

Einar Stensrud Larsen
Richard Bjørnstad

Potensialet ved automatisering realiseres med ledelse og planlegging

Masteroppgave i Bygg- og miljøteknikk
Veileder: Eilif Hjelseth
Juni 2023

Einar Stensrud Larsen
Richard Bjørnstad

Potensialet ved automatisering realiseres med ledelse og planlegging

Masteroppgave i Bygg- og miljøteknikk
Veileder: Eilif Hjelseth
Juni 2023

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for bygg- og miljøteknikk



Kunnskap for en bedre verden

Forord

Denne avhandlingen er skrevet som en del av masterstudiet i Bygg- og Miljøteknikk ved Norges Teknisk-Naturvitenskapelig Universitet (NTNU). Masteroppgaven er en del av det avsluttende arbeidet i en sivilingeniørgrad og utgjør 30 studiepoeng i faget TBM4900 – Bygg- og Miljøteknikk, masteroppgave. Oppgaven baseres på en tidligere prosjektoppgave utarbeidet høsten 2022 av samme forfattere.

Arbeidet med oppgaven har bestått av en utforskende tilnærming, gjennom å prøve seg frem og tilegne seg erfaring underveis. Da vi startet med temaet «Digitale byggeprosesser» hadde vi hørt mye om mulighetene tilknyttet digitaliseringen av BAE-næringen. Vi tenkte at det ville bli uproblematisk å dykke dypere innen tematikken ettersom teknologien har kommet langt, og mange digitale verktøy kan løse dagens problemer. Sammenlignet med andre bransjer lå likevel BAE-næringen et godt stykke bak. Etter hvert innså vi at det var flere dyptliggende årsaker til at utviklingen gikk tregere enn først antatt. Det har etterlatt et inntrykk av at digitaliseringen fremover vil handle mer om samspillet mellom mennesket og teknologien, der holdninger og ledelse vil være sentralt.

Arbeidet med oppgaven har ført til at vi sitter med en følelse av en økt forståelse for temaet og hvorfor bransjen er der den er. Samtidig har det vært lærerikt og spennende å komme i kontakt med personer fra bransjen som er langt fremme innen digitalisering og automatisering.

En stor takk rettes til alle som har vært villig til å bli med på en samtale og intervju. Samtidig vil vi takke respondentene på spørreundersøkelsen som har bidratt med et verdifullt datagrunnlag. Uten dere hadde ikke oppgaven blitt til. Videre vil vi takke venner og familie som har støttet oss og hatt troen på oss gjennom hele prosessen. Til slutt ønsker vi å gi en stor takk til vår veileder ved NTNU, Eilif Hjelseth, for gode råd og innspill. Ditt engasjement for tematikken og gode veiledning har vært motiverende og inspirerende i arbeidet med masteroppgaven.

Sammendrag

Utvikling i BAE-næringen har lenge omhandlet økt effektivitet. For å få dette til har digitalisering og automatisering vært sentrale temaer. Det er lagt planer og gjort utredninger på hvordan bransjen skal utnytte ny teknologi for å oppnå de ambisiøse målene. Blant målene fra det digitale veikartet er 50% raskere prosjektgjennomføring og 33% kostnadsreduksjon innen 2025. Parallelt med mål om effektivisering, stilles det stadig strengere krav til dokumentasjon, HMS, miljø og KS. Trenden er i dag at bransjen ikke lever opp til forventningene, utviklingen går tregt, bransjen er splittet og veien videre er uklar.

Temaet for denne oppgaven er automatisering av ingeniørfaglige arbeidsoppgaver i BAE-næringen. Den digitale utviklingen i BAE-næringen har et stort potensial og vi har derfor valgt å kartlegge hvor mye bransjen har automatisert, holdninger rundt utvikling og automatisering, og hvilke muligheter som finnes ved en økt automatiseringsgrad. For å utforske dette temaet har en problemstilling blitt laget. Denne lyder som følger:

Hvordan kan automatisering av ingeniørfaglige arbeidsoppgaver føre til en redusert mengde manuelt arbeid og en mer effektiv BAE-næring?

For å undersøke denne problemstillingen har det blitt gjennomført ekspertsamtaler, kvalitative intervjuer og en kvantitativ spørreundersøkelse. Resultatene fra dette viser at holdningsrelaterte barrierer hindrer utvikling og automatisering. Det er lite fokus på standardisering, og dette gjør det vanskelig å automatisere. Syv av åtte firmaer har ikke gjort en kartlegging av hva som kan automatiseres og mye potensiale går tapt fordi fokusområdet er feil. Intervjuobjektene påpeker gang på gang at bransjen starter i feil ende når det kommer til automatisering. De ser et automatiseringsbehov, starter med å automatisere og får masse problemer underveis. Utviklingen skjer sporadisk, er ofte persondrevet, kostbar og lite vellykket. Før prosessen startes, er en helhetlig kartlegging anbefalt. For å automatisere arbeidsoppgaver på en god måte, må rekkefølgen i «automatiseringstrappa» følges. Her er rekkefølgen standardisering, integrering og til slutt, automatisering. Når man får til dette har man robusthet i metodene, økt effektivitet, kvalitet og kapasitet.

Spørreundersøkelsen viser at bransjen har kommet et stykke, men at det fortsatt et stort urealisert potensial innenfor automatisering av ingeniørfaglige arbeidsoppgaver. Det er stor splittelse, selv blant de fremste i bransjen, og mulighetene utforskes lite av de fleste. Fåtallet jobber aktivt med automatisering for å nå målene i det digitale veikartet. Ledelsen må ta initiativet med å starte en standardiseringsprosess, slik at integrering og automatisering blir mulig. Holdningene i BAE-næringen må også tas tak i slik at man kan samarbeide om å endre bransjen til det bedre. Av de fem arbeidsoppgavene som har blitt kartlagt i spørreundersøkelsen kommer økonomi best ut. Arbeidsoppgaven er i det øvre sjiktet av delvis automatisert. De to arbeidsoppgavene som kategoriseres som manuelle, er arbeid knyttet til møter og fremdriftsplanlegging. Disse har en rød automatiseringsgrad når man bruker "trafikklys" metoden. For å øke automatiseringsgraden må det gjøres tiltak, det må investeres penger og settes av tid. Potensialet i arbeidsoppgavene vi har kartlagt er stort, og man kan øke automatiseringsgraden betraktelig med relativt enkle tiltak. For å realisere potensialet må man gå ut på dypere, utrygt vann og komme seg vekk fra holdningen, "sånn har vi alltid gjort det".

Abstract

Developments in the AEC-industry have long been about increased efficiency. To achieve this, digitization and automation have been central themes. Plans have been made and studies carried out on how the industry will utilize new technology to achieve the ambitious goals. Among the goals from the Norwegian digital roadmap are 50% faster project implementation and 33% cost reduction by 2025. In parallel with goals for efficiency, there are increasingly strict requirements for documentation, HSE, environment, and quality assurance. The trend today is that the industry does not live up to expectations, development is slow, the industry is divided, and the way forward is unclear.

The subject of this thesis is the automation of engineering tasks in the AEC-industry. Digital development in the AEC-industry has great potential. Therefore, we have chosen to survey how much the industry has automated, attitudes around development and automation, and what opportunities exist with an increased degree of automation. To explore this topic, a problem statement has been created. This reads as follows:

“How can automation of engineering tasks lead to a reduced amount of manual work and a more efficient AEC-industry?”

To investigate this issue, expert interviews, qualitative interviews, and a quantitative survey have been carried out. The results from this show that attitude-related barriers prevent development and automation. There is little focus on standardization, and this makes it difficult to automate. Seven out of eight companies have not made a mapping of what can be automated, and a lot of potentials is lost because the focus area is wrong. The interviewees point out time and again that the industry starts at the wrong end when it comes to automation. They see a need for automation, start automating and run into lots of problems along the way. The development happens sporadically and is often person-driven, expensive, and not very successful. Before starting the process, a comprehensive mapping is recommended. To automate work tasks in a good way, the sequence in the "automation staircase" must be followed. Here, the order is standardization, integration, and finally, automation. When you achieve this, you have robustness in the methods, increased efficiency, quality and capacity.

The mapping shows that the industry has come a long way, but that there is still a large unrealized potential within the automation of engineering tasks. There is great division, even among the best in the industry, and the possibilities are little explored by most. A few are actively working with automation to achieve the goals in the Norwegian digital roadmap. Management must take the initiative to start a standardization process, making integration and automation possible. The attitudes in the AEC-industry must also be addressed so that one can work together to improve the industry. Of the five work tasks that have been mapped in the survey, finance comes out the best. The task is in the upper tier of partially automated. The two tasks that are categorized as manual, are work related to meetings and progress planning. These have a red level of automation when using the "traffic light" method. To increase the degree of automation, measures must be taken, money must be invested, and time must be set aside. The potential in the tasks we have mapped is great, and the degree of automation can be increased considerably with relatively simple measures. To realize the potential, one must go out into deeper, unsafe waters and get away from the attitude, "That's how we've always done it".

Innhold

FORORD	V
SAMMENDRAG	VI
ABSTRACT	VII
INNHOOLD	VIII
FIGURER	X
TABELLER	X
FORKORTELSER/SYMBOLER	XII
1 INNLEDNING	13
1.1 BAKGRUNN	13
1.2 FORMÅL OG FORSKNINGSSPØRSMÅL	13
1.3 BEGRENSNINGER	14
1.4 UTFORMING AV OPPGAVEN	15
2 FAGLIG OG TEORETISK RAMMEVERK	16
2.1 BYGGEPROSESSER	16
2.2 PRODUKTIVITET OG RPA	17
2.3 DIGITALISERINGEN AV BAE-NÆRINGEN	19
2.3.1 VDC – Virtual design and Construction	19
2.3.2 BIM	20
2.3.3 Bygg21	21
2.3.4 Det digitale veikartet	22
2.4 PEOPLE, PROCESS AND TECHNOLOGY	25
2.4.1 Den sosioteknologiske utviklingen	25
2.4.2 Endringsledelse	27
3 METODE	28
3.1 FORSKNINGSMETODE	28
3.2 INDUKTIV OG DEDUKTIV METODE	28
3.3 VALG AV METODE	28
3.3.1 Litteratursøk	29
3.3.2 Intervjuer og samtaler	29
3.3.3 Spørreundersøkelse	30
3.4 FORSKNINGSDSIGN	31
3.5 FEILKILDER OG EVALUERING AV METODE	36
3.5.1 Styrker og svakheter ved litteratursøk	36
3.5.2 Styrker og svakheter i intervjuer	36
3.5.3 Styrker og svakheter til spørreundersøkelse	36
4 RESULTAT	38
4.1 RESULTAT FRA INTERVJUER OG EKSPERTSAMTALER	38
4.2 RANGERING AV PÅSTANDER	48
4.3 RESULTATER OG ANALYSE FRA SPØRREUNDERSØKELSE	50
4.3.1 Innledende spørsmål fra spørreundersøkelsen	50
4.3.2 Resultater fra spørsmålsmatriser med flervalg	52
4.4 AUTOMATISERINGSGRAD	60
4.4.1 Arbeid knyttet til møter	61
4.4.2 Rapportering (KS/HMS/AVVIK)	62

4.4.3	<i>Prosesser i fremdriftsplanlegging</i>	63
4.4.4	<i>Økonomi (kostnadskontroll, fakturaer og lønn)</i>	65
4.4.5	<i>Informasjonsuthenting fra datagrunnlag</i>	66
4.4.6	<i>Oppsummering</i>	67
5	DISKUSJON	69
5.1	I HVILKEN GRAD HAR BRANSJEN AUTOMATISERT ULIKE ARBEIDSOPPGAVER OG HVA DRIVER UTVIKLINGEN?	69
5.1.1	<i>Hva driver utviklingen?</i>	71
5.2	HVILKE HOLDNINGER HAR FOLK I BRANSJEN TIL UTVIKLING OG AUTOMATISERING?	72
5.2.1	<i>Kunnskapen og forståelsen</i>	72
5.2.2	<i>Holdningen og viljen til å prøve noe nytt</i>	73
5.2.3	<i>Oppsummering</i>	74
5.3	HVILKE MULIGHETER FINNES VED EN ØKT AUTOMATISERINGSGRAD AV INGENIØRFAGLIGE ARBEIDSOPPGAVER OG HVORDAN KAN MAN FÅ DETTE TIL?	74
5.3.1	<i>Økonomi</i>	75
5.3.2	<i>Fremdriftsplanlegging</i>	75
5.3.3	<i>Møter</i>	75
5.3.4	<i>Informasjonsuthenting fra datagrunnlag</i>	75
5.3.5	<i>Rapportering</i>	76
5.3.6	<i>Økning av automatiseringsgrad</i>	76
6	KONKLUSJON	77
6.1	VIDERE ARBEID	78
7	REFERANSER	79
	VEDLEGG 1 - INTERVJUGUIDE	83

Figurer

Figur 1: Byggeprosessens kjerneprosesser (Eikeland, 2001).	16
Figur 2: Stegene i en byggeprosess (Standard Norge, 2023).....	17
Figur 3: Produktivitetsindeks fra 2000-2016 (SSB, 2018).	18
Figur 4: De tre typene RPA (Axmann & Harmoko, 2020).	19
Figur 5: Industrialisering – tenk nytt, bruk kjente løsninger (Bygg21, 2019b).	21
Figur 6: Det digitale veikartet (BNL, 2017).	23
Figur 7: De sentrale elementene og stegene som må til for å nå målene fra veikartet (BNL, 2017).	24
Figur 8: Fem råd til ledere i BAE-næringen (BNL, 2020)	24
Figur 9: Sammenhengen i "people, process and technology" (Dave et al., 2008)	25
Figur 10: Automatiseringstrappa (Hjelseth, 2023).	26
Figur 11: De fire industrielle revolusjonene (Vaidya et al., 2018a).	26
Figur 12: Faktorer som legges til grunn når programvare blir valgt (egenprodusert).	41
Figur 13: Viser andel intervjuobjekter som har gjort en kartlegging av arbeidsoppgaver som kan automatiseres (egenprodusert).	44
Figur 14: Svarfordeling for arbeid knyttet til møter.	54
Figur 15: Svarfordeling for rapportering (HMS/KS/AVVIK).	55
Figur 16: Svarfordeling for prosesser i fremdriftsplanlegging.	56
Figur 17: Svarfordeling for økonomi (kostnadskontroll, fakturaer, lønn).	57
Figur 18: Svarfordeling for informasjonsuthenting fra datagrunnlag.	58
Figur 19: Trafikklysmodellen (egenprodusert etter muntlig forklaring Hjelseth,2023)	61

Tabeller

Tabell 1:Påstander etter brainstorming.....	33
Tabell 2: Deltakere fra intervjuene med stilling og aktør.....	35
Tabell 3: Deltakere fra ekspertsamtalene med stilling og aktør.....	38
Tabell 4: Tabell med faktorer og forklaring til faktorene.	40
Tabell 5: Faktorer som kan øke graden av automatisering i bygg- og anleggsbransjen. .	46
Tabell 6: Rangering av påstander.	48
Tabell 7: Resultat fra innledende spørsmål 1.	51
Tabell 8: Resultat fra innledende spørsmål 2.	51
Tabell 9: Resultat fra innledende spørsmål 3.	51
Tabell 10: Resultat fra spørsmålmatrix 1.	52
Tabell 11: Forventningsverdi, varians og standardavvik fra spørsmålmatrix 1.	53
Tabell 12: Gjennomsnitt, varians og standardavvik for arbeid knyttet til møter.	54
Tabell 13: Gjennomsnitt, varians og standardavvik fra rapportering (HMS/KS/AVVIK)..	55
Tabell 14: Gjennomsnitt, varians og standardavvik for prosesser i fremdriftsplanlegging.	56
Tabell 15: Gjennomsnitt, varians og standardavvik for økonomi (kostnadskontroll, fakturaer, lønn).....	57
Tabell 16: Gjennomsnitt, varians og standardavvik for informasjonsuthenting fra datagrunnlag.	58
Tabell 17: Resultat fra spørsmålmatrix 2.	59

Tabell 18: Gjennomsnitt, varians og standardavvik for spørsmålsmatrise 2.....	60
Tabell 19: Trafikklysmodellen på: Arbeid knyttet til møter.	62
Tabell 20: Trafikklysmodellen på: Rapportering (KS/HMS/AVVIK).	63
Tabell 21: Trafikklysmodellen på: Prosesser i fremdriftsplanlegging.	64
Tabell 22: Trafikklysmodellen på: Økonomi (kostnadskontroll, fakturaer og lønn).	65
Tabell 23: Trafikklysmodellen på: Informasjonsuthenting fra datagrunnlag.	67

Forkortelser/symboler

KS	Kvalitetssikring satt i system
RUH	Rapport om uønsket hendelse
VDC	Virtual design and construction
HR	Human resources
BAE-næringen	Bygge-, anleggs- og eiendomsnæringen
BIM	Bygningsinformasjonsmodellering
3D	Tredimensjonal
AP	Arbeidsproduktivitet
RPA	Robotic process automation
KI	Kunstig intelligens
RIF	Rådgivende ingeniør forbund
HMS	Helse, miljø og sikkerhet
IoT	Internet of Things
HSE	Health, safety and environment

1 Innledning

Dette kapittelet beskriver formålet og tar for seg bakgrunnen for masteroppgaven. Hvilke begrensninger som har vært nødvendig å sette for å gjennomføre denne oppgaven er også presentert. Til slutt beskrives utformingen av oppgaven.

1.1 Bakgrunn

Digitalisering, robotisering og automatisering er begreper som benyttes mer og mer i BAE-næringen. Flere har fått øyene opp for den teknologiske utviklingen og de mange nye digitale verktøyene som har kommet på markedet. Bransjen opplever samtidig utfordringer med å øke produktiviteten og effektiviteten til tross for den teknologiske utviklingen.

BAE-næringen har store ambisjoner om å bli mer effektive og nå tøffe klimamål. For å kunne nå disse ambisjonene, kreves det endring og utvikling i bransjen. Man må tørre å gå fra «grunna» der det er trygt og godt, til dypere farvann der usikkerheten, risikoen og mulighetene er større. Fastlands-Norge økte sin arbeidsproduktivitet med 30 prosent i perioden 2000 til 2016. Samtidig sank den i bygg- og anleggsbransjen med to prosent (SSB, 2018).

I forbindelse med effektivisering trodde, vi det skulle være manglende teknologi og utfordringer ved mulighetene disse bøy på. Det viser seg derimot at teknologien er på plass og at man har det man trenger, men allikevel automatiseres det ikke mer. Kunnskap og holdninger viser seg å være en større utfordring enn det vi i førsteomgang trodde. Er det fordi folk ikke ser mulighetene med de tilhørende gevinstene? Er det mangel på kompetanse som er årsaken, eller er det faktorer som tid og penger som dominerer?

Både nasjonalt og internasjonalt er det satt flere mål innen bærekraft som inkluderer betydelig utvikling i BAE-næringen. I 2017 satt regjeringen sammen med næringslivet og utarbeidet det digitale veikartet som inkluderte visjoner og mål som bransjen skulle nå innen 2025 (BNL, 2017). Målene innebærer både bærekraft og kostnadsreduksjoner, samtidig som 50% raskere prosjektgjennomføring skal oppnås. Det er heller ikke et særnorsk problem at BAE-næringen er en sinker angående produktivitet og utvikling. Milliarder av kroner har blitt brukt på å utvikle nye digitale verktøy innen konstruksjonsteknologi (McKinsey, 2019). Allikevel virker lederne i industrien å slite med å ta i bruk i disse. Ikke på grunn av kostnadsbetyrninger, men heller på grunn av interne prosesser og risikoaversjon. Kravene og målene vi har satt oss for fremtiden krever at bransjen automatiseres og effektiviseres mer enn det vi har klart i dag. Skal vi bli mer klimavennlig, ha sikrere byggeplasser, redusere byggetiden og kostnadene, må det effektiviseres, automatiseres og standardiseres.

1.2 Formål og forskningsspørsmål

Formålet med denne masteroppgaven er å kartlegge bevisstheten rundt effektive digitale arbeidsoppgaver i BAE-næringen ved hjelp av automatisering, og se på hvilke muligheter som finnes for ytterligere forbedringer. Denne oppgaven fokuserer på mindre, dagligdagse arbeidsoppgaver, som ofte innebærer gjentagende manuelt arbeid eller ineffektiv bruk av et digitalt hjelpemiddel. Årsaken til at dette er fokusområdet, er at disse arbeidsoppgavene ofte oversees, selv om flere av dem kan være relativt enkle å forbedre. For å få til dette

har oppgaven som mål å kartlegge og drøfte barrierer som hindrer utvikling, påpeke muligheter ved utvikling, samt se på drivere og muliggjørere for utviklingen. I forbindelse med dette har det blitt utarbeidet et problemstilling som lyder som følger:

«Hvordan kan automatisering av ingeniørfaglige arbeidsoppgaver føre til en redusert mengde manuelt arbeid og en mer effektiv BAE-næring?»

For å svare på problemstillingen har det blitt utarbeidet tre forskningsspørsmål. For å først få et inntrykk av bransjen, har det blitt kartlagt hvor man er i dag. Det er også viktig å se på hva som driver og hindrer utviklingen. For å få en dypere forståelse av hvorfor automatiseringsgraden er der den er, har holdninger rundt temaet også blitt undersøkt. Med det grunnlaget som er dannet, er fokuset på hvilke muligheter som finnes og hvordan man skal realisere dem. Forskningsspørsmålene er:

1. *I hvilken grad har bransjen automatisert ulike arbeidsoppgaver og hva driver utviklingen?*

Formålet med første delen av forskningsspørsmålet er å kartlegge dagens situasjon, slik at man får bedre innsikt i hvor potensialet ligger. Den andre delen av spørsmålet fokuserer på hva drivkraften for utviklingen er, og hvilken betydning dette har.

2. *Hvilke holdninger har folk i bransjen til utvikling og automatisering?*

Dette spørsmålet er laget for å se på barrierer som holdninger og kompetanse, for deretter å knytte de opp mot den trege utviklingen i BAE-næringen.

3. *Hvilke muligheter finnes ved en økt automatiseringsgrad av ingeniørfaglige arbeidsoppgaver og hvordan kan man få dette til?*

Det tredje forskningsspørsmålet skal undersøke hvilke effekter man kan forvente ved en økt automatiseringsgrad. Vi har også i forbindelse med dette spørsmålet presentert noen eksempler på hvordan man kan få dette til.

1.3 Begrensninger

Opgaven som ble valgt var digitale byggeprosesser. Dette ble så begrenset til effektiv bruk av digitale hjelpemidler. Videre ble det bestemt at oppgaven skulle omhandle automatisering. Temaet automatisering i seg selv er stort og fokuset ble derfor på ingeniørfaglige arbeidsoppgaver. Tidlig- og gjennomføringsfase er i fokus og driftsfase etter overlevering av prosjektet er sett bort ifra.

Det er valgt å ikke fokusere på robotisering av BAE-næringen, tross for at mye av litteraturen fokuserer på dette. Vi er bevisst på at maskinlæring og AI kan løse en del av utfordringene presentert i denne oppgaven. Dette krever store datasett, mye ressurser, omfattende analyser og vil derfor koste mye penger. Fokusområdet har derfor heller vært på «best practice» regler og faglig informasjon.

Det har også blitt satt en teknisk begrensning på programvare og ulike verktøy. Fokusområdet er mer på virkninger og effekten de ulike verktøyene kan ha. Teknisk hvordan man skal utvikle programmene og systemene som nevnes, er utenfor vårt kompetanseområde, og har derfor blitt utelukket.

En del av oppgaven omhandler holdninger og endringsvilje, noe som er et psykologisk og endringsledelsestema. Det har ikke blitt gått i dybden innenfor disse temaene, da dette er store temaer som er omfattende og tidskrevende å sette seg inn i.

1.4 Utforming av oppgaven

Oppgaven er i sin helhet delt inn seks kapitler. Oppbyggingen som er valgt har til hensikt å gi leseren en innledning som forteller hva temaet og problemstillingen omhandler. Videre presenteres et faglig og teoretisk rammeverk som legger grunnlaget for forståelsen av temaet. Deretter gjennomgås forskningsmetodikken og tilnærming til problemstillingen og forskningsspørsmål, og forklarer hvordan oppgaven er løst. Deretter presenteres resultater før diskusjon drøfter og sammenligner resultater opp mot teorien. Til sist blir konklusjonen lagt frem. Under er kapitlene kort beskrevet innholdsmessig.

Kapittel 1: Innledning – Innledningen presenterer temaet for masteroppgaven og bakgrunnen for problemstillingen og forskningsspørsmålene. Den viser også hva som er formålet med oppgaven og hvilke begrensninger som foreligger.

Kapittel 2: Faglig og teoretisk rammeverk – Kapittel 2 legger frem et faglig og teoretisk rammeverk om byggeprosesser, digitalisering og automatisering innen BAE-næringen. Den tar også for seg hvordan bransjen arbeider med utviklingen gjennom mål og visjoner og status quo. Dette er i all hovedsak informasjon hentet fra vitenskapelig litteratur om temaet, relevante fagartikler og rapporter fra bransjen.

Kapittel 3: Metode – Kapittel 3 presenterer forskningsmetoden og den utforskende tilnærmingen som er benyttet i forbindelse med oppgaven. Først presenteres et teoretisk grunnlag om litteratursøk, intervjuer og spørreundersøkelse. Deretter beskrives forskningsdesignet og bakgrunnen for hvordan oppgaven er løst. Til slutt i dette kapitlet gjøres en evaluering av metoden med styrker og svakheter.

Kapittel 4: Resultater – Resultatkapitlet viser først resultatene som fremkommer av interjuvene og spørreundersøkelsen. Deretter fastsettes det en automatiseringsgrad på ulike arbeidsoppgaver med tilhørende forbedringer og potensial. Dette baseres på resultater fra intervjuene, spørreundersøkelse og faglitteratur.

Kapittel 5: Diskusjon – Her vil resultatene bli diskutert med faglitteraturen for å forsøke å identifisere utfordringene, holdningene og mulighetene ved automatisering av ingeniørfaglige arbeidsoppgaver. Dette blir diskutert opp mot problemstillingen og forskningsspørsmålene for å se på løsningene som har fremkommet av resultatet.

Kapittel 6: – Det siste kapitlet presenterer en kort konklusjon som poengterer funnene og hovedtrekkene fra diskusjonen. Konklusjonen vil også diskutere hvorvidt problemstillingen og forskningsspørsmålene er besvart. Til slutt kommer det et forslag til videre arbeid innen temaet.

2 Faglig og teoretisk rammeverk

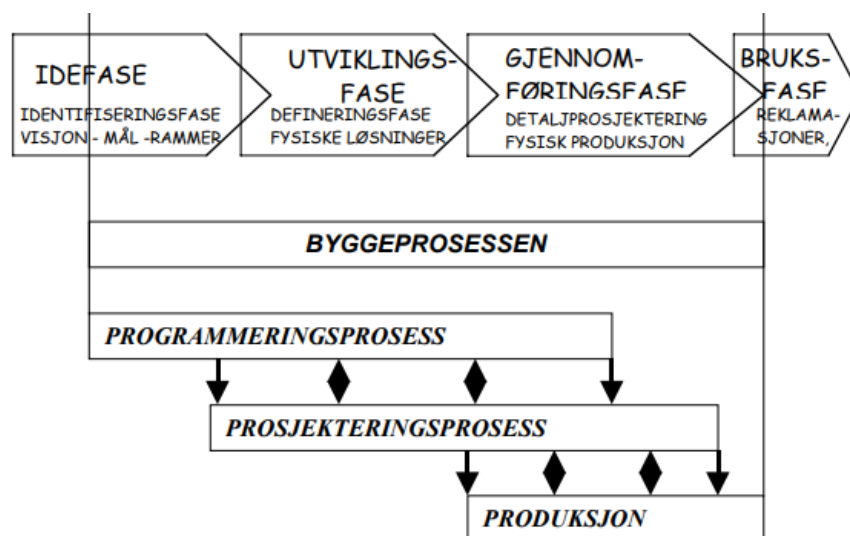
I teorikapittelet vil teori og litteratur som har relevans til problemstillingen og oppgaven presenteres. Hensikten med dette kapitlet er at leseren skal kunne ha de nødvendige forkunnskapene for å forstå de påfølgende kapitlene bedre. Definisjoner og forklaringer rundt automatisering av byggeprosesser i dette kapitlet, skal legge rammene og grunnlaget for å kunne forstå resultatene fra litteratursøk, intervjuer og spørreundersøkelse.

2.1 Byggeprosesser

Byggeprosjekter består av både enkle prosesser, og kompliserte prosesser. I BAE-næringen oppleves det betydelig utvikling og endringer, forårsaket av teknologiske fremskritt som bidrar til å forme bransjen sin nåtid og fremtid (Rafsanjani & Nabizadeh, 2021). Selv om prosjektet, sett på som en egen og unik organisasjonsenhet, har bestått i lang tid, opplever man endringer i prosessene i byggeprosjektene. De siste årene og i tiden fremover er trenden at det skal bygges mer komplisert, miljøvennlig, raskere og til en lavere kostnad. Når det kommer til byggeprosessene, er det gjort en del forskning på kjerneprosesser og de større fasene i byggeprosjektet. Eikeland (2001) definerte byggeprosessen som:

«Byggeprosessen omfatter alle prosesser som fører frem til eller er en forutsetning for det planlagte byggverk».

Denne definisjonen dekker dermed en rekke større og mindre prosesser fra planlegging- og styringsprosesser til anskaffelser- og finansieringsprosesser (Eikeland, 2001). Ettersom byggeprosessen inkluderer svært mange mindre prosesser, har dette ledet forskning til å utvikle mer generaliserte inndelinger av byggeprosessen. For eksempel kjerneprosessene med programmeringsprosessen, prosjekteringsprosessen og produksjonsprosessen. Allikevel kan det være nyttig å identifisere fasene og de større prosessene for deretter å bryte de ned til mindre prosesser. I figur 1 er en vanlig inndeling av fasene og kjerneprosessene i et byggeprosjekt (Eikeland, 2001).



Figur 1: Byggeprosessens kjerneprosesser (Eikeland, 2001).

Figuren over illustrerer sammenhengen mellom de generiske fasene i byggeprosjektet i sammenheng med kjerneprosessene. Faseinndeling og kjerneprosessene er generiske og deskriptive prosesser (Eikeland, 2001). Dette vil si det ikke er en fasit for alle prosjekter, og man vil kunne oppleve at stegene går over hverandre i tid, eller det stopper opp i en fase og man må bevege seg tilbake et steg.

Byggeprosessene er og beskrevet i norsk standard. NS3467 er en norsk standard for hvordan steg og leveranser i byggverkets livsløp foregår (Standard Norge, 2023). I figur 2 illustreres en nedbrytning av fasene til mindre prosesser og leveranser. Her regnes ti steg, fra idé- og behovsidentifisering til avvikling eller ombruk. Prosessene deles inn i byggeprosess, ledelsesprosess og reguleringsplanprosess. Både byggeprosess og ledelsesprosess er gjennomgående i alle stegene, mens reguleringsplanprosessen generelt varer fra oppstartsmøte til endelig vedtatt plan. Reguleringsplanprosessen er en byggeprosess, men er i denne modellen skilt ut som en egen prosess.

Steg	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Stegnavn	Idé- og behovsidentifisering	Prosjektinnramming	Programmering og utredning	Skisseprosjektering	Forprosjektering	Detaljert prosjektering	Produksjon og leveranser	Overlevering og ibruktakelse	Bruk og drift	Avvikling eller ombruk	
Byggeprosess											
Ledelsesprosess		(Planlegging – Anskaffelse – BIM-strategi – Utsjekk for bærekraft)									
Reguleringsplanprosess											

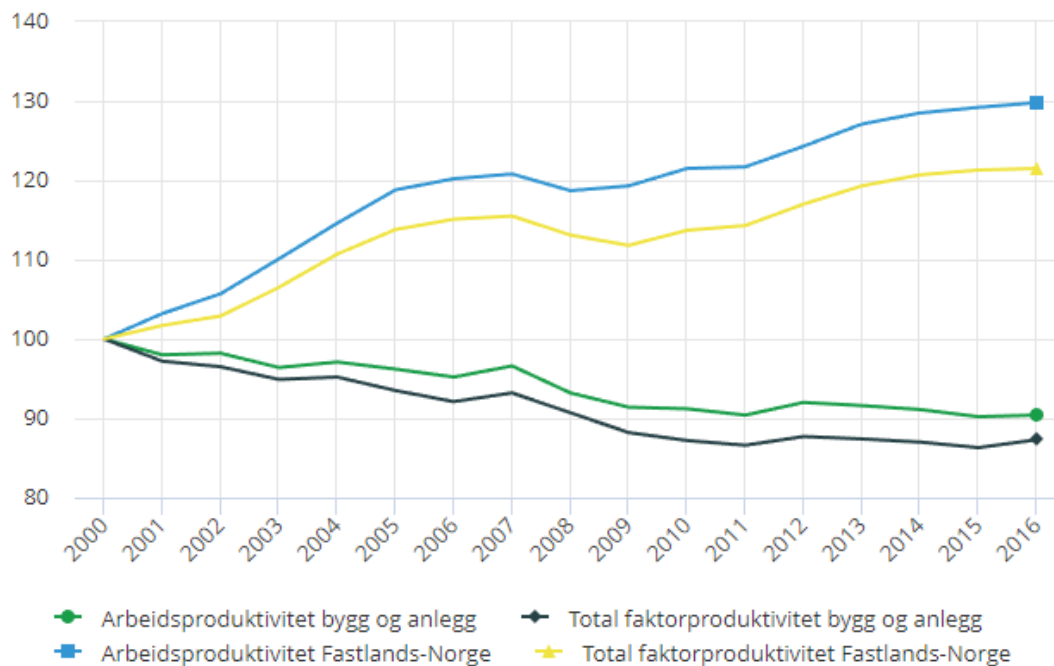
Figur 2: Stegene i en byggeprosess (Standard Norge, 2023)

Som vist i figur 2 er det flere måter å dele opp byggeprosessene. Hvert av stegene vist ovenfor kan igjen deles inn i enda mer detaljerte prosesser. Det blir dermed tydelig at det er svært mange mindre prosesser fra møtevirksomhet, databehandling til innkjøpsprosesser og dokumentasjonsprosesser. Derfor kan det være utfordrende å gjennomføre kartlegginger av alle prosesser, ettersom det er så mange av dem.

2.2 Produktivitet og RPA

I 2018 publiserte statistisk sentralbyrå (SSB) en statistikk på produktiviteten til bygg- og anleggsbransjen. Den viste at arbeidsproduktiviteten (AP) til bransjen, slik den måles i nasjonalregnskapet med bruttoprodukt i faste priser per timeverk, synker eller har vært uendret i flere år (SSB, 2018). På samme tid har markedsrettet virksomhet i Fastlands-Norge sin AP søkt med rundt 30% i den samme perioden. Fenomenet der BAE-næringen henger etter i trenden med mer produktivitet i industrier og næringer finnes ikke kun i Norge, men oppleves ifølge McKinsey (2019) flere steder i verden. Figur 3 fra SSB (2018) viser AP for bygg og anlegg (grønn linje) sammenlignet med AP for Fastlands-Norge (blå

linje) samlet. Den har også grafer for den totale faktorproduktiviteten (TFP) som korrigerer AP for kapitalintensiteten, målt som innsatsen av realkapital per timeverk (SSB, 2018).



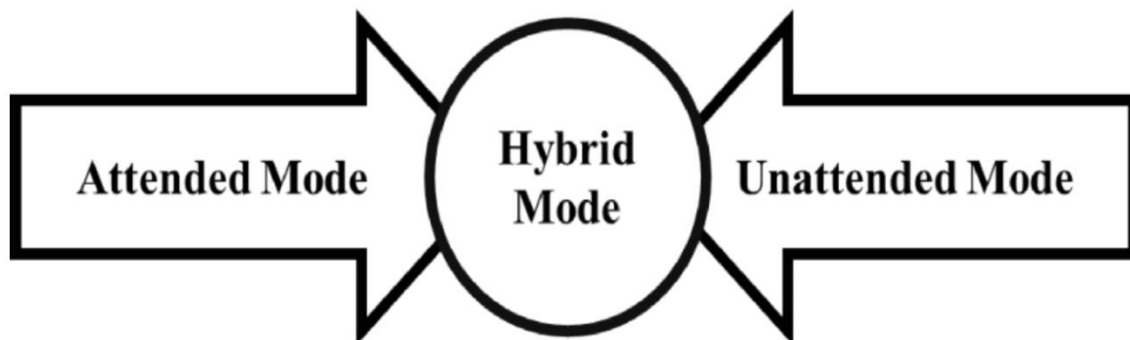
Figur 3: Produktivitetsindeks fra 2000-2016 (SSB, 2018).

Det er mange unnskyldninger og forklaringer på hvorfor BAE-næringen ikke følger andre næringer i produktivitet. En av de sentrale faktorene omhandler risikoaversjon mot nye digitale verktøy og metoder. Det påpekes at ledere har muligheten til å ta i bruk en rekke nye teknologier og programmer, men har få insentiver til å ta risikoen det medfører å prøve ut nye ting når de har metoder basert på erfaring som de vet fungerer (McKinsey, 2019). SSB (2018) nevner andre påvirkningsfaktorer som at man har produktiv utvikling med for eksempel prefabrikkerte bygningselementer, men at dette regnes til byggevareindustrien og ikke byggenæringen (SSB, 2018). Det vil dermed si at målingene ikke nødvendigvis er fullverdig indikatorer på tilstanden i næringen.

I følge Axmann & Harmoko (2020) har prosessene i fabrikker økt automatiseringen med 75%, mens automatisering på kontorarbeid kun har økt med 3% (Axmann & Harmoko, 2020). Et begrep som har blitt mer populært den siste tiden er «*Robotic Process Automation*» på norsk kalt robotisert prosessautomatisering (RPA). RPA omhandler automatisering av arbeidsoppgaver som kan redusere mengden repetitivt arbeid (Ribeiro et al., 2021). Van der Aalst et al., (2018) definerte RPA som: «*RPA is an umbrella term for tools that operate on the user interface of other computer systems in the way a human would do.*» (van der Aalst et al., 2018). RPA ses ikke på som en fysisk robot, men mer som en programvareteknologi som etterligner menneskets handlinger når de samhandler med datamaskin (Axmann & Harmoko, 2020). Den utfører regelbaserte oppgaver som for eksempel: sende e-post, filbehandling, hente ut data fra dokumenter eller logge deg inn på bedriften sin applikasjon.

RPA operer med utenfra-inn tilnærming der det ikke er behov for å endre informasjonen man har (van der Aalst et al., 2018). I stedet for å finne opp nye systemer og prosesser,

benyttes digitale agenter til å gjøre de repetitive arbeidsoppgavene. Axmann et al., (2020) delte RPA inn i tre ulike typer basert på graden av robotisering. Dette er «Attended mode», «Hybrid mode» og «Unattended mode» som vist i Figur 4.



Figur 4: De tre typene RPA (Axmann & Harmoko, 2020).

De ulike typene RPA omhandler graden av menneskelig interaksjon og involvering i arbeidet (Axmann & Harmoko, 2020). Ved «Attended mode» menes en situasjon der roboten fungerer som en personlig assistent som utfører og håndterer arbeidet til den ansatte. Det vil si man forklarer roboten hva man trenger, enten det er informasjonsuthenting, behandling av data eller andre behov. Deretter vil roboten utføre oppdraget og komme tilbake med resultatet. En annen RPA type er «Unattended mode». Dette er en RPA som ikke krever noen form for menneskelig innblanding, annet enn regelsetting og programutvikling. Det er altså ikke en personlig assistent, men en uavhengig robot. Den siste typen er en kombinasjon av de to andre og er kalt «Hybrid mode». Dette er gjerne karakterisert i lengre prosesser der man har en beslutningsdel og en automatiseringsdel. Da benyttes RPA først som en personlig assistent, før den går over til å operere selvstendig på de resterende oppgavene etter at de nødvendige beslutningene er tatt.

2.3 Digitaliseringen av BAE-næringen

2.3.1 VDC – Virtual design and Construction

Virtual Design and Construction ble introdusert i 2001 av professor Martin Fischer ved Centre for Integrated Facility Engineering (CIFE) på Stanford universitet (Kunz & Fischer, 2012). Kunz og Fisher (2012) definerte VDC som: "*Virtual Design and Construction (VDC) is the use of multi-disciplinary performance models of design-construction projects to support explicit and public business objectives.*". På hjemmesiden til VDCNorway forklares dette med norske ord ved at VDC er en kombinasjon av teknikker og verktøy som benyttes i bygg og anleggsbransjen (VDCNorway, 2017). Målet med VDC-metodikken, som inkluderer ICE-møter, BIM og PPM, er å øke prosjektkvaliteten ved å identifisere kundens målsetninger og støtte disse opp av prosjektmål. Beregninger som produksjonsmålinger og kontrollerbare faktorer brukes for å måle effektiviteten. Dette er en sentral del av VDC-metodikken (VDCNorway, 2017).

VDC kan betraktes som en kombinasjon av tre tidligere effektive verktøy eller teknikker satt sammen i et system, og er derfor ikke nytt når man ser på hver av teknikkene isolert sett. Både BIM og ICE-møter har over tid vært sentrale og kritiske komponenter til VDC-metodikken (VDCNorway, 2017). Samtidig er det like viktig å vektlegge arbeidsprosessene som man vektlegger de teknologiske verktøyene. Dette handler om mennesker og prosesser og refereres til som PPM (Product production management). BIM er forklart i et eget delkapittel nedenfor, mens de ICE-møter og PPM forklares i neste avsnitt.

ICE-møter var en metodikk som ble implementert på grunn av lav produktivitet i BAE-næringen (Quiso et al., 2021). ICE-møter skulle redusere virkningen av problemet og dermed øke produktiviteten. For å få til dette ble det utviklet møter som var ledet av hovedaktørene tilknyttet problemene som var identifisert i prosjektet. Det handler i stor grad om å bryte tradisjonen med å arbeide isolert og heller komme sammen i møter for å diskutere og rapportere på fremgang og problemer (Rischmoller et al., 2018). Blant gevinstene ved ICE-metodikken er at man minimerer forsinkelser som følge av koordinering. Det å sende e-post, vente på svar, videresende til andre personer sammen med koordinering, er tidkrevende. Når en dermed arbeider sammen, finner løsninger sammen, så koordinerer man også sammen. På denne måten spares tid, samtidig som det er kort vei til oppklaring av misforståelser (Rischmoller et al., 2018).

Når det kommer til PPM, er hensikten å optimalisere prosessdesign, kapasiteter, inventar og variabilitet. PPM legger vekt på organisasjonen og kontroll på arbeidsaktivitetene i et prosjekt. Rischmoller et al., (2018) beskriver PPM som: «*PPM is simply the application of operations science to projects by viewing them as temporary production systems.*» (Rischmoller et al., 2018). Dette gir dermed en dypere kvantitativ og prediktiv teori om hvilke grenser som er oppnåelig med arbeidsaktivitetene, validert gjennom praksis i ulike situasjoner. PPM er også med å bestemme metodikken og tilnærmingen som benyttes for å produsere BIM og ICE-sesjonene (VDCNorway, 2017).

2.3.2 BIM

Bygningsinformasjonsmodellering (BIM) representerer et paradigmeskifte gjennom en metodikk for å administrere data i et digitalt format, gjennom hele prosjekter sin levetid (Alizadehsalehi et al., 2020). BIM har vært en del av BAE-næringen i mange år. I begynnelsen fungerte BIM hovedsakelig som et visuelt 3D-verktøy som bisto bygg- og anleggsprosjekter. Det har blitt utviklet i et raskt tempo, i et forsøkt på å håndtere den økende graden av kompleksitet og utfordringene i byggeprosjekter (Ibrahim et al., 2019). Fra å være et rent hjelpemiddel og en programvare som ga et digitalt bilde av byggeprosjektene, har BIM utviklet seg videre mot mer omfattende konsepter og en egen prosess (Evans & Farrell, 2020). Populære konsepter er blant annet 4D-BIM der fremdriftsplanlegging integreres i modellen, 5D-BIM som inkluderer kostnader og kalkyler, eller til og med 6D-BIM som trekker inn informasjon til drift og vedlikehold i modellen.

Når det kommer til hva BIM egentlig er, benyttes det noe ulike definisjoner som avhenger av hvor i verden man befinner seg. I USA har de utviklet en egen nasjonal BIM-standard. Den definerer BIM som:

«*A BIM is a digital representation of physical and functional characteristic of a facility. As such, it serves as a shared knowledge resource for information about a facility forming a reliable basis for decisions during its lifecycle from inception onward,*» (NBIMS-US, 2022).

Når det kommer til Europa og Norge, benyttes hovedsakelig ISO-standardene for å beskrive BIM. I NS-EN ISO 19650: 2018 er BIM definert slik:

«Bruk av en delt digital fremstilling av et byggverk, for å legge til rette for prosjektering, bygging og driftsprosesser slik at det kan dannes et pålitelig grunnlag for beslutninger.» (Standard Norge, 2018).

I oppgaven videre vil definisjonen fra ISO-standarden være mest gjeldene. Definisjonene i Europa og USA er uansett nære hverandre da begge handler om en digital informasjonsmodell som skal gi et grunnlag for beslutningstaking. I definisjonene er det også verdt å merke seg at en BIM-modell skal tilrettelegge for prosesser fra programmeringsfasen til driftsfasen. Dette betyr at BIM ikke bare skal benyttes som et hjelpemiddel i planlegging og oppføring av et bygg, men være en støtte gjennom hele byggets levetid (NGI, 2019).

2.3.3 Bygg21

På oppdrag fra Kommunal- og moderniseringsdepartementet (KMD) i 2013, ble Bygg21 opprettet (Bygg21, 2015). Bygg21 var et samarbeid mellom statlige myndigheter og BAE-næringen (regjeringen, 2017). Hensikten og formålet til Bygg21-samarbeidet, handlet om å legge til rette for at næringen kan løse utfordringene innen bærekraft, produktivitet og kostnadsutvikling.

Det ble anslått at BAE-næringen hadde et stort potensial når det kom til å redusere kostnadene frem mot 2020, og flere råd ble utviklet som skulle muliggjøre dette. Et av rådene omhandlet digitalisering, spesielt med fokus på at staten og kommunen, som en av de største byggherrene, må fullføre sine digitale satsinger (Bygg21, 2018). Det ble også utviklet en veileder for industrialisering og det å tenke nytt. Hensikten var å vise hvordan man kan oppnå full kontroll på en byggeprosess helt fra starten (Bygg21, 2019b). BAE-næringen har mye å lære av industrien, der hele produksjonsprosessen må planlegges ned til minste detalj for at råvarer skal kunne bli til et ferdig produkt. Bygg21 kom til slutt frem til fem dimensjoner for industrialisering som ble utarbeidet ved hjelp av SINTEF i 2017. De fem dimensjoner er illustrert i figur 5 nedenfor.



Figur 5: Industrialisering – tenk nytt, bruk kjente løsninger (Bygg21, 2019b).

Dimensjonene som må være på plass for å industrialisere byggeprosessen er: Automatisering, teknologibruk, organisering, flyt og standardisering (Bygg21, 2019b). På grunn av den økende kompleksiteten og krav som stilles til byggeprosjekter ble det sett på som nødvendig at bransjen industrialiserer seg. Ved siden av dimensjonene la bygg21

også frem fem tiltak som kan industrialisere byggeprosessen. Under er tiltakene Bygg21 anbefalt i sin rapport om industrialisering (Bygg21, 2019b).

- **Tiltak 1:** Tenk og planlegg industrielt fra start – krev at det tas i bruk industrielle metoder og verktøy.
- **Tiltak 2:** Organiser prosjektet på den måten at alle viktige beslutninger og aktører kommer tidlig inn prosessen
- **Tiltak 3:** Bruk og berik BIM gjennom alle faser av byggeprosessen. Etabler en digital tvilling å bygge etter og til bruk i byggets driftsfase.
- **Tiltak 4:** Byggherrene må stille krav til at alle aktørene i prosjektet bruker åpne, etablerte standarder for produktsøk, kjøp og leveranser.
- **Tiltak 5:** Bruk åpne standarder for unik vareidentifisering og lokalisering på byggeplassen.

Bygge21 fase 1 ble offisielt avsluttet i 2019. Hensikten var da at BAE-næringen skulle føre initiativet videre. Rådgivende ingeniørers forening (RIF) tok dette videre og kalte det bygg21 fase 2, med målsetning om å spre kjennskap til initiativet og rapportene som er utviklet til flere i bransjen innen 2023 (Bygg21, 2019a).

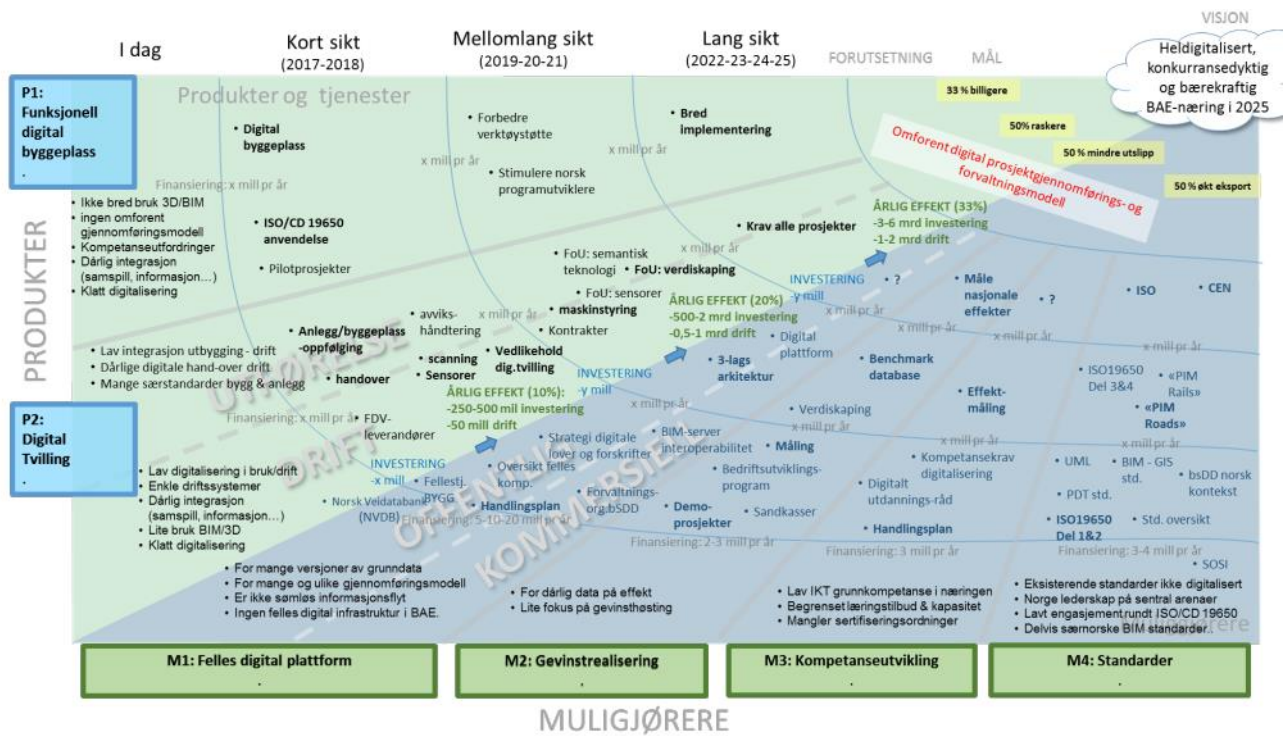
2.3.4 Det digitale veikartet

Byggenæringens landsforening (BNL) utviklet i 2017 det digitale veikartet (BNL, 2017). Et veikart har til hensikt å fortelle oss hvilken retning vi skal bevege oss. Den sier noe om hvordan vi skal gå fra der vi er nå, til et sted vi ønsker å være. Formålet til det digitale veikartet handler om å finne den mest effektive veien til en heldigitalisert BAE-næring. Næringen har utviklet og tatt i bruk en rekke nye digitale verktøy fra digitale tvillinger til AR-teknologi i sine prosjekter, men det er fortsatt mange utfordringer og mange muligheter. Mange erfarer at de teknologiske løsningene eksisterer og at det er mye å velge mellom. Samtidig oppleves det som en utfordring å vite hvilke verktøy som burde velges og hva som burde prioriteres, i det som virker som et hav av muligheter og digitale hjelpemidler (BNL, 2017).

Gjennom det digitale veikartet ble det også fastsatt fire konkrete mål knyttet til klima og bærekraft. Ifølge Lima et al., 2021 står BAE-næringen for mye av avfallet som skapes i verden og samtidig står de for rundt 35% av verdens CO₂-utslipp (Lima et al., 2021). Det er dermed et voksende fokus på klima og bærekraft i BAE-næringen. Blant målene til det digitale veikartet, skal blant annet følgende målsetninger nås innen 2025 (BNL, 2017):

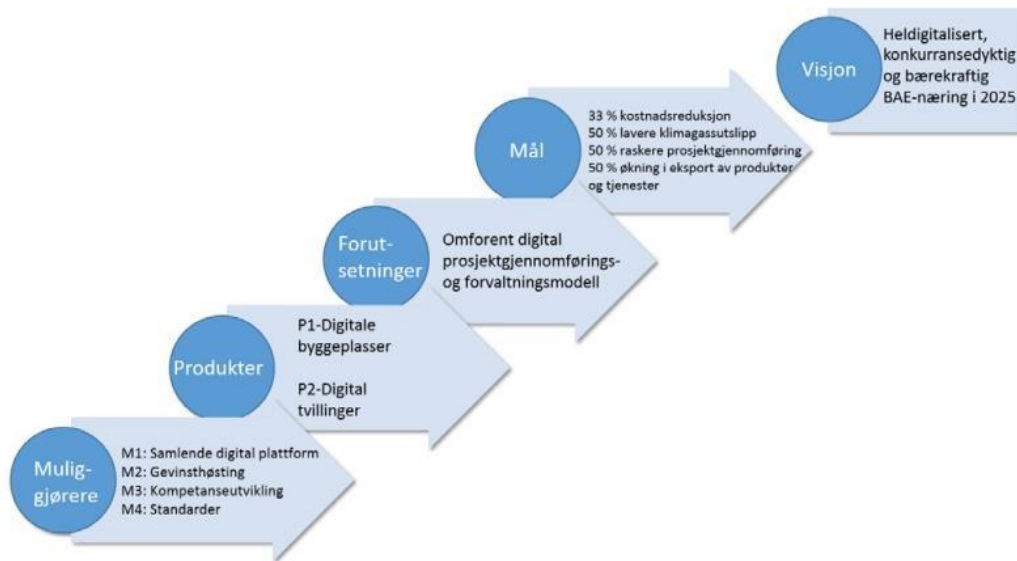
- 50% lavere klimagassutslipp
- 50% økning i eksport av produkter og tjenester
- 33% kostnadsreduksjon
- 50% raskere prosjektgjennomføring

I figur 5 er det digitale veikartet illustrert. Den illustrerer blant annet ståstedet til bransjen når kartet ble utviklet, sammen med en tidslinje frem mot 2025 da de ulike målene skal nås. På tidslinjen i figuren kan man se utfordringene i bunn og til venstre, i tillegg til hvilke steg bransjen må gjennom for å bevege seg nærmere målene. Produkter og muliggjørere er representert på den vertikale og den horisontale aksene. Blant faktorer som må utvikles og forbedres finner vi blant annet: digitale plattformer, mer omfattende bruk av BIM, mer omforente løsninger og standardiseringer (BNL, 2017).



Figur 6: Det digitale veikartet (BNL, 2017).

Det samlede og strategiske veikartet er relativt uoversiktlig og komplisert. For å forstå rekkefølgen på faktorer og hendelser kan man begynne med muliggjørerne (x-aksen). Dette er punkter som må ligge til grunn for å kunne ta de neste stegene videre. Eksempel på dette er at man må ha standarder til grunn sammen med en felles digital plattform for å kunne få en omforent gjennomførings- og forvaltningsmodell som fungerer. De viktigste hovedelementene og stegrekkefølgen er visualisert i figur 7, som viser rekkefølgen med muliggjørere, produkter, forutsetninger, mål og til slutt visjonen.



Figur 7: De sentrale elementene og stegene som må til for å nå målene fra veikartet (BNL, 2017).

I 2020 kom rapporten «Digitalt Veikart 2.0» fra BNL. Rapporten evaluerte trendene og status på bransjen, samtidig som det skulle komme med anbefaling til ledere i byggenæringen (BNL, 2020). Den ble rettet mot ledere, ettersom det er de som setter dagsorden. Skal digitaliseringen utvikles videre, må ledere i bransjen forstå hvorfor de skal digitalisere og hvordan de kan komme bedre i gang. Noen av funnene i det digitale veikartet 2.0 var at bedrifter ikke kan digitaliseres hver for seg og fragmentert. Man må finne måter og digitaliseres på sammen, og ikke hver for oss. Samtidig må man utvikle flere digitale prosesser enn bare BIM. Figur 8 viser de generelle rådene som veikartet konkluderte med.



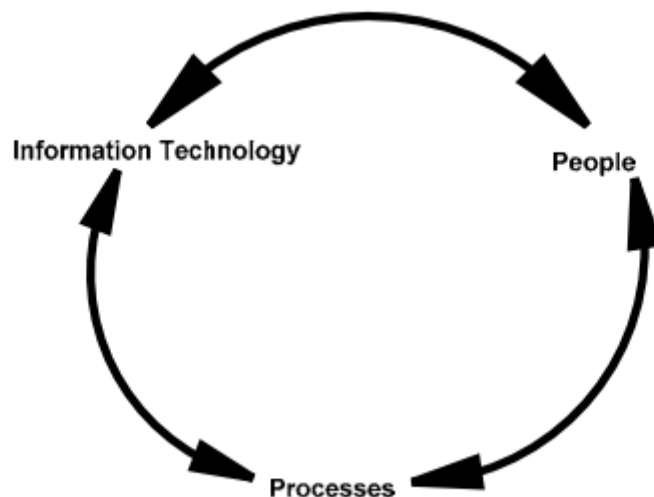
Figur 8: Fem råd til ledere i BAE-næringen (BNL, 2020)

Det er dermed mye som gjenstår for å nå målene om en heldigitalisert, konkurransedyktig og bærekraftig BAE-næring innen 2025. Samtidig har mye av utviklingen og rådene rettet seg mot teknologien, med implementeringsfaktorer og standarder. For å kunne nå målene fra veikartet er det ikke nok å utvikle den nødvendige teknologien, både standarder og samarbeid i bransjen må ligge til grunn (BNL, 2017). Et høyaktuelt virkemiddel for å komme videre vil kunne være å øke automatiseringsgraden i mange av prosessene man har i bransjen. Skal det bli billigere, mer bærekraftig og ikke minst 50% raskere vil det å redusere det manuelle arbeidet kunne være en nøkkelfaktor.

2.4 People, Process and Technology

2.4.1 Den sosioteknologiske utviklingen

PPT-rammeverket for organisasjonsledelse ble introdusert i midten av 1960-tallet, når Harold Leavitt lagde en modell for å skape endring i en organisasjon (Leavitt, 1964). Det er et rammeverk som har vært i bruk i flere industrier lenge og er fortsatt populært. Blant organisasjonene som har utnyttet dette rammeverket i lang tid er Toyota. James et. al (2006) analyserte Toyota for å se nærmere på hvorfor de klarte å produsere produktene sine på kortere tid, til en lavere kostnad og med færre feil, enn så mange andre (Morgan & Liker, 2020). De så nærmere på det sosiotekniske systemet i Toyota og at det ikke var en hemmelig ingrediens som fikk alt til å fungere, men kombinasjonen av gode ingeniører med riktig kultur, optimaliserte prosesser og gode teknologiske verktøy. Et sosioteknisk system baseres på premisset om at en organisasjon er en kombinasjon av sosiale og tekniske elementer som jobber sammen om å løse oppgaver (Appelbaum, 1997). For at en organisasjon skal kunne oppnå sine ytre formål, må de gjensidige og avhengige systemene med menneskene, prosessene og teknologien fungere sammen (Morgan & Liker, 2020). Figur 9 illustrerer hvordan de tre dimensjonene: mennesker, prosesser og teknologi er tilknyttet hverandre.

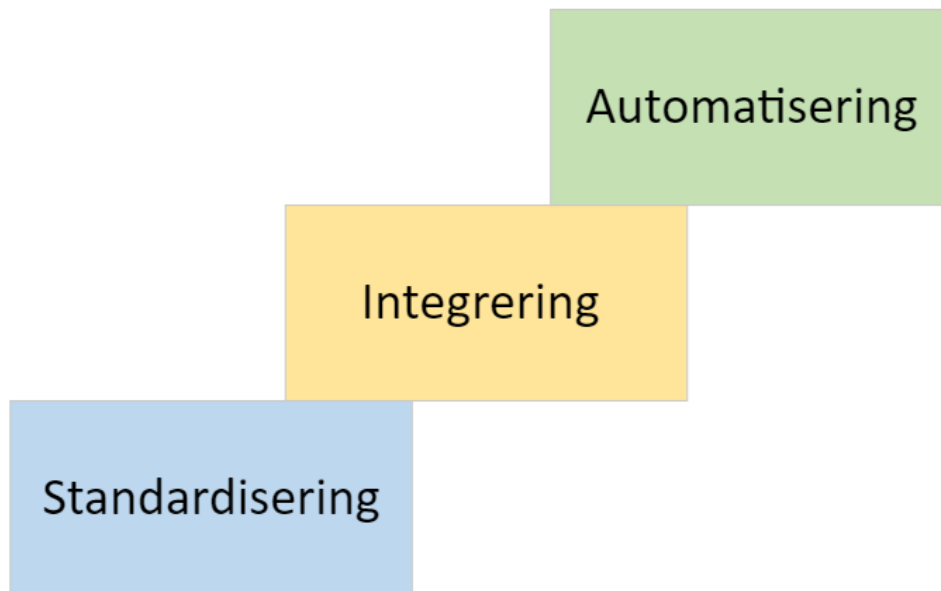


Figur 9: Sammenhengen i "people, process and technology" (Dave et al., 2008)

Når man sammenligner med andre industrisektorer som produksjonsindustrien eller bilindustrien, virker BAE-næringen å være mindre standardisert, ha en lavere grad av automatisering og svakere utnyttelse av teknologi (Dave et al., 2008). Pedro Magalhães et al (2020) fant i sine undersøkelser, tegn på at den teknologiske dimensjonen er mer moden enn de andre dimensjonene (Magalhães et al., 2020). Dette betyr at det må legges ned en større innsats på menneskene og deres motivasjon, samtidig som man utvikler merverdi på et prosessnivå.

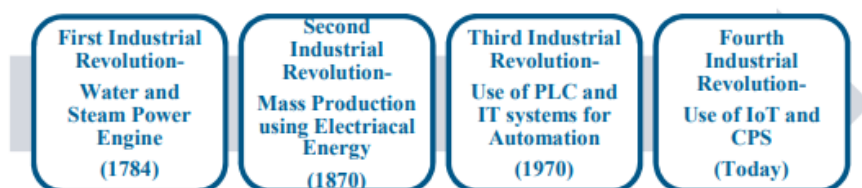
For å få til automatisering må det gjøres i riktig rekkefølge (Hjelseth, 2023). Hvis man starter med å automatisere vil det oppstå mer problemer enn gevinster, og hele poenget forsvinner. For at BAE-næringen skal utvikles må ledelsen i forskjellige firmaer samarbeide om å standardisere arbeidsoppgaver og prosesser. Dette kan ses på litt som en lagsport hvor man ikke klarer seg uten «lagkameratene». Når ting er standardisert, kan man jobbe

for å integrere de standardiserte løsningene inn i eksisterende arbeidsrutiner. Når arbeidsoppgaver og prosesser er standardisert og integrert, kan man automatisere prosessene. Denne modellen kalles «automatiseringstrappa» og er presentert i figur 10. At den figuren er utformet som en trapp, kommer av at man må starte i bunn av trappa og jobbe seg oppover mot målet. Metoden kommer fra pågående forskning, gjennomført av professor Eilif Hjelseth, og er muntlig forklart til oss.



Figur 10: Automatiseringstrappa (Hjelseth, 2023).

På grunn av utviklingen innenfor IOT (Internet of things) og digitale verktøy har det i flere år vært snakk om den fjerde industrielle revolusjonen. De industrielle revolusjonene omhandler store omveltninger av industrien som fundamentalt har endret måten man jobber på. En fellesnevner for revolusjonene er at de inkluderer en reduksjon i manuelt arbeid. Vaidya et al., (2018) omtaler det som et paradigmeskifte som introduserer tingenes internett gjennom hjelpemidler som sensorer og digitale enheter og programvare. I figur 11 er de fire industrielle revolusjonene illustrert (Vaidya et al., 2018a).



Figur 11: De fire industrielle revolusjonene (Vaidya et al., 2018a).

De første industrielle revolusjonene kom som følge av teknologiske løsninger som dampmaskin og elektrisitet, som muliggjorde helt nye måter å jobbe på. Det samme tenkes om IoT, spesielt ettersom de digitale verktøyene har blitt «smarte nok», og kraftig nok til å løse mange problemer (Vaidya et al., 2018b). På bakgrunn av dette har uttrykket «Industry 4.0» blitt popularisert. Det har som mål å dekke behovene som omhandler å monitorere i nåtid, overvåke status og posisjon på produkter, instruksjoner og hjelpemidler for å kontrollere produksjonsprosesser (Almada-Lobo, 2015). Det kan og betraktes som

en fusjon mellom den virtuelle og virkelige verden med den hensikt å utnytte fordelene fra begge. Maskuriy et al., (2019) argumenterer for at konseptet knyttet til «Industry 4.0» vil påvirke BAE-næringen gjennom lavere kostnads- og tidsbesparing, effektiv samhandling, økt kontroll, bærekraft og miljø. Ettersom kompleksiteten til byggeprosjekter øker, regnes det som nødvendig selv om det eksisterer en rekke utfordringer knyttet til implementering og adaptasjon (Maskuriy et al., 2019).

2.4.2 Endringsledelse

Når BAE-næringen skal bli mer digitalisert og automatisert, betyr det at bransjen må gjennomgå endringer. Blant områdene som må gjennom endring, er kulturen og måten bransjen tenker på når det kommer til ny teknologi (Feldmann, 2022). Endringsledelse er et stort fagfelt i seg selv. Det er valgt å ikke gå dypere inn i denne tematikken enn nødvendig, men på bakgrunn av relevansen til oppgaven forklares det kort med fokus på automatisering. Endring i seg selv, er noe BAE-næringen er godt kjent med fra før, da det er vanlig at endringer i byggeprosjekter oppstår til enhver tid (Hao et al., 2008). Endringsledelse derimot omhandler styring og organisering av endringsprosesser. Store norske leksikon forklarer endringsledelse med:

«Endringsledelse viser til ledelse som er orientert mot å skape oppslutning om endring og utvikling, og til å planlegge og gjennomføre konkrete endringsprosesser i virksomheten.» (Sagberg, 2021).

Feldmann (2022) fant i sine undersøkelser at en barriere for implementering av ny teknologi og automatisering av prosesser er endringskulturen i BAE-næringen. Endringskulturen i bransjen karakteriseres av mange som konservativ, med en motstand mot endring. Videre argumenteres det for at riktig kommunikasjon og endringsledelse er nødvendig for å gjøre noe med dette. Noe bransjen i stor grad mangler (Feldmann, 2022). En forutsetning for endringsledelse er at det skjer gjennom toppledelsen. Shen et al., (2012) argumenterer også for at en bedre forståelse av organisasjonskulturen og endringsprosessene er en forutsetning for at implementering av ny teknologi skal kunne bli en suksess (Shen et al., 2012).

3 Metode

3.1 Forskningsmetode

En metode kan defineres som: «*En planmessig fremgangsmåte, især i vitenskap og filosofi, gjerne grunnet på regler og prinsipper.*» (Tranøy, 2022). Forskningsmetode handler om de fremgangsmåter som benyttes i vitenskapelig forskning (Grønmo, 2021). Med andre ord er forskningsmetoden hvordan man samler inn data og analyserer informasjonen som dataen gir.

3.2 Induktiv og deduktiv metode

Den induktive og deduktive er to ulike metodetilnærminger innen forskning. Tranøy (2019) beskriver ulikheten mellom disse som å gå fra den analytiske, som forsøker å forstå gjennom analyse, til den syntetiske, som tenker konstruktivt og sammenføyende (Tranøy, 2019). Når man velger den induktive metoden for logisk tenkning, observerer man problemstillingen for deretter å komme frem til teorien (Sander, 2022). Man går dermed fra empiri til teori. Dette er en metode der man utforsker mye og fungerer ofte godt når det finnes begrenset med forhåndskunnskaper. Formålet er da gjerne å få en større helhetsforståelse for temaet. På denne måten er den induktive metoden gjerne forbundet med kvalitative studier.

Deduktiv metode er det motsatte, der det foreligger en teori som man forsøker å teste. Man tester dermed teorien opp mot virkeligheten ved empiri (Sander, 2022). Den deduktive metoden forbindes derfor ofte mot kvantitative metoder der man kan gjøre observasjoner som man tester opp mot en problemstilling.

3.3 Valg av metode

Ved valg av metode kan det være fordelaktig å benytte seg av triangulering. Triangulerende forskning betyr at man benytter seg av to eller flere forskningsmetoder eller perspektiver ved en undersøkelse, og på denne måten får sjekket svaret flere ganger (Mæhlum, 2020). Ofte blir dette gjennomført ved bruk av både kvalitative og kvantitative metoder (Carter et al., 2019). Hvis bruken av metodene og dataen man får ut går mot samme resultat, har man oppnådd økt troverdighet i svaret. I denne oppgaven er det benyttet både litteratursøk, kvalitative semistrukturerte intervjuer og en kvantitativ spørreundersøkelse. Dermed oppnås det en form for triangulering der svarene fra de ulike formene for datainnsamling kan støtte opp under hverandre, eller finne feilkilder.

I besvarelsen av denne oppgavens problemstilling og forskningsspørsmål er det sett på som gunstig å kombinere den kvalitative forskningsmetoden og kvantitative forskningsmetoden. Det er begrunnet med at litteraturen forteller mye om hvordan digitaliseringen skal kunne bidra til økt effektivitet og produktivitet i byggeprosessene. På den andre siden er det mindre forskning på hvordan digitaliseringen skal gjøres og hvordan teknologien skal integreres. Det kan dermed være fordelaktig å gjennomføre intervjuer der man får et mer helhetlig inntrykk av temaet. Samtidig er det interessant å gjennomføre en spørreundersøkelse med et større utvalg, for deretter å sette denne dataen i et system. På denne måten er det mulig å observere om svarene og inntrykkene fra intervjuene er samstemte med svarene fra spørreundersøkelsen. I tillegg vil teorien ligge til grunn, slik at man har en triangulering av data som kan underbygge konklusjonen.

3.3.1 Litteratursøk

Et litteratursøk kan beskrives som: «*A literature review can broadly be described as a more or less systematic way of collecting and synthesizing previous research.*» (Snyder, 2019). Det er ikke alltid den beste løsningen er et systematisk søk. Når man studerer et større tema med ulike konseptualiseringer og forståelser, kan dette være et hinder for en systematisk gjennomgang. I slike tilfeller kan det være nyttig å gjøre et mer semi-strukturert litteratursøk for å identifisere kunnskapshull i litteraturen. Generelt sett finnes det mye litteratur om automatisering av BAE-næringen og hvilke implementeringsbarrierer som finnes (Feldmann, 2022). Hovedsakelig er denne litteraturen rettet mot teknologien, og de verktøy og muligheter som finnes her. Dette strider samtidig mot nyere forskning, som viser at teknologisk utvikling og implementering av digitale hjelpemidler i stor grad avhenger av organisasjonelle forhold som mennesker og miljø (Feldmann, 2022).

Høsten 2022 ble det gjennomført en prosjektoppgave i faget TBM500 innen digitale byggeprosesser. I prosjektoppgaven ble det gjennomført litteratursøk på digitalisering og effektivisering av BAE-næringen. Litteraturstudien ga verdifull innsikt på «status quo» i BAE-næringen. Den ga en mer helhetlig forståelse for hvilke muligheter som foreligger. Dermed ble det lagt et kunnskapsgrunnlag som er videreført til masteroppgaven. Det er også supplert med ytterligere vitenskapelige kilder. Dette ble sett på som nødvendig for å innhente kunnskap mot automatisering. I første omgang er det søkt bredt om automatisering i bygg- og anleggsbransjen for å skaffe en oversikt over teorien som er tilgjengelig. Deretter ble søket snevret inn ved å spesifisere med ord som RPA, VDC, BIM og automatisering av byggeprosesser. Litteraturen som har blitt funnet har i stor grad lagt grunnlaget for teorikapitlet og diskusjonen i masteroppgaven.

Litteratursøket som er gjort baseres på litteratur som er publisert og fremskaffet gjennom kjente søkemotorer innenfor vitenskapelige forskningsartikler. Hovedsakelig tre søkemotorer har vært benyttet med Scopus, Google Scholar og IGLC conference papers. Dette er søkemotorer der man ofte får treff på fagfellevurderte artikler. Disse søkemotorene er designet for å kunne justere og filtrere søkene på faktorer som dato publisert, titler og siteringer. Når det ikke er funnet tilstrekkelig informasjon via nevnte søkemotorer er det også gjort grovsøk i Google. Artiklene velges på bakgrunn av relevans og troverdighet. Når en gjennomfører et litteratursøk, kan det bli mye lesing på artikler som viser seg å ikke ha relevans eller nok troverdighet. For å minimere dette så mye som mulig er sammendragene lest først, før det gjøres en vurdering på relevans. Er det relevans, leses artikkelen videre. Det er i liten grad benyttet statistikk, men gjennom å sette seg inn i flere artikler om samme tema skaper det en statistisk effekt ved sammenhenger og gjentakelser.

3.3.2 Intervjuer og samtaler

Kvalitative intervjuer og tolkningen av disse, er beskrevet som de mest sentrale resultatene fra denne oppgaven. Gjennom å generalisere og tolke svarene, vil det være mulig å koble de opp mot litteraturen og spørreundersøkelsen for å sammenligne resultatene. Kvalitativ forskningsmetode karakteriseres ofte ved at man ønsker å forstå ulike aspekter og metoder ved et tema, som generelt gir ord fremfor tall som data. Typisk for kvalitative datainnsamling er at man ønsker å vite noe «hva», «hvorfor» eller «hvorfor». Sammenlignet med kvantitativ forskningsmetode som baseres på analyse av talldata, kan kvalitativ forskningsmetode virke upresis. Den kvalitative forskningen kan derimot være nyttig i de tilfellene det er utfordrende å kvantifisere informasjonen (Queirós et al., 2017).

Fordelene ved kvalitativ forskning gjennom tekstlig og muntlig informasjon er at informasjonen kan innhentes relativt raskt (Samset, 2015). Samtidig vil kvalitativ data være grunnleggende nødvendig i en beskrivelse av mer komplekse forhold. En utfordring som ofte trekkes frem ved kvalitative intervjuer, er at mye fokus blir lagt på selve samtalen og intervjuet, mens en vier mindre oppmerksomhet til forarbeidet og etterarbeidet. Av denne grunn er det valgt å utarbeide en intervjuetguide som er gjeldende for alle intervjuene, samtidig som intervjuene blir tatt opp digitalt og transkribert. Intervjuguiden finnes i Vedlegg 1. Hensikten med transkriberingen er å få en ekstra gjennomgang av intervjuet samtidig som man får mulighet til å systematisere samtalen per spørsmål og gjøre sammenligner. Det blir dermed noe enklere å identifisere interessant funn.

Det er mange måter å gjennomføre intervjuer på, men vårt valg har falt på semistrukturerte intervjuer. Dette betyr at intervjuene har hatt flere deler med både åpen samtale og faste spørsmål. Hvordan intervjuet er utformet er beskrevet mer detaljert i kapittel 3.4 Forskningsdesign.

3.3.3 Spørreundersøkelse

Spørreundersøkelse er en systematisk og kvantitativ forskningsmetode som ofte benyttes i kartlegginger og analyser innen forskning (Ringdal, 2011). Ved en spørreundersøkelse samles data inn fra et utvalg personer med den hensikt å kunne gi en statistisk beskrivelse av populasjonen som utvalget kommer fra. Den innsamlede dataen ved bruk av kvantitativ metode vil være tall og mengder som kan analyseres ved hjelp av statistiske metoder (Grønmo, 2021). I kvantitative forskningsmetoder søkes gjerne tallbasert informasjon i større grad enn muntlige og tekstlig informasjon, ettersom tall er bedre egnet for en systematisk analyse (Samset, 2015). Informasjonen vil være etterprøvbar og kunne ha en høy presisjonsgrad. Den vil dermed fungerer som et grunnlag for generalisering og sammenhenger med god sannsynlighet. Ettersom informasjonen man får fra å benytte kvantitativ metode er etterprøvbar, etterlates lite rom for subjektive vurderinger.

Det er flere måter å samle inn data kvantitativt og flere måter å gjennomføre spørreundersøkelser på. Spørreundersøkelse kan gjennomføres ved for eksempel telefonintervjuer, besøksintervjuer, skriftlig utfyllingsskjemaer eller digitale spørreundersøkelser (Ringdal, 2011). Valg av type spørreundersøkelse vil kunne påvirke faktorer som tid, personvern og etterarbeid. I denne masteroppgaven er det gjennomført en digital spørreundersøkelse. Fordelene ved digital spørreundersøkelse er for eksempel at respondentene kan svare når det passer dem og man eliminerer eventuelle feil ved skriftlig utfylling og overføring.

Når det kommer til spørreundersøkelse, er det viktig å vurdere pålitelighet til resultatene (Story & Tait, 2019). Faktorer som må vurderes ved resultater fra spørreundersøkelse er svarprosent og feilmargin. Ifølge Story & Tait (2019) vil gode spørreundersøkelser ha svarprosent på minimum 40%, samtidig som de har en feilmargin på 5% eller lavere (Story & Tait, 2019). Det er med andre ord ikke lett å bare gjennomføre en spørreundersøkelse. Populasjoner kan i noen tilfeller være veldig store. Spesielt hvis man ser på hele befolkninger, eller hele bransjer. Da blir det ofte valgt et utvalg fra denne populasjonen. Spørreundersøkelsen har vi sendt ut til en større gruppe på ca. 600 personer, som har vært en del av VDC-sertifiseringskurs 2022/2023 (VDCNorway, 2022). Spørreundersøkelsen er dermed strategisk rettet mot personer i bransjen som er involvert og engasjert innen digitalisering og automatisering. Dette er gjort i samråd med vår veileder i den hensikt å se på svarene fra de som skal ligge lengst fremme på dette fagområdet i BAE-næringen. Det er heller ikke hensikten med vår spørreundersøkelse å

trekke direkte konklusjoner fra de svarene som framkommer, men se det i sammenheng med resultater funnet gjennom andre metoder.

I vår spørreundersøkelse er det valgt å gi respondenten mulighet til å svare med alternativene en til seks. I den første spørsmålmatrixen vil karakter seks bety: «i *veldig stor grad*», mens karakter en betyr: «i *veldig liten grad*». I den andre spørsmålmatrixen vil karakter seks bety: «*Veldig høy*», mens karakter en betyr: «*veldig lav*». Det er også gjort et bevisst valg rundt antall karakterer. Den er satt til et partall slik at en ikke kan velge akkurat midt i. Hensikten med dette er å «tvinge» respondenten til å svare i den ene eller andre retningen slik at de gjør et bevisst valg når de svarer.

3.4 Forskningsdesign

Temaet for denne masteroppgaven er et resultat fra en tidligere prosjektoppgave gjennomført høsten 2022. Det ble kartlagt noen utfordringer i BAE-næringen som potensielt kunne undersøkes nærmere i en masteroppgave. For masteroppgaven ble det bestemt å bruke en utforskende tilnærming. Temaet startet først som digital byggeprosess, og ble i løpet av startfasen utviklet til automatisering av ingeniørfaglige arbeidsoppgaver. Automatisering ved hjelp av autonome kjøretøy, droner, roboter, 3D-printing og prefabrikking ble også vurdert, men interessen for ingeniørfaglige arbeidsoppgaver var større.

Det første arbeidet som ble gjort for å finne informasjon rundt temaet automatisering var et litteratursøk i søkemotorene Scopus og Google Scholar. Dette resulterte i mange treff om automatisering i BAE-næringen, men de fleste artiklene omhandlet robotikk og ikke ingeniørfaglige arbeidsoppgaver. Mer spesifikke søkeord og setninger ble benyttet for å spisse søkene, men det var fortsatt begrenset med artikler som dukket opp. På bakgrunn av manglende resultater fra litteratursøk ble andre metoder for informasjonshenting diskutert internt i gruppa og med veileder. Det ble da bestemt at et utforskende forskningsdesign var passende for å innhente resultater til oppgaven.

For å få bedre innsikt i temaet ble det gjennomført fire ekspertsamtaler, med fagpersoner som aktivt driver med utvikling innenfor automatiserte løsninger i BAE-næringen. Som forberedelse til ekspertsamtalene ble det skrevet ned en del stikkord, samtaletemaer og et mål. Stikkord som økonomi, timer, KS, fremdriftsplanlegging, vernerunder, prosjektstyring, dokumentarkivering, anbud, kalkyler og kalkulasjon ble diskutert. Noen av samtaletemaene var rundt videre datainnhenting i form av intervjuer og at det kunne være en ide å se på mindre prosesser istedenfor å prøve og revolusjonere en hel bransje på 21 uker. Målet for samtalen var å diskutere utfordringer og problemer, samtidig som gruppen fikk innsikt i og forslag til potensielle løsninger på utfordringene.

Underveis i samtalene ble det oppdaget at temaet automatisering generelt sett var veldig stort og alt for lite spisset for en masteroppgave. Det ble derfor diskutert litt ulike vinklinger og de to hovedtemaene som ble diskutert var automatisering ved hjelp av robotikk og automatisering av ingeniørfaglige arbeidsoppgaver. Valget falt på automatisering av ingeniørfaglige arbeidsoppgaver og det ble også bestemt at hovedfokus skulle være på arbeidsoppgaver som hadde tett tilknytning til gjennomføringsfasen.

Etter samtalene satt gruppen igjen med en del informasjon og innsikt, men det var fortsatt en utfordring å finne mer relevant informasjon. Det ble derfor bestemt at en intervjuguide skulle bli utarbeidet i forbindelse med å gjennomføre kvalitative intervjuer. Fagpersoner med digitaliseringsinteresse og tilknytning til automatisering i BAE-næringen ble valgt ut.

For at informasjonen skulle representere bransjens bredde, ble personer med ulik rolle, bakgrunn, kjønn og alder valgt ut.

Å gjennomføre kvalitative intervjuer var allerede diskutert i ekspertsamtalene, og noen gode poenger, stikkord og intervju spørsmål fra samtalene ble implementert inn i intervjuguiden. Målet med intervjuguiden var at intervjuet ikke skulle vare lengre enn en time, slik at det var større sannsynlighet for at fagpersoner hadde mulighet til å sette av tid til et intervju.

Intervjuguiden ble utviklet som et tredelt intervju med noen minutter avsatt til introduksjon og avslutning. I introduksjonen ble det snakket om hva formålet med intervjuet var, fortelle hvordan anonymitet ble behandlet og gi en kort forklaring av hvordan disposisjonen for intervjuet så ut. Alle parter presenterte også seg selv med navn og hva de arbeidet med. Til slutt, før intervjuet gikk over til del en, takket intervjuerne for at intervjuobjektet hadde satt av tid til å bli med i intervjuet. Etter at introduksjonen var ferdig dobbeltsjekket intervjuerne at det var greit å ta opp intervjuet, og opptak av intervjuet ble så startet. Videoopptaket ble i ettertid brukt til å transkribere intervjuene.

De første 15 minuttene av hoveddelen var planlagt som en åpen samtale med stikkord og samtaletemaer knyttet til automatisering. Det ble også presentert et eksempel av intervjuerne. Eksempelet ble presentert for å gi intervjuobjektet en ide av hva vi tenkte på når vi snakket om automatisering av dagligdagse arbeidsoppgaver i et byggeprosjekt. Fordelen med å velge dette eksempelet er at det er kjent for alle. Møter er noe som gjennomføres i alle bransjer, og til tross for at det finnes ulike møter, er mye av det automatiserte eller manuelle arbeidet likt. Eksempelet og noen av samtaletemaene er presentert under i en punktliste og et avsnitt.

- Standardisering
- Effektivisere gjentakende arbeidsoppgaver
- Utnytte de små potensialene istedenfor å løse komplekse problemer
- Er BAE-næringen en effektiv bransje? (mye/lite potensiale)

“Møteeksempelet” ble presentert for alle intervjuobjektene og baserer seg på hvordan man kan dele en møteprosess inn i tre deler. Hver del har ulik mengde manuelt arbeid avhengig av hvor mye man har automatisert, og hvordan møtet gjennomføres. Del en er forarbeidet som gjøres før selve møte skal holdes. Dette innebærer forberedelser som å sende ut møteinnkallelse, lage agenda og å booke et rom eller å velge digital plattform. Del to er selve gjennomførelsen. Her skal en sakliste eller agenda følges. Det skal holdes styr på hvem som er til stede og hva man blir enige om skal noteres. Ulike oppgaver skal som regel også knyttes til en ansvarlig person eller firma. Den siste delen av arbeidet, er etterarbeidet etter at et møte er ferdig. Det skal skrives et møtereferat, referatet skal sendes ut og i noen tilfeller revideres. Den nye revisjonen må så sendes ut på nytt. Punktene fra møtet skal også føles opp, og det må i mange tilfeller sendes ut purringer for at ting skal bli gjort.

Det ble først laget over 20 spørsmål til del to, men spørsmålene med lavest kvalitet ble fjernet for å begrense tidsbruken underveis i intervjuene. Til slutt ble det igjen åtte spørsmål som intervjuobjektene ble stilt. Intervju spørsmålene var knyttet opp mot forskningsspørsmålene og har blitt benyttet for å utarbeide deler av resultatet til denne oppgaven. Fra de transkriberte notatene ble spørsmål etter spørsmål tolket, svarene fra de ulike intervjuobjektene ble sammenlignet, og det ble utfra dette skrevet en helhetlig analyse av hvert spørsmål. Her ble også inntrykk og påstander fra del en benyttet for å få

en bedre helhetlig forståelse av det intervjuobjektet sa, mente og påsto. Underveis i intervjuene var det fokus på å ikke påvirke eller lede svarene til intervjuobjektene, slik at svarene ble mer med egne ord.

I den siste delen av intervjuet, guides intervjuobjektet igjennom tolv påstander og skal rangere disse fra en til seks, avhengig av hvor enig eller uenig personen er i påstandene. Undersøkelsen er organisert slik at hvis intervjuobjektet svarer en, er personen veldig uenig i eller at det er veldig lite fokus på det som nevnes i påstanden. På motsatt ende av skalaen er seks, som tilsvarer at personen som svarer er veldig enig eller at det er veldig stort fokus på det som nevnes i påstanden.

I avslutningsfasen av intervjuet ble det spurt om tilbakemeldinger på gjennomførelse og selve intervjuet slik at forbedringer kunne gjøres til neste intervju. Det ble også stilt spørsmål om intervjuobjektene hadde andre relevante personer som kunne være interessert i å bli intervjuet. Til slutt takket intervjuerne igjen for at de hadde satt av tid til et intervju.

Påstandene som ble laget i forbindelse med intervjuet ble delt inn i tre ulike kategorier for å sørge for variasjon. Kategoriene muliggjørere og muligheter, drivere og barrierer med tilhørende spørsmål er presentert nedenfor i tabell 1. Prosessen med å lage påstander startet med en brainstorming. Påstandene ble så sortert inn i kategorier og de beste påstandene innenfor hver kategori ble valgt ut. Rutene markert i grønn viser spørsmålene som ble vurdert til å være mest relevant. De hvite rutene viser spørsmål fra brainstormingen, som ikke ble benyttet.

Tabell 1: Påstander etter brainstorming.

Muliggjørere og muligheter	Drivere	Barrierer	Annet
Digitale løsninger er en forutsetning for å kunne gjøre vurderinger av bærekraft	Ansatte i min bedrift har planer om å lære nye måter å gjennomføre ulike arbeidsoppgaver.	Tid- og prestasjonsbasert press fører til at tid til å utforske nye verktøy og gjennomføringsmetoder nedprioriteres	I løpet av arbeidshverdagen min er det mange gjentakende manuelle arbeidsoppgaver
For å få til effektivisering i alle ledd, kreves større grad av standardisering	I min organisasjon er det krav fra ledelsen som driver den digitale utviklingen	Arbeidsmetodene vi benytter har fungert i lang tid, så utvikling er ikke så viktig.	Digitalisering senker ikke arbeidsmengden, men endrer arbeidsformen.
Digitale løsninger er en forutsetning for å kunne gjøre vurderinger av bærekraft	Det er viktig at myndighetene kommer med strengere krav til digitale løsninger	Det er utfordrende å samarbeide med aktører som bruker andre digitale systemer og programmer.	

Det satses store summer på å prøve ut hjelpemidler som potensielt kan effektivisere større prosesser i min arbeidshverdag	Vi har en plan for hvilke arbeidsoppgaver vi skal automatisere	Kompetansen på digitale hjelpemidler er jevn, og de fleste kan like mye programvarene.	
BAE-næringen er relativt ineffektiv, så dette tyder på at potensialet er stort.	Det er stort fokus på utvikling i min bedrift.	De som ikke har vokst opp med digitale hjelpemidler sliter som regel mer med å effektivt bruke dagens programmer og hjelpemidler.	
Digitalisering av ulike prosesser gjør at det blir mindre arbeid enn før	De små dagligdagse arbeidsoppgavene er ikke så viktig å effektivisere, fordi det spares så lite tid per gang.	Det er lett å automatisere de arbeidsoppgavene som gjøres på PC-en i dag	
I nyere tid har teknologisk utvikling økt kvaliteten på sluttproduktet	Nye løsninger som utfordrer normen og måten ting er gjort på i lang tid, er populært.	Bedriften min legger til rette for kompetanseheving og kursing	

I del tre av intervjuene rangerer intervjuobjektene de elleve påstandene fra en til seks avhengig av hvor enig eller uenig de er. Dataen fra disse spørsmålene har både blitt brukt til å utvikle spørreundersøkelsen og blitt brukt til å styrke resultatene. Det ble synliggjort hvilke spørsmål som var gode og hvilke spørsmål som måtte bearbeides eller fjernes. Spørsmålene dannet grunnlaget for spørreundersøkelsen og passet derfor godt inn i den utforskende forskningsmetoden benyttet i forbindelse med denne oppgaven.

Personene som ble intervjuet er valgt ut fra en liste laget av vår veileder, professor Eilif Hjelseth. Alle personene på maillisten har vært deltagere på VDC-sertifiseringskurset 2022-2023. Her er det aktører som entreprenører, arkitekter, byggherrer, konsulenter og rådgivende ingeniører. Noen av stillingstitlene er prosjektleder, prosjekteringsleder, digital samhandlingsleder og BIM teknikker. På grunn av anonymitet er det valgt å ikke ha med noen navn eller selskap knyttet til intervjuobjektene. Nedenfor i 2 er stillingstitler med tilhørende aktør presentert for alle de åtte intervjuobjektene.

Tabell 2: Deltakere fra intervjuene med stilling og aktør.

Stilling	Aktør
Prosjektleder	Entreprenør
Byggeleder	Arkitekt/Konsulent
Prosjekteringsleder	Entreprenør
BIM Manager	Rådgivende
BIM Tekniker	Entreprenør
Digital samhandlingsleder	Rådgivende
Digital samhandlingskoordinator	Byggherre
BIM og IT-ansvarlig	Entreprenør

Det ble utformet en standard mail som ble sendt ut til potensielle intervjuobjekter fra maillisten gruppen fikk fra Eilif Hjelseth. I denne mailen ble det forklart at dataene skulle brukes i forbindelse med en masteroppgave om effektive digitale byggeprosesser og automatisering. Det ble forklart at intervjuet skulle gjennomføres digitalt på teams, med opptak. Oppbygningen og antatt tidsbruk for intervjuet ble også presentert. Til slutt ble det opplyst om at gruppen var svært fleksible og kunne gjennomføre intervjuer så å si når som helst. Totalt sett ble det sendt ut 26 intervjuinvitasjoner, hvor 13 svarte og åtte personer kunne stille til intervju. For å ha oversikt over hvem gruppen hadde sendt mail til, hvem som hadde svart og hvem som hadde godtatt, ble det opprettet et dokument i Excel. Her ble også møtetidspunkter skrevet ned for å ha full oversikt over alle intervjuene.

Etter at de kvalitative intervjuene var gjennomført, var det fortsatt nødvendig med mer data. Det ble derfor utarbeidet en relativt kort kvantitativ spørreundersøkelse som kunne besvares på i underkant av tre minutter. Denne ble sendt ut til ca. 600 personer som hadde deltatt på VDC-sertifiseringskurset 2022-2023.

Gruppen utarbeidet en mail, som veileder sendte ut, da han er tilknyttet VDC-sertifiseringskurset. Grunnen til at veileder sendte ut denne, var troverdigheten og svarprosenten potensielt ble større. I mailen ble det informert om at det var to masterstudenter som jobbet med å identifisere nivået på automatisering og at de så på hvor endringsvillig bransjen var.

Spørreundersøkelsen ble utviklet basert på påstandene fra del tre i intervjuene, men det ble gjort noen forbedringer og spesifiseringer ettersom intervjuene ga mye lærdom om datainnsamling. Spørreundersøkelsen er utarbeidet ved bruk av nettskjema.no. Den er bygd opp slik at det først kommer informasjon om personvern og anonymitet. Deretter innhentes det informasjon om hvilken aktør, rolle og størrelse på bedrift personen jobber for. Dette ble gjort slik at det er mulig å se om respondentenes svar er uniforme, eller om det er splittede meninger med store forskjeller. Til slutt kommer hoveddelen av spørreundersøkelsen med to flervalgmatriser. Matrise en innhenter spesifikk informasjon om i hvilken grad respondenten med den tilhørende bedriften har automatisert fem ulike arbeidsoppgaver. Matrise to innhenter holdningsrelatert informasjon om hva respondenten mener om fire ulike påstander.

Dataen fra nettskjema ble eksportert til Excel, formatert og sortert. Excel har så blitt brukt til å regne ut svarprosent, gjennomsnitt og varians for de grupperingene, lage grafer og

analysere svardata fra spørreundersøkelsen. Denne dataen har blitt brukt til resultater, grafer og tabeller presentert i resultatkapittelet i denne masteroppgaven.

3.5 Feilkilder og evaluering av metode

Denne oppgaven har flere begrensninger innen tid og omfang. På grunn av dette vil det kunne genereres feilkilder. Det er dermed vesentlig å være bevisst på de feilkilder som kan foreligge. Ved å være bevisst på de feilkilder som kan oppstå, gjennom de metodene som brukes, er det enklere å unngå de. Feilkilder ved litteratursøk, kvalitative intervjuer og spørreundersøkelse vil bli lagt frem i dette delkapittelet.

3.5.1 Styrker og svakheter ved litteratursøk

De styrker og svakheter som finner sted ved et litteratursøk avhenger i stor grad av de som gjennomfører den. En av styrkene vil være at man opparbeider seg et kunnskapsgrunnlag som er gunstig i videre arbeid med diskusjon av resultater. Når det kommer til svakheter, er litteratursøk gjerne tidkrevende med en relativt stor arbeidsmengde. Det er mange artikler som må analyseres og både utvelgelsesprosessen og prosessen med analyse utgjør en stor arbeidsmengde. Når artikler og forskning baseres på nøkkelord og seleksjon, vil det bære preg av subjektivitet fra forskeren. Det må gjøres individuelle avgjørelser på om litteraturen er relevant og troverdig, noe som baseres på forskerens evne til å vurdere dette. Ettersom masteroppgaven har en tidsramme på 21 uker er det trolig for lite tid til å kunne gå igjennom all relevant teori, noe som betyr at det kan være data som ikke har blitt fanget opp. Med en relativt bred problemstilling vil dette problemet bli større. Til sist vil det å inkludere engelsk i litteratursøket kunne skape misforståelser da man sammenligner akademiske tekster på ulike språk.

3.5.2 Styrker og svakheter i intervjuer

En generell fordel ved intervjuer er at samtalene kan bringe frem nye vinklinger og innsikt til temaet. Intervjuobjektene vil ha ulike synpunkter og selv om flere kan ende med like konklusjoner, kan begrunnelsene og vinklingene få frem interessante punkter som kan benyttes i diskusjonen av problemstillingen og forskningsspørsmålene. Når man har semistrukturerte intervjuer, vil man og ha fordelene som kommer fra både den åpne samtalen og den mer strukturerte delen. Dette vil kunne gjøre tolkningen av intervjuene mer spesifikke og øke forståelsen til intervjueren. En av svakhetene ved intervju er at troverdigheten til intervjuobjektet ikke kan identifiseres med sikkerhet. Selv om man kan velge de som blir intervjuet, er det vanskelig å utelukke eventuelle mistolkninger eller skjulte agendaer. Intervjuet i seg selv er ikke spesielt tidkrevende, men når forarbeid og spesielt etterarbeid med transkribering og tolkning trekkes inn, mangedobles tidsbruken. Til sist vil det være en svakhet at intervjuerne ikke har omfattende erfaring med det å utføre intervjuer på best mulig måte. Dette åpner for at spørsmål blir formulert feil eller formidlet feil til intervjuobjektet og svekker svaret.

3.5.3 Styrker og svakheter til spørreundersøkelse

Det å gjennomføre spørreundersøkelse er ingen enkel oppgave. En av utfordringene kan være å oppnå en ytre validitet. Ytre validitet handler om at resultatene fra et utvalg kan generaliseres og dermed regnes for å gjelde en større mengde data (Dahlum, 2021). Det vil si at hvis en studie på et utvalg mennesker sies å gjelde en hel befolkning, må den ha ytre validitet for å stemme. I dette prosjektet har spørreundersøkelsen vært rettet mot en gruppe i BAE-næringen som anses å ligge langt fremme på digitalisering og automatisering. Studiens populasjon på 600 er stor. Med 113 respondenter er ikke svarprosenten spesielt høy (18,8%), men ettersom over 100 personer svarte er det fortsatt

betydelig. En høyere svarprosent vil allikevel kunne øke den ytre validiteten til undersøkelsen. Spørreundersøkelsen er gjennomført på deltakere av VDC sertifiseringskurs 2022/2023, gjennom en større e-post liste. Det er vanskelig å si om alle e-postene som fikk tilbud om å være med er aktive e-poster eller ikke. Uansett er undersøkelsen gjennomført på en ganske spesifikk gruppe innen BAE-næringen, og det kan ikke sies å representere hele BAE-næringen sine meninger om temaet. Allikevel er respondentene som er valgt ut sett på som de mest relevante personene å gjennomføre spørreundersøkelsen på. En annen svakhet til spørreundersøkelser er lite erfaring fra forfatterne på denne typen undersøkelser. Dette vil kunne påvirke kvaliteten på spørsmålene, utforming av invitasjon og generelt design av spørreundersøkelsen.

4 Resultat

I dette kapitelet vil resultater fra intervjuene og spørreundersøkelsen presenteres. Det første delkapittelet tar for seg spørsmålsdelen fra intervjuene. Her vil spørsmål for spørsmål gjennomgås. I delkapittel 4.2 vil resultatene fra rangering av påstander i interjuvet legges frem. Videre vil spørreundersøkelsen presenteres i delkapittel 4.3. Siste delkapittel presenterer en metode for å kartlegge automatiseringsgrad av selekterte arbeidsoppgaver, med resultater fra intervjuer og spørreundersøkelse som grunnlag.

4.1 Resultat fra intervjuer og ekspertsamtaler

Videre presenteres resultatene fra de åtte kvalitative intervjuene og de fire ekspertsamtalene. I tabell 3 er stilling og aktør ved ekspertsamtalene lagt fram. Fremgangsmåten baseres seg på å analysere spørsmål for spørsmål og tolke svarene i en sammenheng. Tidlig i arbeidet med denne oppgaven, da den fortsatt var i en innsiktsfase, ble det gjennomført fire intervjuer med eksperter innenfor digital samhandling og utvikling. Målet med disse samtalene var å få mer innsikt i hva de aller beste fra bransjen arbeidet med. Samtidig ble løsninger og muligheter for hvordan man kunne gjennomføre en kartlegging av automatiseringsnivået i bransjen diskutert. I det ene intervjuet var det to deltakere med. Dette var en samtale med to grundere fra en bedrift som driver med BIM-løsninger og samhandlingsplattformer. De resterende deltakerne arbeidet og med digitalisering og utvikling i sine bedrifter. Personene ble anbefalt av veileder og møtene ble gjennomført digitalt. Samtalene varte ca. en time.

Tabell 3: Deltakere fra ekspertsamtalene med stilling og aktør.

Stilling	Aktør
Leder digital samhandling	Rådgivende
Produktdirektør	Programvareleverandør
Senior rådgiver	Rådgivende
Grunnlegger	Programvareleverandør
Grunnlegger	Programvareleverandør

Det ble gjennomført åtte intervjuer med relevante fagpersoner fra BAE-næringen. Opprinnelig var planen gjennomføre rundt 10 intervjuer, men etter åtte intervjuer ble det vurdert at det var tilstrekkelig svarmateriale for de spørsmålene som ble gitt i intervjuet. Målet var å komme i kontakt med personer fra ulike aktører i bransjen, men som hadde noe mer tilknytning til den digitale styringen og utviklingen i sine respektive bedrifter. De fleste av deltakerne tilhører enten entreprenør eller rådgivende aktører. Fem av åtte deltakere har stillinger som knyttes direkte til digitalisering eller BIM, mens resterende er prosjektleder, prosjekteringsleder og byggeleder. Videre har deltakers navn og bedrift blitt holdt anonyme. Hensikten med dette er at deltakerne skal ha mulighet til å si sine meninger og holdninger uten å måtte bekymre seg for om det stemmer overens med bedriftens verdier.

Hva forbinder du med automatisering?

Formålet med å spørre intervjuobjektet om hva de forbinder med begrepet «automatisering» er å undersøke om oppfattelsen av automatisering er konsis, eller om det varierer mye. Gjennom arbeid med et forprosjekt, før denne masteroppgaven og ekspertsamtalene som har blitt gjennomført, kom det frem flere ulike svar i forbindelse med forklaring av digitalisering og automatisering. Noen forklarer at automatisering handler om en prosess der man gir en input og får en output direkte tilbake. Andre forklarer det med at automatisering er prosesser som «går av seg selv», eller «skjer helt over natta». For å undersøke dette videre har alle intervjuobjektene blitt spurt hva de forbinder med automatisering.

Av de 8 personene som ble intervjuet kom flere frem til at automatisering handler om å fjerne eller minimere manuelt arbeid fra en prosess. Arbeidsoppgaver som har blitt mer automatisert i dag kontra tidligere, er for eksempel fakturahåndtering, som tidligere ble sendt med postbud. Det er også eksempler som avvikshåndtering. Dette ble ofte håndtert gjennom papirlapper, som ble samlet inn og manuelt satt sammen i system. I dagens norm håndteres avvik gjennom en digital plattform og registreres der. Derfra får man en output med statistikk på hvor avvikene oftest forekommer, eller hvilke typer avvik som opptrer ofte. Dette muliggjør en raskere og mer konsis prosess for å finne passende tiltak.

Et interessant svar kom fra en prosjektleder som nevnte at man kan skille mellom automatisering av menneskelige- og maskinelle prosesser. Når det er snakk om menneskelige prosesser, vil automatisering kunne være mer effektive saksbehandlingsverktøy, der saker og filer automatisk sendes videre til de som skal ha det. På den andre siden nevnes automatisering av maskinelle prosesser som samlebånd og 3D-printing av betong. Ulike typer robotiseringer av arbeidsoppgaver knyttes mot automatisering av maskinelle prosesser.

Ser man på svarene fra ekspertsamtalene og intervjuene virker det som at det er ulike tolkninger av automatisering i bransjen. Flere kommer raskt inn på roboter og digitalisering når det forklarer automatisering. De fleste nevner også en del arbeidsoppgaver de selv, eller bedriften deres har automatisert. Noen av eksemplene er databehandling som skripting eller automatisk utsending av dokumenter.

Det brukes ulike programmer i forskjellige bedrifter. Hva legges til grunn når deres bedrift skal velge hvilke programmer som skal tas i bruk?

I dag tar de fleste bedrifter i bruk en rekke programmer og digitale hjelpemidler i sitt arbeid. Det er ikke noe kjent eller standardisert metodikk på hvordan man skal gå frem når man velger programmer som skal implementeres i bedriften. Dermed har intervjuobjektene blitt spurt hva de legger til grunn når de velger et nytt program å ta i bruk. Hensikten med spørsmålet er få et inntrykk av de vurderingene bedriftene gjør ved anskaffelse av programmer. I tillegg kan spørsmålet gi en forståelse for hvordan nye digitale løsninger implementeres i bedriften.

De aller fleste har svart at nye programmer og digitale hjelpemidler blir implementert som et resultat av initiativ fra noen i bedriften som er spesielt interessert fra før. Hvis det da viste seg å fungere godt og fikk resultater, har det spredd seg videre i bedriften. Det kan dermed virke som at det ofte er enkeltpersoner, med spesiell interesse innenfor data og digitale programmer, som driver frem bruken av nye programmer. For personer som

arbeider i staten ble det påpekt at lov om offentlig anskaffelser var styrende ved valg av større programvare.

I noen bedrifter finnes også en kombinasjon av initiativ fra ansatte til mer toppstyrte anskaffelser som skal iverksettes. Her ble blant annet Dalux til arbeid med HMS og KS nevnt som et eksempel på verktøy som kom nedenfra og spredte seg i bedriften. Dette skjedde fordi programmet ga gode resultater når det kom til effektivitet og tidsbesparelse. Spredningen internt i bedriften gikk fort og det ble derfor ikke etablert noe sentralt system eller standard for akkurat hvordan programmet skulle benyttes. På den andre siden ble et nytt fakturasystem noe ledelsen implementerte i bedriften. Dette kom fra ledelsen og spredte seg nedover i bedriften og ble implementert mer systematisk. På den måten er det også mulig å etablere en standard for hvordan programmet eller verktøyet skal benyttes.

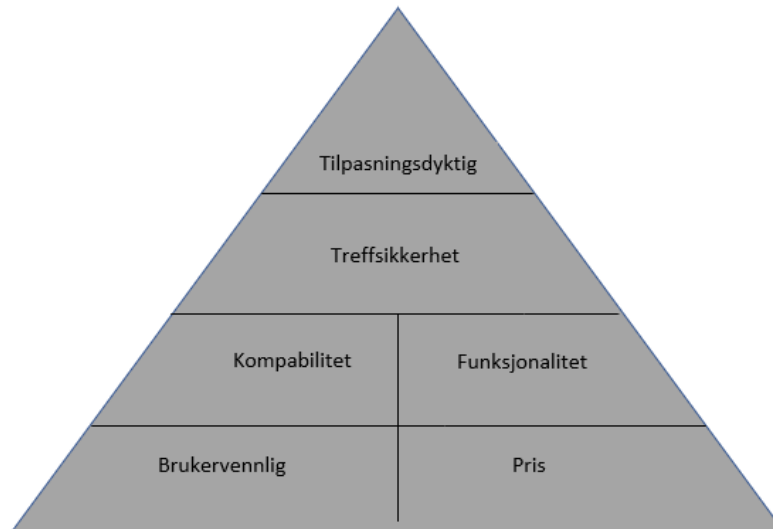
Det kom også frem flere faktorer som av ulik grad har betydning i valg av programvare eller et digitalt hjelpemiddel. Et intervjuobjekt forklarte at de første faktorene som kom til tankene var pris og brukervennlighet. Funksjonalitet vil også være en prioritet, men at brukervennlighet burde rangeres høyere. Dette ble begrunnet med at et program kan være komplekst med mange funksjoner og utnyttelsesmuligheter, men at for lite folk ville klare å utnytte og bruke det. Da vil et mindre komplisert og mer brukervennlig program, selv om det har færre funksjoner og muligheter, bli brukt av flere. I tabell 4 er de mest sentrale faktorer for valg av programvare eller digitale hjelpemidler vist.

Tabell 4: Tabell med faktorer og forklaring til faktorene.

Faktor	Forklaring
<i>Brukervennlighet</i>	At programmet skal være enkelt og dermed kunne bli nyttiggjort uten spesiell dataerfaring.
<i>Pris</i>	Kostnader knyttet til lisenser, opplæring og drift.
<i>Funksjonalitet</i>	I hvilken grad programmet har funksjoner som løser behovene.
<i>Tilpasningsdyktighet</i>	Programvarens evne til å kunne endres og tilpasses etter behov.
<i>Kompabilitet</i>	Programmets evne til å fungere sammen med andre systemer. Ofte i form av at programmets output har riktige formater.
<i>Trefferikkerhet</i>	Programmet passer til prosessen og sammenhengen den skal brukes til. Behovene i en prosess kommer først og programmet må kunne bidra til å løse dette.

Flere av intervjuobjektene la mer vekt på noen faktorer enn andre. De viktigste faktorene som ble poengtert var brukervennlighet og pris. Videre var kompabilitet og funksjonalitet viktig. I figur 12 er funn av faktorer som intervjuobjektene som regel legger til grunn illustrert i en pyramide der man legger mest vekt på bunnfaktorene. Figuren er laget på

bakgrunn av det inntrykket vi har fått fra intervjuene og er ikke nødvendigvis en fasit for alle. Det vil kunne være ulike behov, avhengig av situasjon og bedrift. Et eksempel på dette kan være pris. For noen vil anskaffelseskostnad være betydelig sammenlignet med behovet, mens andre kan være i en situasjon der behovet er stort og prisen er mindre viktig.



Figur 12: Faktorer som legges til grunn når programvare blir valgt (egenprodusert).

Gjøres det noen konkrete tiltak i bedriften din for å forbedre tilsvarende arbeidsoppgaver som møteekspelet?

Formålet med dette spørsmålet er å få intervjuobjektene til å starte en tankeprosess, der de kommer med et eller flere konkrete eksempler på tiltak som gjøres for å forbedre en prosess. I og med at intervjuobjektene ikke har fått spørsmålene på forhånd er det vanskelig å forberede gode eksempler. Dette fører til at de kommer med eksempler som faktisk har satt sitt preg på arbeidshverdagen. Alle personene klarte å nevne minst et tiltak som har blitt gjort. Variasjonen i svarene er store, og noen eksempler fra intervjuene er presentert nedenfor:

- Aktivitetspunkter samles i et digitalt system istedenfor på e-post. Her har man flere funksjoner, der for eksempel varsling og purringer kan gjøres automatisk.
- Kobling av alle tegninger til 3D-modellen. Det gjøres en engangsjobb i starten av prosjektet og du slipper etter det å manuelt lete frem tegninger i filsystemer.
- Tett samarbeid med softwareutviklerne på prosjekt for å forbedre bruken av allerede tilgjengelig informasjon.
- Kursing for å øke kunnskapen på prosesser, programmer og å forstå mulighetene disse byr på.
- Prefabrikkering av elementer på fabrikk eller verksted for å øke kvalitet og effektivitet ved hjelp av automatisering

- En "assistent" som kjører ulike regelsjekker og kan koble prosesser opp mot for eksempel FN sine bærekraftsmål
- Automatiserte løsninger som viser faktureringsgrad, tilstand på modeller og automatisk sjekker versjonsnummer og dokumentnavn.
- Digitale HR systemer som effektiviserer og strukturerer medarbeidersamtaler. Her kan det automatisk genereres rapporter og hentes ut oversiktlig data

Hovedfunnet er at alle intervjuobjektene og bedriftene de representerer, gjør tiltak for å øke automatiseringsgraden i arbeidshverdagen. Det er litt ulikt hva formålet med automatiseringen er, men dette kan deles inn i to kategorier. Først og fremst automatiseres og effektiviseres arbeidsoppgaver for å spare tid, slik at man kan omfordele ressursbruken i bedriften. Den andre kategorien er at ting automatiseres for å øke kvaliteten og senke HMS-risikoen. Dette innebærer for eksempel prefabrikkering. Ved å prefabrikere på en fabrikk er det lettere å få prosessen lik hver gang, og den kan gjøres under mer kontrollerte forhold. Faktorer som logistikkutfordringer, dårlig tilkommelighet, påvirkning fra vær og menneskelige feil kan begrenses, eller fjernes helt.

Fokusområdet for denne oppgaven er automatisering av ingeniørfaglige arbeidsoppgaver, og det er derfor svært positivt at 11 av 12 eksempler fra intervjuobjektene innebærer dette. Noen nevner konkrete tiltak som allerede er gjort og andre svarer mer presist på tiltak bedriften gjør, slik som spørsmålet var tiltenkt. To tiltak som er verdt å trekke frem er kursing for å øke kunnskapen i bedriften og å ha et tett samarbeid med en softwareutvikler for å forbedre bruken av allerede eksisterende informasjon. Både at kunnskapsnivået i bransjen er varierende og at mye av den tilgjengelige informasjonen som finnes, ikke benyttes på en god måte har kommet frem i både ekspertsamtaler, spørreundersøken og intervjuene som er gjennomført. Disse to tiltakene kan bidra til å øke automatiseringsgraden i flere bedrifter

Kan du gi et eksempel på en arbeidsoppgave i ditt arbeid som kunne blitt effektivisert, men som enda ikke har blitt det?

Oppfølgingsspørsmål: Hva tror du er årsaken til at arbeidsoppgaven ikke er effektivisert, selv om potensialet er der?

Formålet med dette spørsmålet er å se om intervjuobjektene har en eller flere arbeidsoppgaver de ser et potensiale til å automatisere. Spørsmålet kartlegger også barrierer som hindrer at ideen de har, blir realisert. Flere av intervjuobjektene kommer med gode eksempler og det er da svært interessant å se på hva som hindrer utviklingen.

Alle intervjuobjektene kommer med en automatiseringside som kunne vært implementert i arbeidshverdagen, men det er kun to av åtte som jobber med å utvikle eller å få denne ideen utviklet. Dette tyder på at det må gjøres noe med holdningene rundt utvikling i bransjen. De fleste har vanskeligheter med å se den langvarige gevinsten, fordi det ofte går på bekostning av den kortvarige effektiviteten. Måten ting implementeres på i mange bedrifter er mangelfull og intervjuobjektene forklarer at de som regel må lære seg ting selv. Dette er utfordrende i en allerede hektisk hverdag med prestasjonsbasert

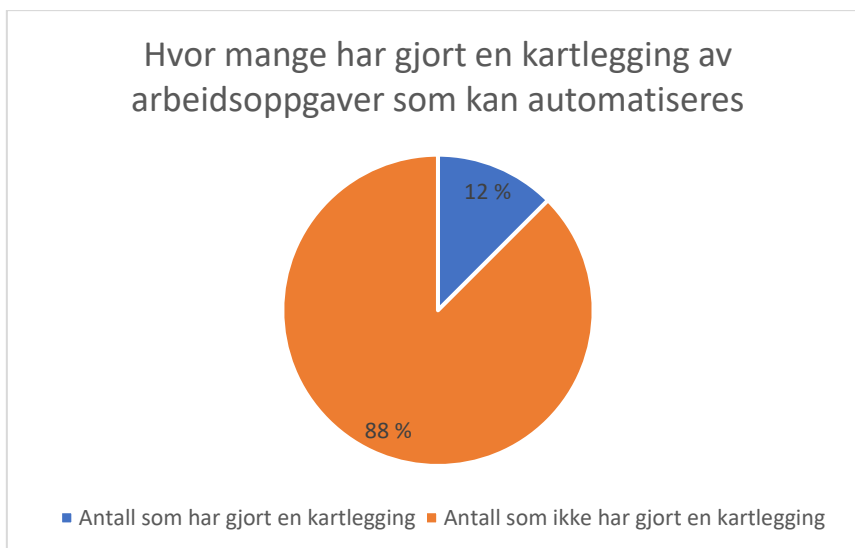
press. Barrierene som nevnes flest ganger i datainnhenting i forbindelse med denne oppgaven er motstand mot endring og sterkt tidspress generelt sett i bransjen.

At åtte av åtte intervjuobjekter har konkrete ting de ønsker å automatisere er positivt, derimot er det bemerkelsesverdig at seks av åtte ikke benytter tid og ressurser på å realisere ideen de har. En av grunnene til dette, som nevnes i intervjuene, er at intervjuobjektet ikke vet hvor eller hvordan man skal starte. Dette er et interessant funn som forteller oss at det kan være mangel på metodikk i arbeidet med å automatisere. Et annet intervjuobjekt mener at mangel på kunnskap er et hinder for å realisere ideen. I dette automatiseringseksempelen er det snakk om mangel på kodekunnskap. En av de andre intervjuobjektene som jobber for å realisere ideen sin, har heller ingen kodekunnskap, men mener at dette ikke er noe hinder, fordi folk med den rette kunnskapen kan kjøpes eller leies. Det er forskjellig hvor løsningsorientert folk er, noen finner løsninger og andre ser kun hindringer.

Har dere en gjort en kartlegging av arbeidsoppgaver som kan automatiseres i større eller mindre grad?

Dette spørsmålet har blitt stilt i intervjuene for å undersøke hvor mange av bedriftene som har gjort en spesifikk kartlegging av hvilke arbeidsoppgaver som kan automatiseres. Ekspertsamtaler i startfasen av denne masteroppgaven ga et inntrykk av at drivkraften for utvikling var ulik fra bedrift til bedrift. Internt i bedriftene var det også store forskjeller fra prosjekt til prosjekt. Når det stilles et spesifikt spørsmål om de har gjort en kartlegging får man presise svar.

Hovedfunnet fra dette intervju spørsmålet er at syv av åtte personer ikke har gjort en spesifikk kartlegging av hvilke arbeidsoppgaver som kan automatiseres på deres arbeidsplass. Dette funnet samsvarer med inntrykket vi har fått fra forprosjektet og ekspertsamtaler. Bransjen bærer preg av en splittet utvikling og i mange tilfeller er utviklingen persondrevet, mens i andre tilfeller er det krav ovenfra som er drivkraften. Flere av intervjuobjektene nevner at utviklingen skjer "fra munn til hånd" og flere av svarene lyder noe som: "*De har snakka litt løst rundt ting som kan automatiseres, men det er ingen kartlegging. Det er litt fra hånd til munn og ting plukkes ut ustrukturert og tilfeldig*". Automatisering er et fokusområde for mange, men i de fleste bedrifter tas det kun tak i det som dukker opp foran dem. Figur 13 viser prosentandelen på hvor mange som har gjort en kartlegging.



Figur 13: Viser andel intervjuobjekter som har gjort en kartlegging av arbeidsoppgaver som kan automatiseres (egenprodusert).

Et av intervjuobjektene svarer at de har gjort en spesifikk kartlegging av hvilke arbeidsoppgaver som kan automatiseres, dette funnet skiller seg positivt ut. Det spesifiseres at denne kartleggingen er prosjektbasert og ikke gjelder for bedriften som helhet. Dette fremhever funnet om at det generelt sett er mangel på en helhetlig og uniform utvikling i bedrifter og hele BAE-næringen. Noen av de andre intervjuobjektene svarer kun nei på spørsmålet, og ønsker ikke å utdype noe mer. Dette tyder på at fokuset på automatisering i disse bedriftene er svært lavt.

I og med at de fleste bedrifter ikke gjennomfører en spesifikk kartlegging av hvilke arbeidsoppgaver det er mulig å automatisere, har de lite eller ingen oversikt over potensialet som eksisterer. Dette fører til at veien for å oppnå effektive automatiserte prosesser blir lengre. Noen bedrifter bruker potensielt også ressursene ineffektivt, fordi de prøver å automatisere en arbeidsoppgave med lite potensiale. Intervjuene vi har gjennomført har også fått frem at det finnes bedrifter som ikke ser verdien i automatisering, i og med at de "gamle gode" metodene fortsatt fungerer.

Har du noen tanker om hva som hindrer automatisering av arbeidsoppgaver på kontoret og i produksjonen?

Formålet med dette spørsmålet er å se spesifikt på hvilke barrierer intervjuobjektene mener hindrer automatiseringen av BAE-næringen. Spørsmålet kartlegger om de samme utfordringene nevnes mange ganger, eller om det er stor variasjon i hva forskjellige personer og bedrifter ser som barrierer.

Mangel på kunnskap og kompetanse er barrierene som nevnes flest ganger. Det finnes mange avanserte programmer og flere av intervjuobjektene påpeker at det ikke er alle som klarer å forstå disse. En annen utfordring som nevnes er at store deler av bransjen ikke er klar over hva som kan automatiseres, og hvilken potensiell gevinst dette gir. Kunnskap og kompetanse er i svarene tett knyttet opp mot tidspress generelt sett i bransjen. Et eksempel på svar lyder som følger: "Det som hindrer automatisering er mangel på kunnskap om programvaren og at man har for lite tid til å lære seg denne ordentlig". Ut ifra dette og andre svar ser man at det er en kobling mellom tidspress og

mangel på kunnskap. Mange i bransjen tyr til enkle og brukervennlige programmer, som ikke har alle funksjonene, fordi man er trygg på disse og vet hvordan de skal brukes.

Mangel på standardisering og lav endringsvilje er også barrierer som hindrer automatisering. Et av intervjuobjektene presenterer det frem slik: *"Vi kan ikke sitte og standardisere alene. Skal man ha maks effekt av dette her, så må det være et bransjeløft"*. Den samme personen mener også at vi ikke nødvendigvis trenger å bruke de mest avanserte programmene, så lenge ting er standardisert og de aller fleste klarer å henge med. Sammen med mangelen på standarder er endringsvilje i mange bedrifter en utfordring. Mange har en tankegang om at *"sånn har vi alltid gjort det"* og *"noen andre får gjøre endringene"*. Det trengs ikke veldig mange sånne personer i en bedrift for å hindre automatiseringen i denne bedriften og dette er kun basert på holdninger som en barriere.

Allerede fra intervjuer i forprosjektet til denne masteroppgaven ble det oppdaget at måten nye gjennomføringsmetoder og programmer blir implementert på, byr på utfordringer. I noen bedrifter er det ingen form for implementeringsprosess og i andre bedrifter er det et eller flere kurs. Når det ikke er noen form for implementeringsprosess, må man i en allerede hektisk arbeidshverdag, lære seg alt selv. Dette påpeker flere av intervjuobjektene at skaper en generell motstand mot all implementering. Kursing på den andre siden fører til at de som skal bruke et nytt program får mer kunnskap om hvordan programmet optimalt kan brukes. Dette fører igjen til en mestringsfølelse og økt effektivitet.

Automatiseringsløsninger og programmer som bidrar til mindre manuelt arbeid, samtidig som de er brukervennlige, sprer seg ofte av seg selv, fordi det er konkurranse i bransjen. Et eksempel på dette er bruken av Dalux i en av de store landsdekkende entreprenørene i Norge. Det startet med at enkeltpersoner i et prosjekt prøvde ut plattformen Dalux. De fant ut at plattformen kunne bidra til å automatisere møtevirksomhet, rapporterings- og KS-arbeid. Det ble en del snakk om Dalux internt i bedriften og flere prosjekter og avdelinger startet å ta i bruk plattformen. Til slutt spredde løsningen seg til hele bedriften fordi den reduserte mengden manuelt arbeid og derfor sparte mange timer hver dag for bedriften.

Denne naturlige implementeringsprosessen presentert ovenfor fører til at man overkommer en del av barrierene som vanligvis hindrer automatisering. Folk må se et forbedringspotensial på lang sikt og det bidrar til å komme over implementeringsprosessen som ofte er treg, skummel og senker effektiviteten. En av intervjuobjektene presenterer dette på en god måte: *"Det gjør vondt å endre seg. Man må fortelle de ansatte at dette er bra og man sparer tid på lang sikt, men det må også fortelles at omstillingen komme til å være ineffektiv i starten. Det er en terskel å komme over, ting blir litt skummelt, ekkelt og man føler litt at man mister kontroll"*.

Har du noen tanker om hva som skal til for å få til en større grad av automatisering av i arbeidsoppgaver på kontoret og i produksjonen?

Intervjuobjektene har blitt spurt hvilke tanker de har om hva som skal til for å få til en større grad av automatisering av arbeidsoppgaver. Formålet med spørsmålet er å finne drivere og muligheter for hvordan automatiseringsgraden kan økes. Alle intervjuobjektene hadde meninger om dette og hvilke faktorer som enten var til en hinder eller kunne drive utviklingen raskere fremover.

Den faktoren nesten alle intervjuobjektene fremhevet var enkelhet og brukervennlighet. Når programmer kompleksiteten i programmene øker, kreves det mer spisskompetanse. Dette fører til at flere velger å avstå fra å bruke det og det blir et nisjeprodukt. Er programmene intuitive og enkle å lære seg innenfor rimelig tid, faller ikke like mange av, slik at man kan få en bredere bruk. Dette faller også sammen med brukervennlighet der flere av intervjuobjektene savnet et større fokus på brukervennlig programmer, som fokuserer på få klikk og enkel oversikt. Et intervjuobjekt sa: *"Det må bare bli så enkelt og tilgjengelig at det bli vanskelig å ikke bruke"*.

En annen faktor omhandlet økt standardisering og mer likhet arbeidet. Et intervjuobjekt fortalte for eksempel at de samlet inn data om avvik fra alle byggeplassene sine, men de hadde gjort avviksmalen redigerbar. Resultatet ble at alle tilpasset malen til sine spesifikke prosjekter. Når ledelsen på konsernnivå da skulle samle inn dataen var det tilnærmet umulig å gjøre statistikk på den, ettersom mye av dataen var ulik. Dermed ble det vanskeligere å se på hvilke områder som kunne forbedres og ikke. I mange av tilfellene der malene ble redigert, kan det ha vært riktig, sett opp mot det gjeldende prosjektet. I et større perspektiv der man har et fokus på læring og identifisering av forbedringsområder er det derimot en katastrofe. I dette tilfellet endte det med at de gikk inn fra sentralt i ledelsen og låste maler for redigering. Dermed ble det akseptert at de ikke nødvendigvis passet like bra til alle prosjekter, men en sikret at dette kunne brukes i en større sammenheng. Statistikken var også nødvendig for at bedriften skulle kunne finne og utvikle automatiseringsmuligheter.

Fra forprosjektet til denne masteroppgaven og ekspertsamtaler ble det flere ganger nevnt at mye av utviklingen og bruk av ny programvare kom med egeninitiativ fra ansatte. Disse har ofte spesiell interesse og kompetanse innenfor programvarer. Dette ble tatt opp i intervjuene og mange av intervjuobjektene satt med samme erfaring. Her ble det også påpekt at det kan være en fordel med flere topptunge beslutninger. Når utvikling og innovasjon hele tiden kommer fra enkeltpersoner så kan det fort bli halvveis og sannsynligheten for at det fungerer synker. Et intervjuobjekt påpekte: *"Når det kommer fra toppledelsen at vi skal ha dette, eller løse det på denne måten, ja da skjer det."*

En større vilje til å dele kunnskap og kompetanse blir nevnt som nødvendig for at bransjen skal komme seg fremover. Dette kan ses i sammenheng med endringsviljen i bransjen, som tradisjonelt sett har vært lav. Skal man øke kunnskapsdelingen mellom aktører og roller, krever det at man aksepterer en endring fra et sterkt konkurransefokus, til et fokus på samarbeid og "felles løft" i hele næringen.

I tabellen 5 vist under, er seks av faktorene identifisert gjennom intervjuene listet opp og forklart. Rekkefølgen på tabellen er tilfeldig.

Tabell 5: Faktorer som kan øke graden av automatisering i BAE-næringen

Faktorer	Forklaring
<i>Økt kunnskapsdeling</i>	Behov for mer åpenhet og kunnskapsdeling både internt og utad, samtidig som en flytter seg bort fra konkurransefokus på dette området. Konkurranse blir sett på som en barriere for videre utvikling.

Standardisering

Mer standardisering må til for å kunne bruke dataen til statistikk, kartlegging og se hvor mulighetene ligger. Det er behov for mer likhet i måten ting gjøres på slik at en kan sammenligne og lære av prosessene.

Enklere og mer intuitive programmer

Enklere mer intuitive programmer senker det spesifikke kompetansebehovet for bruk samtidig som det engasjerer flere til å faktisk bruke programmene. Et viktig punkt som trekkes frem handler om færre klikk i bruk av et program.

Endringsvilje, kartlegging og statistikk

For at å kunne automatisere mer og raskere må det være en generell vilje til å endre måten det jobbes på. En må akseptere en viss usikkerhet i helt nye løsninger og måter å jobbe på. Gjennom statistikk, målbar data og kartlegging av behovene og løsningene vil det være "tryggere" og bruke endre arbeidsmåte.

Flere beslutninger fra toppledelse

Frem til nå kommer mye av utviklingen fra enkeltindivider med spesiell interesse og kompetanse. Dermed er det mer vanskelig å implementere løsningen på en større skala. Trenger flere topptunge løsninger der ledelsen går inn og sier at sånn og sånn skal det gjøres.

Økt kunnskapsnivå og fokus på automatisering

Behov for at flere ser på automatiseringsmuligheter og faktisk går inn for å automatisere noen arbeidsoppgaver. Det er ikke nok folk som er engasjerte og interesserte nok på dette området.

Hvor enkelt mener du det er at data kan deles med andre, slik at det kan brukes i videre arbeid, til nye arbeidsoppgaver?

Med dette spørsmålet er det forsøkt å få intervjuobjektet til å reflektere over hvordan data behandles og deles i sin bedrift. På denne måten få et inntrykk av om det finnes noe likhet i hvordan bedriftene gjør dette på. Samtidig spørres det etter eventuelle barrierer som kan være et hinder for informasjonsdelingen. Her er det også gitt noen oppfølgingsspørsmål angående kompetansedeling og kunnskapsutveksling innad i bedriften. Spørsmålet ble

forstått noe ulikt, der de fleste forsto det slik at det omhandlet informasjonsdelingen innad i organisasjonen.

En gjenganger for datadeling i bedriftene er at flere av intervjuobjektene nevner databaser som Drofus, Dalux eller Pims der en kan samle mye av dataen fra et prosjekt inn i et digitalt prosjekthotell. Selv om dette muliggjør en relativt enkel informasjonsdeling innad i et prosjekt virker det å være utfordringer med å få delt data og informasjon mellom prosjekter på enkle måter. Et intervjuobjekt forteller at når man internt sitter alene på et prosjekt og løser oppgaver, som andre også helt sikkert skal løse senere, kan det være utfordrende å få delt denne informasjonen videre. Et av tiltakene de har gjort for å bedre kunne dele erfaring, kunnskap og data er at prosjekteringsledere gjennomfører møter for kunnskapsdeling på tvers av kontorer. Allikevel oppleves det innad i bedriften at ikke alle ønsker å dele kunnskapen sin med kollegaene.

Alle intervjuobjektene forteller at det er deling av data og informasjon innad i bedriften, og mer spesifikt innad i prosjektene, der det ofte benyttes interne digitale plattformer for prosjektene. Utfordringene oppstår når data skal deles i hele bedriften eller organisasjonen, da dette forutsetter at lokasjonen for dataen og informasjonen er kjent blant alle, samtidig som alle har tilgang.

4.2 Rangering av påstander

I del tre av intervjuene ble intervjuobjektene guidet igjennom rangering av elleve påstander. Nedenfor i tabell 6 er de direkte resultatene fra rangeringen presentert. Utfra disse resultatene er gjennomsnitt, standardavvik og varians regnet ut. For tre av påstandene er det mye like svar og standardavviket er der lavt. For de resterende åtte spørsmålene brukes store deler av rangeringsskalaen og standardavviket blir en del høyere.

Tabell 6: Rangering av påstander.

Spørsmål/påstand	Gjennomsnitt	Standardavvik	Varians
I min organisasjon er det krav fra ledelsen som driver den digitale utviklingen	4,4	1,41	1,98
Ansatte i min bedrift har planer om å lære nye måter å gjennomføre ulike prosesser	4,1	1,36	1,84
BAE-næringen er relativt ineffektiv, så dette tyder på at potensialet er stort	4,6	1,30	1,70
Kompetansen på digitale hjelpemidler er jevn, og de fleste kan like mye programvare	1,6	0,52	0,27
Tid- og prestasjonsbasert press fører til at tid til å utforske nye verktøy og gjennomføringsmetoder nedprioriteres	5,3	0,46	0,21
Det er utfordrende å samarbeide med aktører som bruker andre digitale programmer og systemer	3,6	1,30	1,70

For å få effektivisering i alle ledd, kreves større grad av standardisering	5,9	0,35	0,13
Det er viktig at myndighetene kommer med strengere krav til digitale løsninger	3,8	1,39	1,93
Digitale løsninger er en forutsetning for å kunne gjøre vurderinger av bærekraft	3,9	1,55	2,41
Det er lett å automatisere de arbeidsoppgaver som gjøres på PC-en i dag	3,4	0,92	0,84
Vi har en plan for hvilke arbeidsoppgaver vi skal automatisere	3,9	1,13	1,27

For spørsmålene om digital kompetanse, tidspress og standardisering er det generelt sett stor enighet fra de åtte intervjuobjektene som har rangert påstander. Dette tyder på at spørsmålene er presise, lett å forstå, samtidig som at de treffer et tema ulike aktører i fronten av utviklingen har tenkt på tidligere. Disse tre spørsmålene skiller seg ut og blir ansett som viktige funn. Dataen innhentet tyder på at fronten av bransjen mener det er et stort behov for større grad av standardisering, slik at automatisering skal være mulig. Det kommer også frem at tidspress kan være et hinder for utvikling generelt sett i bransjen. Folk holder seg til programmer og gjennomføringsmetoder de har kjennskap til, rett og slett fordi de ikke setter av tid til å lære seg noe nytt. Til slutt er generelt sett kompetansen på digitale hjelpemidler i BAE-næringen for dårlig. Dette kommer også frem i del to av intervjuene, hvor flere av intervjuobjektene bortforklarer det lave kompetansenivået med unnskyldninger om dårlig implementering. I realiteten virker det mer som at bransjen mangler et ønske om å utvikle seg, og at det må gjøres noe med holdningene i bransjen.

Når det gjelder de andre resultatene er det relativt stor spredning i hva intervjuobjektene svarer. Dette kan man se utfra at både standardavvik og varians er høy. Generelt sett tyder dette på at folk i bransjen har veldig ulik oppfatning når det gjelder en del av spørsmålene. Noen ønsker at ledelsen i sin bedrift, eller myndighetene skal drive utviklingen, og andre ønsker at utviklingen naturlig skal komme fra de som sitter på prosjektene. Flere av spørsmålene er delvis rettet mot holdninger. Det kommer fra disse spørsmålene tydelig frem at riktige holdninger og fokus er helt sentralt for å få til en positiv endring i bransjen.

Det er også verdt å nevne at veldig mange av svaralternativene brukes, selv om det kun er åtte personer som har blitt intervjuet. Det er ingen spørsmål hvor alle har vært enige, og det er heller ingen spørsmål som alle svaralternativene har blitt brukt. På syv av elleve spørsmål har fire eller flere alternativer blitt brukt, og dette er årsaken til at variansen og standardavviket er høyt.

Når det gjelder spørsmålet om digitale løsninger er en forutsetning for å kunne gjøre vurderinger av bærekraft, tyder svarene på at spørsmålet er noe dårlig formulert. Intervjuobjektene har kun brukt to svaralternativer, men de er på motsatt ende av skalaen. De som svarte to hengte seg opp i ordet forutsetning, og de som svarte fem tenkte ikke så mye på ordet. Dataen fra dette spørsmålet blir i seg selv blir mindre relevant, da alle intervjuobjektene har valgt en side av skalaen, kun på bakgrunn av ordet forutsetning. Til tross for dette vil måten folk svarer på, være med å underbygge resultatet om at det er

store forskjeller på hva folk fokuserer på og hvilke holdninger folk i bransjen har. Totalt sett har intervjuene vist at mange henger seg opp i hindringer, istedenfor å se løsninger som kan føre til høyere effektivitet og en større grad av automatisering.

4.3 Resultater og analyse fra spørreundersøkelse

I dette delkapittelet presenteres resultatene fra spørreundersøkelsen. Først undersøkes svarstatistikken på de innledende spørsmålene. Etter dette presenteres resultatene fra graderingsmatrisene med flervalg. Av de 600 personene som fikk tilsendt spørreundersøkelsen, kom det inn 113 svar. Svarprosenten ble dermed i underkant av 19%. Med 113 responser ligger feilmarginen på ca. 8%. Når vi ønsker at svarene skal representere alle 600 personene må man ta høyde for at svarene vil ha en usikkerhet på pluss/minus 8%. Det viser og at selv om svarprosenten er lav, blir ikke nødvendigvis feilmarginen for høy.

Linken som ble sendt ut ble holdt åpen i elleve dager. Over 90% av svarene kom inn de første fire dagene spørreundersøkelsen var tilgjengelig. Det kunne derfor vært tilstrekkelig å la lenken være åpen i seks til sju dager for lignende svarprosent. I utarbeidelsen av spørreundersøkelsen ble det fokusert på at den skulle være kort og enkel å gjennomføre og at en gjennomføring ikke skulle ta mer en 3-4 minutter. Nettskjema gir data på hvor lang tid hver respondent har brukt på å gjennomføre undersøkelsen, der ca. 80% av respondentene bruke mellom ett og fire minutter. Noen få brukte betydelig lenger tid på å svare, noe som mest sannsynlig kommer av at de har stoppet midt i besvarelsen og gjort andre ting, før de har kommet tilbake til den.

Spørreundersøkelsen ble, som nevnt i tidligere, utarbeidet på Nettskjema.no og sendt ut med en adgangslenke. Fra denne nettsiden har det vært enkelt å hente ut data i Excel-format. Diagrammer og tabellutregninger er og gjort i Excel. For å styrke reliabilitet og validiteten i svarene er spørreundersøkelsen sendt til relevante personer, som ikke bare jobber i bygg- og anleggsbransjen, men også arbeider med digitalisering, automatisering og effektivisering av prosessene og arbeidet. Dette ble løst ved at spørreundersøkelsen ble sendt til kursdeltakere fra VDC-sertifiseringskurs 2022/2023 (VDCNorway, 2022). Dette er et større sertifiseringskurs fra VDCNorway som har et formål om å være et samlende diskusjonsforum for VDC faglige diskusjoner, arrangementer og konferanser fra både Norge og internasjonale miljøer. Det vil dermed være svar fra ulike grener i bransjen. Alt i fra entreprenører til konsulenter og byggherrer. Respondentene vil også ha bakgrunn fra bedrifter av ulik størrelse. På bakgrunn av dette vil de innledende spørsmålene i spørreundersøkelsen kartlegge hva respondentene jobber med og størrelsen på bedriften. Bruken av dataen er generalisert og anonymitet og personvern er bevart. Dette innebærer navn på person og bedrift til deltakerne av spørreundersøkelsen.

Resultatdelen fra spørreundersøkelsen starter i 4.3.1 med innledende spørsmål som sier litt om respondentene, samtidig som at anonymiteten til spørreundersøkelsen er bevart. I 4.3.2 presenteres først resultatene fra spørsmålsmatrise en med tilhørende tabeller og grafer. Etter dette legges resultatene fra spørsmålsmatrise to frem.

4.3.1 Innledende spørsmål fra spørreundersøkelsen

På dette spørsmålet har alle 113 av 113 svart på hvilken aktør i bygg- og anleggsbransjen de representerer. Hovedandelen av svarene er fra konsulent/rådgiver med 46 svar, entreprenør med 38 svar og byggherre med 23 svar. Det er også noen få svar fra programvareutviklere, arkitekter og andre uspesifiserte aktører. I tabell 7 presenteres alle svarene, med både antall svar og svarfordelingen prosentvis fordelt på hvert alternativ.

Tabell 7: Resultat fra innledende spørsmål 1.

Hvilken aktør i bygg- og anleggsbransjen jobber du for?		Antall svar: 113
Aktør	Antall svar	Andel av svartotal
Konsulent/rådgiver	46	43,4 %
Entreprenør	38	33,6 %
Byggherre	23	20,4 %
Arkitekt	2	1,8 %
Programutvikler	2	1,8 %
Annet (trenger ikke spesifisere)	2	2,7 %
Eiendomsforvaltning	0	0

På spørsmålet om hva respondentene på spørreundersøkelsen jobber mest innen, svarte 95 av 113 personer. Dette betyr at 16% har unngått å svare. Når det gjelder fordelingen av svar, arbeider 60 stykker innenfor bygg. De andre to arbeidsområdene er infrastruktur med 24 svar og anlegg med ni svar. Det er også to personer som arbeider innenfor et annet arbeidsområde. Nedenfor i tabell 8 presenteres alle svarene med både antall svar og svarfordelingen prosentvis fordelt på hvert alternativ.

Tabell 8: Resultat fra innledende spørsmål 2.

Jobber du mest innen?		Antall svar: 95
Aktør	Antall svar	Andel av svartotal
Bygg	60	63,2 %
Infrastruktur	24	25,3 %
Anlegg	9	9,5 %
Annet (trenger ikke spesifisere)	2	2,1 %

For å kartlegge størrelsen på de ulike bedriftene som har svart, ble det stilt et spørsmål om hvor mange ansatte din bedrift har. På dette spørsmålet svarte alle 113. 58 av personene jobbet i en bedrift med mer enn 1000 ansatte. På de fire andre alternativene mellom 1000 og under 50 ansatte, var det relativt jevnt fordelt og det kom inn mellom åtte og 18 svar på alle disse alternativene. Nedenfor i tabell 9 presenteres alle svarene, med både antall svar og svarfordelingen prosentvis fordelt på hvert alternativ.

Tabell 9: Resultat fra innledende spørsmål 3.

Hvor mange ansatte har din bedrift?		Antall svar: 113
Aktør	Antall svar	Andel av svartotal
Over 1000 ansatte	58	51,3 %
Mellom 500 og 1000	8	7,1 %
Mellom 100 og 500	18	15,9 %
Mellom 50 og 100	18	15,9 %
Under 50	11	9,7 %

4.3.2 Resultater fra spørsmålsmatriser med flervalg

Etter de innledende spørsmålene i spørreundersøkelsen kommer respondenten til en spørsmålsmatrise med flervalg. I det følgende kapitlet presenteres resultatet fra flervalgsmatrisene. Dataen fra denne blir videre benyttet til å svare på forskningsspørsmålene. Den første matrisen undersøker i hvilken grad de har automatisert ulike arbeidsoppgaver, som de fleste i BAE-næringen, ofte gjør i arbeidet sitt. I den andre matrisen blir det spurt etter respondentens mening basert på deres erfaring. I tabell 10 nedenfor presenteres fordeling av svar fra spørsmålsmatrise 1 der respondentene blir spurt om i hvor stor grad de har automatisert fem ulike arbeidsoppgaver.

Tabell 10: Resultat fra spørsmålsmatrise 1.

<i>I hvor stor grad har dere automatisert...</i>	1	2	3	4	5	6	<i>Ikke relevant for meg</i>
<i>Arbeid knyttet til møter</i>	24	31	20	27	4	6	1
<i>Rapportering (KS/HMS/AVVIK)</i>	5	19	27	23	22	12	5
<i>Prosesser i fremdriftsplanlegging</i>	11	28	28	25	14	5	2
<i>Økonomi (kostnadskontroll)</i>	3	8	26	23	32	13	8
<i>Informasjonsuthenting fra datagrunnlag</i>	6	22	28	26	18	10	3

Fra tabell 10 vises det også at de fleste har gitt en karakter, mens antall som svarer ikke relevant er mindre enn ti for alle arbeidsoppgavene. Det er dermed flere enn 100 respondenter som relaterer seg til spørsmålet for hver av prosessene. Hele karakterskalaen har blitt benyttet, noe som vil si at vi innenfor en prosess finner respondenter som svarer i begge ender av skalaen. Noen arbeidsoppgaver har de i «veldig stor grad» automatisert, samtidig som andre arbeidsoppgaver i «veldig liten grad» er automatisert. Ved å se på tallene i tabellen er arbeidsoppgavene med høyeste karakterer: Økonomi (kostnadskontroll) og rapportering (KS/HMS/AVVIK). På den andre siden er det tydelig at arbeid knyttet til møter og prosesser i fremdriftsplanlegging generelt sett får lavere karakterer. Ettersom alle arbeidsoppgavene har svar med både øverste og nederste karakter, uten noen tydelig overvekt på noen av karakterene, er det interessant å se nærmere på spredningen i svarene.

I tabell 11 presenteres varians og standardavviket sammen med gjennomsnittet. For å beregne dette har rådataen til svarene blitt lastet ned fra Nettskjema i Excel-format. Excel har deretter blitt brukt til å behandle dataen gjennom de formler og funksjoner som finnes der. Det er blant annet funksjoner for å beregne variansen og standardavviket på datasett noe som gjør databehandlingen enklere. Gjennomsnittskarakteren til arbeidsoppgavene varierer mellom 2,77 og opp til 4,07. Samtidig er variansen og standardavviket av betydelig størrelse da det varierer med godt over en karakter.

Tabell 11: Forventningsverdi, varians og standardavvik fra spørsmålsmatrise 1.

<i>I hvilken grad har dere automatisert ...</i>	<i>Gjennomsnittskarakter</i>	<i>Varians</i>	<i>Standardavvik</i>
<i>Arbeid knyttet til møter</i>	2,77	1,96	1,40
<i>Rapportering (KS/HMS/AVVIK)</i>	3,69	1,94	1,39
<i>Prosesser i fremdriftsplanlegging</i>	3,16	1,77	1,33
<i>Økonomi (kostnadskontroll, fakturaer og lønn)</i>	4,07	1,62	1,27
<i>Informasjonsuthenting fra datagrunnlag</i>	3,53	1,87	1,37

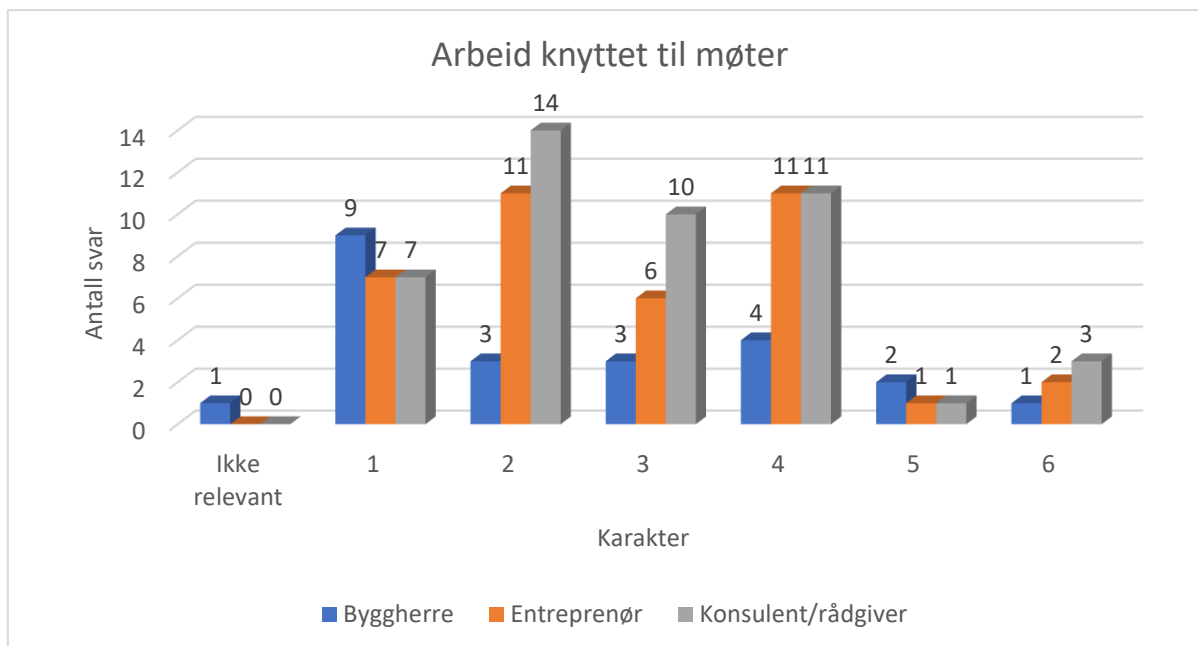
Arbeidsoppgaven med høyest gjennomsnitt er økonomi. Denne har betydelig høyere gjennomsnittskarakter enn arbeid knyttet til møter, som kommer dårligst ut. Dette viser at det er forskjeller i hvor mye en generelt sett har automatisert ulike arbeidsoppgaver. Variansen i svarene ligger mellom 1,62 og 1,96 for alle svarene, mens standardavviket er relativt like for svarene, og ligger på 1,3-1,4. Det observeres at variansen er størst i «arbeid knyttet til møter», som er den arbeidsoppgaven med gjennomsnittlig lavest karakter. Samtidig er det lavest varians i prosessen økonomi, selv om den har høyest gjennomsnittlig karakter. Det er spesielt interessant at standardavviket er så høyt som det er ettersom det forteller at spredningen i svarene er stor. Når spredningen i svarene er stor, gjør det at gjennomsnittskarakteren er mindre interessant å tolke, da den i mindre grad representerer status på automatisering av disse arbeidsoppgavene. Samtidig er det interessant å undersøke hvorfor standardavviket og variasjonen i svarene er høyt. En av årsakene til dette kan ligge i at respondentene kommer fra ulike grener i bygg- og anleggsbransjen. Noen arbeider for entreprenører mens andre for byggherrer eller rådgivere som vist tidligere i tabell 7.

Videre kategoriseres svarene etter hvilke roller respondentene har. På denne måten kommer ulikhetene mellom for eksempel byggherre og rådgiver/konsulent frem. Fra tabell 7 ser man at det kun er to svar fra henholdsvis arkitekt og programutvikler, mens det er fire svar under alternativet «annet, trenger ikke spesifisere». Da dette er få svar, vil det ikke gi et representativt utvalg for disse rollene spesifikt. Videre er det dermed valgt å sette søkelyset på de rollene som har flere svar og et bedre utvalg. Dette er entreprenør (38), byggherre (23) og rådgiver/konsulent (46).

Arbeid knyttet til møter

Når svarene fra entreprenør, byggherre og konsulent/rådgiver kategoriseres får man en svarfordeling som vist i figur 14. Dette gjør det mulig å identifisere ulikhetene i svarene basert på den rollen de har oppgitt tidligere at de har. Det observeres at for arbeid knyttet til møter følger svarene til entreprenørene og konsulent/rådgiverne hverandre, der de fleste svar ligger i karaktersjiktet to til fire. En byggherrerespondent svarte: ikke relevant for meg. Nesten 40,9% av byggherrene svarte karakter en, altså svært lav grad av

automatisering. Sammenlignet med entreprenør og konsulent/rådgiver der kun 18,4% og 15,2% valgte laveste karakter.



Figur 14: Svarfordeling for arbeid knyttet til møter.

I tabell 12 nedenfor er gjennomsnittskarakter, variansen og standardavviket i svarene fra de tre rollene. Som observert i diagrammet i figur 14 følger svarene fra entreprenør og konsulent/rådgiver hverandre. Respondentene med byggherre som bakgrunn gir en lavere gjennomsnittskarakter sammenlignet med entreprenør og rådgiver/konsulent, samtidig som varians (2,64) og standardavviket (1,63) er høyere. Generelt sett varierer svarene mye. Standardavviket for alle svarene er godt over en noe som vil si at gjennomsnittskarakteren forteller lite om respondentenes mening og svar på spørsmålet. Det er derimot et interessant funn at man får svært ulike svar på en mindre prosess som arbeid knyttet til møter. Selv om de fleste mener at arbeid knyttet til møter har en middels til lav grad av automatisering, er det fortsatt ti respondenter som gir karakter fem eller seks, med høy grad av automatisering.

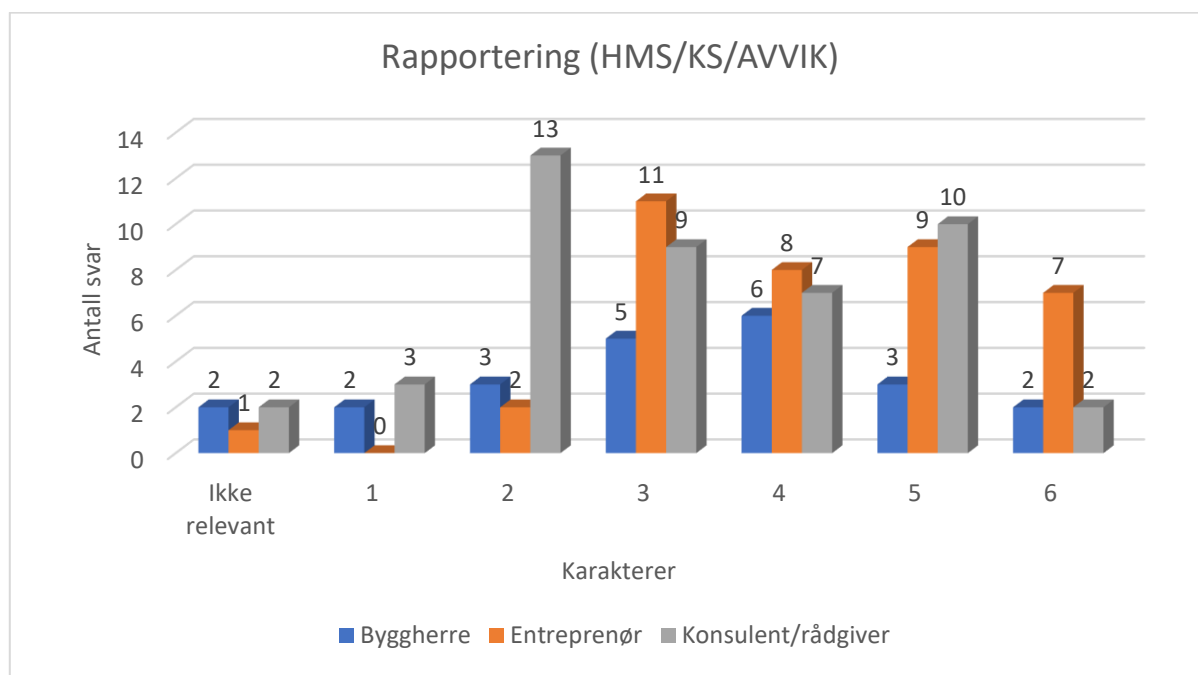
Tabell 12: Gjennomsnitt, varians og standardavvik for arbeid knyttet til møter.

Arbeid knyttet til møter	Gjennomsnitt	Varians	Standardavvik
Byggherre	2,55	2,64	1,63
Entreprenør	2,84	1,92	1,39
Konsulent/rådgiver	2,87	1,85	1,36

Rapportering (HMS/KS/AVVIK)

På spørsmål om grad av automatisering innen rapporteringsprosesser ga 21 byggherrer, 37 entreprenører og 44 rådgivere/konsulent en karakter, mens totalt fem personer valgte alternativet: ikke relevant for meg. Ettersom det er spesifisert med HMS/KS/AVVIK i spørreundersøkelsen og ikke nødvendigvis alle typer rapporteringer i bransjen var det

forventet spørsmålet ikke var relevant for alle. Fordeling av svar fra de respektive rollene presenteres i figur 15. Generelt sett benyttes ekstremitetene med karakter en og seks lite (unntatt karakter seks fra entreprenør) og tyngden av svarene varierer mellom ytterpunktene.



Figur 15: Svarfordeling for rapportering (HMS/KS/AVVIK).

I tabell 13 vises gjennomsnitt, varians og standardavvikene i svarene. Entreprenørene har høyest gjennomsnittlig karakter (4,22) samtidig som de har lavest varians (1,51) og standardavvik (1,23). Standardavvikene til byggherrene og konsulent/rådgiverne anses som høyt med en stor variasjon fra gjennomsnitt.

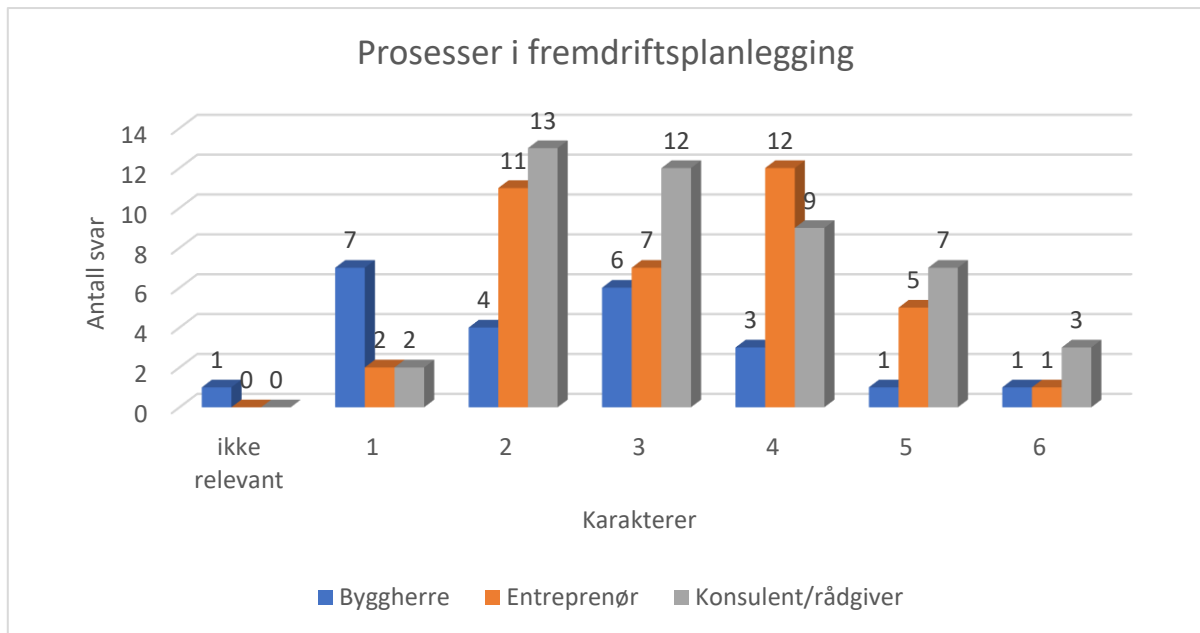
Tabell 13: Gjennomsnitt, varians og standardavvik fra rapportering (HMS/KS/AVVIK).

Rapportering (HMS/KS/AVVIK)	Gjennomsnitt	Varians	Standardavvik
Byggherre	3,52	2,06	1,44
Entreprenør	4,22	1,51	1,23
Konsulent/rådgiver	3,32	1,99	1,41

Prosesser i fremdriftsplanlegging

I figur 16 vises svarfordelingen fra spørsmålet om grad av automatisering i prosesser i fremdriftsplanlegging. De fleste fra disse aktørene vil i større eller mindre grad være innblandet i ulike former for fremdriftsplanlegging. Dette vises og ved at kun en respondent har valgt alternativet: ikke relevant. Det er noe ulikheter der entreprenør og konsulent/rådgiver har henholdsvis 79% og 74% av svarene sine fra karakter to til fire, som er en middels til lav grad av automatisering. Samtidig har byggherre 77% av

karakterene som er gitt mellom en og tre. Dette tilsvarer en lavere grad av automatisering innen fremdriftsplanlegging.



Figur 16: Svarfordeling for prosesser i fremdriftsplanlegging.

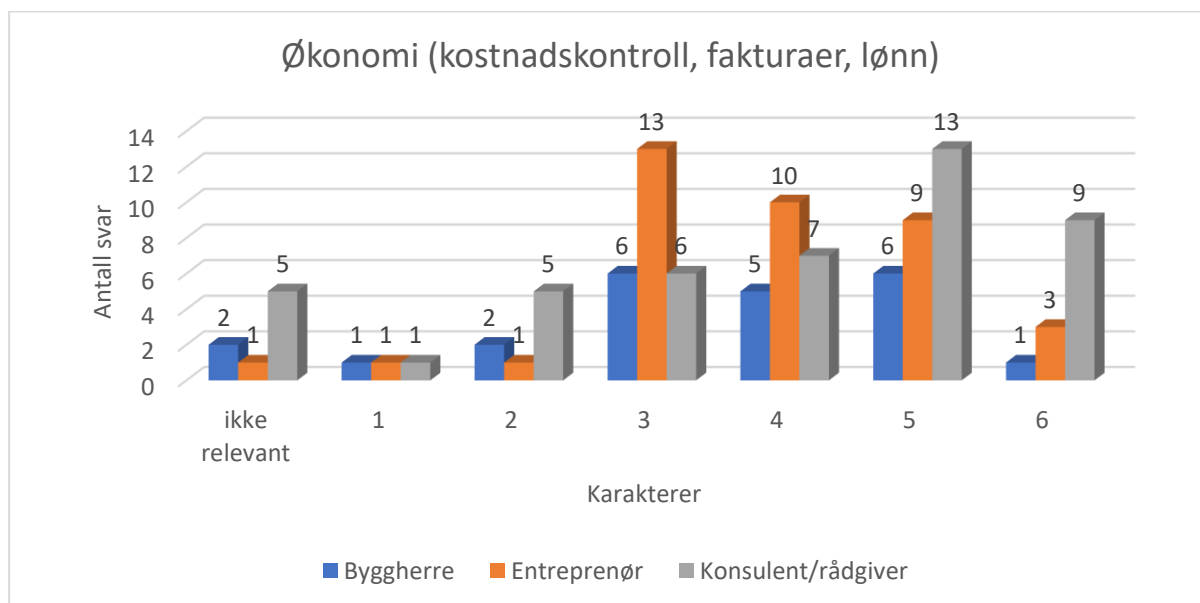
Variasjon og spredningen i svarene fra de tre aktørene vises i tabell 14 ved varians og standardavviket. Uavhengig av hvilken aktør en ser på er det en relativ stor spredning av svar og lite tegn til respondentene befinner seg på samme nivå som hverandre. Det er verdt å merke seg at respondentene tilhørende byggherre har en større spredning i svar enn entreprenør og konsulent/rådgiver. Samtidig gir respondentene fra byggherrer generelt en lavere grad av automatisering i denne prosessen med et gjennomsnitt på 2,55.

Tabell 14: Gjennomsnitt, varians og standardavvik for prosesser i fremdriftsplanlegging.

Prosesser i fremdriftsplanlegging	Gjennomsnitt	Varians	Standardavvik
Byggherre	2,55	2,07	1,44
Entreprenør	3,26	1,55	1,25
Konsulent/rådgiver	3,33	1,78	1,33

Økonomi (kostnadskontroll, fakturaer og lønn)

Arbeidsoppgaver knyttet til økonomi er noe mange i BAE-bransjen må forholde seg til, men ikke nødvendigvis alle har mer enn lønn å forholde seg til. Fra figur 17 var det sju respondenter som svarte: ikke relevant. Det var 21 respondenter fra byggherrer som ga karakter, 37 entreprenører og 42 konsulenter/rådgivere. Ettersom ordet økonomi er spesifisert med kostnadskontroll, fakturaer og lønn antas det at respondentene i hovedsak har hatt disse tre i tankene når de har gitt en karakter.



Figur 17: Svarfordeling for økonomi (kostnadskontroll, fakturaer, lønn).

Prosesser innen økonomi får generelt høyere karakterer enn de andre arbeidsoppgavene. Dette er et område som har blitt betydelig digitalisert og effektivisert. Allikevel finnes det ulike systemer og personer opplever automatiseringsgraden ulikt. Fra tabell 15 har konsulent/rådgiver høyest gjennomsnitt, men også høyest varians og standardavvik. Alle rollene har et snitt over 3,5 og anser arbeidsoppgaver knyttet til økonomi, som en av de mer automatiserte prosessene i hverdagen. Ettersom varians og standardavviket tilsvarer over en karakter forskjell i svar, er det tydelig at meningene spriker og at mange har gitt en karakter som ikke ligger på gjennomsnittet.

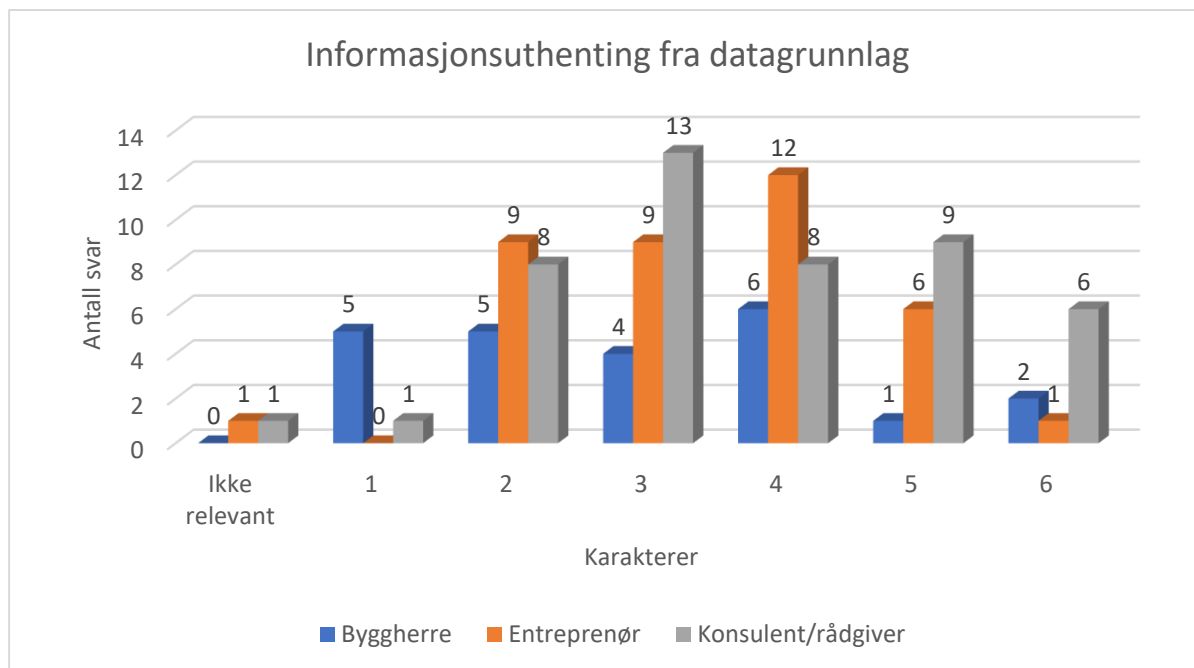
Tabell 15: Gjennomsnitt, varians og standardavvik for økonomi (kostnadskontroll, fakturaer, lønn).

Økonomi (kostnadskontroll, fakturaer, lønn)	Gjennomsnitt	Varians	Standardavvik
<i>Byggherre</i>	3,76	1,59	1,26
<i>Entreprenør</i>	3,92	1,3	1,14
<i>Konsulent/rådgiver</i>	4,29	2,01	1,42

Informasjonsuthenting fra datagrunnlag

Det siste spørsmålet som omhandler automatisering i forbindelse med informasjonsuthenting fra datagrunnlag, var relevant for de fleste av respondentene. Informasjonsuthenting fra datagrunnlag kan bety en del forskjellig ting for ulike personer. Akkurat hva slags informasjonsuthenting eller hvilket datagrunnlag som respondentene har i tankene vil ikke komme frem av dette resultatet. To personer svarte at dette ikke var

relevant for dem. Respondentene besto av 23 byggherrer, 37 entreprenører og 45 konsulenter/rådgivere. I figur 18 vises et diagram med svarfordelingen.



Figur 18: Svarfordeling for informasjonsuthenting fra datagrunnlag.

Det en legger mest merke til ved svarene illustrert i diagrammet over, er hvor stor variasjonen er. Byggherrene har svart jevnt over hele skalaen, mens entreprenørene og konsulent/rådgiverne har svart relativt jevnt mellom karakter to og fem. I tabell 16 vises gjennomsnitt, varians og standardavviket. Byggherrene svarer generelt med en lavere karakter, men har også den høyeste variasjonen på 2,41 og standardavvik på 1,55. De fleste har dog svart fra karakter en til fire og en lav grad av automatisering. Svarene viser at det er respondenter som mener at de har svært høy grad av automatisering og svært lav grad av automatisering uavhengig av rolle i bransjen.

Tabell 16: Gjennomsnitt, varians og standardavvik for informasjonsuthenting fra datagrunnlag.

Informasjonsuthenting fra datagrunnlag	Gjennomsnitt	Varians	standardavvik
Byggherre	2,96	2.41	1,55
Entreprenør	3,49	1,26	0,92
Konsulent/rådgiver	3,76	1,92	0,83

Oppsummering intro og spørsmålsmatrise 1

For å trekke sammen resultatene fra introspørsmålene og spørsmålsmatrise 1 ser vi at de fleste respondentene er tilknyttet byggherre, entreprenør eller konsulent/rådgiverdelen av bransjen. Samtidig er over 50% av respondentene fra større bedrifter med over 1000 ansatte. Det er forskjeller på i hvilken grad ulike arbeidsoppgaver er automatisert. Den største forskjellen finner du mellom den mest automatiserte prosessen som er økonomi,

og de minst effektive prosessene som er fremdriftsplanlegging og arbeid knyttet til møter. Generelt sett er standardavviket og variansen høy. Når svarene har så stor variasjon, er det viktig å nevne at de fleste gjennomsnittskarakterene egentlig ligger et sted mellom to og fire. Vi kan derfor ikke med sikkerhet si at folk generelt sett mener noe over eller under midten. Allikevel er variansen i seg selv interessant. Den kan vise at det er forskjeller fra bedrift til bedrift og person til person. Folk har ulike meninger om automatiseringsgraden på de fem arbeidsoppgavene. I noen tilfeller er de med lik rolle mer enige om automatiseringsgraden, men dette gjelder ikke for alle prosesser og roller. Svaralternativet «ikke relevant» har blitt brukt lite, og de fleste av deltagerne har svart på alle spørsmålene i spørreundersøkelsen.

Spørsmålsmatrise 2

I siste del av spørreundersøkelsen er det en siste spørsmålsmatrise, som er en meningsmåling. Her blir deltakeren spurt om sin mening når det kommer til digital kompetanse i bransjen, vilje til å prøve ut nye ting, grad av standardisering og kompleksiteten til dagen løsninger. Deltakeren blir bedt om å gradere sin mening fra veldig lav (1) til veldig høy (6). Svarene fra denne spørsmålsmatrisen vil også benyttes senere til i sammenligning med svar og inntrykk fra intervjuene. I tabell 17 presenteres fordelingen av svarene gitt i spørsmålsmatrise to. Svarene er presenteres på lik måte som spørsmålsmatrise en, der man ser antall svar på de ulike karakterer.

Tabell 17: Resultat fra spørsmålsmatrise 2.

Hva mener du om ...	1	2	3	4	5	6	<i>Ikke relevant for meg</i>
<i>Den digitale kompetansen i bransjen</i>	1	19	32	47	13	1	0
<i>Viljen til å prøve ut nye metoder og løsninger</i>	3	19	28	30	27	6	0
<i>Kompleksitet til dagens løsninger</i>	2	11	21	43	32	2	2
<i>Graden av standardisering i bransjen</i>	3	32	44	26	5	2	1

De fleste som deltok i spørreundersøkelsen, svarte også på denne delen. Det observeres at de fleste svarene er mellom to og fem, og at alternativ «veldig lav» og «veldig høy» er lite brukt. Når det kommer til den digitale kompetansen, er ca. 70% av svarene gitt på karakter tre og fire. Det vil si at de respondentene mener den digitale kompetansen i BAE-bransjen er ganske middels og at det dermed er en del potensiale. Mye av det samme gjelder på spørsmålet om endringsviljen, men der er svarene spredt betydelig mer mellom karakter to og fem. Det tyder på at det er ulike meninger og holdninger angående endringsviljen i bransjen noe som også kom frem i intervjuene. På det tredje spørsmålet gir ca. 60% av respondentene karakter fire eller fem. Mange mener derfor at kompleksiteten til dagens løsninger er relativt høy. Den laveste gjennomsnittskarakteren er på graden av standardisering i bransjen. Her har 67% deltakere valgt karakter to eller tre. Flere mener dermed at standardiseringen i bransjen er lav noe som også gjenspeiler

resultatene hentet fra ekspertsamtaler og intervjuene. I tabell 18 presenteres gjennomsnittskarakteren sammen med variansen og standardavviket.

Tabell 18: Gjennomsnitt, varians og standardavvik for spørsmålsmatrise 2.

Hva mener du om....	Gjennomsnittskarakter	Varians	Standardavvik
<i>Den digitale kompetansen i bransjen</i>	3,49	0,93	0,96
<i>Viljen til å prøve ut nye metoder og løsninger</i>	3,68	1,52	1,23
<i>Kompleksiteten til dagens løsninger</i>	3,88	1,1	1,05
<i>Graden av standardisering i bransjen</i>	3,04	0,97	0,99

Når alle meningene sees under ett, befinner helheten seg som regel nær midten av skalaen. Respondentene tilhører det vi kan kalle for «den fremre delen» av bransjen på digitalisering og automatisering, og kan ha andre perspektiver og meninger om disse punktene enn resten av bransjen. Allikevel vil de 113 respondentene ha gode forutsetninger for å mene noe om punktene på grunn av sin posisjon i bransjen. Respondentene mener blant annet at viljen til å prøve ut dagens løsninger er helt middels, samtidig som at bransjen har målsetninger og krav til alt fra miljø til effektivitet.

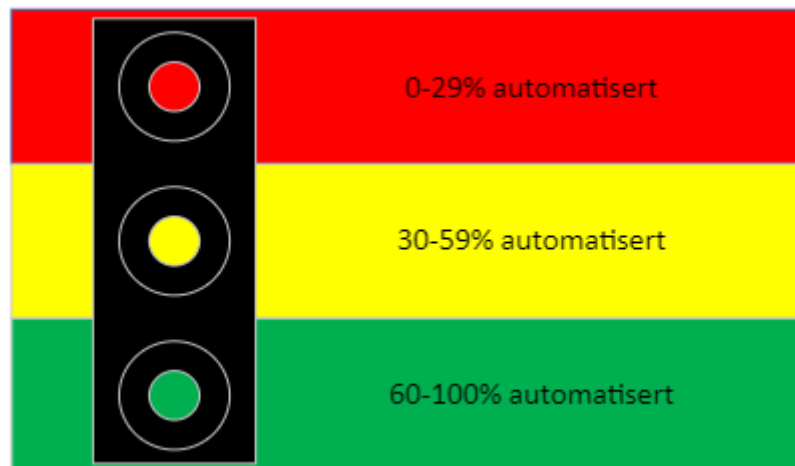
Avviket og variasjonen som ligger i svarene forteller at det er mye ulike meninger om disse punktene. Ofte når man svarer på slike spørreundersøkelser, unngår man å bruke ytterpunktene, som i dette tilfellet er en og seks. De fleste svarene ligger mellom karakter to og fem eller to og fire. Til gjengjeld er det godt spredt i dette intervallet. Mange synes også at flere av dagens løsninger har relativt høy kompleksitet ved at 68% gir karakter fire eller fem. Det er dermed interessant at selv de som skal ligge langt fremme på utvikling og digitalisering synes at mange av løsningene er komplekse. Mange mener at graden av standardisering i bransjen er lav, og dette stemmer overens med funn fra intervjuene. Det påpekes at det finnes veldig mange unike løsninger på ingeniørfaglige arbeidsoppgaver og lite standarder som fører til likhet.

4.4 Automatiseringsgrad

Denne delen av resultatene er laget for å vise at en kartlegging ikke nødvendigvis trenger å være avansert eller vanskelig å få til. Hvis man starter i riktig ende av «automatiseringstrappa» (Figur 19) og har et ønske om å automatisere, kommer man langt. Holdningene må være på plass og ledelsen må bidra til at ting gjøres likt. Da oppstår det få problemer og kostnadene blir begrenset. Det finnes mer kompliserte og tekniske metoder å gjøre en kartlegging på, men «trafikklys» metoden styrker hovedpoenget om at teknologien på plass. BAE-næringen må fokusere på holdninger, ledelse og å faktisk gjøre en kartlegging av arbeidsoppgaver som kan automatiseres.

I spørreundersøkelsen ble det stilt et spørsmål om i hvor stor grad respondentene hadde automatisert fem ulike arbeidsoppgaver. Ut ifra denne dataen er det mulig å kartlegge automatiseringsgraden generelt sett i bransjen og kartlegge en ny automatiseringsgrad

etter en foreslått forbedring. For å gjøre dette benyttes «trafikklys» vurderingssystemet presentert i figur 19. Metoden går ut på å benytte farger til å synliggjøre i hvilken grad en arbeidsoppgave er automatisert. Fargene som benyttes er rød, fra 0-29%, gul, fra 30-59% og grønn, fra 60-100%. Hver av disse fargene benyttes til å synliggjøre om en prosess er manuell, delvis automatisert eller automatisert. Videre deles prosessene inn input, forberedelse og output. Ut fra dette vurderes det hvilken grad hver av disse tre delprosessene er automatisert (Hjelseth & Rashasingham, 2021)



Figur 19: «Trafikklys» metoden (egenprodusert etter muntlig forklaring Hjelseth,2023)

4.4.1 Arbeid knyttet til møter

I forbindelse med møter, både digitalt og fysisk, kreves det en del arbeid. I denne masteroppgaven har vi valgt å dele dette arbeidet inn i tre prosesser, hvor den første prosessen innebærer planleggingen. Her skal et tidspunkt som passer flest mulig planlegges, det skal kalles inn til møtet og agendaen skal lages. Den andre prosessen er håndteringen av selve møtet. Igjennom møtet skal ulike saker tas opp og det brukes derfor ofte en eller annen form for sakliste man jobber seg igjennom. Litt avhengig av hvordan type møte det er snakk om, skal også ulike arbeidsoppgaver knyttes opp til forskjellige ansvarlige personer. Hvem som er til stede på møtet, er det også viktig å ha kontroll på. Når møtet er ferdig, skal det ofte skrives og sendes ut et referat, samt at sakene fra møtet skal følges opp. I noen tilfeller må også møtereferatet revideres og sendes ut på nytt.

Prosessene i forbindelse med møteaktivitet har blitt diskutert med alle intervjuobjektene og det er ulikt i hvilken grad disse prosessene er automatisert. Spørreundersøkelsen har også et spørsmål rettet mot automatiseringsgraden i forbindelse med møtevirksomhet i de ulike bedriftene. For å fastsette en grad av automatisering med «trafikklys» metoden, har data fra intervjuene blitt kombinert med data fra spørreundersøkelsen. Inntrykk fra forprosjekt og ekspertsamtaler har også blitt benyttet i vurderingen. Data fra spørreundersøkelsen tilsier at automatiseringsgraden totalt sett er på 46%, men inntrykket og dataen fra intervjuene tilsier at det i realiteten er en del lavere. I denne masteroppgaven har både intervjuobjektene og respondentene på spørreundersøkelsen vært deltagere på VDC-kurs, og det antas derfor at disse representerer en fremre del av bransjen. På bakgrunn av dette har automatiseringsgraden totalt sett blitt satt til 25%. Automatiseringsgraden er presentert med «trafikklys» metoden i tabell 19.

Tabell 19: «Trafikklys» metoden på: Arbeid knyttet til møter.

Prosess (aktivitet)	Grad av automatisering			(I+F+O) /3
	Input	Forberedelser	Output	
I dag				
Oppgave eller aktivitet	15%	25%	35%	25%
Planlagt implementasjon				
Oppgave eller aktivitet	60%	50%	80%	63%

I dag

Input: Manuelt kartlegge at det er behov for et møte, planlegge tidsbruk, sted, og hvem som skal være med.

Forberedelser: Lese seg opp på problemet eller temaet, lage agenda utfra en møtemal og planlegge møtegjennomføring.

Output: Fulle ut en mal for møtereferater, sende ut til alle aktører i møtet på en mailliste og manuelt følge opp at punktene fra møtet blir gjort.

Planlagt implementering

Input: Varsel fra systemet eller en person som gjelder manglene data eller feil. Systemet ser for eksempel at elektro og ventilasjon er involverte aktører, estimerer omfang, forslår møtelengde utfra omfang og legger til ansvarlige personer inn i en møteinnkallelse.

Forberedelser: Systemet gir informasjon og data basert på varselet. Et digitalt verktøy du kan opprette punkter og knytte disse til personer, blir benyttet og dette brukes til agendaen.

Output: Det samme systemet brukes til å sende ut punkter knyttet til ulike personer. Purringer blir sendt ut og varsler genereres automatisk ved fullførte punkter. Oppfølging blir automatisert og møtereferatet blir automatisk generert utfra punktene i agendaen.

4.4.2 Rapportering (KS/HMS/AVVIK)

På lik linje med arbeid knyttet til møter, brukes det mye tid på ulik form for rapportering i BAE-næringen. Dette innebærer rapportering av avvik, uønskede hendelser og rapportering i forbindelse med KS. Rapporteringssystemene er ofte veldig tilgjengelige og kan benyttes av alt ifra ledelse til byggherrer, verneombud og arbeidere på byggeplassen. Hvordan denne rapporteringen foregår og i hvilken grad den er automatisert, varierer fra prosjekt til prosjekt og fra bedrift til bedrift. Noen bedrifter har gode løsninger som øker automatiseringsgraden betraktelig, mens andre har mer manuelle systemer som krever mye arbeid. Generelt sett har bransjen utviklet seg betraktelig i nyere tid, ved å blant annet gå fra å levere RUH digitalt istedenfor på papir.

I dag gjøres de fleste former for rapportering igjennom et datasystem som ofte kan benyttes både på pc, nettbrett og mobil. Når noe rapporteres er det ulikt hvilken data som skal sendes inn, og det er ulikt hvor mye manuelt arbeid som er involvert. Et eksempel på hvordan rapportering foregår, kan være som dette. En arbeider ser at det mangler rekkverk på en del av en balkong i 2. etasje. Arbeideren finner frem mobilen for å sende inn en RUH. Først plasseres den uønskede hendelsen manuelt på en plantegning for å vise lokasjon. Arbeideren fyller så ut faregrad, skadepotensiale, hvem som er ansvarlig, frist

for at det er rettet opp og tar et bilde av det manglende rekkverket. Denne rapporten mottas så av ledelsen på byggeplassen. Både rapporteringsprosessen arbeideren gjør og databehandlingen ledelsen gjør, inneholder manuelt arbeid av ulik grad. Automatiseringsgraden for denne prosessen, sammen med andre tilsvarende former for rapportering, har blitt kartlagt i forbindelse med denne masteroppgaven.

For å innhente data om automatiseringsgraden har hovedsakelig intervjuer og intervju spørsmålet «i hvor stor grad har dere automatisert rapportering» blitt benyttet. Ekspertsamtaler tidlig i utarbeidelsen av denne masteroppgaven har også gitt noe informasjon. Ut ifra disse tre datakildene, sammen med egen erfaring fra to ulike entreprenører, har det blitt fastsatt en automatiseringsgrad på 37%. Fra kun spørreundersøkelsen ligger automatiseringsgraden på 62%, men dette er kun de fremste i bransjen og ikke bransjen som helhet. I tabell 20 er «trafikklys» modellen benyttet på rapportering.

Tabell 20: «Trafikklys» metoden på: Rapportering (KS/HMS/AVVIK).

Prosess (aktivitet)	Grad av automatisering			(I+F+O) /3
	Input	Forberedelser	Output	
I dag				
Oppgave eller aktivitet	20%	50%	40%	37%
Planlagt implementasjon				
Oppgave eller aktivitet	75%	65%	85%	75%

I dag

Input: Folk går fysisk rundt for å oppdage en feil på byggeplassen, i et system eller på en modell.

Forberedelser: Det varsles og fylles manuelt inn at noe er feil, ved hjelp av en app eller plattform, og dette videresendes til et datasamlingssted for prosjektet.

Output: Administrasjonen ser på feilen, vurderer hvem som er ansvarlig for feilen og må sørge for at feilen rettes opp. Feildata kan så brukes til å lage rapporter.

Planlagt implementering

Input: Sensorer som oppdager avvik og mangler. Programmer som sjekker og oppdager feil i datasystemer automatisk.

Forberedelser: Sensoren eller programmet varsler at det er en feil, og gir en indikasjon på hva dette gjelder. Dette sendes så til datasamlingsstedet.

Output: Administrasjonen får et varsel og feil tilknyttes automatisk til ansvarlig bedrift, utfra hvordan type feil som har oppstått. Alle feil innenfor ulike områder kategoriseres og kan enkelt legges inn i en rapport.

4.4.3 Prosesser i fremdriftsplanlegging

De aller fleste firmaer driver med en eller annen form for fremdriftsplanlegging. For en entreprenør vil dette ofte være en komplett fremdriftsplan med mange tusen punkter. Dette er en detaljplanlegging av byggeprosjektets arbeidsoperasjoner fra start til slutt. For en konsulent kan fremdriftsplanlegging for eksempel innebære datoer for når ulike deler

av det prosjekterte grunnlaget skal leveres i prosjektet. Til tross for at fremdriftsplanlegging er relativt forskjellig for forskjellige aktører, kan man generelt se på i hvilken grad prosessen er automatisert.

Når en fremdriftsplan skal utarbeides for en entreprenør er det ulikt hvordan dette gjennomføres. Et eksempel på dette kan være at man først deler bygningen inn i et aksesystem. Dette avhenger av størrelsen på bygningen og prosjektet. Etter dette fordeles byggetiden grovt inn ved å dele byggeprosjektet inn i faser som grunnarbeid, betongarbeid, bæresystem, tett bygg og innvendig arbeid. Under hver av disse postene finner du igjen mer detaljerte poster. Et eksempel her er underposter av innvendig arbeid, som kan være utmåling av vegger, oppsetting av sviller og stendere, isolering, plasting, utlekting, montering av gips, sparkling og maling. Detaljgraden varierer veldig fra firma til firma, men en likhet er at denne prosessen ofte innebærer mye manuelt arbeid.

For å kartlegge automatiseringsgraden til denne prosessen har hovedsakelig dataen fra spørsmålet «i hvor stor grad har dere automatisert prosesser i fremdriftsplanlegging», blitt benyttet. Spørreundersøkelsen gir en automatiseringsgrad på 53% og dette er data fra den fremre delen av bransjen. Utfra helhetsinntrykket av datainnsamlingen antas det at gjennomsnittet av bransjen ligger et stykke bak disse, og automatiseringsgraden settes derfor ned til 27%. Tabell 21 viser grad av automatisering ved hjelp av «trafikklys» metoden.

Tabell 21: «Trafikklys» metoden på: Prosesser i fremdriftsplanlegging.

Prosess (aktivitet)	Grad av automatisering			(I+F+O) /3
	Input	Forberedelser	Output	
I dag				
Oppgave eller aktivitet	20%	20%	40%	27%
Planlagt implementasjon				
Oppgave eller aktivitet	70%	70%	60%	67%

I dag

Input: Manuelt fordele byggetiden inn i faser. Dette er ofte basert på manuell uthenting av erfaringstall fra tidligere lignende prosjekter.

Forberedelser: Bruk av programvare som MS-Project eller Excel til å utvikle fremdriftsplanen. Post for post og koblinger føres inn manuelt.

Output: Du kan så generere en visuell plan for tidsbruk i ulike faser med tilhørende poster for byggeprosjektet.

Planlagt implementering

Input: Et program som automatisk genererer et utkast til fremdriftsplan, utfra en database med informasjon om alle tidligere prosjekter. Denne tilpasses så manuelt.

Forberedelser: Programmet skjønner utfra tidligere data at noen arbeidsoppgaver alltid kommer etter andre arbeidsoppgaver og kobler disse automatisk sammen. Noen poster må automatisk legges inn og kobles sammen.

Output: Den visuelle planen generes automatisk utfra dataen til postene og kan manuelt kobles opp mot BIM-modell for en bedre visuell forståelse.

4.4.4 Økonomi (kostnadskontroll, fakturaer og lønn)

En annen administrativ prosess som denne oppgaven har valgt å se på, er økonomihåndtering. Dette involverer kostnadskontroll underveis i prosjekter, fakturahåndtering og lønssystemer. Kostnadskontroll handler om å følge et satt budsjett og sørge for at ingen kostnader blir større enn forventet. Hvis kostnader avviker fra budsjettet kan dette fort føre til overskridelser av budsjett og redusert fortjeneste, eller i verste fall at firmaet taper penger på prosjektet. Fakturahåndtering innebærer å få inn, sjekke, betale og sende ut fakturaer. Disse skal til riktig sted og konto, på rett tidspunkt i forhold til betalingsfrister. Lønn skal også betales ut til ansatte og innleide. Dette innebærer blant annet å legge inn timer, kontrollere antall timer, godkjenne timer, hente inn skatte- og avgiftssatser og betale ut lønn til riktig konto. Til tross for at en del av disse arbeidsoppgavene allerede er automatisert, finnes det fortsatt mye manuelt arbeid.

Prosessene som er tilknyttet økonomi krever ofte mye manuell input fra både arbeideren og administrasjonen. Et eksempel på dette er utbetaling av lønn. Først legger en arbeidstaker inn antall arbeidstimer for hver enkelt dag. Disse timene blir så sett igjennom og godkjent av en ansvarlig på prosjektet. Etter dette sendes timene ofte til en lønn eller HR-avdeling, og de godkjennes der. Disse timene sendes så inn i lønssystemet til bedriften, og det hentes ut informasjon om skattekort fra skatteetaten. I noen tilfeller skal også bonuser og feriepenger betales ut til den ansatte. En fastsatt sum til pensjonssparing skal også innbetales til arbeidstakerens ordning for pensjonssparing. Alle disse prosessene er tidkrevende manuelt, men heldigvis har de fleste selskaper allerede automatisert en del av oppgavene.

For å kartlegge automatiseringsgraden til arbeid i forbindelse med økonomi har det kun blitt benyttet data fra spørsmålet «i hvor stor grad har dere automatisert økonomi». Temaet har blitt snakket noe om i et par av intervjuene, men i og med at mengden data fra dette er liten, har dette ikke blitt tatt hensyn til. Intervjuobjektene, som er relativt langt fremme når det gjelder utvikling, har rangert automatiseringsgraden for økonomi til å være 68%. Dette er den området bransjen er lengst fremme. Gjennomsnittet av bransjen vil ligge noe under intervjuobjektene, og automatiseringsgraden har derfor blitt vurdert til 57%. Ved hjelp av «trafikklys» metoden er grad av automatisering, før og etter implementering, presentert i tabell 22.

Tabell 22: «Trafikklys» metoden på: Økonomi (kostnadskontroll, fakturaer og lønn).

Prosess (aktivitet)	Grad av automatisering			(I+F+O) / 3
	Input	Forberedelser	Output	
I dag				
Oppgave eller aktivitet	10%	80%	80%	57%
Planlagt implementasjon				
Oppgave eller aktivitet	60%	80%	80%	73%

I dag

Input: Det legges manuelt inn timer i et eller flere timesystemer, disse godkjennes av flere ledd.

Forberedelser: Skattekort, satser for feriepenger og pensjon hentes automatisk inn i lønssystemet til bedriften.

Output: Lønn og feriepenger utbetales automatisk til arbeidstaker på riktig tidspunkt. Arbeidsgiveravgift betales automatisk til staten, og feriepenger settes til side for arbeidstaker.

Planlagt implementering

Input: Timer i forhold til arbeidskontrakt og vanlig arbeidsmengde legges automatisk inn. Ekstra, eller manglende timer må redigeres. Alle timer godkjennes automatisk og kvalitetssikring gjøres tilfeldig for å hindre «juks».

Forberedelser: Ingen endring da automatiseringsgraden allerede er høy, og potensialet er begrenset

Output: Ingen endring da automatiseringsgraden allerede er høy, og potensialet er begrenset

4.4.5 Informasjonsuthenting fra datagrunnlag

Den siste prosessen som er undersøkt er informasjonsuthenting fra ulike datagrunnlag. De fleste datagrunnlag er i dag digitale, og det gjøres mye arbeid for å uthente data fra disse. Dette innebærer for eksempel uthenting av data fra en BIM-modell. En BIM-modell inneholder informasjon som dimensjoner på ulike objekter, hvilket materiale en gjenstand er, orientering og eksakt plassering av gjenstander. Det er få begrensninger på hva en slik modell kan inneholde, og i noen tilfeller inneholder også modellen informasjon om ting som fremdrift og kostnad for ulike gjenstander og operasjoner.

En prosess som krever en del manuelt arbeid i forbindelse med datauthenting er uthenting av mengder fra en 3D-modell. Dette kan for eksempel være mengden gipsplater som trengs til et byggeprosjekt. Hvordan dette gjøres avhenger av hvordan modellen er bygd opp. I noen tilfeller er modellen bygd opp med gode grupperinger, som gjør arbeidet med å hente ut informasjon om de ulike gjenstandene enklere. Det brukes ofte 2.70m høye gipsplater til vegger og 2.40m høye gipsplater til himlinger. I andre tilfeller mangler modellen gode grupperinger og dette fører til at mye data må letes frem og hentes ut manuelt.

For å generelt sett kartlegge automatiseringsgraden i forbindelse med uthenting av informasjon fra et datagrunnlag, har data fra spørsmålet "i hvor stor grad har dere automatisert informasjonsuthenting fra datagrunnlag" hovedsakelig blitt benyttet. Intervjuobjektene har vurdert graden av automatisering til å være 59% og dette har blitt justert ned til 38%. Nedjusteringen gjøres fordi gjennomsnittet av bransjen ligger under gjennomsnittet av intervjuobjektene. I tabell 23 er trafikklysmodellen brukt på informasjonsuthenting fra datagrunnlag.

Tabell 23: «Trafikklys» metoden på: Informasjonsuthenting fra datagrunnlag.

Prosess (aktivitet)	Grad av automatisering			(I+F+O) /3
	Input	Forberedelser	Output	
I dag				
Oppgave eller aktivitet	60%	30%	25%	38%
Planlagt implementasjon				
Oppgave eller aktivitet	80%	90%	80%	83%

I dag

Input: Manuelt lete rundt i modellen hvor materialet gipsplate ligger og hvilke typer som finnes. Så bruke en funksjon for å hente ut kvadratmeter gips.

Forberedelser: Lete frem data på svinn og kapp i tidligere prosjekter. Lage en justeringsfaktor utfra denne dataen.

Output: Ta antall kvadratmeter gips for de ulike typene gipsplater og justere den nødvendige mengden med hensyn til kapp og svinn. En mal benyttes og tall fylles inn.

Planlagt implementering

Input: Automatisk datauthenting av mengder ved hjelp av program. Du velger kun manuelt hvilken mengde som skal hentes ut.

Forberedelser: Justeringsfaktorer basert på alle tilsvarende prosjekter genereres.

Output: Mengden ganges sammen med justeringsfaktoren og riktig mengde kan bestilles.

4.4.6 Oppsummering

Det finnes et potensiale til å automatisere mange arbeidsoppgaver i BAE-næringen. For å se hvor potensialet er størst er det nødvendig med en helhetlig kartlegging av hvor «skoen trykker». Dette er noe 88% av intervjuobjektene ikke har gjort og er noe bransjen må ta tak i. Hvis man ønsker en utvikling på lik linje med andre bransjer, må man starte med en kartlegging. For noen prosesser er det mye å hente, og for andre prosesser er potensialet mindre. De to prosessene med størst potensiale er automatisering av arbeid tilknyttet til møter og fremdriftsplanlegging. Begge disse prosessene er lite automatisert og kvalifiseres utfra «trafikklys» metoden som manuelle prosesser. På den andre siden er noen prosesser allerede delvis automatisert, og her skiller økonomi seg ut med en automatiseringsgrad på 57%.

For å få til en større grad av automatisering i bransjen tyder mye på at en holdningsendring må til. Teknologien er på plass, men bransjen virker å være for feig til å investere tid og penger i nye løsninger, fordi dette innebærer en risiko. Bransjen er veldig opptatt av prosjektbasert lønnsomhet, og de investerer derfor ikke for en langsiktig mulig gevinst. Dette preger utviklingen av digitale løsninger og automatisering på en negativ måte. Her må ledelsen ta tak, slik at man starter en standardiseringsprosess, som på lang sikt kan føre til integrerte og automatiserte med robusthet.

I eksemplene ovenfor er det presentert planlagte implementeringer som øker automatiseringsgraden fra minst 16% og opp til 45%. Det er varierende hvor krevende slike implementeringer vil være, men eksemplene viser at det er mulig å gjennomføre og at mengden manuelt arbeid reduseres drastisk. Å starte med å øke automatiseringsgraden 45% i førsteomgang vil være krevende, men selv noen få prosent økning vil på lang sikt spare mye tid. Det første steget er ofte vanskelig, skummelt og terskelen er høy, men når man overkommer barrierene og heller ser løsninger, vil gevinstene komme og bransjen blomstre.

5 Diskusjon

I dette kapitlet knyttes og diskuteres resultatene fra intervjuer og spørreundersøkelsen opp mot relevant faglig og teoretisk rammeverk. Temaer som holdninger, ledelse, digitalisering, automatisering og kunnskap diskuteres. Kapitelene i diskusjonen er delt inn slik at hvert av forskningsspørsmålene diskuteres hver for seg og knyttes til relevante resultater og teori. I og med at forskningsspørsmålene henger sammen, er paralleller knyttet mellom spørsmålene. I 5.1 diskuteres det hvor langt bransjen har kommet når det gjelder automatisering og hva som driver utviklingen. 5.2 tar for seg hvilke holdninger folk i bransjen har til automatisering og diskuterer rundt dette. Til slutt, i 5.3, diskuteres resultatene fra automatiseringsgrad ved bruk av «trafikklys» metoden.

5.1 I hvilken grad har bransjen automatisert ulike arbeidsoppgaver og hva driver utviklingen?

En byggeprosess består av alt ifra enkle mindre prosesser til store komplekse utfordringer og de fleste byggeprosesser i dag, består av mye manuelt arbeid. Det oppleves stadig en utvikling i BAE-næringen som følge av teknologiske fremskritt, men i hvilken grad har bransjen faktisk brukt dette til å automatisere ulike ingeniørfaglige arbeidsoppgaver i forbindelse med prosjektgjennomføring? Hva som driver denne utviklingen, skal også diskuteres i dette delkapitlet.

En undersøkelse gjennomført av statistisk sentralbyrå i 2018 viser at arbeidsproduktiviteten i bryggebransjen de siste årene har vært synkende eller uendret. At effektiviteten ikke øker er urovekkende når målet med det digitale veikartet var å øke produktiviteten med 50% innen 2025. Det er kun noen få år til og automatiseringsgraden på de fem arbeidsoppgavene vi har undersøkt, tyder på at veien til målet er lang. For å kartlegge i hvilken grad bransjen har automatisert ulike arbeidsoppgaver har en spørreundersøkelse og intervjuer blitt gjennomført. Med 113 svar får man god kvantitativ data som er relativt representativ for målgruppen, som i dette tilfellet var den fremre delen av bransjen når det gjelder automatisering. De åtte kvalitative intervjuene gir mer innsikt i hva folk tenker, men svarene er litt mindre representative fordi antallet personer ikke er like høyt. En kombinasjon av disse to metodene vil derimot både gi innsikt og representative svar.

I spørreundersøkelsen har det blitt spurt om i hvilken grad respondentene har automatisert ulike arbeidsoppgaver. Her har i all hovedsak byggherrer, entreprenører og konsulenter svart og diskusjonen er derfor basert på data fra denne målgruppen. Blant disse tre grupperingene er 51% ansatte i større firmaer med over 1000 ansatte. Resterende 49% fordelt på mindre firmaer med alt ifra under 50 ansatte til opp mot 1000 ansatte. Grunnen til at firmastørrelse og rolle i bransjen er kartlagt er for å sammenligne automatiseringsgraden til ulike roller, samtidig som at man sikrer at de fleste firmastørrelser er representert i dataen.

De fem arbeidsoppgavene som er kartlagt er arbeid knyttet til møter, rapportering, fremdriftsplanlegging, økonomi og informasjonsuthenting fra datagrunnlag. Her skiller arbeid knyttet til møter og prosesser knyttet til fremdriftsplanlegging seg ut negativt. Disse to arbeidsoppgavene har en gjennomsnittskarakter på 2,77 og 3,16 av 6 som tilsvarer 46% og 52%. Utfra inntrykket generelt sett i bransjen virker disse tallene høye, men da er det viktig å huske at undersøkelsen kun har blitt sendt ut til en målgruppe som er bevisst på digitalisering og automatisering. Det er også en fare for at respondentene fra

spørreundersøkelsen mener at de har kommet lengre når det gjelder automatisering enn de faktisk har. 46% og 52% høres isolert sett bra ut, men dette er fortsatt langt ifra 100%, og de første prosentene har en tendens til å være lettere enn de siste prosentene. Dette kommer av at det er lettere å ta noen grep, enn å perfektionere et system.

Det er generelt sett stor spredning i svarene og dette fremhever den store splittelsen i bransjen. Splittelse betyr i denne sammenheng at noen er langt under snittet, samtidig som noen er mye bedre enn snittet. Når det kommer til automatisering av arbeid knyttet til møter, har seks av 113 svart at de i veldig stor grad har automatisert arbeidsoppgaver i forbindelse med møter. Dette betyr i praksis at de nærmer seg en automatiseringsgrad på opp mot 100%. Det er positivt at noen har kommet så langt, men på den andre siden har 24 av 113 svart at de i veldig liten grad har automatisert den samme arbeidsoppgaven. I praksis vil dette bety at de for eksempel kun bruker en mal for å lage møtereferater og det er rett og slett for dårlig med dagens muligheter. Da krever en så hverdagslig prosess som møter nesten bare manuelt arbeid, og dette er ineffektivt. I disse bedriftene må ledelsen ta tak, sette i gang standardiseringsprosessen og endre holdningene.

For matrisespørsmålet angående prosesser i fremdriftsplanlegging er også hele skalaen brukt. Åtte personer har kommet veldig langt og tolv personer har så vidt eller ikke automatisert prosessen. For både møtevirksomhet og prosesser knyttet til fremdriftsplanlegging burde det være mulig å hente inspirasjon fra andre bransjer eller de fremste aktørene i BAE-næringen, slik at de som ligger lengst bak også kan starte å bevege seg i riktig retning.

Arbeidsoppgaven som kommer best ut av spørreundersøkelsen er økonomi, med en gjennomsnittskarakter på 4,07, som tilsvarer en prosent på 68%. Dette tallet er høyt, men stemmer også godt overens med inntrykket fra intervjuene som er gjennomført. Økonomi er felles for alle bransjer og virksomheter, og her virker det som at BAE-næringen har hentet mye gode automatiserte løsninger. Det finnes også her noen som svarer at automatiseringsgraden er lav, men dette er fåtallet og det vil alltid finnes unntak fra mengden.

Både rapportering og informasjonsuthenting fra datagrunnlag ligger midt på treet i forhold til de andre arbeidsoppgavene, med en gjennomsnittskarakterer på 3,69 og 3,53%, som tilsvarer 61% og 59%. Gjennomsnittskarakteren i seg selv sier ikke så veldig mye, men automatiseringsgraden på disse to prosessene er bedre enn arbeid knyttet til møter og dårligere enn økonomi. Dette gir bransjen en indikasjon på hvor man burde bruke ressurser, slik at gevinsten kan bli størst mulig.

Et fellestrekk for alle de fem arbeidsoppgavene som er kartlagt, er at byggherrene ligger bak de andre aktørene når det gjelder automatiseringsgrad. Dette kan tyde på at det er mindre fokus på digital utvikling og automatisering blant byggherrene. En annen mulighet er at byggherrene svarer mer realistisk på påstandene, men dette blir vanskelig å fastslå. I intervjuene nevner flere av intervjuobjektene at det er byggherre som setter kravene. Det er da viktig at byggherre er langt fremme og påvirker de andre aktørene i positiv retning. Dette er ikke tilfelle i realiteten og mye tyder på at byggherre er aktøren som holder igjen utviklingen i størst grad. På lang sikt vil dette være negativt byggherrene fordi prosjektene er ineffektive, og dermed koster mer å gjennomføre.

Standardavvik for de fem ulike arbeidsoppgavene ligger er mellom 1.27 og 1.40. Tallene i seg selv er relativt like, men høye, og dette støtter påstanden om at det er store forskjeller internt i bransjen. Disse forskjellene kan innebære hvor mye man har automatisert, men

også hva man legger i ordet automatisering. Forskjellene kommer av ulike holdninger, og at det er forskjellig hvordan ledelsen i ulike firmaer forholder seg til et tema som automatisering.

Noen av intervjuobjektene forbinder begrepet automatisering med at man har en input og får tilbake en output. Andre forklarer begrepet med at «ting går av seg selv», eller at man fjerner eller minimerer mengden manuelt arbeid. Noen tenker også kun på roboter når ordet automatisering nevnes. Generelt sett er det litt ulikt hvordan folk i bransjen tolker ordet automatisering og dette kan ha påvirket hvordan folk har svart i intervjuene og på spørreundersøkelsen. Nok en gang kommer det frem at bransjen er splittet og at det er mangel på en felles forståelse. Det blir vanskelig å standardisere, integrere og dermed automatisere når folk ikke er enig i hva å automatisere innebærer.

Fra intervju spørsmål tre kommer det frem at alle intervjuobjektene gjør konkrete tiltak for å automatisere ulike arbeidsoppgaver, men at det er litt tilfeldig hva som automatiseres. Fokuset er på teknologi og det lite fokus på holdninger og rotårsaker. Det virker som at bransjen starter i feil ende når det gjelder automatisering. De følger ikke trinnene i «automatiseringstrappa». Kursing for å øke kunnskap nevnes av et av intervjuobjektene, og dette vil kunne bidra til bedre forståelse og dermed en høyere automatiseringsgrad på lang sikt. Sterkere ledelse som bestemmer hvordan ting skal gjøres i bedriften som helhet vil også bidra positivt.

5.1.1 Hva driver utviklingen?

To tiltak som kan anses som drivere av utviklingen i BAE-næringen er Bygg21 og det digitale veikartet. Både Bygg21 og det digitale veikartet er laget for å vise vei til en totalt sett mer effektiv bransje. Veikartet fokuserer på å heldigitalisere bransjen, mens Bygg21 har mer fokus på industrialisering. Når man går litt mer i dybden på industrialisering, kommer begreper som standardisering, automatisering og teknologi frem. Det er derfor veldig mange likheter mellom disse to tiltakene.

Både Bygg21 og det digitale veikartet er gode og omfattende veivisere, men utviklingen i bransjen går sakte. Det blir da naturlig å gå litt mer i dybden på hvordan typer drivere BAE-næringen har, og diskutere hvorfor disse ikke fungerer. Fra intervjuene kommer det frem tre typer utvikling. Her har vi først persondrevet utvikling som kommer fra ulike ildsjeler ansatt i firmaene. Disse ser et potensiale og prøver med ressursene rundt seg å utnytte dette potensialet. Problemet med denne typen utvikling er at noen har mer engasjerte folk enn andre, og det er veldig tilfeldig hva og hvordan ting utvikles. Når man skal skalere utviklingen oppover i bedriften kan dette bli problematisk fordi automatiseringen ofte starter i feil ende.

En annen type utvikling er organisatorisk utvikling i form av at ledelsen i firmaet kommer med krav til et program eller en metode som alle skal bruke. Inntrykket fra resultatene viser at organisatorisk utvikling er den viktigste drivere for automatisering. At ledelsen setter i gang standardisering- og implementeringsprosesser er gunstig. De kan da sørge for at de to første stegene i «automatiseringstrappa» er på plass før man automatiserer. På den andre siden kan dette bli en byrde i selskapet hvis folk ikke får kunnskapen de trenger for å oppnå de positive effektene av tiltakene. Nye ting er skummel når man ikke kan det, og det blir derfor fort en naturlig motstand. Disse holdningene må ledelsen jobbe med å forhindre.

Den siste typen utvikling er krav fra myndighetene. Når det kommer nye og strengere krav blir bransjen tvunget til å utvikle seg. For noen selskapet kan dette være en positiv vekker,

slik at de tar temaer som automatisering mer på alvor. For andre selskapet kan en slik type utvikling føre til at de må ta snarveier for å overholde kravene. Dette vil på lengre sikt kunne ha negative effekter, fordi du tvinger frem et kunstig tempo i utviklingen.

Totalt sett virker det som at bransjen har et større behov for organisatorisk utvikling og ledelse ovenfra. Samtidig tyder mye på at realistiske krav fra myndighetene kan være positivt. Dette kan få de som ligger bakerst i utviklingen til å komme i gang. Persondrevet utvikling er positivt fordi det kommer av seg selv, men dette er ikke noe man kan regne med i enhver bedrift, fordi man trenger folk som er spesielt opptatt automatisering og utvikling. Persondrevet utvikling følger ikke alltid «automatiseringstrappa» og kan derfor by på problemer.

For å få til organisatorisk utvikling er det viktig med deling og kunnskap innad i bedriften. Dette er noe bransjen har utfordringer med. Mye data samles ofte i prosjekthotell med mappestrukturer som må navigeres som en jungel. Noen har jevnlig møter mellom for eksempel prosjektlederne i selskapet for å dele erfaringer, kunnskap og nye gjennomføringsmetoder. Dette kan bidra til at bransjen og selskapet blir mindre splittet, at standardisering blir mulig og at man dermed kan utvikle flere automatiserte løsninger.

Teknologi som BIM er i seg selv er en driver, men i BAE-næringen er de teknologiske mulighetene foran selve utviklingen. Mye tyder derfor på at folk, holdninger og vilje til å endre seg er viktigere fokusområder enn å utvikle selve teknologien. Enklere programmer, økt fokus på automatisering, bedre teknologi og et høyere kunnskapsnivå vil selvfølgelig hjelpe, men holdninger og bedre ledelse er viktigere for utviklingen.

5.2 Hvilke holdninger har folk i bransjen til utvikling og automatisering?

Den teknologiske utviklingen i BAE-næringen har bidratt til et stort mangfold av digitale løsninger. Flere av de vi har intervjuet forteller at det ikke er teknologien som står i veien for at de ingeniørfaglige arbeidsoppgavene skal bli mer effektive. Derfor er det naturlig å se nærmere på hvorfor automatiseringen og utviklingen går tregt. Fra litteraturen kommer det frem at bransjen setter optimistiske mål og gjennomfører utredninger for utvikling. Eksempler på dette er det digitale veikartet og Bygg21. Dette er initiativ som har blitt gjort for at bransjen skal lære mer om utvikling, og hva som kreves for å oppå målene som er satt. Det viser seg derimot at det er utfordrende å nå målene innenfor tidsfristen som er satt. Det å gjennomføre endringer i organisasjoner og hele bransjer er komplisert og et stort fagfelt i seg selv. I denne oppgaven går vi ikke for mye inn i temaet endringsledelse, men anerkjenner at det finnes mye litteratur og kunnskap om fagfeltet. Flere mulige årsaker til hvorfor endringen er så utfordrende har kommet frem fra intervjuene og beskrives videre i kapitlet.

5.2.1 Kunnskapen og forståelsen

For å utnytte teknologien ved programmer og systemer som eksisterer, er en avhengig av å ha et visst kunnskapsnivå og forståelse av det. Gjennom intervjuene ble variasjon i kompetanse og kunnskap nevnt flere ganger. Hvis manglende kunnskap på for eksempel koding er årsaken til at en person ikke kan automatisere og effektivisere arbeidet sitt, vil mange si at denne personen burde lære seg å kode eller kjøpe kompetansen. Et naturlig spørsmål som kommer frem: Hvorfor gjør man det ikke? Intervjuobjektene trekker frem flere mulige årsaker til hvorfor man noen ganger vet hva som trengs for å øke graden av automatisering, men allikevel ikke gjør det. De mest fremtredende unnskyldningene er

faktorer som kostnad ved opplæring eller at de ikke har mulighet til å sette av tid til å lære seg verktøyet.

Skal man øke kunnskapsnivået og forstå hvordan man kan effektivisere arbeidsoppgaver, burde man starte med å finne ut hvor potensialet ligger. Når sju av åtte intervjuobjekter svarer at de ikke har gjennomført noen kartlegging av arbeidsoppgaver, som kan automatiseres i større eller mindre grad, blir det vanskeligere å få til utvikling. Første steg for å øke automatiseringen i bedriften kan dermed være å gjennomføre kartlegging, som viser hvor man burde starte. Her kan det lønne seg å følge automatiseringstrappa, som starter med å standardisere, før man tar neste steg. Det å kartlegge automatiseringsgrad og finne forbedringspotensialet i enkeltprosesser trenger ikke være en stor og avansert øvelse. Som vist i kapittel 5.4 kan det gjøres relativt enkelt og tydelig, prosess for prosess. Samtidig vil en kartlegging være med å senke usikkerheten knyttet til eventuelle nye løsninger. Hvis man vet at en spesifikk prosess innebærer mye manuelt arbeid og at det er et stort potensial for effektivisering, kan man være tryggere på at en automatiseringsinnsats med nye løsninger, vil gi positive resultater.

Et annet aspekt omhandler kompleksiteten til programmene og de digitale løsningene. Fra intervjudel tre var det tydelig at alle mente at kompetansen på digitale hjelpemidler i bransjen er ujevn. Kompleksiteten til dagens løsninger ble ansett som middel-høy i spørreundersøkelsen. Et betydelig antall ga karakter fire eller fem, som er høyt. Samtidig kom det frem i intervjuene at en faktor som kan bidra til økt automatisering, er at programmer blir enklere og mer intuitive. Det er allikevel ikke slik at man må velge om det er de avanserte programmene som må bli enklere, eller om bransjen må skaffe seg den nødvendige kompetansen for å utnytte de. Inntrykkene fra intervjuene og spørreundersøkelsen peker mer i retning av at begge deler må skje. Kompetansen til hver enkelt person må økes samtidig som mange av de digitale løsningene kan bli enklere å lære og bruke. For å øke kompetansen til hver enkeltperson, må ledelsen legge til rette for dette. Det må også være en holdning for å lære seg nye verktøy og gjennomføringsmetoder i bransjen.

5.2.2 Holdningen og viljen til å prøve noe nytt

Det å utforske nye løsninger og endre måten man arbeider på medfører usikkerhet og risiko. Det er ingen garanti for at de nye metodene man prøver ut, vil ha den effekten som ønskes. BAE-næringen har ofte en konservativ tilnærming der man lener seg på løsninger og metoder som man vet før har fungert. En slik tankegang gir økt trygghet og lavere risiko. Samtidig får man ingen utvikling i bransjen og viljen til å prøve ut noe nytt blir lav.

Intervjuobjektene ble spurt om hva deres bedriften legger til grunn ved valg av nye programmer. Mange av svarene handler om at nye programmer eller digitale hjelpemidler er initiativer fra enkeltansatte, med spesielt engasjement og interesse for et program. Digitaliseringen skjer hovedsakelig gjennom ildsjeler som tar initiativ. Få svarte at programmer ble testet og valgt gjennom en prosess sentralt fra bedriften. Når utvikling skjer sporadisk gjennom initiativ fra enkeltpersoner er det vanskelig å ha en systematisk og gjennomgående utvikling. Man går da fort baklengs ned automatiseringstrappen vist tidligere i figur 19. Om man starter med automatisering, uten å ha gjennomført en standardisering og integrering, kan det tenkes at tid og kostnad øker. Mange av intervjuobjektene mener at man trenger flere beslutninger fra ledelsen i bedriftene for å implementere nye digitale hjelpemidler. Når ledelsen går inn og sier at «sånn skal vi gjøre det», så blir det også gjort. Selv om det virker enkelt å gjøre noe med, er det viktig å forstå hvorfor beslutninger om å ta i bruk nye metoder og endre måten man gjør ting på,

sjeldent kommer fra ledelsen i bedriften. Lederne i BAE-næringen måles som regel på prosjektets økonomiske resultater og disse har ofte små marginer. Det kan dermed være vanskelig å ta risikoen det medfører å bruke en ny metode eller løsning. Viljen til å teste noe nytt, kontra det å gjøre det på den «gode og gamle måten» kan dermed tenkes å være lav blant en del av beslutningstakerne.

Når deltakerne i spørreundersøkelsen ble spurt om hva de mener om viljen til å prøve nye metoder og løsninger, var gjennomsnittet av svarene helt middels. Variasjonen i svarene var derimot veldig høy. Det kan tyde på at det både er personer som har en større vilje til å prøve ut nye ting, og personer som heller velger de gamle trygge løsningene. Dette støtter inntrykkene fra intervjuene, der flere poengterte at en del utvikling skjer gjennom initiativ fra enkeltindivider. Mennesker er forskjellig, og innad i en bedrift vil det være ansatte som har mer interesse for digitalisering og utvikling enn andre. Når noen har en spesiell interesse og engasjement innen smarte og mer automatiserte digitale løsninger, fungerer disse som en ressursperson for bedriftene.

5.2.3 Oppsummering

Resultatene fra intervjuene og spørreundersøkelsen viser at holdningen i BAE-næringen er en av de største utfordringene når det kommer til automatisering og økt effektivitet. Bransjen har satt tydelige mål angående digitalisering, effektivitet og miljø (BNL, 2017), samtidig som de har beskrevet stegene som kreves for å oppnå dem. Nå gjenstår det å gjennomføre det. Etter intervjuene sitter vi igjen med et inntrykk av at mange tenker på store omveltninger som snur opp ned på hverdagen når man nevner automatisering. Det er ikke nødvendigvis slik at automatisering av BAE-næringen skjer gjennom noen få store steg. Prosessen må skje gradvis og starte med at ledelsen tar tak. Viljen til å prøve ut nye metoder og løsninger varierer i stor grad avhengig av hvem man spør. Når det kommer til de større beslutningene lener bransjen seg som regel på tidligere erfaring og kjente metoder. Her kunne oppdragsgiverne blitt bedre til å stille krav til digitale hjelpemidler og standarder, eller legge inn insentiver som belønner aktørene som viser at de satser på utvikling og kompetanseheving.

5.3 Hvilke muligheter finnes ved en økt automatiseringsgrad av ingeniørfaglige arbeidsoppgaver og hvordan kan man få dette til?

I forbindelse med denne oppgaven har automatiseringsgraden på fem ulike ingeniørfaglige arbeidsoppgaver i BAE-næringen blitt kartlagt. «Trafikklys» metoden som har blitt benyttet er relativt simpel, men den viser hvordan en enkel kartlegging kan gjøres. Dette får frem at det er holdningene rundt utvikling og automatisering som må tas tak i. Teknologien er der, og nå må noen starte standardiseringsprosessen slik at løsningene kan integreres og automatiseres. Du følger da prinsippene i «automatiseringstrappa» og unngår problemene som ville oppstått ved å først starte med automatisering. Det er forskjell på hvor mye manuelt arbeid som gjøres i forbindelse med prosessene, men felles for alle prosessene er at det finnes et automatiseringspotensiale som ikke er utnyttet. For å enkelt visualisere hvor bransjen er nå, og hvilke muligheter som finnes, har det blitt benyttet fargene grønn, gul og rød. Fordelen med farger er at det enkelt visualiserer hvordan arbeidsoppgaven ligger an. Det er kjent at grønn er bedre enn rød og at gul er et sted mellom disse fargene.

5.3.1 Økonomi

Prosesen som starter med høyest automatiseringsgrad er økonomi. Denne arbeidsoppgaven er gul, altså delvis automatisert. Her er både forberedelser og output på 80%, noe som er veldig bra i forhold til andre arbeidsoppgaver i bransjen. Input for prosessen som er kartlagt er på 10%, og det er her det kartlagte potensialet ligger. Ved å lage et automatisk system for timeføring og godkjenning økes graden av automatisering for input med 50%. Dette er et relativt enkelt tiltak som ikke vil kreve teknologisk utvikling. Derimot vil det kreve en del tillit. For å få til denne endringen må det være et ønske om å forbedre prosessen, noe bransjen ser ut til å mangle. Tallene er basert på data og inntrykk fra spørreundersøkelsen, men har i ettertid blitt justert. At tallene justeres ned, i og med at den fremre delen av bransjen har blitt spurt, anses som realistisk, men tallene vil ha en relativt stor feilmargin på grunn av dette. Til tross for dette kommer poenget om at det er mulig å øke automatiseringsgraden med mindre endringer frem.

5.3.2 Fremdriftsplanlegging

En av arbeidsoppgavene som har størst potensiale når det kommer til økt automatiseringsgrad er prosesser i forbindelse med fremdriftsplanlegging. Her kan den totale automatiseringsgraden økes fra manuell på 27% til automatisert på 67%. Dette er et veldig stort hopp, og for å få til dette må alle deler av prosessen forbedres betraktelig. Å få til dette uten å investere betydelige pengesummer og tid er urealistisk. Først må ting standardiseres og integreres. Etter dette kan man automatisere mye av prosessen ved hjelp av regelbaserte programmer. Selv om dette eksempelet er basert på estimerte tall, viser det at man kan resonere seg frem til mulige løsninger med litt kreativitet. Det første steget trenger ikke å være stort. Hvis man først starter med å øke automatiseringsgraden noen få prosent, kan man gradvis bygge videre på den forsiktige starten. Det virker som at bransjen enten skal revolusjonere en arbeidsoppgave, eller så fortsetter de på den gamle måten. Denne holdningen er usunn, og kan være en av årsakene til den stillestående eller synkende produktiviteten i BAE-næringen.

5.3.3 Møter

Arbeid knyttet til møter er en annen prosess som i dag kan anses som manuell. Automatiseringsgraden er kartlagt til å være rød, på 25%. To av tre delprosesser er i dag kategorisert som manuelle. At møtevirksomhet er den prosessen som kommer dårligst ut av spørreundersøkelsen er bemerkelsesverdig, i og med at møter skjer i alle bransjer. Mye tyder på at prosessen er litt oversett i BAE-næringen og at det er lite gode løsninger å hente fra andre bransjer. Digitalisering har gjort at plattformer som Teams har blitt mer vanlig, men dette endrer bare møtelokasjon, og fører i seg selv ikke til høyere automatiseringsgrad. Mye av grunnen til at møtevirksomhet ikke er automatisert er at det er store forskjeller fra møte til møte, både på innhold og hvem som er med. Det vil kreve mye arbeid å lage et komplekst system som tar hensyn til alle de små endringene. Det vil derimot kreve mindre å delvis automatisere møtevirksomhet. Et fleksibelt system som muliggjør både forberedelser og etterarbeid i et og samme system vil kunne bidra til å øke automatiseringsgraden. Av arbeidsoppgavene som er kartlagt virker implementeringstiltakene i forbindelse med møtevirksomhet som en av de mest krevende å realisere

5.3.4 Informasjonsuthenting fra datagrunnlag

Prosesen med informasjonsuthenting fra datagrunnlag ligger midt på treet i dag. Potensialet er stort, og implementeringstiltakene er mindre krevende å realisere. Den

største utfordringen her er at 3D-modellene bygges opp ulikt fra prosjekt til prosjekt. Det er derfor standardisering er helt sentralt for å øke automatiseringsgraden i BAE-næringen. Uten standarder blir det ikke mulig å lage regelbaserte løsninger som eliminerer store mengder av det manuelle arbeidet. Den planlagte implementeringen for uthenting av data fra en 3D-modell ville med felles standarder vært fullt mulig. Automatiseringsgraden kunne da blitt økt med 45%, noe som på lang sikt ville spart mange arbeidstimer. Her må bransjen se på standardiseringsbehovet som en lagsport, styrt av en lagleder. Noen må bestemme og alle må bidra, slik at man sammen kan få best mulig resultater.

5.3.5 Rapportering

Ulik type rapportering kan også automatiseres i større grad. Denne arbeidsoppgaven er kartlagt til å ha et potensiale på rundt 38%. Ved å montere sensorer som er koblet opp i et program, kan arbeidsoppgaven gå fra delvis automatisert til automatisert. Det er mest å hente når det kommer til input og output. Implementeringstiltakene for begge disse delprosessene er realistiske å gjennomføre med dagens teknologi. Selv om tiltakene kan anses som realistiske vil de koste store summer å realisere. Tidsbesparelsen over lang tid ved å gjennomføre tiltakene må da veies opp mot investeringskostnaden.

5.3.6 Økning av automatiseringsgrad

Det finnes et stort potensial ved øke automatiseringsgraden på ulike arbeidsoppgaver. For at det skal være mulig å realisere dette potensialet må først en kartlegging gjøres og så «automatiseringstrappa» benyttes. Funnene viser at dette i realiteten krever ledelse fra øvre hold og gode holdninger i selskapet. Mengden manuelt arbeid reduseres drastisk ved å gjennomføre spesifikke tiltak rettet mot en prosess. Dette kan føre til store tidsbesparelser, økt kapasitet og at gjennomføringsmetodene blir mer robuste. Noen arbeidsoppgaver er enklere å automatisere enn andre, men det viktigste er at bransjen er bevisst på at det finnes et urealisert potensial de må starte å ta tak i. Å øke automatiseringsgraden 45% med en gang er urealistisk, men hver eneste prosent hjelper og dette må bransjen innse.

6 Konklusjon

Denne masteroppgaven har sett på problemstillingen: «*Hvordan kan automatisering av ingeniørfaglige arbeidsoppgaver føre til en redusert mengde manuelt arbeid og en mer effektiv BAE-næring*». Resultatene fra de kvalitative intervjuene og den kvantitative spørreundersøkelsen viser at bransjen har et stort behov for en holdningsendring. Mangel på teknologi er ikke lengre en barriere. Holdninger rundt endring, nye gjennomføringsmetoder og hjelpemidler må tas tak i, slik at effektiviteten i bransjen kan økes. Folk i bransjen må også innse at man må starte smått, prosent for prosent. En bro kan ikke bygges uten den første steinen, og i noen tilfeller kommer ikke gevinsten før hele prosessen er ferdig. Det er derfor viktig at ledelsen i bedriftene tar det første steget i riktig retning.

I og med at denne oppgaven hovedsakelig er basert på analyse og tolkning av intervju- og spørreundersøkellesdata, må tallene benyttes deretter. Inntrykket har helhetlig blitt presentert, vurdert opp mot teori og diskutert.

Et viktig funn er at en veldig liten del av bransjen har gjort en helhetlig kartlegging av hvilke arbeidsoppgaver som kan automatiseres. Utviklingen skjer litt tilfeldig, og det er varierende hva som driver den. I noen firmaer er det en sterk persondrevet utvikling og det startes da ofte i feil ende. De hopper over de to første trinnene i «*automatiseringstrappa*» og mangelen på standardisering og integrering fører til problemer. Tiltakene blir kostbare, samtidig som de fører til ingen eller liten grad av økt effektivitet. I noen få firmaer er det ledelsen som driver utviklingen, og dette må flere selskaper i BAE-næringen lære av. Ledelsen må sette i gang en standardiseringsprosess, slik at integrering og standardisering blir mulig. Et større fokus på hvor og hva ressursene brukes til, vil kunne gjøre at man totalt sett øker automatiseringsgraden i bedriften og reduserer mengden manuelt arbeid.

Andre funn er at et høyere kunnskapsnivå og en større grad av forståelse vil gjøre det lettere å automatisere de ingeniørfaglige arbeidsoppgavene i BAE-næringen. For å få til dette er kursing og god implementering av nye gjennomføringsmetoder og verktøy viktig. Hvis implementeringen ikke er god, blir folk utrygge og dette skaper en generell motstand mot endring. Ledelsen må sørge for at de ansatte får en positiv holdning til endringene som skjer i bedriften. Det kan da være en fordel å presentere mulige gevinster på lang sikt, slik at man får en begrunnelse hvorfor ting gjøres som det gjør.

I oppgaven er det presentert fem forslag til implementering, for å øke automatiseringsgraden betraktelig. En enkel kartleggingsmetode som «*trafikklys*» metoden er benyttet for å illustrere at en kartlegging ikke trenger å være avansert. Det er varierende hvor krevende og omfattende tiltakene er, men det viser at det er mulig å forbedre dagen situasjon. Problemet er ikke lengre de teknologiske løsningene, men holdninger og ledelse. Når man får automatisert ulike arbeidsoppgaver har man robusthet i metodene, økt effektivitet, kvalitet og kapasitet. Spesifikt hvordan man skal få bransjen til å ville endre seg er innenfor temaet endringsledelse og psykologi, og dette er derfor overlatt til videre arbeid.

6.1 Videre arbeid

I videre arbeid burde man først og fremst undersøke hvordan man kan endre holdninger i BAE-næringen. Funnene fra denne oppgaven viser at de teknologiske løsningene ikke lengre er en barriere, men at holdningen og motstanden mot endring i seg selv hindrer automatisering av bransjen. Temaet endringsledelse burde også undersøkes da bransjen trenger en endring av standardiseringsgraden og kompetansenivået.

Det burde også bli skrevet mer litteratur rettet mot automatisering av ingeniørfaglige arbeidsoppgaver i BAE-næringen. Fokuset burde da være på hvordan man kan implementere teknologien og hvordan man kan få folkene i bransjen som helhet med på utviklingen. Mye av litteraturen i dag fokuserer på automatisering ved hjelp av robotisering og maskinlæring eller AI.

Det har og blitt vist i denne oppgaven at potensialet for automatisering innenfor ulike arbeidsoppgaver, kan kartlegges med relativt enkle metoder. Her kan det være nyttig å gå dypere inn hver enkelt arbeidsoppgave, slik at man finner løsninger som kan prøves ut i praksis. Man kunne tatt for seg noen løsninger som øker automatiseringsgraden for en arbeidsoppgave, testet løsningene i casestudier og deretter gjennomført sammenligninger.

Å utvikle en god helhetlig metode for å kartlegge potensialet til ulike prosesser er også overlatt til videre arbeid. Vi har fokusert på å finne ut hvorfor utviklingen i BAE-næringen har vært som den er. Dette har ført oss inn mot holdninger i bransjen og en mangel på kartlegging og ledelse.

7 Referanser

- Alizadehsalehi, S., Hadavi, A., & Huang, J. C. (2020). From BIM to extended reality in AEC industry. *Automation in Construction*, 116, 103254.
<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103254>
- Almada-Lobo, F. (2015). The Industry 4.0 revolution and the future of Manufacturing Execution Systems (MES). *Journal of Innovation Management*, 3(4), Artikkel 4.
https://doi.org/10.24840/2183-0606_003.004_0003
- Appelbaum, S. H. (1997). Socio-technical systems theory: An intervention strategy for organizational development. *Management Decision*, 35(6), 452–463.
<https://doi.org/10.1108/00251749710173823>
- Axmann, B., & Harmoko, H. (2020). Robotic Process Automation: An Overview and Comparison to Other Technology in Industry 4.0. *2020 10th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT)*, 559–562.
<https://doi.org/10.1109/ACIT49673.2020.9208907>
- BNL. (2017). *Digitalt veikart—For en heldigitalisert, konkurransedyktig og bærekraftig BAE-næring*. <https://www.bnl.no/siteassets/dokumenter/rapporter/digitalt-veikart-2017--full-rapport.pdf>
- BNL. (2020). *Digitalt veikart 2.0*. BNL. https://www.bnl.no/siteassets/bilder/generelle-bilder/digitaltveikart_2020.pdf
- Bygg21. (2015). *FASENORMEN «NESTE STEG» – Bygg21*. Fasenormen «Neste steg». <https://bygg21.no/resultater/fasenormen-neste-steg/>
- Bygg21. (2018). *En god start—Beste praksis for plan- og byggeprosesser*. <https://dibk.no/globalassets/bygg21/en-god-start--beste-praksis-for-planog-byggeprosesser.pdf>
- Bygg21. (2019a). *Bygg21 og Bygg21 Fase 2 – Bygg21*. <https://bygg21.no/om-bygg21/>
- Bygg21. (2019b). *Tenk nytt—Bruk kjente løsninger*. <https://dibk.no/globalassets/bygg21/industrialisering--tenk-nytt--bruk-kjente-losninger.pdf>
- Carter, N., Bryant-Lukosius, D., DiCenso, A., Blythe, J., & Neville, A. J. (2019, januar 27). *The Use of Triangulation in Qualitative Research*. <https://journals.rcni.com/doi/pdfplus/10.7748/nr2012.11.20.2.40.c9442>
- Dahlum, S. (2021). Validitet. I *Store norske leksikon*. <https://snl.no/validitet>
- Dave, B., Koskela, L., Kagioglou, M., & Bertelsen, S. (2008). A critical look at integrating people, process and information systems within the construction sector. *The Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=9d880ff9041ce00a5399a9fb14a0f9fb28f12ff7>
- Eikeland, P. T. (2001). *Samspillet i Byggeprosessen*. <http://v1.prosjektnorge.no/files/pages/362/samspillet-i-byggeprosessen-eikeland.pdf>
- Evans, M., & Farrell, P. (2020). Barriers to integrating building information modelling

- (BIM) and lean construction practices on construction mega-projects: A Delphi study. *Benchmarking: An International Journal*, 28(2), 652–669. <https://doi.org/10.1108/BIJ-04-2020-0169>
- Feldmann, F. G. (2022). Towards Lean Automation in Construction—Exploring Barriers to Implementing Automation in Prefabrication. *Sustainability*, 14(19), Artikkel 19. <https://doi.org/10.3390/su141912944>
- Grønmo, S. (2021). forskningsmetode—Samfunnsvitenskap. I *Store norske leksikon*. https://snl.no/forskningsmetode_-_samfunnsvitenskap
- Hao, Q., Shen, W., Neelamkavil, J., & Thomas, J. (2008). *Change management in construction projects*.
- Ibrahim, H. S., Hashim, N., & Jamal, K. A. A. (2019). The Potential Benefits of Building Information Modelling (BIM) in Construction Industry. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 385(1), 012047. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/385/1/012047>
- Kunz, J., & Fischer, M. (2012). *Virtual Design and Construction: Themes, Case Studies and Implementation Suggestions*. https://stacks.stanford.edu/file/druid:gg301vb3551/WP097_0.pdf
- Leavitt, H. J. (1964). *Applied organization change in industry: Structural, technical and human approaches*.
- Lima, L., Trindade, E., Alencar, L., Alencar, M., & Silva, L. (2021). Sustainability in the construction industry: A systematic review of the literature. *Journal of Cleaner Production*, 289, 125730. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125730>
- Magalhães, P. M., Sousa, H., Gonçalves, M. C., Calvetti, D., Dias, P., & Camargo, F. (2020, juli 14). *People, Process, Technology in Construction 4.0—Balancing Knowledge, Distrust and Motivations*. https://login.easychair.org/publications/preprint_download/KSBF
- Maskuriy, R., Selamat, A., Maresova, P., Krejcar, O., & David, O. O. (2019). Industry 4.0 for the Construction Industry: Review of Management Perspective. *Economies*, 7(3), Artikkel 3. <https://doi.org/10.3390/economies7030068>
- McKinsey. (2019, april 19). *Governments can lead construction into the digital era | McKinsey*. <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/governments-can-lead-construction-into-the-digital-era>
- Morgan, J., & Liker, J. K. (2020). *The Toyota Product Development System: Integrating People, Process, and Technology*. CRC Press.
- Mæhlum, L. (2020). Triangulering. I *Store norske leksikon*. <https://snl.no/triangulering>
- NBIMS-US. (2022). *About the National BIM Standard-United States® | National BIM Standard—United States*. <https://www.nationalbimstandard.org/about>
- NGI, N. G. (2019). *What is BIM?* Norwegian Geotechnical Institute (NGI). <https://www.ngi.no/eng/Services/Technical-expertise/BIM/What-is-BIM>
- Queirós, A., Faria, D., & Almeida, F. (2017). Strengths and limitations of qualitative and quantitative research methods. *European Journal of Education Studies*, 0, Artikkel 0.

<https://doi.org/10.46827/ejes.v0i0.1017>

Quiso, E., Rivera, J., & Farje, J. (2021). Proposal for the application of ICE and BIM sessions to increase productivity in construction. *Journal of Physics: Conference Series*, 1803(1), 012027. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1803/1/012027>

Rafsanjani, H. N., & Nabizadeh, A. H. (2021). Towards digital architecture, engineering, and construction (AEC) industry through virtual design and construction (VDC) and digital twin. *Energy and Built Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.enbenv.2021.10.004>

regjeringen. (2017, februar 6). *Bygg21* [Styreradutvalg]. Regjeringen.no; regjeringen.no. <https://www.regjeringen.no/no/dep/kdd/org/styrer-rad-og-utvalg/bygg21/id2537860/>

Ribeiro, J., Lima, R., Eckhardt, T., & Paiva, S. (2021). Robotic Process Automation and Artificial Intelligence in Industry 4.0 – A Literature review. *Procedia Computer Science*, 181, 51–58. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.104>

Ringdal, K. (2011). *Enhet og mangfold—Samfunnsvitenskapelig forskning og kvantitativ metode* (2. utg.). Fagbokforlaget.

Rischmoller, L., Reed, D., Khanzode, A., & Fischer, M. (2018). *Integration Enabled by Virtual Design & Construction as a Lean Implementation Strategy*. 240–249. <https://doi.org/10.24928/2018/0521>

Sagberg, I. (2021). Endringsledelse. I *Store norske leksikon*. <https://snl.no/endringsledelse>

Samset, K. (2015). *Prosjekt i tidligfasen* (2. utg.). Fagbokforlaget.

Sander, K. (2022, november 29). *Induktiv og deduktiv studier*. eStudie.no. <https://estudie.no/induktiv-deduktiv/>

Shen, W., Hao, Q., & Xue, Y. (2012). A loosely coupled system integration approach for decision support in facility management and maintenance. *Automation in Construction*, 25, 41–48. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.04.003>

Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>

SSB. (2018, januar 19). *Produktivitetsfall i bygg og anlegg*. ssb.no. <https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/artikler-og-publikasjoner/produktivitetsfall-i-bygg-og-anlegg>

Standard Norge. (2023, mai). *NS 3467:2023*. Standard Online. <https://online.standard.no/ns-3467-2023>

Story, D. A., & Tait, A. R. (2019). Survey Research. *Anesthesiology*, 130(2), 192–202. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000002436>

Tranøy, K. E. (2019). Metode. I *Store norske leksikon*. <https://snl.no/metode>

Tranøy, K. E. (2022). Metode. I *Store norske leksikon*. <http://snl.no/metode>

Vaidya, S., Ambad, P., & Bhosle, S. (2018a). Industry 4.0 – A Glimpse. *Procedia Manufacturing*, 20, 233–238. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.034>

Vaidya, S., Ambad, P., & Bhosle, S. (2018b). Industry 4.0 – A Glimpse. *Procedia Manufacturing*, 20, 233–238. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.034>

van der Aalst, W. M. P., Bichler, M., & Heinzl, A. (2018). Robotic Process Automation. *Business & Information Systems Engineering*, 60(4), 269–272. <https://doi.org/10.1007/s12599-018-0542-4>

VDCNorway. (2017, mai 12). *Hva er VDC?* <https://www.vdcnorway.org/faginfo/>

VDCNorway. (2022, august 11). *VDC-kurs 2022—#VDCNorway*. <https://www.vdcnorway.org/vdc-kurs-2022/>

Vedlegg 1 - Intervjuguide

Intervjuguide

Formål/problemstilling:

«Hvordan kan automatisering av ingeniørfaglige arbeidsoppgaver føre til en redusert mengde manuelt arbeid og en mer effektiv BAE-næring?»

Forskningsspørsmål:

1. I hvilken grad har bransjen automatisert ulike arbeidsoppgaver og hva driver utviklingen?
2. Hvordan holdninger har folk i bransjen til utvikling og automatisering
3. Hvilke muligheter finnes ved en økt automatiseringsgrad av ingeniørfaglige prosesser og hvordan kan man få til dette?

Innledning:

1. **Fortelle hva formålet med intervjuet er.**

Formålet med intervjuet er å kartlegge bevisstheten rundt effektive og digitale prosesser i BAE-næringen. Hvordan bransjen digitaliseres og automatiseres sammen med mulighetene framover.

2. **Fortelle hvordan anonymitet blir behandlet. Avklare tillatelse til å ta opp intervju.**

Vi ønsker å ta opp intervjuet, transkribere svar på spørsmål, for å så anonymisere og bruke dette til å utarbeide en masteroppgave.

3. **Kort gjennomgang av hvordan intervjuet er delt opp og hvor lang tid de ulike delene tar.**

Tredelt intervju hvor det er satt av 5 minutter til introduksjon og 15 min til hver av de 3 delene og 5 minutter til avslutning.

Disposisjon for tidsbruk:

- **5 Minutter, introduksjon:** hvor vi går igjennom selve intervjuet, hva det handler om og hvordan det skal gjennomføres.
- **15 Minutter, Del 1:** Generelt hvor vi snakker litt rundt temaet og involverer dem inn i samtalen og gjør intervjuobjektet bevisst på hva effektiv bruk av digitale hjelpemidler kan innebære.
- **15 Minutter, Del 2:** Konkrete spørsmål og svar hvor vi prøver å forstå hva brukeren oppfatter som automatisering uten å direkte spørre om automatisering.
- **15 Minutter, Del 3:** Hvor intervjuobjektet rangerer 15-20 påstander/spørsmål etter hvor godt det stemmer. (Kvantitativ data)
- **5 Minutter, Avslutning:** Hvor vi avslutter og spør hva de har lært/presenterer hva vi har takker for at intervjuobjektet tok seg tid til å bli med på intervjuet.

Hoveddel:

Del 1:

Start intervjuet med på samtaleform. Gjør intervjuobjekt bevisst på hva effektiv bruk av digitale hjelpemidler kan innebære. Eksempel kan innebære: maler som standardiserer arbeidet. Eksempelvis mal for KS-rapportering eller mal for mengdeutregning (en Excel-mal der output fra BIM-modell går rett inn i malen som gir tallene og mengdene man har behov for). Formålet med en mal er å gjøre et stykke arbeid nå, slik at fremtidig arbeid blir mindre tidkrevende og av samme standard fordi det må fylles inn en viss mengde data.

Spørsmål og stikkord som kan bringe samtalen videre.

- **Utnytte de små potensialene istedenfor å løse komplekse problemer**
- **Effektivisere gjentakende prosesser**
- **Standardisering**
- **Er byggebransjen en effektiv bransje?**

Forklaring av hvordan man kan se på prosesser når man ønsker å automatisere.

Møteeksempel:

Møteprosess.

En møteprosess kan deles inn i tre deler:

- Forarbeid (møteinnkallelse, agenda og forberedelser)
- Gjennomføring (saksliste, hvem som er til stede og hva man blir enige om)
- Etterarbeid (møtereferat, utsendelse av potensielle endringer av dette)

Her kan de være at man har automatisert mye i forarbeidet, men for eksempel mindre når det kommer til etterarbeid med møtereferat og endringer. Når man deler opp prosessene slik blir det tydeligere hvor et eventuelt potensial ligger.

Del 2:

I denne delen stiller vi spørsmålene kort og konsist. Intervjuobjektet er i fokus gjennom de svarene som gis. Viktig å ikke stille ledende spørsmål, men være konkrete.

Spørsmål

1. Introduksjonsspørsmål: Hva forbinder du med automatisering?
2. Det brukes ulike programmer i forskjellige bedrifter. Hva legges til grunn når deres bedrift skal velge hvilke programmer som skal tas i bruk?
3. Gjøres det noen konkrete tiltak i bedriften din for å forbedre tilsvarende arbeidsoppgaver som møteeksempelet?
4. Kan du gi et eksempel på en arbeidsoppgave i ditt arbeid som kunne blitt effektivisert, men som enda ikke har blitt det.

Oppfølgingsspørsmål: Hva tror du er årsaken til at arbeidsoppgaven ikke er effektivisert, selv om potensialet er der?

5. Har dere en gjort en kartlegging av arbeidsoppgaver som kan automatiseres is større eller mindre grad?
6. Har du noen tanker om hva som hindrer automatisering av i arbeidsoppgaver på kontoret og i produksjonen?

7. Har du noen tanker om hva som skal til for å få til en større grad av automatisering av i arbeidsoppgaver på kontoret og i produksjonen?

8. Hvor enkelt mener du det er at data kan deles med andre, slik at det kan brukes i videre arbeid, til nye arbeidsoppgaver?

Del 3:

Deler skjerm med tabellen under og går igjennom spørsmål for spørsmål og fører inn svar.

Spørsmål/påstand	Rangering fra 1-6, eller ikke relevant (1 er veldig uenig/veldig lite fokus, 6 veldig enig/veldig stort fokus)
I min organisasjon er det krav fra ledelsen som driver den digitale utviklingen	x
Ansatte i min bedrift har planer om å lære nye måter å gjennomføre ulike prosesser.	x
Byggebransjen er relativt ineffektiv, så dette tyder på at potensialet er stort.	x
Kompetansen på digitale hjelpemidler er jevn, og de fleste kan like mye programvarene.	x
Tid- og prestasjonsbasert press fører til at tid til å utforske nye verktøy og gjennomføringsmetoder nedprioriteres	x
Det er vanskelig å få med andre aktører på nye programmer og systemer som implementeres	x
Det er utfordrende å samarbeide med aktører som bruker andre digitale programmer og systemer.	
For å få til effektivisering i alle ledd, kreves større grad av standardisering	x
Det er viktig at myndighetene kommer med strengere krav til digitale løsninger	x
Digitale løsninger er en forutsetning for å kunne gjøre vurderinger av bærekraft	x
Det er lett å automatisere de arbeidsoppgaver som gjøres på PC-en i dag	x
Vi har en plan for hvilke arbeidsoppgaver vi skal automatisere	x

Avslutning:

Oppsummere intervjuet og takke for at de satt av tid til å bli med.

Spør om de kjenner til andre dere bør kontakte.

Samt spørre om de har noen spørsmål rundt intervjuet eller andre temaer.

