt og ha en bedre kommunikasjon. En prosjektkultur som er opptatt av at alle involverte skal tjene penger vil kunne bidra til et bedre samhold og mer effektive prosesser. Leverandør 1 viser til et eksempel hvor de samarbeider med to ulike entreprenører som er konkurrenter. Erfaringer og kunnskap blir ikke delt på tvers av bedriftene som fører til at hver bedrift må gjennom de samme utfordringene og kan ikke lære av hverandre. Dette peker leverandøren på som en barriere og vil føre til en treigere utvikling. Fra våre erfaringer og med vår kunnskap er byggenæringen i en ugunstig situasjon med tanke på unormalt treig utvikling. For å endre dette må flere utvikle et «digital mindset» som vil kunne føre til et åpnere sinn for å samarbeide i større grad.

Ved samarbeid er det viktig at parter er ærlige og ser på fordelene i et langt perspektiv for næringen i sin helhet, og går bort i fra å tenke i tidsperspektiv på et og et prosjekt. Endringer tar tid, og det vil være lite hensiktsmessig å iverksette nye innovasjoner i starten av et prosjekt og forvente at det vil gi positivt utslag under samme prosjekt. Grunner til at dette er tilfelle kan være for høye forventninger fra entreprenører til A&R. Dette støttes av litteraturen som påpeker

en urealistisk forventning til automasjon blant flere. Det kan også være at teknologiselskaper skaper høye forventninger ved å oppgi urealistiske høye produktivets økninger og markedsfører på en måte som ikke er hensiktsmessig. De ulike partene har behov for hverandre, men de er ikke samkjørte nok til å kunne skape relasjoner som er best for begge parter til enhver tid.

En måte å minimere feil forventninger og misledende informasjon på, er om de utførende bedriftene kjørte større del av utviklingen selv eller i tettere samarbeid med utvikler. Det gjør at gode ideer ikke forkastes tidlig og det vil dannes en eierfølelse til produktet. Dette fører til et større ønske om at det skal fungere som kan gi god effekt. Forventningene fra utførende bedrifter til A&R innovasjoner burde bli lavere. Bedrifter må tørre å utføre endringer på grunnlag av en fremtidig gevinst som ikke forekommer umiddelbart. Utførende må konstant se etter forbedringer, ikke bare godta de som gir en økning på 50%. De burde være mer åpne for de forbedringene som kun starter med 5% for en gitt prosess, og heller se løsninger og muligheter for utvikling underveis. Leverandører av teknologiske innovasjoner må også ta ansvar, og selge sine løsninger på en ærlig måte. I tillegg være tydelige på at det tar tid før en positiv effekt vil syntes. Det er ugunstig å vise til for gode verdier knyttet til produktivitet og sikkerhet. Hvis dette ikke blir oppnådd vil det føles som en mislykket implementasjon for den utførende bedriften. Leverandører må også ha et stort fokus på å inkludere utførende bedrifter, spesielt fagarbeidere. Her er det mye kunnskap å hente ut ifra hva vi har erfart i intervjuene. Det har de siste årene blitt mer og mer populært med samspillsentrepriser. Dette ser vi som et godt tiltak som samler bransjen mer og fjerner flere økonomiske intensiv som har ført til splittelser. Ulike aktører har for lite innsikt i andre sine prosesser og behov. Det gjør at de ikke blir tatt hensyn til og koordineringen blir sub-optimal. En bransje som er mer samlet ser vi på som hensiktsmessig for produktivitet, trivsel og videre utvikling av teknologi.

6 Konklusjon og anbefalinger

Byggebransjen har i motsetning til andre industrier de siste årene hatt en fallende produktivitetsutvikling. Det eksisterer et stort potensial for ny teknologi som har til hensikt å snu den negative trenden. Litteraturen viser til flere studier som legger vekt på at byggenæringen må benytte moderne metoder fra industrialiseringen i større grad for å tette produktivitetsgapet til andre industrier. Automasjon og robotisering har vist tydelige indikasjoner på det vil kunne være en stor del av fremtidens byggemetode. Implementeringen av slik innovasjon har store ringvirkninger og påvirker alle i bransjen. En gruppe som kan føle seg oversett i en slik utvikling er fagarbeiderne som står for selve produksjonen. Hvilken effekt vil denne utviklingen ha på deres arbeidshverdag?

Masteroppgavens problemstilling har vært å undersøke på hvilken måte fagarbeiderne i byggebransjen vil bli påvirket av Industri 4.0, og hvordan kan endringene implementeres på en måte som tar hensyn til deres behov. Ved å diskutere resultatene fra litteratursøk, dybdeintervju og dokumentstudier er det forsøkt å besvare på problemstillingen og forskningsspørsmålene gitt i *1.4 Problemstilling og forskningsspørsmål*. De viktigste funnene og anbefalingene er samlet og presentert i dette kapittelet.

6.1 FS1 - På hvilken måte vil automasjon og robotisering i byggebransjen forandre dagens byggeprosess for fagarbeidere?

Det er mange faktorer som tyder på at Industri 4.0 vil ha en betydelig utvikling de neste årene, og at det vil endre den eksisterende byggeprosessen betydelig. Automasjon og robotisering har begynt å sette preg på bransjen gjennom blant annet prefabrikasjon og implementering av roboter på byggeplass.

Prefabrikasjon har blitt benyttet over en lengre periode og har vist flere effekter for byggeprosessen til fagarbeiderne. Positive effekter vil være å redusere produksjonstiden og kompleksiteten, minimere avfall, og å bidra til en generell økning i effektivitet. Det forventes også grundigere planlegging og logistikk med tydelige tidsfrister for å produsere i et høyt tempo. Den raske produksjonshastigheten vil kunne oppleves som hektisk og stressende for fagarbeidere. Strengere tidsfrister og mindre rom for feil er aspekter som kan forventes å påvirke byggeprosessen for fagarbeidere ved bruk av prefabrikasjon.

Noen mindre avanserte roboter har allerede blitt introdusert for bransjen, men fagarbeidere har begrenset erfaring ved bruk av denne formen for teknologi. Økt bruk av maskiner vil prege hverdagen til fagarbeidere ved å endre flere tradisjonelle prosesser. Byggeprosessen blir mer automatisert og effektiv, i motsetning til den tidligere manuelle prosessen. Med mer automasjon og robotisering på byggeplass er det også gitt at fagarbeidere vil få mer ansvar over maskiner og overvåke prosessene de utfører. Foreløpig vil roboter kreve fagarbeidere som operatører, men det er et ønske fra leverandørene at de blir helt autonome over tid.

Ved økt bruk av prefabrikasjon og roboter forventes det at mer produksjon vil foregå på fabrikker. Produksjonen av elementer krever fortsatt mange fagarbeidere under bygging og

montering, men arbeidsoppgavene vil endre seg ved å bli mer av monteringsarbeid og styring av maskiner. Fagarbeidere vil ha en mer overordnet rolle ved montering av prefabrikkerte elementer, som preges av overvåkning og tilpasning der det trengs. Fordeler for fagarbeidernes byggeprosess er mer skånsomme arbeidsoppgaver og bedre klima. På den andre siden vil det også bidra til mer repetitive oppgaver.

I dag er det generelt en stor etterspørsel etter fagarbeidere innenfor de fleste fagfelt. Denne utfordringen har midlertidig blitt håndtert med innleid arbeidskraft som ofte er fra utlandet. Både leverandørene og fagarbeiderne ser på fagarbeidere som helt essensielle fremover og behovet for nyutdannede vil fortsatt eksistere. Ved ytterligere utnyttelse av automasjon og robotisering vil det kunne bli et mindre behov for innleid og utenlandsk arbeidskraft. En slik utvikling er alle intervjuobjektene positive til med tanke på forutsigbarhet, kvalitet og sosialt miljø.

6.2 FS2 - Hvordan vil automasjon og robotisering påvirke fagarbeidere sitt arbeidsmiljø?

Fra intervju og litteratur er det en felles oppfattelse om at automasjon og robotisering vil påvirke fagarbeiderne sitt arbeidsmiljø innenfor flere aspekter. Arbeidsmiljøet til ansatte har stor innflytelse på deres velvære og evne til å prestere på jobb.

Helse og sikkerhet er fundamentale faktorer som må være på plass ved et hvert yrke. I dag er byggebransjen kjent som en relativt utsatt arbeidsplass som innehar større risiko enn mange andre yrker. Nye innovasjoner knyttet til automasjon og robotisering vil bidra til et bedre arbeidsmiljø med tanke på helse og sikkerhet. Roboter vil kunne overta flere utsatte arbeidsoppgaver og skåne fagarbeider for de mest risikofylte oppgavene. Det vil også bli en ryddigere arbeidsplass bestående av færre farer. Flere hjelpemidler vil også bidra til en mindre fysisk krevende hverdag med bedre ergonomi. Arbeid på fabrikk er utelukkende positivt for helse og sikkerhet. Arbeidsprosessene utføres under kontrollerte forhold med flere hjelpemidler enn det som er tilgjengelig på byggeplass. Fagarbeiderne vil også være uavhengig av vanskelige værforhold som regn, mangel på lys og kulde, som på byggeplass kan forårsake farlige situasjoner. På en annen side kan prefabrikasjon bidra til sikkerhetsutfordringer ved frakt, løft og montering. Automasjon og robotisering er et bra tilskudd til bransjen med tanke på helse og sikkerhet, men introduserer også nye utfordringer ved andre aspekter av arbeidsmiljøet til fagarbeidere.

Nye arbeidsprosesser som følge av automasjon og robotisering vil ha innflytelse på fagarbeidernes trivsel på jobb. Arbeid på fabrikk vil føre til færre varierte og mindre givende oppgaver som vil gi dårligere motivasjon og trivsel for fagarbeiderne. Eksempler på slike arbeidsoppgaver er montering, overvåkning av prosesser, rutinearbeid og mindre opplevelse av fremgangen. Dette er istedenfor en variert arbeidshverdag med å jobbe i team på byggeplass, tradisjonell tømring og løse problemer når de oppstår, som er essensielt for fagarbeidernes trivsel. Leverandørene er nødt til å gjøre arbeidsoppgavene på fabrikk interessante for at fagarbeiderne skal være positive. Kreativitet hos leverandør for å motivere og engasjere

arbeiderne vil kunne kompensere i en viss grad for mangel på følelsen av fysisk fremgang. På den andre siden er roboter i dag hovedsakelig rettet mot oppgaver som fagarbeidere ser på som relativt kjedelige og uønskede. Dette bidrar til en meningsfylt hverdag med økt trivsel. Det vil ta lang tid før robotene tar over de komplekse oppgavene fagarbeiderne liker best, og de vil derfor ikke ha noen grunn til bekymringer knyttet til implementering av nye innovative roboter.

Det sosiale arbeidsmiljøet er sentralt tilknyttet arbeidsmiljø. Automasjon og robotisering skaper nye prosesser med mindre samarbeid og sosiale interaksjoner, som fagarbeiderne anser som viktig for trivselen. Leverandører kan med fordel forsøke å utforme arbeidsoppgaver hvor fagarbeiderne er nødt til å samarbeide og hvor de får følelsen av et samhold. Som konkludert med tidligere, vil automasjon og robotisering kunne føre til mindre innleid og utenlandsk arbeidskraft. Dette kan forbedre det sosiale miljøet ved at språk- og kulturbarrierer blir redusert samtidig som det blir mindre utskifting av kollegaer.

Å modernisere yrket ved å introdusere ulike innovasjoner og høyteknologiske maskiner, vil være et frisk pust for anseelsen til fagarbeiderne. Stolthet og god anseelse ovenfor eget yrke er viktig for at ansatte er tilfredse med sitt eget yrket. Automasjon og robotisering vil bidra til færre belastende oppgaver for fagarbeidere, som vil kunne gi de mer tid til å arbeide med interessante oppgaver. Dette vil kunne tiltrekke seg flere unge til en utdanning innenfor byggesektoren. De unge og teknologiinteresserte fagarbeiderne vil få utføre de mest prestisjefulle og interessante oppgavene ved hjelp av automasjon og robotisering. Det vil alltid være et behov for fagarbeidere. Det er derfor viktig å kommunisere at yrket vil være attraktivt og stabilt ved rekrutteringen av nye fagarbeidere.

6.3 FS3 - Hva er forutsetningene for å lykkes med innføring av automasjon og robotisering i byggebransjen?

For å lykkes med innføring av automasjon og robotisering vil det være nødvendig å ta hensyn til den komplekse bransjen med mange ulike aktører. Bransjen er ustrukturert og vanskelig å standardisere som gjør implementering av automasjon og robotisering vanskelig. Tiltak som adresserer utfordringene vil kunne være viktig for en god innføring av Industri 4.0.

Per dags dato er det et for stort gap mellom utvikler og bruker i bransjen, der fagarbeidere ikke blir involvert tilstrekkelig i prosessen. Involvering, kursing og kompetanseendring vil være gode tiltak for å lykkes med innføring av automasjon og robotisering. Involvering av fagarbeidere og ledelse ved utvikling og implementering av nye innovasjoner fører til en mer mottakelig kontekst, bedre dialog og prosess for innovasjon. Slik vil leverandørene kunne ta bedre nytte av fagarbeidernes kunnskap, samtidig som fagarbeidere føler seg inkludert i utviklingsprosessen. Det ses på som fordelaktig å involvere ledere fordi det vil øke sjansen for en støttende kultur og positive holdning blant de ansatte. Kursing i form av interaktiv opplæring og uformelle omstendigheter vil bidra til økt motivasjon, gode holdninger til nye innovasjoner og mer interesse innenfor teknologi. Det bør derfor prioriteres. Det oppfordres til en modernisering av utdanningen til fagarbeiderne med mer teknologisk innhold. Dette vil være

sentralt for å øke anseelsen til yrket, og tiltrekke unge teknologiinteresserte talenter som kan bidra til å tette kunnskapsgapet bransjen har med tanke på teknologi.

Utførelsen av byggeprosjekter har innvirkning på hvor enkelt det er å benytte seg av ny innovasjon. Ved å studere tradisjonell og smidig metode fra IT-bransjen kom vi frem til at det vil være fordelaktig å utnytte fordelene fra hver metodikk. Det vil være ideelt å ha en smidig planleggingsfase hvor flere aktører blir inkludert og prosessen er åpen for endring. På samme tid ønskes det en relativt rigid produksjonsfase for å tilpasse seg kravene automasjon og robotisering stiller. En slik hybridmodell forsøker å kvitte seg med svakhetene til de respektive metodene og utnytte fordelene. Dette vil kunne skape en god arena for innovasjon. Ved selve implementeringsprosessen til nye innovasjoner er det en felles enighet om at en smidig tilnærming vil være best for fagarbeidere og utviklere. Det er fordi det skaper en kontinuerlig utvikling som fagarbeidere verdsetter, hvor det også tilrettelegges for god involvering.

Ved implementering av ny teknologi må det tas hensyn til menneskers innstilling til nye innovasjoner. Det vil alltid eksistere skepsis og motstand til endring blant aktører. Ved å utvikle et «digital mindset» hos menneskene i bransjen kan det bli bedre samarbeid og teknologiutviklingen kan foregå raskere. For å skape en slik holdning kreves det organisatorisk endringsledelse.

Avslutningsvis vil det være hensiktsmessig for alle involverte aktører i bransjen å samarbeide i større grad. De fleste bedrifter prioriterer egne mål og behov, hvor helheten i et prosjekt blir nedprioritert. Dette fører til uønskede situasjoner med misforståelser, diskusjoner og dårlig kommunikasjonsflyt. En samlet bransje vil gi mulighet for å se innovasjoner sine fordeler på tvers av fagfelt og ta flere faktorer i betraktning ved implementering. Samspillsenepriiser kan bidra til en slik samling hvor flere økonomiske intensiver for å handle egoistisk blir eliminert.

6.4 Egne erfaringer og anbefalinger

I tillegg til anbefalingene som er beskrevet i de foregående delkapitlene for oppgavens problemstilling, har vi erfaringsbaserte anbefalinger til arbeid under samme tematikk. Interessante vinklinger som har dukket opp underveis i arbeidet med oppgaven er også beskrevet her for inspirasjon til videre arbeid.

Det ble beskrevet i 2.5.3 *Utførelse* at fagarbeiderne ble intervjuet via *Microsoft Teams* og telefon, og at dette førte til at fagarbeiderne ikke var like dedikert til intervjuene, i motsetning til et fysisk intervju. For intervju av fagarbeidere vil en klar anbefaling være å dra ut på byggeplass for å utføre intervjuene. Dette vil kunne bidra til en bedre innsikt og forståelse.

I studier hvor det ønskes å få innsikt i bransjen som en helhet anbefaler vi å utføre intervjuer med fagarbeidere fra forskjellige bedrifter og ulike fagområder. Dette vil bidra til et bredere og mer riktig perspektiv av bransjen. Det eksisterer store forskjeller mellom bedrifter og ulike fagområder som vil være hensiktsmessig å utforske.

Å studere utviklingen av automasjon og robotisering over en lengre tidshorisont vil kunne gi spennende resultater. Slik kan de ulike endringene over tid bli tydeligere, og det vil være mulig å se hvilken påvirkning prosessen har på fagarbeidere. For å observere dette anbefales det å utføre intervjuer på ulike tidspunkt med et lengre tidsintervall.

Det ville vært spennende å utforske mulighetene for en utviklerprosess med fagarbeider fra start, der de kan bidra til å finne ut hvilke innovasjoner som trengs, og inkludere dem videre i implementeringsprosessen. Det vil være fordelaktig å danne seg noen erfaringer med denne prosessen, som en igjen kunne gjenbrukt til andre utviklingsprosesser.

Avgrensningene ved denne masteroppgaven har ført til at det kun er automasjon og robotisering ved Industri 4.0 som er blitt diskutert. Det ville vært interessant å utforske andre aspekter ved Industri 4.0, og hvilken påvirkning dette har på fagarbeidere.

Det dukket opp flere spennende tanker og forslag fra ulike fagarbeidere under intervjuene. Flere fagarbeidere la vekt på den uformelle kursingen som en ideell plattform for læring. Hvordan ulik form for kursing bidrar til et godt læringsmiljø for fagarbeidere, vil kunne føre til nyttige resultater.

Utdanningsprosessen til fagarbeidere har dukket opp som et viktig tema for utvikling av yrket. Hvordan en slik utdanning kan moderniseres vil være et interessant emne å undersøke ytterligere.

En fagarbeider lekte med tanken om å kunne jobbe på byggeplass på sommeren, men trekke inn på fabrikk på vinteren. Kunne dette latt seg gjøre? I så fall hvordan kunne en slik arbeidssituasjon blitt gjennomført?

Til slutt uttrykkes det et behov for en mer samlet bransje. Det ville vært nyttig å undersøke hvilken effekt et tverrfaglig samarbeid faktisk har på implementering av ny teknologi. Vil det være enklere som antatt i denne oppgaven, eller vil det være større utfordringer som ikke er diskutert i denne oppgaven?

Referanser

- Abu, F. *et al.* (2019) 'The implementation of lean manufacturing in the furniture industry: A review and analysis on the motives, barriers, challenges, and the applications', *Journal of Cleaner Production*, 234, pp. 660–680. doi:10.1016/j.jclepro.2019.06.279.
- Achanga, P. *et al.* (2006) 'Critical success factors for lean implementation within SMEs', *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(4), pp. 460–471. doi:10.1108/17410380610662889.
- Andersen, G. (2020) *Verktøykassa - Dokumentstudier - NDLA, ndla.no*. Available at: <https://ndla.no/subject:ee3f7a15-feb6-4e78-8b37-65930ad73a09/topic:432baee9-5671-47ce-870e-48b8fc3b7a42/topic:b3fbb969-5f03-44d9-8aca-8b77416e72bf/resource:e7481494-1b9a-4919-ba01-47e191b7903c> (Accessed: 29 April 2021).
- Arbeidsmiljøportalen (2019) *Fakta om arbeidsmiljøet i byggebransjen - Arbeidsmiljøportalen*. Available at: <https://www.arbeidsmiljøportalen.no/bransje/bygg/fakta-om-bransjen> (Accessed: 1 December 2021).
- Arksey, H. and O'Malley, L. (2005) 'Scoping studies: towards a methodological framework', *International Journal of Social Research Methodology*, 8(1), pp. 19–32. doi:10.1080/1364557032000119616.
- AS BACKE (u.å.) *AS Backe - Konsernet, Backe Project*. Available at: <https://backe.no/konsernet> (Accessed: 20 April 2021).
- Bagozzi, R.P. and Lee, K.-H. (1999) 'Consumer Resistance To, and Acceptance Of, Innovations', *ACR North American Advances*, NA-26. Available at: <https://www.acrwebsite.org/volumes/7902/volumes/v26/NA-26/full> (Accessed: 21 October 2021).
- Balaguer, C. and Abderrahim, M. (2008) 'Trends in Robotics and Automation in Construction', in Balaguer, C. and Abderrahim, M. (eds) *Robotics and Automation in Construction*. InTech. doi:10.5772/5865.
- Balaji, S. (2012) 'WATEERFALLVs V-MODEL Vs AGILE: A COMPARATIVE STUDY ON SDLC', . *Vol.*, (1), p. 5.
- Bassil, Y. (2012) 'A Simulation Model for the Waterfall Software Development Life Cycle', *International Journal of Engineering*, 2(5), p. 7.
- Bengtsson, S.H., Gustavsson, T.K. and Eriksson, P.E. (2018) 'Users' influence on inter-organizational innovation: mapping the receptive context', *Construction Innovation*, 18(4), pp. 488–504. doi:10.1108/CI-12-2017-0095.
- Blanco *et al.* (2018) *Construction innovation and the technology ecosystem | McKinsey*. Available at: <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/seizing-opportunity-in-todays-construction-technology-ecosystem> (Accessed: 12 November 2021).
- Blumberg, B. (2011) *Buisness Research Methods*.

- Bock, T. (2015) 'The future of construction automation: Technological disruption and the upcoming ubiquity of robotics', *Automation in Construction*, 59, pp. 113–121. doi:10.1016/j.autcon.2015.07.022.
- Boehm, B. and Turner, R. (2003) *Balancing Agility and Discipline: A Guide for the Perplexed*. Addison-Wesley Professional.
- Bogue, R. (2017) 'What are the prospects for robots in the construction industry?', *Industrial Robot: An International Journal*, 45(1), pp. 1–6. doi:10.1108/IR-11-2017-0194.
- Bonde, J.P.E. (2008) 'Psychosocial factors at work and risk of depression: a systematic review of the epidemiological evidence', *Occupational and Environmental Medicine*, 65(7), pp. 438–445. doi:10.1136/oem.2007.038430.
- Boschman, J.S. *et al.* (2013) 'Psychosocial work environment and mental health among construction workers', *Applied Ergonomics*, 44(5), pp. 748–755. doi:10.1016/j.apergo.2013.01.004.
- Bükrü, S. *et al.* (2020) 'Augmented virtuality in construction safety education and training', in. *EG-ICE 2020 Workshop on Intelligent Computing in Engineering, Proceedings*, pp. 115–124.
- Busch, T. (2013) *Akademisk skriving for Bachelor- og masterstudenter*. 1. utgave. Vigmostad & Bjørke AS.
- Cambridge Dictionary (2020) *cherry-pick*. Available at: <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/cherry-pick> (Accessed: 6 April 2021).
- Cervone, H.F. (2011) 'Understanding agile project management methods using Scrum', *OCLC Systems and Services*, 27(1), pp. 18–22. doi:10.1108/10650751111106528.
- Chen, Q., García de Soto, B. and Adey, B.T. (2018) 'Construction automation: Research areas, industry concerns and suggestions for advancement', *Automation in Construction*, 94, pp. 22–38. doi:10.1016/j.autcon.2018.05.028.
- Choudhary, S. (2018) *Evolution of System Development Life Cycle (SDLC) | LinkedIn*. Available at: <https://www.linkedin.com/pulse/evolution-system-development-life-cycle-sdlc-shantanu-choudhary/> (Accessed: 30 April 2021).
- Cohn, M. (2005) *Agile Estimating and Planning*. Pearson Education.
- Construction robotics (2021) 'SAM', *Construction Robotics*, 20 October. Available at: <https://www.construction-robotics.com/sam-2/> (Accessed: 20 October 2021).
- Daneshgari, D.P. and Moore, H. (2013) 'Industrialization of the Construction Industry', p. 8.
- Drageset, S. and Ellingsen, S. (2011) *Å skape data fra kvalitativt forskningsintervju*. Available at: <https://sykepleien.no/forskning/2011/02/skape-data-fra-kvalitativt-forskingsintervju> (Accessed: 12 April 2021).
- Dusty Robotics (2021) *Dusty Robotics | Construction robots | United States, Dusty Robotics*. Available at: <https://www.dustyrobotics.com> (Accessed: 15 November 2021).

- Dybå, T. and Dingsøy, T. (2008) 'Empirical studies of agile software development: A systematic review', *Information and Software Technology*, 50(9–10), pp. 833–859. doi:10.1016/j.infsof.2008.01.006.
- Elliman, T. and Orange, G. (2000) 'Electronic commerce to support construction design and supply-chain management: a research note', *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 30(3/4), pp. 345–360. doi:10.1108/09600030010326163.
- Erdogan, B. *et al.* (2008) 'Collaboration Environments for Construction: Implementation Case Studies', *Journal of Management in Engineering*, 24(4), pp. 234–244. doi:10.1061/(ASCE)0742-597X(2008)24:4(234).
- Gambao, E. and Balaguer, C. (2002) 'Robotics and automation in construction', *IEEE Robotics and Automation Magazine*, 9(1), pp. 4–6. doi:10.1109/MRA.2002.993150.
- Gambatese, J.A., Behm, M. and Hinze, J.W. (2005) 'Viability of Designing for Construction Worker Safety', *Journal of Construction Engineering and Management*, 131(9), pp. 1029–1036. doi:10.1061/(ASCE)0733-9364(2005)131:9(1029).
- García de Soto, B. *et al.* (2018) 'Productivity of digital fabrication in construction: Cost and time analysis of a robotically built wall', *Automation in Construction*, 92, pp. 297–311. doi:10.1016/j.autcon.2018.04.004.
- Grønmo, S. (2020a) 'kvalitativ metode', *Store norske leksikon*. Available at: http://snl.no/kvalitativ_metode (Accessed: 6 April 2021).
- Grønmo, S. (2020b) 'kvantitativ metode', *Store norske leksikon*. Available at: http://snl.no/kvantitativ_metode (Accessed: 6 April 2021).
- Gurevich, U., Sacks, R. and Shrestha, P. (2017) 'BIM adoption by public facility agencies: impacts on occupant value', *Building Research & Information*, 45(6), pp. 610–630. doi:10.1080/09613218.2017.1289029.
- Harty, C. (2008) 'Implementing innovation in construction: contexts, relative boundedness and actor-network theory', *Construction Management and Economics*, 26(10), pp. 1029–1041. doi:10.1080/01446190802298413.
- Haslam, R.A. *et al.* (2005) 'Contributing factors in construction accidents', *Applied Ergonomics*, 36(4), pp. 401–415. doi:10.1016/j.apergo.2004.12.002.
- Hellevik, O. (1999) *Forskningsmetode i sosiologi og statsvitenskap*. 6. utg., *Norbok*. 6. utg. Oslo: Universitetsforl. Available at: https://urn.nb.no/URN:NBN:no-nb_digibok_2008082604036 (Accessed: 26 April 2021).
- Hovd, S. (2020) 'fenomenologi', *Store norske leksikon*. Available at: <http://snl.no/phenomenology> (Accessed: 6 April 2021).
- Huang, X. and Hinze, J. (2003) 'Analysis of construction worker fall accidents', *Journal of Construction Engineering and Management*, 129(3), pp. 262–271. doi:10.1061/(ASCE)0733-9364(2003)129:3(262).

Industrial Automation technology (2021) *Hadrian X® / Outdoor Construction & Bricklaying Robot from FBR, FBR*. Available at: <https://www.fbr.com.au/view/hadrian-x> (Accessed: 20 October 2021).

Innstrand, S.T., Jakhelln, H. and Langgård, S. (2021) ‘arbeidsmiljø’, *Store norske leksikon*. Available at: <http://snl.no/arbeidsmilj%C3%B8> (Accessed: 1 December 2021).

Jaillon, L. and Poon, C.S. (2008) ‘Sustainable construction aspects of using prefabrication in dense urban environment: a Hong Kong case study’, *Construction Management and Economics*, 26(9), pp. 953–966. doi:10.1080/01446190802259043.

Johansen, A. (u.å.) ‘Databaser/Artikler : NTNU Universitetsbibliotekets fagside for medisin og helse’. Available at: <https://www.ntnu.no/blogger/ub-mh/finn-litteratur/databaser-artikler/> (Accessed: 8 April 2021).

Kaasen, K. and Quach, V. (2021) *Implementeringsprosess for digitale verktøy i byggebransjen*. Trondheim.

Kamaruddin, S.S., Mohammad, M.F. and Mahbub, R. (2016) ‘Barriers and Impact of Mechanisation and Automation in Construction to Achieve Better Quality Products’, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 222, pp. 111–120. doi:10.1016/j.sbspro.2016.05.197.

Kanten, P. and Ülker, F.E. (2013) ‘The Macrotheme Review A multidisciplinary journal of global macro trends The Effect of Organizational Climate on Counterproductive Behaviors: An Empirical Study on the Employees of Manufacturing Enterprises’.

Kawakami, N., Haratani, T. and Araki, S. (1992) ‘Effects of perceived job stress on depressive symptoms in blue-collar workers of an electrical factory in Japan.’, *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 18(3), pp. 195–200. doi:10.5271/sjweh.1588.

Khoshnevis, B. (2004) ‘Automated construction by contour crafting - Related robotics and information technologies’, *Automation in Construction*, 13(1), pp. 5–19. doi:10.1016/j.autcon.2003.08.012.

Kim, D.-W. *et al.* (2009) ‘Development of conceptual model of construction factory for automated construction’, *Building and Environment*, 44(8), pp. 1634–1642. doi:10.1016/j.buildenv.2008.10.009.

Kohnke, O. (2017) ‘It’s Not Just About Technology: The People Side of Digitization’, in Oswald, G. and Kleinemeier, M. (eds) *Shaping the Digital Enterprise: Trends and Use Cases in Digital Innovation and Transformation*. Cham: Springer International Publishing, pp. 69–91. doi:10.1007/978-3-319-40967-2_3.

Lalmi, A., Fernandes, G. and Souad, S.B. (2021) ‘A conceptual hybrid project management model for construction projects’, *Procedia Computer Science*, 181, pp. 921–930. doi:10.1016/j.procs.2021.01.248.

Licata, A. (2021) *How Automation Is Changing the Construction Industry*. Available at: <https://constructionexec.com/article/how-automation-is-changing-the-construction-industry> (Accessed: 1 December 2021).

Lien, T. (1998) *Helse, miljø og sikkerhet i byggeindustrien: fagbok bygg*. Lillestrøm: Norges byggskole, Fagsenter for treindustri og byggenæring (Fagbok bygg). Available at: https://urn.nb.no/URN:NBN:no-nb_digibok_2010072008102 (Accessed: 1 October 2021).

Lovdata (2005) *Lov om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern mv. (arbeidsmiljøloven) - Lovdata*. Available at: https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2005-06-17-62#KAPITTEL_1 (Accessed: 2 October 2021).

Lovdata (2014) *Forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (Internkontrollforskriften) - Lovdata*. Available at: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1996-12-06-1127> (Accessed: 2 October 2021).

Lu, Y. *et al.* (2015) 'Information and Communication Technology Applications in Architecture, Engineering, and Construction Organizations: A 15-Year Review', *Journal of Management in Engineering*, 31(1), p. A4014010. doi:10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000319.

Mahbub, R. (2012) 'Readiness of A Developing Nation in Implementing Automation and Robotics in Construction: A Case Study of Malaysia', *Journal of Civil Engineering and Architecture, USA*, Volume 6, pp. 858–866. doi:10.17265/1934-7359/2012.07.008.

Mishra, D., Yu, J. and Leung, C. (2020) 'An Innovation Process Model for Technology Development and Adoption in Construction', *Indian Concrete Journal*, 94, pp. 44–53.

Misra, S.C., Kumar, V. and Kumar, U. (2009) 'Identifying some important success factors in adopting agile software development practices', *Journal of Systems and Software*, 82(11), pp. 1869–1890. doi:10.1016/j.jss.2009.05.052.

Mitropoulos, P. and Tatum, C.B. (2000) 'Forces driving adoption of new information technologies', *Journal of Construction Engineering and Management*, 126(5), pp. 340–348. doi:10.1061/(ASCE)0733-9364(2000)126:5(340).

Mostue, B.A. *et al.* (2020) *Samarbeid for sikkerhet i bygg og anlegg: Ulykker i bygg og anlegg – Rapport 2020*. Trondheim. Available at: https://www.arbeidstilsynet.no/globalassets/om-oss/forskning-og-rapporter/kompass-tema-rapporter/2020/kompass-tema_nr2_2020-ulykker-i-bygg-og-anlegg.pdf.

Mostue, B.A., Winge, S. and Gravseth, H.M. (2018) *Helseproblemer og ulykker i bygg og anlegg – Rapport 2018*. Trondheim. Available at: https://www.arbeidstilsynet.no/globalassets/om-oss/forskning-og-rapporter/kompass-tema-rapporter/2020/kompass-tema_nr2_2020-ulykker-i-bygg-og-anlegg.pdf.

nLink (2021) *nLink, nLink*. Available at: <https://www.nlink.no> (Accessed: 20 October 2021).

NTNU (u.å.) *Centre for Academic and Professional Communication - Structuring your text*. Available at: <https://www.ntnu.edu/sekom/imrad> (Accessed: 8 April 2021).

Nybakk, M.V. (2020) *Norge trenger flere fagfolk – Nå!* Available at: <https://www.utdanningsnytt.no/videregaende-opplaering-yrkesfag/norge-trenger-flere-fagfolk--na/226128> (Accessed: 1 December 2021).

Oesterreich, T.D. and Teuteberg, F. (2016) 'Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry', *Computers in Industry*, 83, pp. 121–139. doi:10.1016/j.compind.2016.09.006.

Oke, A., Aigbavboa, C. and Mabena, S. (2017) *Effects of Automation on Construction Industry Performance*. doi:10.2991/icmmse-17.2017.61.

Overland, J.-A. (2018) *Medie- og informasjonskunnskap - TONE - strategi for kildekritikk - NDLA, Nasjonal digital læringsarena - NDLA*. Available at: <https://ndla.no/subject:14/topic:1:185701/resource:1:169741?filters=urn:filter:80f10045-2faa-4f6f-be0f-4c7ec9618186> (Accessed: 6 April 2021).

Øvern, K.M. (2014) 'Litteraturstudie som metode'. NTNU Biblioteket Gjøvik, 3 November. Available at: <https://www.slideshare.net/higbibl/litteraturstudie-som-metode> (Accessed: 12 April 2021).

Owen, R. *et al.* (2006) 'Is agile project management applicable to construction?', in *Understanding and Managing the Construction Process: Theory and Practice - 14th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC-14*, pp. 51–66.

Ramdhani, A., Ramdhani, M. and Amin, A. (2014) 'Writing a Literature Review Research Paper: A step-by-step approach', *International Journal of Basic and Applied Science*, 3, pp. 47–56.

Regjeringen.no (2014) *Personvernforordningen (GDPR)*, *Regjeringen.no*. regjeringen.no. Available at: <https://www.regjeringen.no/no/sub/eos-notatbasen/notatene/2014/aug/forslag-til-personvernforordning/id2433856/> (Accessed: 12 April 2021).

Ribeiro, F.L. and Fernandes, M.T. (2010) 'Exploring agile methods in construction small and medium enterprises: a case study', *Journal of Enterprise Information Management*, 23(2), pp. 161–180. doi:10.1108/17410391011019750.

Richard, R.-B. (2005) 'Industrialised building systems: reproduction before automation and robotics', *Automation in Construction*, 14(4), pp. 442–451. doi:10.1016/j.autcon.2004.09.009.

Røykenes, K. (2009) *Metodetriangulering – et metodisk minefelt eller en berikelse av fenomener?* Available at: <https://sykepleien.no/forskning/2009/03/metodetriangulering-et-metodisk-minefelt-eller-en-berikelse-av-fenomener> (Accessed: 12 April 2021).

Ruparelia, N.B. (2010) 'Software development lifecycle models', 35(3), p. 6.

Sander, K. (2019a) 'Dybdeintervju – enkelt intervju', *eStudie.no*, 11 October. Available at: <https://estudie.no/dybdeintervju-enkelt-intervju/> (Accessed: 8 April 2021).

Sander, K. (2019b) 'Fenomenologi og fenomenologisk design / analyse', *eStudie.no*, 7 December. Available at: <https://estudie.no/fenomenologisk-design/> (Accessed: 6 April 2021).

Sander, K. (2019c) 'Generalisering og estimering av en stikkprøve', *eStudie.no*, 26 September. Available at: <https://estudie.no/generalisering-stikkprove/> (Accessed: 12 April 2021).

Sander, K. (2019d) 'Reliabilitet', *eStudie.no*, 5 September. Available at: <https://estudie.no/reliabilitet/> (Accessed: 12 April 2021).

Sander, K. (2019e) 'Validitet', *eStudie.no*, 30 November. Available at: <https://estudie.no/validitet/> (Accessed: 12 April 2021).

Sander, K. (2020) 'Induktiv og deduktiv studier', *eStudie.no*, 25 October. Available at: <https://estudie.no/induktiv-deduktiv/> (Accessed: 6 April 2021).

Saunders, M., Lewis, P. and Thornhill, A. (2009) *Research methods for business students*. Available at: https://books.google.no/books?hl=no&lr=&id=u-txtfaCFiEC&oi=fnd&pg=PA2&dq=Research+methods+for+business+students&ots=DxISFjM7fJ&sig=xIskPNP5ChAiwAoDeH_ZzU9MVqs&redir_esc=y#v=onepage&q=Research%20methods%20for%20business%20students&f=false.

Senescu, R.R., Aranda-Mena, G. and Haymaker, J.R. (2013) 'Relationships between Project Complexity and Communication', *Journal of Management in Engineering*, 29(2), pp. 183–197. doi:10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000121.

Søk & Skriv (2020) *Søketeknikker | Søk & Skriv*. Available at: <https://sokogskriv.no/soking/soketeknikker.html#kombinasjon-med-or> (Accessed: 6 April 2021).

Stepanov, M.A. and Gridchin, A.M. (2018) 'Perspectives of construction robots', 327, p. 042126. doi:10.1088/1757-899X/327/4/042126.

Stewart, R.A., Mohamed, S. and Daet, R. (2002) 'Strategic implementation of IT/IS projects in construction: a case study', *Automation in Construction*, 11(6), pp. 681–694. doi:10.1016/S0926-5805(02)00009-2.

Streule, T. *et al.* (2016) 'Implementation of Scrum in the Construction Industry', in: *Procedia Engineering*, pp. 269–276. doi:10.1016/j.proeng.2016.11.619.

Sun, W. *et al.* (2015) 'Communication Behaviors to Implement Innovations: How Do AEC Teams Communicate in IPD Projects?', *Project Management Journal*, 46(1), pp. 84–96. doi:10.1002/pmj.21478.

Takeuchi, H. and Nonaka, I. (1986) 'The new new product development game', *Harvard Business Review*, p. 11.

Talke, K. and Heidenreich, S. (2014) 'How to Overcome Pro-Change Bias: Incorporating Passive and Active Innovation Resistance in Innovation Decision Models', *Journal of Product Innovation Management*, 31(5), pp. 894–907. doi:10.1111/jpim.12130.

Tam, V.W.Y. *et al.* (2007) 'Towards adoption of prefabrication in construction', *Building and Environment*, 42(10), pp. 3642–3654. doi:10.1016/j.buildenv.2006.10.003.

Thagaard, T. (2018) *Systematikk og innlevelse. En innføring i kvalitative metoder*.

Tjora, A. (2017) *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*. 3. utgave. Gyldendal akademisk.

Todsén, S. (2018) *Produktivitetsfall i bygg og anlegg*, *ssb.no*. Available at: <https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/artikler-og-publikasjoner/produktivitetsfall-i-bygg-og-anlegg> (Accessed: 29 November 2021).

Tour, E. (2015) 'Digital mindsets: Teachers' technology use in personal life and teaching', *Language Learning and Technology*, 19(3), pp. 124–139.

U.S. Chamber of commerce and USG Corporation (2018) *Commercial Construction Index - Q4 2018*.

Walden University (2020) *What is citation chaining? - Quick Answers*. Available at: <https://academicanswers.waldenu.edu/faq/73253> (Accessed: 6 April 2021).

WallMo A/S (2017) *WallMo A/S: Ny robot til glasmontage*, *Markedsmodningsfonden*. Available at: <https://markedsmodningsfonden.dk/wallmo-ny-robot-til-glasmontage> (Accessed: 20 October 2021).

WallMo A/S (u.å.) '» WallMo A/S - European Robotics Startups and Small and Medium-sized Enterprises'. Available at: <http://www.eu-robotics-sme.org/wallmo-as/> (Accessed: 20 October 2021).

Whyte, J.K. and Hartmann, T. (2017) 'How digitizing building information transforms the built environment', *Building Research & Information*, 45(6), pp. 591–595. doi:10.1080/09613218.2017.1324726.

Woodhead, R., Stephenson, P. and Morrey, D. (2018) 'Digital construction: From point solutions to IoT ecosystem', *Automation in Construction*, 93, pp. 35–46. doi:10.1016/j.autcon.2018.05.004.

Xie, C. *et al.* (2010) 'A case study of multi-team communications in construction design under supply chain partnering', *Supply Chain Management: An International Journal*. Edited by A. Segerstedt and T. Olofsson, 15(5), pp. 363–370. doi:10.1108/13598541011068279.

Zhou, K., Liu, T. and Zhou, L. (2016) 'Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges', in *2015 12th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, FSKD 2015*, pp. 2147–2152. doi:10.1109/FSKD.2015.7382284.

Vedlegg

Vedlegg A: Forenklet søkerlogg masteroppgave

Vedlegg B: Forenklet søkerlogg prosjektoppgave

Vedlegg C: Intervjuguide for leverandør

Vedlegg D: Intervjuguide for fagarbeider

Vedlegg A – Forenklet søkerlogg masteroppgave

Database	Søkeord	Andre avgrensninger	Navn på kilde	Navn på kilde funnet ved citation chain	Inkludert
Scopus	"Automated construction"	Tittel, abstrakt	Development of conceptual model of construction factory for automated construction		Ja
Scopus		Tittel, abstrakt	Automated construction by contour crafting - Related robotics and information technologies		Ja
Scopus	"Automation" AND "construction"	Tittel, abstrakt	Construction automation: Research areas, industry concerns and suggestions for advancement		Ja
Scopus				Productivity of digital fabrication in construction: Cost and time analysis of a robotically built wall	Ja
Scopus				The future of construction automation: Technological disruption and the upcoming ubiquity of robotics	Ja
Scopus		Tittel, abstrakt	Robotics and automation in construction		Ja
Scopus		Tittel, abstrakt	Barriers and Impact of Mechanisation and Automation in Construction to Achieve Better Quality Products		Ja
Scopus				Readiness of a developing nation in implementing automation and robotics technologies in construction: a case study of Malaysia.	Ja
Scopus	"work environment" AND "construction site"	Tittel, abstrakt	Augmented virtuality in construction safety education and training		Ja
Scopus	"safety" AND "construction"	Tittel, abstrakt	Viability of Designing for Construction Worker Safety		Ja
Scopus	"Safety" AND "risk" AND "construction"	Tittel, abstrakt	Contributing factors in construction accidents		Ja
Scopus			Case studies of occupational health management in the engineering construction industry		Ja
Scopus			Analysis of Construction Worker Fall Accidents		Ja
Scopus	"industry 4.0"	Tittel, abstrakt	Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges		Ja
Scopus		Tittel, abstrakt	Driving forces and barriers of Industry 4.0: Do multinational and small and medium-sized companies have equal opportunities?		Ja
Scopus	"Innovation" AND "construction"	Tittel, abstrakt	Forces driving adoption of new information technologies		Ja
Scopus	"digital mindset"	Tittel, abstrakt, 2010<	Digital mindsets: Teachers' technology use in personal life and teaching		Ja

Database	Søkeord	Andre avgrensninge	Navn på kilde	Navn på kilde funnet ved citation chain	Inkludert
Oria	"Digital mindset"	Fagfellevurdert	How to Overcome Pro-Change Bias: Incorporating Passive and Active Innovation Resistance in Innovation Decision Models		Ja
Oria				Consumer Resistance To, and Acceptance Of, Innovations	Ja
Oria			Its Not Just About Technology: The People Side of Digitization		Ja
Oria	"arbeidsmiljø" AND "byggenæring"	Fagfellevurdert	Helse, miljø og sikkerhet i byggeindustrien : fagbok bygg		Ja
Oria	"Future" AND "construction automation"	Fagfellevurdert	Trends in Robotics and Automation in Construction		Ja
Google scholar	Automation in construction industry		Effects of automation on construction industry performance		Ja
Google scholar	Industrialization in construction industry trend	2010<	Industrialization of the Construction Industry		Ja
Google scholar	"robot" AND "construction industry"	2010<	What are the prospects for robots in the construction industry?		Ja
Google scholar	Prefabrication in construction		Towards adoption of prefabrication in construction		Ja
Google scholar			Sustainable construction aspects of using prefabrication in dense urban environment: a Hong Kong case study		Ja
Google scholar	"ulykke" AND "bygg"	Tittel, 2010<	Ulykker i bygg og anlegg – Rapport 2020		Ja
Google scholar			Helseproblemer og ulykker i bygg og anlegg – Rapport 2018		Ja
Google scholar	"counterproductive behaviour" AND "organizational climate"	Tittel, 2010<	The Effect of Organizational Climate on Counterproductive Behaviors: An Empirical Study on the Employees of Manufacturing Enterprises		Ja
Google scholar	"social challenges Industry 4.0"	2010<	The Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0): A Social Innovation Perspective		Ja
WebOfScience	"work environment" AND "construction"		Psychosocial work environment and mental health among construction workers		Ja
WebOfScience				Psychosocial factors at work and risk of depression: a systematic review of the epidemiological evidence	Ja
WebOfScience				EFFECTS OF PERCEIVED JOB STRESS ON DEPRESSIVE SYMPTOMS IN BLUE-COLLAR WORKERS OF AN ELECTRICAL FACTORY IN JAPAN	Ja
ScienceDirect	"digitisation" AND "automation"		Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry		Ja
ScienceDirect	"automation" AND "robotics"		Industrialised building systems: reproduction before automation and robotics		Ja

Vedlegg B – Forenklet søkerlogg prosjektoppgave

Database	Søkeord	Andre avgrensninger	Navn på kilde	Navn på kilde funnet ved citation chain	Inkludert
Google Scholar	Software development AND lifecycle models	Tittel	Software development lifecycle models		Ja
Google Scholar				Electronic commerce to support construction design and supply-chain management: a research note	Ja
Google Scholar	Waterfall model	Tittel	A Simulation Model for the Waterfall Software Development Life Cycle		Ja
Google Scholar	Waterfall model	Tittel	WATEERFALLVs V-MODEL Vs AGILE: A COMPARATIVE STUDY ON SDLC		Ja
Google Scholar				Agile Estimating and Planning	Ja
Google Scholar	Skepticism AND attitudinal issues AND construction industry		The implementation of lean manufacturing in the furniture industry: A review and analysis on the		Ja
Oria	Tittel: Digitizing AND Fulltekst: Implementation AND construction	Fagfelleverdert	How digitizing building information transforms the built environment		Ja
Oria				BIM adoption by public facility agencies: impacts on occupant value	Ja
Oria				Implementing innovation in construction: contexts, relative boundedness and actor-network	Ja
Oria	Strategic implementation AND construction	Tittel, Fagfelleverdert	Strategic implementation of IT/IS projects in construction: a case study		Ja
Oria				Information and Communication Technology Applications in Architecture, Engineering, and Construction Organizations: A 15-Year Review	Ja
Oria				Exploring agile methods in construction small and medium enterprises: a case study	Ja
Oria	Tittel: Construction AND Fulltekst: Agile AND traditional AND management OR implementation	Fagfelleverdert	A conceptual hybrid project management model for construction projects		Ja
Oria				Identifying some important success factors in adopting agile software development practices	Ja
Oria	Tittel: Implementation AND case studies AND construction	Fagfelleverdert	Collaboration Environments for Construction: Implementation Case		Ja

Database	Søkeord	Andre avgrensninger	Navn på kilde	Navn på kilde funnet ved citation chain	Inklude
Scopus	Implementation AND agile AND construction AND industry	Tittel, abstrakt, nøkkelord	<u>Implementation of Scrum in the Construction Industry</u>		Ja
Scopus	Successful AND communication AND in AND construction AND management	Tittel, abstrakt, nøkkelord	<u>Communication in Construction Teams</u>		Nei
Scopus				<u>A case study of multi-team communications in construction design under supply chain partnering</u>	Ja
Scopus				<u>Communication Behaviors to Implement Innovations: How Do AEC Teams Communicate in IPD Projects?</u>	Ja
Scopus	Apm AND construction AND industry	Tittel, abstrakt, nøkkelord	<u>Is agile project management applicable to construction?</u>		Ja
Scopus				<u>Balancing Agility and Discipline: A Guide for the Perplexed</u>	Ja
Scopus				<u>Understanding agile project management methods using Scrum</u>	Ja
Scopus				<u>The new product development game</u>	Ja
Scopus	Complex AND communication AND construction AND case AND studies OR empirical	Tittel, abstrakt, nøkkelord	<u>Relationships between Project Complexity and Communication</u>		Ja
Scopus	Digital construction AND industry 4.0	Nøkkelord	<u>Digital construction: From point solutions to IoT ecosystem</u>		Ja
Scopus				<u>Critical success factors for lean implementation within SMEs</u>	Ja
Scopus				<u>Users' influence on inter-organizational innovation: mapping the receptive context</u>	Ja
Scopus	Agile AND traditional AND software development AND empirical	Abstrakt	<u>Empirical studies of agile software development: A systematic review</u>		Ja

Vedlegg C – Intervjuguide for leverandør

Oppvarmings spørsmål:

- Hvilken bedrift jobber du for?
- Hva er målet/visjonen til bedriften deres?
- Hva slags stilling har du i denne bedriften?
- Hvilke arbeidsoppgaver har du i denne bedriften?

Refleksjonsspørsmål:

1. På hvilken måte vil bedriften deres påvirke byggeprosessen for fagarbeidere i fremtiden?
 - o Hva slags type produkt utvikler dere? Roboter på byggeplass eller andre automatiserte prosesser (prefab)?
 - o På hvilken måte vil bedriften deres påvirke byggeprosessen med tanke på; sikkerhet? effektivitet? økonomi?
 - o Hvordan vil interaksjonen mellom robot og menneske være?
 - o Hvordan ser dere for dere at arbeidsdynamikk på byggeplass vil bli? Færre fagarbeidere, flere roboter? Mindre arbeid på selve byggeplassen?
 - o Vil det kreves oppfølgingspersonell for roboter? / Egne montører for prefabrikasjon?
 - o Er dette i så fall deres ansatte, eller kan det være fagarbeidere fra andre firma?
 - o Vil det være mulig å arbeide utover de normale arbeidstidene, f.eks. natt, ved at prosesser utføres autonomt?
 - o Hvordan vil bedriften deres påvirke arbeidsmengden i planleggingsfasen og i produksjon? Mer arbeid i planlegging og mindre i produksjon?
2. Hvordan tenker dere at fagarbeidernes posisjon vil være i fremtiden?
 - o Hvordan vil arbeidshverdagen for fagarbeidere bli på en byggeplass hvor entreprenøren benytter deres bedrift?
 - o På hvilken måte vil arbeidsmiljøet endre seg med tanke på, sikkerhet, helse, sosialt miljø, kultur og givende arbeidsoppgaver?
 - o Vil det bli mindre teknisk arbeid? Mer montørarbeid?
 - o Vil automasjon og robotisering omfatte såpass mye arbeid slik at fagarbeiderne kan bli utdanket? Eller vil de ende med å ha en mer ledende rolle?
 - o Trenger fagarbeidere å bli omskolert for å holde tritt med utviklingen dere ser for dere?
 - o Hvilke fagområder ser dere for dere at først gjennomgår en stor endring med tanke på automasjon?
3. Hvilke faktorer ser dere på som viktig ved implementering av produktet/metoden deres?
 - o Vil det kreve store endringer fra dagens prosess for å få gjennomført, eller kan det iverksettes uten større tiltak?
 - o Vil det kreves mye engasjement og overtalelse fra ledelsen?
 - o Behøver dere å gjennomføre kursing av personer som skal omgå deres produkt?
 - o I hvilken grad vil det kreves en holdningsendring for å få implementert produktet/metoden deres?
 - o På hvilken måte har dere sett for dere at fagarbeiderne selv kan ha innflytelse på implementeringen? Har de innflytelse?
 - o Hva slags strategi har dere sett for dere å benytte for å implementere produktet/metoden. Skal dere ha en agil eller tradisjonell tilnærming?

Avrundings spørsmål

Er det flere relevante ting som vi ikke har snakket om tilknyttet implementering av deres produkt som vil påvirke dagens byggeprosess, da spesielt fagarbeiderne?

Vedlegg D – Intervjuguide for fagarbeider

Oppvarmings spørsmål

- Hva er din nåværende stilling i Backe og hvor lenge har du vært i denne stillingen?
- Hvilket fag jobber du med og har du erfaring fra andre stillinger/fag?
- Hvilket prosjekt jobber du på nå?
- Hvordan ser en typisk arbeidshverdag ut for deg?
- Har du ved tidligere prosjekter jobbet sammen, eller i nærhet av automatiserte prosesser?

Refleksjonsspørsmål

1. Hvilke aspekter av jobben din er det som gjør at du trives?
 - o Utføre rutiner oppgaver?
 - o Nødvendigheten til å være løsningsorientert og kunne løse nye oppgaver på plass?
 - o Utføre krevende oppgaver?
 - o Jobbe i team med andre?
 - o Se den fysiske fremgangen av byggeprosjektet?
 - o Hvordan syntes du det sosiale arbeidsmiljøet på byggeplassen er?
2. Det har allerede vært en liten endring i hvordan arbeidet deres utføres med tanke på automatisering, eks. mer prefabrikkerte elementer. På hvilken måte har dette endret hvordan dere jobber?
 - o Har det til tider blitt mindre krevende oppgaver?
 - o Noen oppgaver som har forsvunnet som dere savner?
 - o Mer monteringsarbeid på dere? Er montering noe du synes er spennende?
 - o Har produksjon utenfor byggeplass ført til at det er færre fagarbeidere i ditt felt på byggeplassen?
 - o Har det sosiale arbeidsmiljøet endret seg på bakgrunn av forrige spørsmål?
 - o Hvordan syntes du utviklingen er med mer produksjon som skjer utenfor byggeplass?
 - o Ser du frem til/er du skeptisk til endringene som kommer de neste årene?
3. Hvordan ønsker du at arbeidshverdagen din skal være i fremtiden?
 - o Hvilke oppgaver er essensielle å fortsette med for at du skal trives?
 - o Hvilke oppgaver er det jobben din i dag innebærer som du gjerne kunne sluppet?
 - o Kan du se for deg noen av disse oppgavene bli automatisert?
 - o Ser du på det som en trussel at prosesser på byggeplass blir mer automatisert og mindre avhengig av fagarbeidere?
 - o Hvordan stiller du deg til å ha et mer overordnet ansvar på byggeplass?
 - o Kunne du jobbet på en fabrikk med produksjon av prefab. istedenfor på byggeplass?
 - På hvilken måte ser du for deg at det hadde påvirket trivselen din?
 - Hvilke tiltak måtte bli utført for at du skulle ønsket å jobbe på en fabrikk?
 - o Hvordan ser du for deg at automasjon og robotisering vil påvirke arbeidsmiljøet ditt?
4. Hvordan kan en overgang til mer automasjon og robotisering skje på best mulig måte for fagarbeiderne sin del, etter din mening?
 - o På hvilken måte kan samarbeidet mellom menneske og robot utvikles?
 - o Ønsker man å ha en gradvis tilvenning, eller er det bedre å ha en litt bråere overgang? Starte med roboter som hjelpemiddel f.eks. og senere tar over prosesser.
 - o Hvordan kan overgangen til en arbeidshverdag hvor mer og mer prefabrikkerte elementer produseres utenfor byggeplassen utføres på best måte for dere?
 - o Hvordan kan fagarbeiderne sin stemme bli hørt i utviklingen bransjen planlegger?

Avslutningsspørsmål

Er det flere relevante ting som vi ikke har snakket om tilknyttet implementering av automasjon og roboter som påvirker fagarbeidere som du vil ta opp?

