

Martin Astrup Fivelsdal

Plan for implementering av kunstig intelligens i byggebransjen

Plan for Implementation of Artificial Intelligence
in the Construction Industry

Bacheloroppgave i byggingeniørfag

Veileder: Jomar Tørset

Mai 2020

Martin Astrup Fivelsdal

Plan for implementering av kunstig intelligens i byggebransjen

Plan for Implementation of Artificial Intelligence in
the Construction Industry

Bacheloroppgave i byggingeniørfag
Veileder: Jomar Tørset
Mai 2020

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



Kunnskap for en bedre verden

<p><i>Tittel / title:</i></p> <p>Plan for implementering av kunstig intelligens i byggebransjen</p> <p>Plan for Implementation of Artificial Intelligence in the Construction Industry</p>	<p><i>Prosjektnr.:</i></p> <p>34-2020</p>
	<p><i>Dato:</i></p> <p>20.05.2020</p>
	<p><i>Gradering:</i></p> <p>Åpen</p>
<p><i>Navn:</i></p> <p>Martin Astrup Fivelsdal</p>	
<p><i>Studieretning:</i></p> <p>Husbyggingsteknikk</p>	
<p><i>Veileder internt:</i></p> <p>Jomar Tørset</p>	
<p><i>Ekstern kontakt:</i></p> <p>Lars-Fredrik Forberg (Mestergruppen)</p>	
<p><i>Sammendrag:</i></p> <p>Byggebransjen står overfor et digitalt skifte, og det er et tydelig potensial når det gjelder implementering av ny teknologi. Utviklingen innen kunstig intelligens (KI) kan være innovasjonen bransjen har ventet på, men hvordan skal man implementere slik teknologi?</p> <p>Hensikten med denne oppgaven er å belyse fordelene KI kan ha for byggebransjen, og hva bedrifter burde tenke på ved implementering av KI. Dette innebærer risikohåndtering og implementeringsstrategier. Oppgaven er basert på vitenskapelig litteratur, en spørreundersøkelse sendt ut til bedrifter i byggebransjen, og tre intervjuer.</p> <p>Problemstillingen er som følger: «<i>Hvordan implementere kunstig intelligens i byggebransjen?</i>»</p>	
<p><i>Stikkord:</i></p> <p>KI (kunstig intelligens) Maskinlæring Implementering Sikkerhet og risiko</p>	<p><i>Keywords:</i></p> <p>AI (Artificial Intelligence) Machine Learning Implementation Safety and risk</p>

Forord

Bacheloroppgaven er avslutningen på ingeniørutdanningen ved Institutt for bygg- og miljøteknikk ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, NTNU. Rapporten er skrevet som en del av studieretningen «Husbyggingsteknikk» og emnet «TBYG3016 Bacheloroppgave Bygg». Oppgaven er utarbeidet våren 2020, og utgjør 20 studiepoeng.

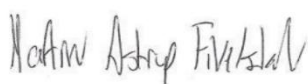
Min interesse for kunstig intelligens (KI), og et ønske om å fordype meg i temaet, brakte denne oppgaven til liv. Jeg var nysgjerrig på bruken av KI i byggebransjen, og hvordan man skulle implementere ny teknologi sømløst og vellykket. I tillegg er kunstig intelligens et ord på alles lepper, og derfor følte jeg det var aktuelt og nyttig å skrive en oppgave om nettopp det. Håpet mitt er at byggebransjen får nytte av dette dokumentet. Uansett har jeg lært masse, og jeg er overbevist om at denne lærdommen vil komme meg til gode i arbeidslivet.

Jeg vil først og fremst rette en stor takk til veilederen min, Jomar Tørset, for uvurderlig engasjement og gode råd gjennom hele oppgavens løp, og for å sørge for at jeg holdt stø kurs. Jeg ønsker å takke min eksterne veileder, som også er et av intervjuobjektene, Lars-Fredrik Forberg. Han og Mestergruppen kom med verdifulle innspill som ledet meg på riktig vei i oppgaven. Tusen takk til de to andre intervjuobjektene også, Rune Winther og Øyvind Smogeli, som tok seg tid til å intervju, og bidro med verdifullt datamateriale. En takk går også ut til alle bedriftene i byggebransjen som svarte på spørreundersøkelsen jeg sendte ut.

Å skrive bacheloroppgave har vært en stor utfordring, og mine nærmeste har vært gode støttespillere. Derfor vil jeg takke mine foreldre og bror som alltid er tilgjengelig på telefon hvis jeg skulle trenge det. Og helt til slutt vil jeg takke min kjæreste og samboer Camilla for hennes tålmodighet og støtte, som god samtalepartner, og for alltid å være positiv til mitt arbeid med bacheloroppgaven.

Takk Trondheim. Det har vært fine år.

Trondheim, mai 2020



Martin Astrup Fivelsdal

Abstract

The construction industry is taking strides towards digitalization, and the time for implementation of new technology is at its doorstep. The industry has been called out many times for its lack of innovation. Artificial Intelligence (AI) presents an opportunity and has the potential to be the innovation the industry has been waiting for, and what it needs to catch up to other industries that have already adopted AI.

The purpose of this assignment is to map the current use of AI in the industry, to shine a light on the benefits that AI can bring to the construction industry, and what companies should think of when implementing AI. This involves risk management and implementation strategies. The research question is: *"How to Implement Artificial Intelligence in the Construction Industry?"*. To answer this question, there is conducted a survey that was sent to companies in the construction industry, and three separate interviews. In addition to research from scientific literature and other articles about the subject.

The findings of this study reveal that despite what the literature says about little, to no use of Artificial Intelligence in the construction industry, some companies in Norway are already using AI. This is particularly evident in the survey, where almost half of the participants responded that they use some type of AI. Still, the industry is a long way from fully adopting it. And implementing new technology is challenging, especially something as complex as AI. There are many factors to consider, and many people are involved in the process. Though, where the literature is almost unanimous, is that the human aspect of implementing new technology is as important, if not more important, than the technology itself. However, the presence of AI in the construction industry is still at an early stage, so whether one can rely on the literature at this moment is uncertain. Time will tell.

Companies will have to identify areas where AI is needed the most. An idea is to create a dedicated department that works exclusively with the digitalization and implementation of new technology. This measure will aid in preventing unnecessary risks, and make sure all employees are involved in the implementation process. The fear of being replaced by AI is real among many. However, both the literature and the interviews believe that it's more likely to be a reorganization and redefinition of roles in the company. Again, communication and openness are key. Managers must explain to their employees the benefits of AI, and they have to spread

that mindset throughout the company so that everyone is ready to accept change. What is important to keep in mind is that AI does not solve all problems, but the technology can be of great value if it is implemented and used properly and responsibly.

Ultimately, every business is different, so what works for each of them must be up to themselves. This thesis presents theory of AI, implementation and risk, as well as first-hand perspectives and knowledge from people in the industry. But is it enough to construct a plan for implementation of Artificial Intelligence in the construction industry?

INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD	I
ABSTRACT	II
FIGURLISTE	V
TABELLISTE	V
AKRONYMER	VI
1. INNLEDNING	1
1.1 BAKGRUNN	1
1.2 FORMÅL OG PROBLEMSTILLING.....	2
1.3 OMFANG OG AVGRENSNINGER	2
2. TEORI	3
2.1 KUNSTIG INTELLIGENS	3
2.2 KI I BYGGEBRANSJEN.....	7
2.3 INNOVASJON	8
2.4 IMPLEMENTERING	9
2.4.1 IMPLEMENTERINGSSTRATEGI	11
2.5 RISIKO.....	13
3. METODE	16
3.1 VALG AV METODE	16
3.2 SPØRREUNDERSØKELSE	16
3.3 INTERVJU	17
3.4 METODEKRITIKK OG FEILKILDER	17
4. RESULTATER	19
4.1 SPØRREUNDERSØKELSE	19
4.2 INTERVJUER	22
4.2.1 INTERVJU MED LARS-FREDRIK FORBERG	22
4.2.2 INTERVJU MED RUNE WINTHER	25
4.2.3 INTERVJU MED ØYVIND SMOGELI	30
5. DISKUSJON	33
5.1 BRUKES KI I BYGGEBRANSJEN I DAG, OG HVILKE FORDELER KAN KI HA FOR BYGGEBRANSJEN?	33
5.2 I HVILKEN GRAD HAR BYGGEBRANSJEN FORBEREDT SEG PÅ IMPLEMENTERING AV KI?	35
5.3 HVILKE RISIKOER OG KONSEKVENSER KAN IMPLEMENTERING AV KI FØRE TIL?	37
6. KONKLUSJON	38
REFERANSER	40
VEDLEGG	43
VEDLEGG 1: ARTIKKEL.....	44
VEDLEGG 2: PLAKAT	46
VEDLEGG 3: INTERVJUGUIDE – FOR INTERVJUOBJEKT	47

Figurliste

FIGUR 1: PÅVIRKNING PÅ VERDIKJEDEN I BYGGEPROSJEKTER VED BRUK AV KI, INSPIRERT AV SCHOBER (2020).....	7
FIGUR 2: GRADEN AV INNOVASJON.....	9
FIGUR 3: BRUK AV KI I DAG.....	20
FIGUR 4: FORDELING AV BEDRIFTSSTØRRELSE.....	20
FIGUR 5: NÅR BEDRIFTEN SER FOR SEG INNFØRING AV KI	20
FIGUR 6: FORDELING AV BEDRIFTER SOM SER FOR SEG INNFØRING AV KI INNEN 1-3 ÅR	20
FIGUR 7: FORNØYDHETSSKALA FOR BRUK AV KI.....	21

Tabelliste

TABELL 1: FORDELING AV ANTALL ANSATTE	19
TABELL 2: FORM FOR KI I BRUK.....	21

Akronymer

AI	ARTIFICIAL INTELLIGENCE (KUNSTIG INTELLIGENS)
BAE	BYGG, ANLEGG, EIENDOM
BD	STORDATA (BIG DATA)
CS	INFORMATIKK (COMPUTER SCIENCE)
DL	DYPLÆRING (DEEP LEARNING)
DS	DATA SCIENCE
IoT	TINGENES INTERNETT (INTERNET OF THINGS)
KI	KUNSTIG INTELLIGENS
ML	MASKINLÆRING (MACHINE LEARNING)
NLP	NATURLIG SPRÅKBEHANDLING (NATURAL LANGUAGE PROCESSING)
NTNU	NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET

1. Innledning

Dette kapitlet tar for seg bakgrunnen og formålet for oppgaven, samt omfang og avgrensninger. Det blir også presentert oppgavens problemstilling og forskningsspørsmål.

1.1 Bakgrunn

Byggebransjen er en av de største i verdensøkonomien med omtrent 100 billioner NOK (100.000 milliarder NOK) brukt på konstruksjoner og byggekostnader hvert eneste år. I tillegg jobber ca. 7% av hele verdens yrkesaktive befolkning i byggebransjen, så at den har en stor innvirkning på samfunnet er det ingen tvil om (1). Sammenlignet med andre bransjer ligger byggebransjen etter når det gjelder implementering og bruk av ny teknologi, da spesielt kunstig intelligens (KI). Til tross for at det er grunnlag for høy avkastning og interesse i kunstig intelligens, er det i den nærmeste fremtid forventet beskjedne implementering i byggebransjen. Dette er på bakgrunn av at mange bedrifter i BAE-næringen har begrensede muligheter når det gjelder personell, prosesser og verktøy for å implementere KI (2). Det kan tenkes at grunnen til dette er at det i byggebransjen ikke har vært vanlig praksis å investere i langsiktig innovasjon, men at innovasjon skjer innenfor hvert enkelt prosjekt (3). Når det er sagt er det stadig økende konkurranse, som byggebransjen må holde tritt med. Det er med andre ord forventet et skifte, hvor byggebransjen også må satse mer på løsninger som innebærer kunstig intelligens.

I dag er kunstig intelligens et ord på alles lepper, og er derfor meget aktuelt i dagens samfunn. Gjennom regjeringens forslag om en «Nasjonal strategi for kunstig intelligens» (4) pekes det på at KI blir viktig for å opprettholde et bærekraftig velferdssamfunn i fremtiden, ved å jobbe mer effektivt og smartere. Det kan bidra til at arbeidsoppgaver løses bedre, og ikke minst på nye måter.

Dette er bakgrunnen for denne bacheloroppgaven. Jeg ser et stort potensial med innføring av KI i byggebransjen, og mitt ønske er å informere om og komme med innspill til hvordan kunstig intelligens kan implementeres vellykket og gi økt verdi til bransjen som helhet.

1.2 Formål og problemstilling

Valget av tema begynte først og fremst som en utfordring til meg selv, og grunnet en interesse for KI og en visshet om at denne teknologien er like rundt hjørnet for byggebransjen. Målet med oppgaven er forhåpentligvis å gi bransjen et informativt dokument rundt KI, som også gir anbefalinger om fremtidig implementering av slik ny teknologi, samt tanker rundt risiko og mulige konsekvenser. Problemstillingen for oppgaven er definert som følger:

«Hvordan implementere kunstig intelligens i byggebransjen?»

For å besvare problemstillingen er det nødvendig å forklare kunstig intelligens, kartlegge bruken av det i bransjen, utforske de positive og negative effektene som kan forekomme ved implementering av KI, samt undersøke aktørenes holdninger til KI. Det er dermed utarbeidet tre forskningsspørsmål:

- Hvilke fordeler kan implementering av KI ha for byggebransjen?
- I hvilken grad har byggebransjen forberedt seg på implementering av KI?
- Hvilke risikoer og konsekvenser kan implementering av KI føre til?

1.3 Omfang og avgrensninger

Denne oppgaven markerer slutten på bachelorstudiet ved Institutt for bygg- og miljøteknikk ved NTNU i Trondheim. Oppgaven gir 20 studiepoeng og er gjennomført over omtrent 20 uker våren 2020. Studieretningen min er husbygningsteknikk, og oppgaven fokuserer derfor hovedsakelig på bruk av KI i og for BAE-næringen i Norge. En del begrensninger vil det være, hvor tiden er største faktor. En annen utfordring er at mengden informasjon rundt problemstillingen er begrenset, samt at hverken «implementering av ny teknologi» eller «kunstig intelligens» har blitt undervist om i løpet av studiet. Dette er en del av utfordringen og grunnen til at nettopp denne oppgaven blir skrevet.

2. Teori

I dette kapittelet blir teorien i oppgaven presentert. Dette inkluderer kunstig intelligens – generelt og i byggebransjen, innovasjon, implementering og risiko.

2.1 Kunstig intelligens

Kunstig intelligens er et svært komplekst og omfattende tema. I denne oppgaven er det derfor valgt å gi en generell innføring i hva KI er og hva det kan brukes til. Det er forsøkt å forenkle og begrense informasjonen i den grad det er mulig. Noen grener innen KI vil bli fokusert mer på, da de per i dag er oppfattet som mest aktuelle for byggebransjen, og denne oppgaven.

Kunstig intelligens er først og fremst en vitenskapsdisiplin, og en gren innenfor informatikk (Computer Science) som prøver å skape intelligente maskiner og datasystemer som etterligner menneskelig intelligens og adferd (5, 6). Dette kan være oppfattelsesevne, språkbehandling, problemløsning og planlegging, læring og tilpasning, og å ta beslutninger basert på omgivelser, altså resonnering (7). Den Nasjonale strategi for kunstig intelligens (4) definerer KI slik:

‘Kunstig intelligente systemer utfører handlinger, fysisk eller digitalt, basert på tolkning og behandling av strukturerte eller ustrukturerte data, i den hensikt å oppnå et gitt mål. Enkelte KI-systemer kan også tilpasse seg gjennom å analysere og ta hensyn til hvordan tidligere handlinger har påvirket omgivelsene.’

Kolbjørnsrud (2017) definerer KI som *‘IT-applikasjoner som kan sanse omgivelsene, forstå sammenhenger i data, handle og lære av erfaring.’* For å forstå hva som inngår under paraplyen «kunstig intelligens» og hva det kan brukes til, er det nødvendig å forklare enkelte begreper som er sentrale innenfor temaet:

- **Autonomi (Autonomy)**

Et system er autonomt når det klarer å gjøre oppgaver i komplekse omgivelser uten hjelp fra mennesker (9).

- **Maskinlæring (Machine Learning, ML)**

En underkategori av KI som består av teknikker som gjør at datamaskiner kan behandle store mengder med data, lære av dataene, og deretter ta beslutninger basert på denne kunnskapen. Systemet blir bedre jo mer informasjon og erfaring det får (9). Kvaliteten på dataene er avgjørende for hvor god maskinlæringsalgoritmen er (10).

- **Dyp læring (Deep Learning, DL)**

En underkategori av maskinlæring som kan løse enda mer komplekse matematiske modeller, muliggjort av nåtidens datamaskinkraft og nevralt nettverk (9).

- **Kunstige nevralt nettverk (Artificial Neural Networks)**

Nevrale nettverk er et av hovedverktøyene brukt i maskinlæring. De er forenklede etterligninger av biologisk nervevev fra hjernen eller det sensoriske system, og skal prøve å kopiere måten vi mennesker lærer på (11).

- **Naturlig språkbehandling (Natural Language Processing, NLP)**

Bruker maskinlæring for å registrere tekst eller lyd, og forstå meningen og sammenhengen. Talegjenkjenning og språkforståelse som kan brukes til sortering og klassifisering av dokumentasjon, og trekke ut relevante data i store informasjonsmengder (4). Inkluderer også oversettelse av tekst (12).

- **Naturlig språkgenerering (Natural Language Generation, NLG)**

Bruker KI-teknikker til å produsere skriftlig eller muntlig gjenfortelling fra et datasett. NLG er relatert til datalingvistikk, naturlig språkbehandling (NLP)(13).

- **Robotikk (Robotics)**

Konstruksjon og programmering av roboter, som i tillegg fungerer i den virkelige verden. Inkluderer alle salgs kjøretøy som har sensorer og aktuatorer og et visst nivå av selvstyring (9).

- **Stordata (Big Data)**

Strukturerte, semistrukturerte og ustrukturerte data samlet av organisasjoner, hvor dataene kan utvinnes for informasjon og brukes til blant annet maskinlæringsprosesser, prediktiv modellering og andre avanserte analyseprogrammer. Stordata kommer fra et hav av ulike kilder som transaksjonssystemer, kundedatabaser, mobilapps, sosiale nettverk, osv. (14)

- **Tingenes internett (Internet of Things, IoT)**

Betegnelse på et system med økende antall enheter som er koblet til internett, hvor hver enhet har en unik identifikator (15). Dette kan være mobiltelefoner, teknologi i smarthus, laptop, smartklokker, sensorer i alt fra hjertemonitorer og biler osv. De er alle en del av IoT så lenge de er koblet til internett og deler data (4, 15). IoT genererer Big Data.

- **5G**

Neste generasjons mobilnett som er mye raskere, har lavere responstid og kan håndtere mye større datamengder enn det eksisterende 4G-nettet. Vil være en vesentlig utvikling for realisere fullskala IoT (4).

Selv om kunstig intelligens er godt forsket på, så er vi fortsatt langt unna den type KI de fleste av oss er kjent med fra sci-fi filmer. En type androide som snakker med monoton stemme og har intelligens på nivå med eller over menneskelig intelligens. Dette er det vi kaller for *kunstig generell intelligens* (Artificial General Intelligence, AGI) (4).

Vi deler som regel KI i to grupper: *Sterk/generell* og *svak/smal*. AGI er typisk sterk KI, mens de KI-systemene vi har i dag klassifiseres som svak eller smal KI. Disse systemene er ikke nødvendigvis svake i den forstand at de fungerer dårlig, men de er ofte utviklet for å takle én bestemt oppgave, som f.eks. mønstergjenkjenning eller taleassistenter som Siri, Alexa, Cortana og Google Assistant. I motsetning til svak KI, så vil sterk KI fungere mer som en menneskelig hjerne. Dersom du stiller et spørsmål til denne type KI får du ikke et svar med to streker under. Sier du f.eks. «god morgen» kan denne type KI slå på kaffemaskinen, eller gjøre lignende handlinger. Den fungerer altså mer komplekst enn en svak KI (4).

Hintze (2016) deler KI i fire kategorier:

Type I KI:	Reaktive maskiner (Reactive machines)
Type II KI:	Begrenset minne (Limited memory)
Type III KI:	Teori om sinnet (Theory of mind)
Type IV KI:	Selvbevissthet (Self-awareness)

Med *reaktive maskiner*, eller *reaktiv KI*, menes de mest grunnleggende formene for KI. Systemer som kun er reaktive, og som ikke har noe minne. De kan altså ikke handle ut fra tidligere erfaringer (16).

Systemer med *begrenset minne* kan holde på informasjon i en begrenset periode, men kan ikke lagre disse dataene permanent (16). Et godt eksempel på dette er selvkjørende biler som bruker sensorer for å navigere omgivelsene.

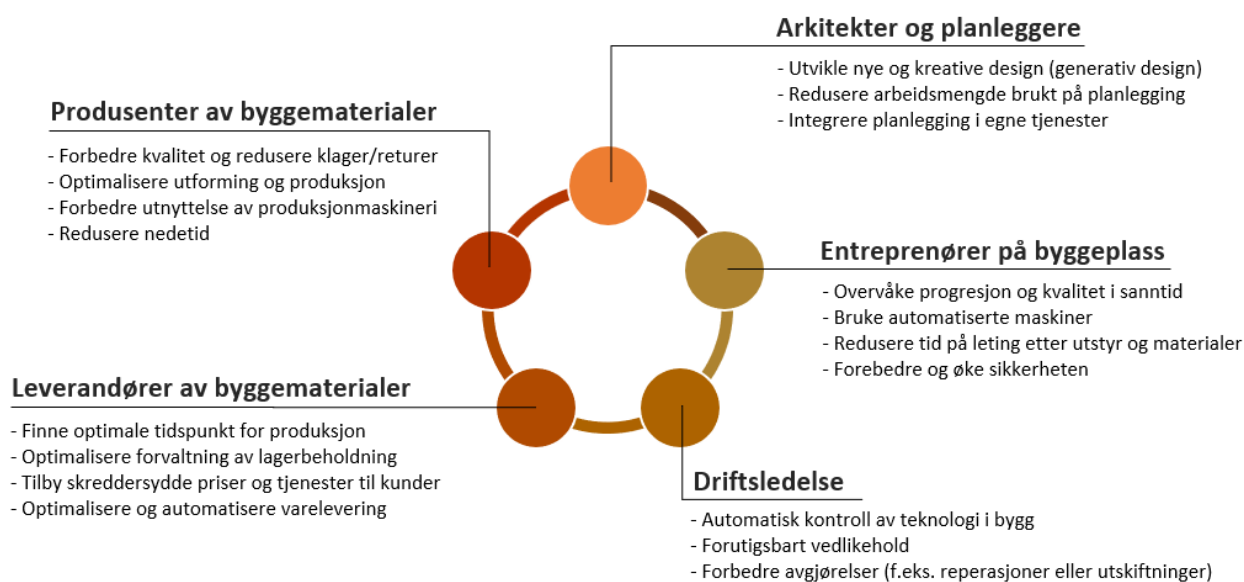
Teori om sinnet, eller *mentalisering*, er i psykologien evnen til å tilegne mentale tilstander til seg selv og andre. Dette kan være tanker, kunnskap, tro og følelser. I tillegg til det å forstå at mennesker kan ha andre mentale tilstander enn seg selv (17). Overført til KI betyr det at systemet vil ha nok sosial intelligens til å forstå følelser. Denne type KI-system vil være i stand til å tolke menneskelige intensjoner og forutsi adferd. Dette er ansett som neste milepæl innen KI's evolusjon (12).

Til slutt har vi *selvbevissthet* hvor KI-systemer har nådd punktet hvor de har en følelse av «seg selv», noe som gir dem bevissthet. De vil ha intelligens på nivå med mennesker, og kan i tillegg passere vår intelligens. Denne type KI eksisterer ikke per i dag (16).

2.2 KI i byggebransjen

Digitaliseringen av byggebransjen er i gang, og den begynner allerede å endre etablerte metoder og prosesser, men har uante muligheter i vente. Kunstig intelligens er forventet å kunne øke effektiviteten i hele verdiløpet i et prosjekt. Spørsmålet er hvordan hver enkelt bedrift, og bransjen som helhet, skal kunne utnytte det KI har å by på? Hvilke «use cases», eller på hvilke områder, er det realistisk å forvente at KI blir en bidragsyter?

Svaret er enkelt, men også komplisert. KI kan ha nytteverdi i alle ledd gjennom hele verdikjeden av et prosjekt. Materialprodusenter, materialleverandører, arkitekter, planleggere, entreprenører og driftspersonell kan bli påvirket, men også ha muligheten til å bruke KI (18).



Figur 1: Påvirkning på verdikjeden i byggeprosjekter ved bruk av KI, inspirert av Schober (2020)

Bharadwaj (2019) mener de største bruksområdene for kunstig intelligens i byggebransjen er:

1. Planlegging og design
2. Sikkerhet
3. Autonomt utstyr
4. Overvåking og vedlikehold

KI kan adressere sikkerhetsrisikoer og ineffektivitet. Anleggsmaskiner kan bli utstyrt med kameraer som samler inn data, og droner kan hjelpe til med terrengvisualisering av byggeplassen. På denne måten kan man ta bedre og mer informerte beslutninger basert på en

høyere bevissthet om omgivelsene sine. De viktigste bruksområdene for AI i byggesektoren ser allikevel ut til å dreie seg mest om å bruke maskinlæring for mønstergjenkjenning og maskinsyn for bildegjenkjenning (19). Blanco *et al.* (2018) mener det mest aktuelle områdene for bruk av KI i byggebransjen er:

- Prosjektplanoptimalisering: Kan vurdere millioner av alternativer for prosjektlevering, og kontinuerlig forbedre den generelle prosjektplanleggingen.
- Bildegjenkjenning og klassifiseringsverktøy: Kan vurdere videodata fra arbeidsplassen, for å identifisere usikre arbeidsmetoder som kan brukes som informasjon og veiledning i fremtidig prosjekter.
- Forsterkede analyseplattformer: Kan samle og analysere data fra sensorer for å forstå signaler og mønstre for å distribuere sanntidsløsninger, kutte kostnader, prioritere forebyggende vedlikehold og forhindre uplanlagte driftsstanser.

2.3 Innovasjon

Lenge er det blitt påstått at byggebransjen er lite innovativ, og som et obligatorisk kapittel i bacheloroppgaven, handler dette kapitlet om *innovasjon*. Dagens teknologi, og utvikling i samfunnet generelt, har bidratt til at innovasjon kan skje hurtigere enn tidligere. Fordelen med å implementere ny teknologi er at det kan gi markedsandeler og nye kunder. For å få til det må nyskapingen skape verdi for kunden (20). Innovasjon har mange ulike definisjoner. Digitaliseringsdirektoratet (2018) viser til følgende definisjon:

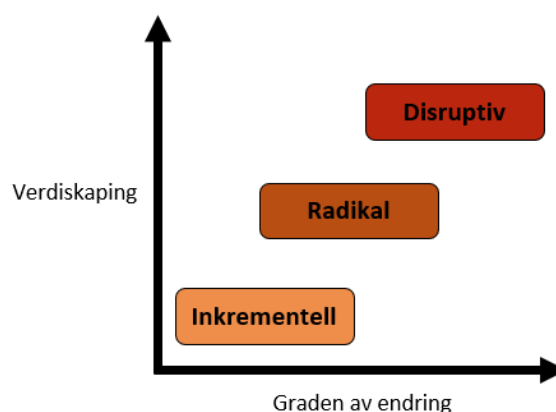
«Innovasjon er å fornye eller lage noe nytt som skaper verdi for virksomheten, samfunn eller innbyggere. Formen er eksperimenterende og løsningen er ikke kjent på forhånd.»

For at verden skal bevege seg fremover trenger den innovasjon, og det er et stort, uforløst potensial for det innen byggebransjen. Men hva er egentlig en innovasjon? Er det kun å skape noe nytt, eller må flere kriterier oppfylles? For at en idé skal gå fra kun *en idé* til *en innovasjon*, må ideen bli tatt i bruk og ha en verdiskapning (22). Det kan være nye produkter, tjenester, teknologi, prosesser eller forretningsmodeller.

En innovasjon kan være *inkrementell*, *radikal* eller *disruptiv* (20, 22), som da betyr at endringen skjer med små steg, større steg, eller som et brak. *Inkrementell* innovasjon kan skje

over flere år, som f.eks. overgangen fra VHS til DVD, eller små endringer til allerede eksisterende produkter eller tjenester. En *radikal* innovasjon vil ha en større innvirkning på markedet, og vil i noen tilfeller erstatte eksisterende produkter. MP3-spilleren er et godt eksempel på radikal innovasjon. Plutselig kunne man ha favorittsangene med seg overalt. Men alt endret seg da musikkstrømmetjenestene tok verden med storm, som f.eks. Spotify, og dette er en *disruptiv* innovasjon. Hele markedet endret seg, og førte til at bransjen måtte tenke helt annerledes.

Clayton M. Christensen sa i 1995 at disruptiv innovasjon er «nyskaping som forstyrrer et eksisterende marked ved å gjøre en eksisterende forretningsmodell irrelevant». Figur 2 viser hvordan graden av endring og verdiskaping bestemmer graden av innovasjon. Kunstig intelligens blir ofte omtalt som nåtidens mest disruptive teknologiske innovasjon (23, 24).



Figur 2: Graden av innovasjon

2.4 Implementering

Ulike studier tilsier at omtrent 33-43% av dagens jobber i Norge har høy sannsynlighet for automatisering. Mange frykter at maskiner vil ta over mange jobber, men det sies også å være stort potensial i samspillet mellom mennesker og intelligente maskiner. Det er heller ikke umulig at det vil bli skapt nye jobber, innenfor utvikling, trening og vedlikehold av intelligente systemer. Det vil altså antageligvis heller bli en omstilling istedenfor større arbeidsledighet (8).

Byggebransjen består av veldig mange forskjellige små-, mellomstore- og store bedrifter. Når en så stor industri er fragmentert, og når samarbeidet er såpass fraværende mellom bedriftene, blir det vanskelig å implementere ny teknologi (10, 25). Andre industrier har i stor grad klart å ta til seg og utvikle ny teknologi (8), og en kan spørre seg om byggebransjen i det hele tatt er villig, eller kapable til å gjøre det samme. Likevel er det en trend i dag som tilsier at det har blitt tatt ett (eller flere) steg i riktig retning, ettersom det nå tas i bruk ny teknologi i større grad enn tidligere. Så hvilke barrierer gjenstår før byggebransjen er «on par» med resten av verden hva gjelder teknologisk fremdrift, og hva skal til for å implementere den?

Det blir anslått av forskere at KI vil føre til den største endringen i arbeidslivet siden den første industrielle revolusjon. Samtidig anslås det at alt fra en tredjedel til over halvparten av alle jobber sannsynligvis vil automatiseres innen 2030, hvor dette er mye grunnet at teknologisk utvikling er én av de største endringskreftene i dagens næringsliv. Det er derfor viktig å rette søkelyset mot god kunnskap og gode holdninger til kunstig intelligens, da dette mest sannsynlig vil gi ledere av bedrifter bedre forutsetninger for vellykket innføring (8).

Ifølge Henderson *et al.* (2010) går det i stor grad ut på det menneskelige og ikke selve teknologien når det gjelder en suksessfull implementering. Slik det veldig ofte foregår i mange bedrifter i dag er en hierarkisk struktur og tilnærming til nye ideer, og bruk av disse nye ideene. Det begynner med at en nede i hierarkiet identifiserer et problem, og tar dette videre til mellomledelsen som enten ser seg enig eller uenig i problemstillingen. Hvis enig, tas det videre opp til øverste nivå som tar en endelig beslutning, ofte med basis i kostnad/gevinst. Deretter er det opp til mellomledelsen å utvikle en implementeringsstrategi som til slutt blir innført og utprøvd av de nederst i hierarkiet. Her oppstår første barriere. De som opprinnelig identifiserte problemet har ikke vært med i beslutningsprosessen og kan i enkelte tilfeller få en slags «endringsvegring» til det hele. Ansatte i en bedrift med «endringsvegring» eller sagt på en annen måte, er «motstandere til endring», er ifølge mange forfattere en stor utfordring når det gjelder implementasjon (som sitert i Henderson *et al.* (2010)).

Videre kan en stille seg spørsmålene (26):

1. Hvor godt passer innovasjonen inn (enten som opprinnelig planlagt eller etter modifisering)?
2. I hvilken grad forstår alle ansatte hva innovasjonen går ut på?
3. På hvilke måter vil innovasjonen dekke eller løse viktige behov for bedriften?
4. Har de ansatte et realistisk syn på hva innovasjonen kan oppnå, og er de klare for å fronte, støtte og bruke den nye innovasjonen?

Kolbjørnsrud (2017) peker på tre instrumentale punkter for tillitt til- og innføring av KI:

- 1) at man forstår hvordan KI-systemet virker og gir råd
- 2) at systemet demonstrerer gode resultater over tid, og
- 3) at systemet gir gode forklaringer, ikke bare orakelsvar

Det er altså konsensus i academia at det å involvere ledere og andre ansatte i prosessen med å utvikle og innføre kunstig intelligente systemer er av stor betydning. Vi mennesker trenger å prøve ut nye ting selv, for å forstå det og få egen erfaring med å bruke det. Dessuten med en del KI-systemer er det ikke bare vi mennesker som skal lære, men også maskinen selv som skal lære (ref. maskinlæring).

2.4.1 Implementeringsstrategi

Men hvordan skal man implementere kunstig intelligens i praksis? Schober (2020) i Roland Berger¹ anbefaler en 5-trinns løsning:

1. Aksepter endring

Man må akseptere at endring er nødvendig, og spre den tankegangen til hele bedriften. For å klare det må man ha en tydelig kommunikasjonsstrategi så alle ansatte i bedriften blir inkludert. Dette er spesielt viktig fordi mange ser på KI som en trussel, og er redde for å miste jobben. Derfor må man forklare fordelene med kunstig intelligens til alle i bedriften. Planlegg dette nøye for å forhindre ryktespredning. Dette er kanskje velkjente utfordringer, men det gjør dem vel så viktige. Sørg for alle ansatte er åpne for endring og for nye teknologier slik at de er villige til å ta i bruk KI-baserte løsninger.

Dette første trinnet er kanskje det aller viktigste for en vellykket implementering av KI-verktøy. For hvis ikke man klarer å overbevise de ansatte om at endring er nødvendig, og at bruken av KI forbedrer deres måte å jobbe på, vil de havne i kategorien «endringsmotstandere».

2. Ta en beslutning

Når alle ansatte er åpne for endring kan man begynne å identifisere use cases (brukstilfeller) for KI i bedriften. Ranger dem så etter hovedkriteriene: kjerne- kontra ikke-kjernevirksomhet, hvor lett er det å implementere (er det forenlig med nåværende prosesser, finnes det hylleløsninger tilgjengelig), og effektivitetsgevinster på kort- og lang sikt. Sørg samtidig for å danne et basisgrunnlag for bruk av KI, som kunnskap om Data Science og implementeringskompetanse.

Deretter må man utvikle en KI-strategi som passer inn med bedriftens overordnede strategi. En datastrategi (strategi for genererte data) må være en del av den, og hvis man ikke har en,

¹ Roland Berger er et globalt strategikonsulentfirma med hovedkontor i München, med 50 kontorer i 36 land.

opprettet man en. Hvis man har en, kan man justere den i henhold til dataene man trenger for de identifiserte use casene, og deretter begynne for fullt med nødvendig datainnsamling. Bedriftens datastrategi må kompletteres av en omfattende IT-strategi. IT-strategien skal gjøre det mulig for bedriften å utnytte det fulle potensialet til kunstig intelligens. Dette vil kun være mulig dersom IT-systemet som kjøres og bedriftens IT-avdeling er kvalifiserte til å implementere KI-verktøy, og til å veilede de ansatte som skal bruke verktøyet.

Dette trinnet definerer retningslinjene for den påfølgende implementeringen av KI i bedriften. Derfor er det ytterst viktig at strategiene og use casene sammenfaller slik at alle avdelinger har felles målsettinger.

3. Sett i gang – nå!

Begynn smått, som ved å implementere kunstig intelligens i f.eks. støttefunksjoner, som også passer i KI-strategien til bedriften. Dette vil sørge for kompatibilitet for fremtidige KI-løsninger. Deretter bør man tenke på hvilke andre use cases som vil nyttiggjøre seg av denne løsningen, og bygge seg oppover til mer komplekse KI-systemer. Ved å sette i gang prosjekter som kan forventes å gi raske gevinster, vil det belyse fordelene ved KI for alle i selskapet, og dermed skape positivt fremdrift. For å sikre bedriften mot implementeringsvasker, kan man begynne med hylleløsninger dersom det finnes.

Ved valg av hylleløsninger til første KI-system i bedriften, burde leverandøren velges med omhu. Det kan være fornuftig å velge samme leverandør til to forskjellige applikasjoner for å sikre seg mot inkompatibilitet, og utnytte at applikasjonene muligens samarbeider bedre. Det anbefales derfor å ha kontroll på leverandører av KI-baserte løsninger og eventuelt rangere dem etter relevante kriterier.

4. Tilrettelegg for utvikling

Etter å ha implementert små, standardiserte KI-løsninger, kan bedriften gå for mer ambisiøse applikasjoner, og en mer helhetlig, menneskesentrert tilnærming. For å gi bedriften konkurransefortrinn, burde den gå vekk fra hylleløsninger og heller utvikle algoritmer in-house som er laget spesifikt for bedriften. Utvikling og drift av et slikt system krever opplæring, og god endringsledelse og kommunikasjon.

Så tidlig som mulig, og helst før dette trinnet, burde bedriften opprette en egen digital- eller KI-avdeling. Denne avdelingens oppgave er hovedsakelig å være pådriver for endring i hele bedriften mot en digitalisert fremtid, og en økende bruk av kunstig intelligens. Bedrifter som etablerer en slik avdeling har allerede rapportert at implementeringen går mye hurtigere som et resultat. For at avdelingen skal lykkes, kreves det organisatoriske endringer, ettersom den burde plasseres på høyeste nivå i bedriften, og de ansatte i avdelingen burde kun ha arbeidsoppgaver knyttet til den avdelingen.

5. Tenk stort

De fire foregående trinnene vil ha sørget for at bedriften har grunnlaget for mer omfattende bruk av KI, slik at man kan ekspandere de eksisterende KI-systemene til alle områder i selskapet. Dersom man ønsker å implementere KI på nye områder, gjør man det på samme måte som tidligere: Start smått og skaler opp. Vær klar for å overføre mer og mer kontroll over driften til KI-systemene, ettersom KI utnytter sitt fulle potensial når parameterne kan endres autonomt.

2.5 Risiko

Innføring og utvikling av ny teknologi og spesielt kunstig intelligens, fører med seg forskjellige former for risiko man ikke tidligere har tatt hensyn til eller tenkt på. Risiko innebærer uønskede hendelser og tap (27), og kunstig intelligens introduserer nye problemstillinger hva angår risikovurdering og -håndtering. Dette delkapittelet belyser de ulike risikoene og fallgruvene KI kan føre med seg.

Risiko handler alltid om noe som kan skje i fremtiden. For å avdekke risiko kan man utføre en risikoanalyse for å kartlegge risiko knyttet til et tiltak, et system eller en situasjon. Det er flere ulike måter å gjennomføre en risikoanalyse på, og det er ulikt hvor detaljert den skal være avhengig av for eksempel hva resultatene fra analysen skal brukes til (28). En risikoanalyse er en analytisk metode for å identifisere og vurdere mulige uønskede hendelser som kan lede til skade på mennesker, miljø og andre viktige verdier. Det er i hovedsak tre grunnleggende spørsmål en bør svare på i en risikoanalyse:

1. Hva kan gå galt?
2. Hva er sannsynligheten for at de uønskede hendelsene inntreffer?

3. Hvilke konsekvenser kan hver av de uønskede hendelsene medføre?

Kaplan *et al.* (2012) deler risiko inn i tre kategorier: *Unngåelig* risiko, *Strategisk* risiko og *Ekstern* risiko. Først har man *unngåelig* risiko som det er mulig å få kontroll på. Eksempler på dette er teknologisk risiko, sikkerhetsrisiko, kompetanserisiko og økonomisk risiko. Dette kan være alt fra e-poster som blir sendt ut ved en feiltakelse til virus- og hackerangrep. Videre har man *strategisk* digital risiko som innebærer at bedriften er villige til å akseptere noe risiko for gevinst. Eksempler på dette kredittisiko og risiko ved strategisk satsing på forskning og utvikling. Til slutt er det *ekstern* risiko som til syvende og sist er utenfor bedriftens kontroll. Eksempler på dette er paradigmeskifter, lovendringer, disruptiv innovasjon, dramatiske prisendringer eller tilgang til produkter eller tjenester (30).

Risikovurdering av kunstig intelligens er meget komplekst, og vil i noen tilfeller kunne gå under alle tre kategoriene. Men hvordan skal bedrifter gå frem for å håndtere risikoen? Kaplan *et al.* (2012) har gjennom flere års forskning kommet frem til tre forskjellige retninger man kan ta, og det er også blitt klart at «one size fits all» ikke gjelder. Hvilken modell som skal brukes kommer helt an på hvilken bransje bedriften opererer i. Standardisering er kanskje ikke mulig når det gjelder risikohåndtering, og de tre retningene eller modellene Kaplan foreslår er:

Uavhengige eksperter:

Kan bestå av et eget styre som skal vurdere risiko, sammensatt av uavhengige tekniske eksperter. Deres oppgaver er å utfordre og stille spørsmål ved prosjektingeniørenes design, utføre risikovurderinger og ta risikoreducerende beslutninger. Denne modellen er for bedrifter med stor egenrisiko, som kanskje satser på lange og komplekse produktutviklingsprosjekter. De opererer gjerne med kjent risiko som endres sakte over tid. Fordi risikoen er relativt uendret, trenger styret bare å møtes en eller to ganger i året (29).

Tilretteleggere

En modell for bedrifter som opererer i stabile markeder med forutsigbart kundebehov. Her kan risiko komme fra tilsynelatende tilfeldige avgjørelser gjort i organisasjonen, som akkumuleres gradvis og kan forbli uoppdaget i lang tid. Dersom bedriften ikke har ansatte med den nødvendige kunnskapen innen risikohåndtering, så kan bedriften innsette en liten risikohåndteringsgruppe som samler inn informasjon fra lederne. Dette øker ledernes bevissthet

om risikoene i bedriftene og gir beslutningstakere et fullstendig bilde av selskapets risikoprofil (29).

Innebygde eksperter

For selskaper som befinner seg i varierende markeder, eller har en form for ustabil dynamikk. I slike tilfeller kan risikoprofilen til bedriften endre seg dramatisk uten forvarsel og det krever risikostyring fra innad i organisasjonen. De vil da overvåke og påvirke risikoprofilen kontinuerlig.

Et annet viktig fokus er tillitt til kunstig intelligens og KI-systemer. Det kan være legitimitet, evnen til å utføre og verifisere gitte oppgaver, sørge for at forholdet mellom menneske og maskin er balansert, ha tydelige definerte formål og sørge for gjennomsiktighet (31).

3. Metode

Dette kapitlet beskriver i korthet hva metode er, og gjør rede for valgte metoder for å besvare oppgavens problemstilling.

3.1 Valg av metode

Metode handler om hvordan man samler inn data for så å analysere informasjonen man har hentet inn (32). Man skiller mellom kvantitativ og kvalitativ metode. Kvantitativ forskningsmetode innebærer et høyt antall enheter. Innhentet data resulterer i tallverdier, slik at funnene kan beskrives med for eksempel figurer eller tabeller (33). Spørreundersøkelser er et eksempel på metode for hvordan man kan innhente kvantitativ data. Kvalitativ metode fokuserer på forståelse, og går i dybden ved å undersøke meninger og erfaring som ikke lar seg måle eller tallfeste (34). Eksempel på kvalitativ metode er intervju eller observasjoner.

Ny teknologi er et krevende tema. Det finnes ikke alltid nok informasjon fra før, og man er nødt til å snakke med personer som jobber med det, finne kilder til data fra nåværende og historisk praksis, samt forventninger til fremtiden (8). For å besvare problemstillingen «*Hvordan implementere kunstig intelligens i byggebransjen?*» er det valgt en kvalitativ- med innslag av kvantitativ metode. For å sikre et så robust grunnlag som mulig, er det kombinert intervjuer, en spørreundersøkelse og relevant forsknings- og praksislitteratur og nyhetskilder. Bakgrunnen for dette er at jeg ønsker å få en bredere forståelse av kunstig intelligens i byggebransjen. Det finnes noe litteratur, men for å få et bedre bilde av dagens situasjon i bransjen blir intervju benyttet som hovedmetode for oppgaven. For å få et innblikk i hvor mange som bruker kunstig intelligens i byggebransjen i Norge, suppleres det med en spørreundersøkelse som enten kan underbygge eller avkrefte den informasjonen som er hentet inn i teoridelen.

3.2 Spørreundersøkelse

Det ble gjennomført en liten spørreundersøkelse for å kartlegge bruk av KI i bedrifter av ulike størrelse. Spørreundersøkelsen inneholdt seks spørsmål, og ble laget i Google Skjema. Baktanken var at den skulle være rask og enkel å besvare, og dette var for å øke sannsynligheten for høy svarprosent. Det ble gjort et utvalg på 41 bedrifter i bygg- og anleggsbransjen, som bestod av små-, mellomstore- og store bedrifter ut ifra antall ansatte. Bedriftene ble invitert til å delta på undersøkelsen per mail.

3.3 Intervju

For å undersøke hvordan spesifikke bedrifter bruker KI i dag, og hva de tenker om fremtidig implementering og risiko knyttet til KI, er det gjennomført intervjuer med tre personer i ulike bedrifter. Intervjuene er hovedkilden til oppgavens resultater. Bedriftene som valgt ut er Mestergruppen, Multiconsult og DNV GL. Både Multiconsult og Mestergruppen er bedrifter innenfor byggebransjen, men de opererer i ulike segmenter. DNV GL opererer utenfor byggebransjen. De ble likevel inkludert i studien for å få et perspektiv fra en annen bransje, og dermed kunne sammenligne og se om noe kan være overførbart til byggebransjen.

Som forarbeid ble det utarbeidet en intervjuguide som ble sendt til personene som skal intervjues, intervjuobjektene. Alle tre mottar samme intervjuguide, og blir i hovedsak stilt de samme spørsmålene med noe variasjon etter hva intervjuobjektene jobber med. Det var åpent for å ta opp andre temaer utover fastsatte spørsmål. Intervjuene foregikk digitalt ved bruk av Microsoft Teams og ble gjennomført på ca. 40 minutter. Intervjuene ble tatt opp med godkjenning fra hvert av intervjuobjektene.

Intervjuene tar sikte på å få et innblikk i dagens situasjon i byggebransjen, hvor langt bedriftene har kommet i planlegging om utvikling og innføring av KI, og om de har utført risikovurderinger. Dette presenteres i oppgavens resultatdel. Ved analyse av intervjuene ble svarene vurdert opp mot relevans for oppgavens problemstilling. Det førte til at noe ikke ble tatt med, mens andre opplysninger fremkalte nye verdifulle vinklinger på oppgaven.

3.4 Metodekritikk og feilkilder

For å oppnå faglig troverdighet er det nødvendig å ha evnen til å kunne kritisere egen metode (35). I dette kapitlet belyses noen av oppgavens fordeler og ulemper når det gjelder valgt metode, og gjennomføringen.

Spørreundersøkelsen ble sendt til 41 ulike bedrifter på mail. Undertegnende har ingen oversikt over hvem i bedriften som svarte på spørreundersøkelsen. Dette kan muligens ha påvirket resultatet. Samtidig ble svarprosenten lav, slik at man kan ikke se bort ifra at resultatet hadde vært annerledes dersom flere bedrifter hadde besvart undersøkelsen.

Det ble brukt mye tid på transkriberingen av intervjuene, og det ble nøye utført for å sikre riktig fremstilling av svarene. Det kan likevel være at noe ble tolket feil i forhold til svarets egentlige betydning. Samtidig varierte det noe i hvilke spørsmål som ble stilt de tre intervjuobjektene utover intervjuguiden. Oppgaven er gjennomført på bachelornivå, som innebærer at det er begrensninger på forskningskunnskap.

4. Resultater

Kapittelet innledes med resultatene fra spørreundersøkelsen, og går deretter videre til de tre intervjuene som er presentert i rekkefølge og hver for seg. Hvert intervjuobjekt og deres bedrift blir presentert før intervju spørsmålene.

4.1 Spørreundersøkelse

Med denne spørreundersøkelsen ønsker jeg å finne ut av hvor mange bedrifter i byggebransjen som bruker kunstig intelligens i dag, eventuelle tilbakemeldinger på fornøydhets ved bruk, samt svar på planlagt utvikling og implementering av KI. For å kartlegge bruken av KI i bedrifter av ulik størrelse ble det sendt ut en spørreundersøkelse. Spørsmålene som ble stilt er som følger:

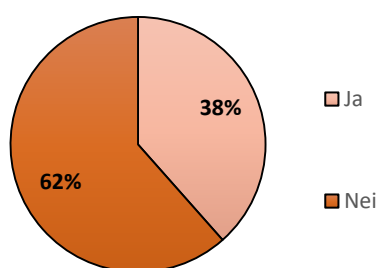
- Hva er navnet på deres bedrift?
- Omtrent hvor mange ansatte er det i deres bedrift?
- Bruker deres bedrift noen form for KI i dag?
- Hvis JA: Hva slags form for KI brukes?
- Hvis JA: Hvor fornøyd er bedriften med å ha implementert KI?
- Hvis NEI: Når ser bedriften for seg å innføre og ta i bruk KI?

Undersøkelsen ble sendt ut til 41 bedrifter i bygg- og anleggsbransjen, hvor det ble mottatt svar fra 14 av dem, som gir en svarprosent på 34%. Videre ble bedriftene delt inn i små-, mellomstore- og store bedrifter ut ifra antall ansatte (dette avhenger også av omsetning, men det blir ikke tatt hensyn til i denne oppgaven) (36, 37):

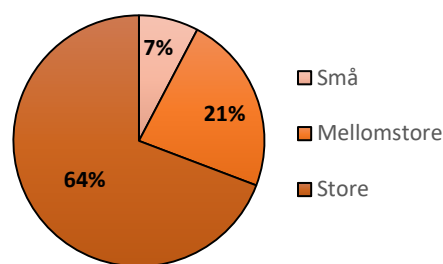
Små	1 - 49
Mellomstore	50 - 249
Store	Over 250

Tabell 1: Fordeling av antall ansatte

Ett av svarene som ble mottatt var fra en liten bedrift som verken visste om de brukte KI eller visste når de evt. skulle innføre og ta i bruk KI, og det ble derfor valgt å se bort fra dette svaret. Datasettet blir dermed på 13 bedrifter, hvor fordelingen av størrelsen er vist i Figur 4.



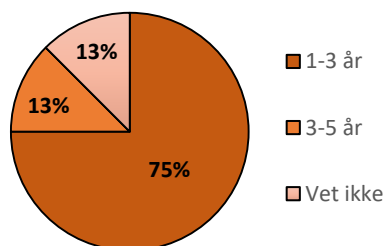
Figur 3: Bruk av KI i dag



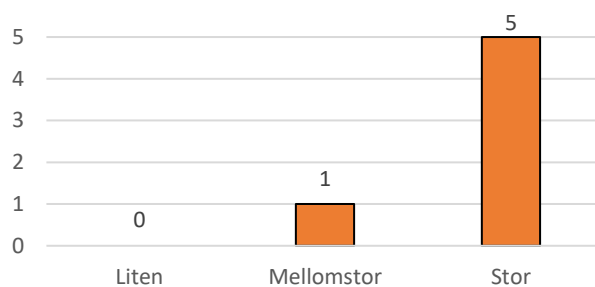
Figur 4: Fordeling av bedriftsstørrelse

Det var totalt 5 bedrifter (38%) som brukte KI i dag, og 8 bedrifter (62%) som ikke bruker KI per dags dato, vist i Figur 3 ovenfor.

Av de som svarte «Nei» til bruk av KI i dag, har nesten alle svart at de har en plan om å utvikle og/eller innføre KI, hvor 6 av 8 svarer at de allerede ønsker dette innen 1-3 år. Det var hovedsakelig store bedrifter som så for seg innføring av KI innen 1-3 år, hhv. 5 store og 1 mellomstor bedrift. Det var kun én bedrift som svarte «Vet ikke» på når bedriften ser for seg å innføre og ta i bruk KI, og det var den minste bedriften (25 ansatte). Se Figur 5 og Figur 6 nedenfor.



Figur 5: Når bedriften ser for seg innføring av KI

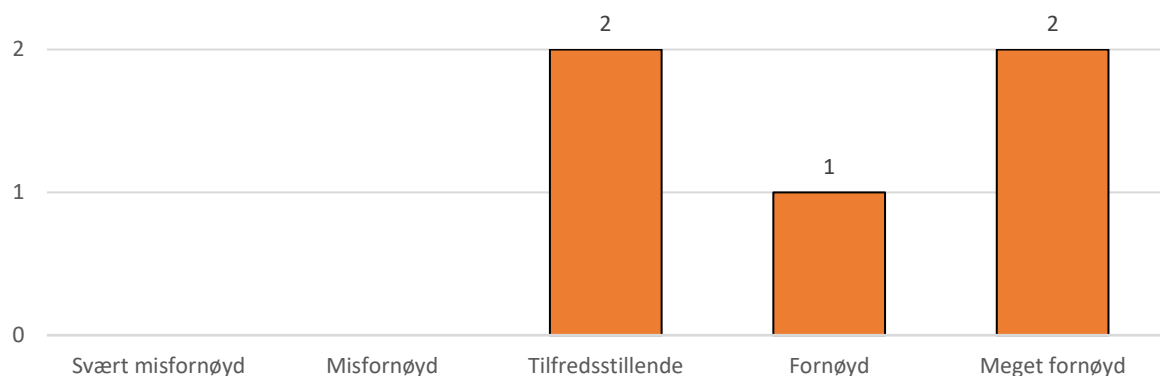


Figur 6: Fordeling av bedrifter som ser for seg innføring av KI innen 1-3 år

De som svarte «Ja» på bruk av KI var 4 store bedrifter og 1 mellomstor. Her ble det i tillegg forespurt hva slags form for KI bedriften bruker, samt hvor fornøyd bedriften er med bruk av KI. Se Tabell 2 og Figur 7 neste side.

Bedrift	Form for KI i bruk
Mellomstor	Lesing og tolking av fakturaer
Stor	Maskinlæring (prosess ikke oppgitt)
Stor	Automatiserte prosesser på tegningshåndtering, med nedlastning fra webhotell
Stor	<ul style="list-style-type: none"> • Kompetanse innen maskinlæring. Gjør også eksterne maskinlæringsoppdrag for kunder. • Skyløsning som bruker KI og foreslår handlinger basert på tidligere erfaringer. • Parametrisert modellering med visuell koding for blant annet optimalisering av tomter og peleplaner
Stor	KI gjennom eksterne løsninger: <ul style="list-style-type: none"> • Optimalisering av tomteareal (Spacemaker) • Sammenligning av punktsky fra laserskan med BIM for å identifisere kvalitetsavvik (Scaled Robotics) • Utvikling av optimal fremdriftsplan mtp. tid og kostnader (Alice Tech.)

Tabell 2: Form for KI i bruk



Figur 7: Fornøydhetsskala for bruk av KI

Oppsummering

Undersøkelsen viser at godt under halvparten av bedriftene i byggebransjen i dag bruker kunstig intelligens. Det er for øvrig stort engasjement for de som enda ikke anvender KI, da 75% av bedriftene ønsker utvikling og innføring innen 1-3 år. Det kommer også frem at det i hovedsak er de større bedriftene som bruker KI i dag, og det er også de større bedriftene som ser for seg en innføring innen 1-3 år. De store bedriftene anvender også KI på flere prosesser enn de andre. Feilmarginen i denne undersøkelsen er forholdsvis stor, da populasjonen er liten og svarene er få. Dersom alle bedriftene hadde svart, så er det *95% sikkert* at svarene ville falt innenfor +/- 21% av svarene i denne undersøkelsen (38).

4.2 Intervjuer

For å undersøke hvorvidt ulike bedrifter bruker KI i dag, er det gjennomført intervjuer med tre personer med erfaring fra forskjellige bransjer. Det er i tillegg spurt hva de tenker om fremtidig implementering og risiko knyttet til KI. Hvert intervju er presentert separat. Det innledes med kartleggingsspørsmål om intervjuobjektet, og deretter kommer intervju spørsmålene i kronologisk rekkefølge som presentert i *Vedlegg 3: Intervjuguide – for intervjuobjekt*.

4.2.1 Intervju med Lars-Fredrik Forberg

<u>Navn, alder:</u>	Lars-Fredrik Forberg, 44 år
<u>Bedrift, antall ansatte:</u>	Mestergruppen AS, ca. 1400
<u>Nåværende stilling:</u>	Direktør for boligutvikling
<u>Utdanning:</u>	Sivilingeniør industridesign fra NTNU MBA fra IMD Business School
<u>Antall år i bransjen:</u>	14-15 år. Først i leverandørindustrien hos en belysningsprodusent, og nå 1 år i Mestergruppen

Litt om bedriften

Mestergruppen er en av Norges ledende bedrifter innen byggevarehandel, huskjededrift for boligentreprenører og eiendomsutvikling. De eier byggevarekjedene Byggtorget, Ski Bygg og XL-BYGG, samt huskjedene Mesterhus, Systemhus og Blink Hus. Deres mål er å være førstevalget for boligbyggere og byggevareforhandlere. Eiendomsutviklingen drives gjennom Mestergruppen Eiendom og de tilbyr arkitekt- og rådgivningstjenester gjennom Mestergruppen Arkitekter. I tillegg er dyktige hytteprodusenter, og porteføljen deres består blant annet av Saltdalshytta og Rørshytta. Mestergruppen bygger hovedsakelig boliger i bynære strøk og på landet. Viktige kjerneverdier er pålitelighet, effektivitet, opptre som lagspillere og være innovative. Konsernets årlige omsetning er på rundt 12 mrd. NOK.

Når jeg sier «kunstig intelligens», hva tenker du på da?

«Da tenker jeg på programvare som gjør noe utover vanlig databehandling og optimalisering av data, hvor den mest kjente teknologien i dag er bilde- og talegjenkjenning. Jeg tenker også på en industri som har kommet veldig kort, da det er lite hylleware av kunstig intelligens å få kjøpt, så det er mye utvikling som gjenstår der.»

Bruk av KI i Mestergruppen i dag og i fremtiden?

Per i dag bruker ikke Mestergruppen noen form for KI, men de har analysert Spacemaker sin simuleringsalgoritme. Her fant de ut at den dessverre ikke var egnet for deres formål, da denne algoritmen fungerer best i tettbygde strøk, eller i områder med høy densitet. Mestergruppen bygger hovedsakelig boliger i bynære strøk og på landet, og den type boliger (mtp. antall etasjer, areal, etc.) samt tettheten til tomten passer ikke til den nåværende algoritmen.

Forberg mener det er mye å gjøre innenfor det som faktisk er tilgjengelig, som f.eks. bildegjenkjenning som kan brukes til mye. De har vært inne på å utvikle en planløsningsgenerator, da dette er det viktigste kjøpskriteriet for kundene deres når de velger ny bolig. En slik planløsningsgenerator kan ta i bruk flere KI-teknikker, hvor den teknikken det har blitt gjort mest fremgang med i verden i dag er generative nevralt nettverk (39). De jobber også med en terrassekonfigurator som bryter ned en terrasse i ulike parametere kunden kan velge mellom, og genererer deretter en materialliste med pris samt produksjonsfilen for en fabrikk. Dette i kombinasjon med en mobilapplikasjon som kobler seg opp mot et KI-system er retningen de tenker seg. Her vil kunden kunne stå på tomten sin og bruke sin egen mobil/pad, peke kameraet mot der terrassen ønskes, og dataen vil deretter bli analysert og prosessert. Det som trengs for dette er en bildegjenkjenningalgoritme som kan brukes direkte og i samarbeid med augmented reality med det regelsettet Mestergruppen har bestemt. Algoritmen analyser dataen og oversetter den til en 2D-tegning som kan brukes i selve terrassekonfiguratoren. Hvor lenge til en slik teknikk blir implementert er han usikker på, men mener det kun avhenger av et utviklingsoppdrag, da både bildegjenkjenning og augmented reality brukes i dag. En velfungerende planløsningsgenerator derimot vil nok være flere år frem i tid grunnet uendelig mye data og flere regler som må settes.

En annen teknikk som kan bli aktuell for Mestergruppen er bruk av KI til punkttskyanalyse. I dag gjennomføres det ved å skanne et bygg med laser, som henter data som opptrer i form av uendelig mange tredimensjonale punkter med xyz-koordinater, som deretter blir analysert manuelt. Svært tidkrevende arbeid, og ikke spesielt effektivt. Teknologien ligger fortsatt ganske langt bak på dette området. Håpet er å komme dit at ved å plassere en laserskanner i et bygg, koblet opp mot et KI-system, så kan man få automatisk gjenkjenning av alle objekter, og deretter laget en BIM-modell basert på det.

Bransjen ligger langt etter på CO₂-regnskap, så Mestergruppen har også vært innom en CO₂-kalkulator utviklet av Speckle Systems. Tanken er å kunne laste opp BIM-filen til prosjektet i karbonkalkulatoren, og så vil den beregne karbonavtrykket til bygget basert på mengde og materialdefinisjon gitt i BIM-filen. Kalkulatoren i seg selv bruker i dag kun dataanalyse, men med hjelp av et KI-system kan den optimalisere ved å gi anbefalinger til hvilke materialer som må brukes for å komme under et visst CO₂-avtrykk. «En spennende start, men det mangler standardene», sier Forberg. Det er per i dag ikke gode nok internasjonale- og nasjonale standarder, så det må være første steg.

Når i byggeprosessen er KI mest aktuelt for dere?

For Mestergruppens del vil KI være mest aktuelt i prosjekterings- og designfasen.

Hva med implementering når det gjelder det menneskelige aspektet ved det?

Mestergruppen har ikke laget noen spesifikk plan som tar for seg alle aspekter ved implementering av ny teknologi. Forberg nevner derimot at å bruke ny teknologi kan være givende og til glede, spesielt for de som er mest interessert i det. Han påpeker også at den første versjonen, pilotversjonen, av ny teknologi som regel ikke alltid virker helt som den skal, og kanskje vil være mer til irritasjon enn at den faktisk løser problemer.

Risiko med å utvikle og å ta i bruk KI?

«Det aller viktigste er å unngå konstruksjonsfeil». I tillegg mener han det er en risiko ved å la KI definere en bolig, og deretter bestille byggematerialer basert på utregninger gjort av algoritmer. Hva om det blir en feilleveranse? Det kan forsinke prosjektet eller i verste fall føre til feil på boligen. Slike hendelser er veldig uheldig og det koster en del å rette opp, sier Forberg.

4.2.2 Intervju med Rune Winther

<u>Navn, alder:</u>	Rune Winther, 56 år
<u>Bedrift, antall ansatte:</u>	Multiconsult, ca. 3000
<u>Nåværende stilling:</u>	Leder digital produktutvikling
<u>Utdanning:</u>	PhD Statistiske metoder, risiko og pålitelighetsteori
<u>Antall år i bransjen:</u>	Erfaring fra mange forskjellige bransjer siden -88. Medisinsk forskning, olje og gass, høyere utdanning, sikkerhetsforskning, telecom, luftfart/aerospace, samferdsel, bygg og eiendom, landbasert industri, energi, mm.

Litt om bedriften

Multiconsult er en av Norges ledende selskaper innen prosjektering og rådgiving.

Virksomheten er delt inn i syv ulike forretningsområder: Bygg & Eiendom, Industri, Olje & Gass, Samferdsel, Fornybar Energi, Vann & Miljø og By & Samfunn. Hovedkontoret ligger i Oslo, og de har over 30 kontorer i hele landet, samt at de stadig etablerer flere internasjonale kontorer. Multiconsult ønsker å være best i bransjen til å innfri kundenes forventninger.

Når jeg sier «kunstig intelligens», hva tenker du på da?

«For meg handler det det alltid om optimalisering. Med kunstig intelligens kan vi få et system som fungerer bedre, eller som gir oss bedre løsninger enn det vi får med andre teknikker.»

Bruk av KI i Multiconsult i dag og i fremtiden?

Multiconsult bruker per i dag ikke KI selv, men er med i prosjekter hvor det brukes. Personlig inntreer Winther i ny stilling som Leder av digital produktutvikling hvor han vil ha ansvaret for nettopp utvikling av digitale tjenester og produkter i selskapet, og KI inngår under denne paraplyen.

Der Multiconsult konkret har brukt KI er i Rema 1000 Login Vagle-prosjektet, et senter for matvarelogistikk og -distribusjon i Rogaland. Dette er et bygg med energibehov på passivhusnivå og som har et innovativt energisystem, hvor energilagringmulighetene er prognosestyrt ved hjelp av maskinlæringsbaserte prediksjonsmodeller og optimeringsalgoritmer. «Vi er sabla gode på energisystemer», sier Winther, som påpeker at de

prosjekterte løsninger for energistyring ved dette prosjektet. Selve KI-systemet er utviklet av eSmart Systems, hvor de har brukt nevraltnett til å optimalisere styringen. Her hentes det energi fra solceller som blir lagret kjemisk i batterier og termisk i en stor vanntank. Systemet henter også inn værinformasjon, og måler temperaturer ute og inne i bygget. Til slutt bruker man KI-systemet til å optimalisere hvor energien skal bli hentet fra til enhver tid.

Winther nevner at andre KI-teknikker for fremtiden kan være bruk av parametrisk design i kombinasjon med kunstig intelligens. Parametrisk design i hovedsak automatisering av tegneoppgaver, og brukes på typiske repetitive oppgaver som å tegne ut armeringsjern i en konstruksjon. Kombinerer man dette med KI vil man kunne optimalisere mengden materiale som brukes, og samtidig oppnå samme ønskede styrke i konstruksjonen.

Hva slags type KI er aktuell for din bedrift, og hvorfor?

Multiconsult jobber allerede med energioptimalisering, hvor det er stort fokus på energistyringssystemer i kombinasjon med parametrisk design. Dette kan forbedre konstruksjons- og designaktivitetene betraktelig. De kommer også til å jobbe med innhenting og analyse av datastrømmer i Smarte Bygg. Utstyrt med tusenvis av ulike sensorer vil man få masse kunnskap om bygget. Spørsmålet blir hvordan man skal utnytte dataen til å forbedre hvordan bygget fungerer, og her blir kunstig intelligens relevant.

Når i byggeprosessen er KI mest aktuelt for dere?

Multiconsult er oftest mest involvert i design og prosjekteringen av et prosjekt, samt oppfølgingsaktiviteter og driftsfasen.

Hvordan tenker bedriften å implementere den nye teknologien, rent praktisk?

Winther har ikke noe klart svar på dette per i dag, men presiserer at det er to ulike scenarier å ta hensyn til. Det ene er å la andre utvikle verktøyene, og det andre er å utvikle det selv. Det finnes mange forskjellige verktøy for å bruke KI-teknikker, men det er foreløpig uklart hva de tradisjonelle leverandørene av prosjekteringsverktøy bruker av ressurser for å utvikle og implementere KI i de verktøyene. Det er noe Multiconsult følger med på, så de ikke risikerer å bruke tid og ressurser på å utvikle noe selv som noen andre plutselig lanserer for hele markedet.

Det finnes i dag mange skytjenester man kan koble seg opp på, som f.eks. Google og Azure. Og det er også mange aktører som leverer systemer som kan samle datastrømmer i bygg. En idé

er å bruke én leverandør for å få orden på datastrømmene, og så bruker man en form for skytjeneste for å analysere dataene. «Fremfor å implementere et lokalt KI-system er det nok enklere å bruke en tjeneste man kan i skyen», tror Winther. Det er veldig mange forskjellige kilder til datastrømmer i bygg, som ikke nødvendigvis er på samme format, så det å ha et system som organiserer og samler datastrømmene er elementært. Dette er det mange som jobber med og som allerede har løsninger for. Når man har lykket å harmonisere, eller samle, datastrømmene, gjenstår det å analysere dem. Per i dag mener Winther at skytjenester er den enkleste løsningen, med mindre det er mye sensitiv informasjon og du må kjøre lokalt. «Det kan endre seg, men det sånn jeg ser på det akkurat nå», avslutter han med.

Hva med implementering når det gjelder det menneskelige aspektet ved det?

Winther mener det er svært relevant i mange sammenhenger, og vil presentere størst problem der teknikkene direkte påvirker arbeidsprosessene til de som er der fra før. Dermed vil det muligens få størst innvirkning i prosjekteringen, for der sitter folk og jobber på en bestemt måte nå i dag. Det som derimot blir spennende å se er der det blir innført nye aktiviteter, som f.eks. alt som har å gjøre med datastrømmer. Den jobben er det ingen som gjør i dag, for det har rett og slett ikke vært mulig.

For noen år siden ble det brukt dedikerte CAD-operatører, utdannede tekniske tegnere, som bistod byggingeniørene i tegneprosessen. «Nå gjør byggingeniørene denne jobben i stor grad selv, og jobben blir ytterligere endret fremover», sier Winther. Med gode skript er potensialet enormt, og en jobb som før tok to uker å tegne, tar i dag bare to timer. Når det blir introdusert kunstig intelligens i denne prosessen, vil jobben og rollen til ingeniøren bli en helt annen, ifølge Winther. Biproduktet av KI er ofte effektivisering, og det kan føre med seg uro. Her vil det altså stilles store krav til omstilling i bedriften. Fra å bruke store deler av tiden på repetitive oppgaver, som f.eks. tegning, må nå ingeniøren bruke mesteparten av tiden sin på å gi råd, vurdere og evaluere. «Egentlig det en ingeniør er utdannet til, så sånn sett er det jo bra!» legger Winther til.

På spørsmål om Multiconsult spesifikt har snakket om det menneskelige aspektet ved implementering, svarer han at det har definitivt vært et tema, og noe mange er opptatt av, men Multiconsult har ikke en klar strategi på implementering av ny teknologi i dag. Winther mener at HR-avdelingen også må involveres, da folks identitet som ingeniører kan bli endret. Det kan

resultere i omskolering eller å finne nye roller i bedriften. «KI har ikke hatt et så stort omfang enda, så vi har ikke alle planene på plass, men at det er en bevissthet om det er helt åpenbart».

Multiconsult har akkurat ansatt en CDO (Chief Digital Officer, Digitaliseringsdirektør), som nettopp er et grep for å styrke digitaliseringen og hvordan selskapet utvikler seg innen digital. Et av hovedpunktene selskapet skal jobbe med i den retningen er effektivisering av prosesser. «KI har potensialet for å forrykke en del ting, men jeg tror fremtiden er mye mer interessant for ingeniørene», sier Winther. Kunstig intelligens vil hjelpe oss med å gjøre mange av de kjedelige oppgavene, og man må gjøre det som kompletterer KI. Dette kan være evalueringer og rådgivning, og alt handler om optimalisering. Men hva skal man optimalisere med hensyn på? Kunstig intelligens gjør at vi kan lage enda bedre løsninger enn før, men kun hvis man har nok kunnskap. Hvem er brukerne? Hva er konteksten? Hva er betingelsene? Først må altså problemstillingen defineres, og så kan verktøyet hjelpe å finne løsninger. Til slutt må løsningene tolkes, og det er en krevende jobb.

Risiko med å utvikle og å ta i bruk KI?

«Hva om den gjør feil?», begynner Winther med å si. Vi mennesker setter parameterne, men hvis løsningene som kommer ut av KI-systemet er feil kan det få store konsekvenser, spesielt i bygningskonstruksjoner. Problemet med KI-teknikker er de kan generere løsninger vi mennesker har vanskelig for å forholde oss til, for løsningene er så optimale. De leter i et større løsningsrom enn det mennesker gjør, og kan komme opp med veldig smarte løsninger. Spørsmålet er om vi vil være i stand til å evaluere de løsningene? Igjen kommer vi tilbake til optimaliseringsspørsmålene. Hva skal man optimalisere med hensyn på? Det er gjerne ønskelig å optimalisere med hensyn på materialbruk, men kanskje burde man også optimalisere med hensyn på inspeksjonsmuligheter, evnen til å verifisere. «Mange KI-teknikker er som en sort boks: Vi putter noe inn, noe kommer ut, men vi aner ikke hvorfor den endte med den løsningen», uttrykker Winther. Nevralnett er en slik teknikk.

Avgjørende for risiko er at vi har tillit til kontroll. Men hvordan skal vi verifisere at noe er trygt nok, når vi ikke aner hvordan vi kom frem til løsningen? Det er ikke slik at ikke mennesker også kan gjøre feil, men da har løsningene en tendens til å være langt mer konservative. Vi har rett og slett mer kontroll. «Jeg er veldig for KI, og er ikke tvil om at det kommer til å ha stor nytteverdi», sier Winther. Han sier at man alltid må stille spørsmålet: Hva er skadepotensialet hvis det vi foretar oss svikter? Og hvis svaret er at mennesker kan dø eller at vi kan tape store

pengesummer, da bør man kjøre en risikoprosess. Det resulterer muligens i at man må begrense bruken av KI til å utføre oppgavene.

Så hvordan bør bedrifter gå frem da, et eget risikoteam eller?

Winther mener bedrifter burde ha noe kompetanse på det. Men problemet i dag er at myndighetene ikke stiller krav om det. Bruk av KI til optimalisering av betongkonstruksjoner eller bærende konstruksjoner i et bygg, vil antageligvis ikke være dekket av gjeldende regelverk. For regelverket krever at man dokumenterer visse sikkerhetsfaktorer osv., og per i dag er det ikke sikkert at det en gang er mulig når det gjelder kunstig intelligens. På en annen side påpeker han at myndighetene i sin iver etter å digitalisere, lett kan undervurdere risiko. «Det blir sett på som en showstopper på en måte, og at det f.eks. blir sett på som viktigere å ivareta folks personnummer enn at de kan komme til å dø». Det dekkes ikke av dagens lovverk, og det introduserer helt nye sårbarheter. Ved innføring av nye digitale elementer vil det bli helt andre måter man må håndtere risiko på, og det er ikke dekket i lovgivningen i dag.

Winther presenterer et skrekkeksempel:

«Selvkjørende bil: Den skal kunne stoppe når den ser et barn løpe over veien, i motsetning til når det er en plastpose som blåser over veien. Men hva om det er en unge som har tredd på seg en plastpose som løper over veien?»

Han mener at det nærmest er umulig å lage et system som er godt nok til å klare å identifisere alle slike situasjoner, i hvert fall med den grad av pålitelighet man krever. I tillegg vil man få helt andre juridiske problemstillinger. Hvem har ansvaret hvis noe skulle gå galt? Han peker på at det er viktig å være klar over at KI ikke fikser alt. Det er bra til visse ting, og veldig dårlig til andre ting. Og noen ganger må man ha innsyn i hvordan det fungerer, for man må kunne verifisere at det fungerer trygt, og det er ikke alltid mulig per i dag. «Bottom line er at det er superviktig at vi kan ha tilstrekkelig tillit at det som kommer ut av algoritmen faktisk er korrekt», avslutter Winther.

4.2.3 Intervju med Øyvind Smogeli

<u>Navn, alder:</u>	Øyvind Smogeli, 43 år
<u>Bedrift, antall ansatte:</u>	DNV GL, ca. 12 000
<u>Nåværende stilling:</u>	Program Director, Digital Assurance
<u>Utdanning:</u>	PhD Marin teknikk
<u>Antall år i bransjen:</u>	14

Litt om bedriften

DNV GL er et internasjonalt selskap innen kvalitetssikring og risikohåndtering med hovedkontor i Norge. De leverer klassifisering, sertifisering, teknisk risiko- og pålitelighetsanalyse sammen med programvare, datahåndtering og ekspertrådgivning til flere sektorer. De er store innen maritim, olje og gass og energibedrifter, og er verdensledende innen sertifisering av ledelsessystemer med 80 000 bedriftskunder på tvers av alle industrisektorer.

Når jeg sier «kunstig intelligens», hva tenker du på da?

«KI for meg er et veldig omfangsrikt begrep, og mange blander også begreper. Det er teknologi som kan erstatte det som vanligvis er menneskelige funksjoner, altså ting som å resonnere, se, høre, ta beslutninger osv. Det finnes mange ulike teknologier som går innunder paraplyen kunstig intelligens. Den mest vanlige formen for KI i dag som har ført til den evolusjonen vi har vært inne i, er Deep Learning, som er et subset av maskinlæring, som er et subset av kunstig intelligens. Den er i stand til å prosessere mye større datamengder, og finne mønstre som mennesker kanskje ikke ser.»

Bruk av KI i DNV GL i dag og i fremtiden?

DNV GL bruker i dag kunstig intelligens på begrensede områder, hvor det mest modne de har er et kundestøttesystem. DATE (Direct Access to Technical Experts) er navnet på systemet som lar kunder skrive inn problemer de måtte ha, og får deretter sine forespørsler videresendt til en ekspert som kan hjelpe dem. Der har de implementert kunstig intelligens som hjelper til med selve henvisningen, f.eks. ved hjelp av stikkord i problemstillingen, slik at kunden blir satt i kontakt med riktig person. Systemet kan også svare på enkle forespørsler.

De har også eksperimentert med å bruke KI på tegningsgjenkjenning. Spesielt innenfor maritim, der en av tingene DNV GL gjør er å godkjenne skipstegninger. Smogeli forklarer

prosessen slik: Når det skal bygges et nytt skip sender verftet inn tegningene, så går DNV GL gjennom dem og gjør egne beregninger av styrke, vibrasjoner osv., for å kunne godkjenne eller ikke godkjenne byggetegningene. Dette er svært repetitivt arbeid, og kunstig intelligens vil kunne hjelpe til med å kjenne igjen ulike deler av tegningen, og dermed gjøre prosessen raskere.

En annen ting de utforsker er bruk av maskinsyn for inspeksjoner. Per i dag når man skal inspisere et skip eller annen offshoreinstallasjon sender man folk om bord. Dette inkluderer eksperter og profesjonelle inspeksjonsselskaper som må om bord med stillaser og utstyr. De må klatre og bruke flåter i tanker for å komme seg rundt for å se på overflatene etter rust, korrosjon og andre sprekkdannelser. Dette er en jobb som tar mye tid, er kostbar og farlig. «De typiske tre D'ene: Dirty – Dollar – Dangerous», nevner Smogeli. DNV GL ser derfor på hvordan man kan bruke ulike droneplattformer og sensorer for å automatisere den jobben mest mulig. De jobber allerede med å pilotere en algoritme for å gjenkjenne sprekkdannelser i stålstrukturer. Tanken er å fly en drone som filmer med høyoppløselig kamera, og deretter kjøre algoritmen på bildestrømmen som da kan detektere sprekkdannelser. I første omgang vil dette fungere som en støtte til inspektøren som sitter og ser på filmen. Men etter hvert når man har bygget nok tillit til algoritmene, vil man kunne overlate mye av jobben til algoritmen. «Det er målet», sier Smogeli.

Hvordan tenker bedriften å implementere ny teknologi, rent praktisk?

I prosjektet med maskinsyn og defektgjenkjenning jobber DNV GL nå med hvordan en produksjonslinje vil se ut. Der prøver de å finne svar på f.eks. hvordan en fremtidig inspektør vil jobbe med dronene og algoritmene, fremfor å være om bord i skipet slik det praktiseres i dag. Det de allerede har sett er at ekspertene ikke vil bli overflødige. De vil trenge i lang tid fremover som kvalitetssikring og for å trene algoritmene over tid, samt ta beslutninger på hva som faktisk skal gjøres. «En ting er å finne en sprekkdannelse, det neste er å evaluere hva sprekken betyr og hva slags aksjon man må ta. Den jobben tror jeg ligger veldig langt frem at KI kan gjøre», sier Smogeli. Med et slikt verktøy som maskinsyn kan man utnytte ekspertene mer effektivt ved at de kan sitte mye mer back-office, og være tilstede på mange flere inspeksjoner virtuelt. På sikt vil de også kunne se på mindre av dataene fordi KI vil gjøre grovsorteringen, som igjen fører til at de kan bruke tiden sin enda mer effektivt. «Det er en viktig del av dette her, at vi gjør ikke ekspertene overflødige, men de får bare en litt annen rolle», avslutter Smogeli.

Hva med implementering når det gjelder det menneskelige aspektet ved det?

For å sørge for god implementering jobber DNV GL sammen med forretningsområdene under utviklingen. Samtidig som de har pilotert (testet ut) en tidligversjon av teknologien sammen med inspektørene som skal bruke den. «Jeg tror det er veldig viktig når man skal utvikle og pilotere denne type teknologi at man involverer brukerne fra dag 1, eller i hvert fall med en gang man har muligheten til å teste den ut», sier Smogeli. Ved å unnlate å gjøre dette kan man risikere at man har utviklet noe feil, eller laget noe som ikke er relevant for brukeren. Men selv om det fungerer risikerer man også at de som skal bruke det ikke vil bruke det, fordi de ikke har vært med på prosessen, eller frykter for egen jobb osv. Derfor mener Smogeli at kunstig intelligens ikke er noe som bare tas i bruk helt uten videre. Det kan kanskje fungere med enkle applikasjoner, men i en industriell kontekst er det mer komplekst, så der må man involvere alle ledd.

Risiko med å utvikle og å ta i bruk KI?

Smogeli mener det er mange risikoer med å utvikle og å ta i bruk KI, men den største er at det er for stor hype rundt det. Dette kan føre til at beslutningstakere og politikere har en overdreven tillit til hva KI kan gjøre. Det kan bli sett på som en slags magi, og dermed dropper man å håndtere det på lik linje med annen teknologi. DNV GL og Smogeli har skrevet om nettopp dette. Kunstig intelligens er teknologi og ikke magi, og derfor må man kvalitetssikre det på akkurat samme måte som man kvalitetssikrer all annen teknologi. Likevel er KI litt annerledes enn annen teknologi fordi man overlater beslutninger til KI-systemet. Vi lar det ta beslutninger eller gi anbefalinger på våre vegne, og derfor er det en del egenskaper vi bør tilegne KI-systemer. Det samme man forventer av et menneske man delegerer arbeid til, eller en leder eller en ekspert som man stoler på, er at vedkommende kan ta en god beslutning på dine vegne. På samme måte må man kunne forvente at KI tar en god beslutning på dine vegne. Så derfor er det en del tilleggsegenskaper som man bør forvente av et KI-system. Og jo mer sikkerhetskritisk applikasjonen er, desto viktigere er det å ha nødvendig tillit til KI-systemer og -teknikker.

5. Diskusjon

Dette kapittelet er en drøfting av bacheloroppgavens problemstilling og tre forskningsspørsmål, gitt i delkapittel 1.2 *Formål og problemstilling*:

«Hvordan implementere kunstig intelligens i byggebransjen?»

- Brukes KI i byggebransjen i dag, og hvilke fordeler kan KI ha for byggebransjen?
- I hvilken grad har byggebransjen forberedt seg på implementering av KI?
- Hvilke risikoer og konsekvenser kan implementering av KI føre til?

Utgangspunktet for diskusjonen er den presenterte vitenskapelige teorien, sett i sammenheng med resultatene fra spørreundersøkelsen og intervjuene. Undertegnede presenterer egne oppfatninger og tolkinger basert på dette.

5.1 Brukes KI i byggebransjen i dag, og hvilke fordeler kan KI ha for byggebransjen?

I litteraturen kommer det tydelig frem at byggebransjen ligger bak andre bransjer når det gjelder bruk av KI (2). Grunnene til dette er mange, men spesielt fordi BAE-næringen er svært fragmentert, bestående av mange bedrifter av ulik størrelse med forskjellige mål og forutsetninger (10, 25).

Til tross for hva litteraturen sier om lite bruk av kunstig intelligens i byggebransjen, er det en del bedrifter i Norge som allerede bruker KI. Dette kommer særlig frem i spørreundersøkelsen, hvor 38% svarte at de bruker en eller annen form for kunstig intelligens. Det som er verdt å merke seg er at av de fem bedriftene som svarte «Ja» til bruk av KI, så er fire av dem store, og én mellomstor. Dette er mest sannsynlig fordi større bedrifter allokere mest kapital til forskning og utvikling. Følgelig vil de store bedriftene kunne dra nytte av anvendelsen av KI tidligere enn de mindre bedriftene, og på den måten øke forspranget ytterligere. De to største selskapene anvender KI til langt mer enn de tre andre allerede. Dette indikerer at de muligens har brukt KI lenger enn de andre, samt har fått anvendt det på flere prosesser.

Bedriftene fra intervjuene har alle over 1000 ansatte, og regnes som store bedrifter. Felles for alle tre er at de tenker fremover, og bruker ressurser på digitalisering. Men av de tre selskapene

er det foreløpig kun DNV GL som bruker lokal KI i bedriften per i dag, i form av et kundestøttesystem. De er i tillegg i gang med å utvikle et KI-system for inspeksjoner på skip, ved å bruke droner med maskinsyn og sensorer for å detektere sprekkdannelser i stålstrukturer. Slik teknologi er høyst overførbar til byggebransjen, da den kan brukes på alle slags bygninger og konstruksjoner for å oppdage feil, og for lettere å komme til på vanskelige steder. En av fordelene med dette er økt sikkerhet, samtidig som bildene dronen tar automatisk blir analysert i KI-systemet og dermed øke effektiviteten og muligens også kvaliteten på prosessen.

Hverken Multiconsult eller Mestergruppen bruker KI internt i bedriften, men de har enten vært med i prosjekter som bruker KI, eller prøvd ut eksterne løsninger. En av Multiconsults erfaringer med KI er et innovativt energisystem som bruker nevraltnett til å optimalisere energistyringen i et bygg. Denne løsningen vil åpenbart spare energi, og på den måten gjøre bygget «grønnere». Samtidig vil det også frigjøre menneskelig arbeidskraft. Mestergruppen har prøvd ut Spacemaker sin løsning for å optimalisere areal på tomt, men den var dessverre ikke egnet for deres bruk. Det de derimot ville hatt stor verdi av er et KI-system som kan generere planløsninger. Et slikt system kan bruke maskinlæring og bildegjenkjenning til å hente ut data fra tidligere planløsninger, og innenfor gitte parametere generere optimale løsninger. Dette er foreløpig et uttappet marked, men også antageligvis noen år frem i tid grunnet enorme mengder data som kreves. DNV GL melder også seg på banen på dette feltet, da de har eksperimentert med å bruke KI på tegningsgjenkjenning. Men hva er motivasjonen for å bruke KI på disse prosessene? Alle prosessene blir antageligvis både mer effektive og mer produktive. Ved hjelp av generativt design komplettert med KI for generering av planløsninger, kan man få helt nye og kreative løsninger (18), og frigjøre verdifull tid for arkitekten.

Andre aktuelle KI-teknikker for Multiconsult er parametrisk design i kombinasjon med kunstig intelligens for automatisering av tegneoppgaver. På samme måte som med KI-systemet for generering av planløsninger, vil en slik løsning effektivisere en ellers repetitiv prosess, og frigjøre ingeniøren/arkitekten til andre oppgaver. Med på kjøpet får man også muligheten til å optimalisere løsningene med f.eks. mengden materiale som skal brukes, og samtidig oppnå ønsket styrke i konstruksjonen.

Foreløpig virker det altså som at KI-systemer som bruker maskinlæring, dyp læring, nevrale nettverk, parametrisk design og generativt design er mest aktuelt for byggebransjen, i hvert fall til å begynne med. Dette går igjen i litteraturen (2, 18, 19), i spørreundersøkelsen og

intervjuene. Begge intervjuobjektene fra byggebransjen påpeker også at deres største bruksområde for KI vil være i prosjekterings- og designfasen av et prosjekt. I disse fasene vil disse KI-teknikkene være høyst aktuelle.

Men i tillegg til disse teknikkene, er Big Data og IoT i vinden (14, 15), da disse vil bidra stort i innhenting og analysering av datastrømmer i Smarte Bygg. Disse byggene er utstyrt med utallige sensorer som gjør at man får masse kunnskap om bygget, og på den måten forbedre hvordan bygget fungerer. Kunstig intelligens vil hjelpe med å sortere dataene og komme med optimaliseringer.

5.2 I hvilken grad har byggebransjen forberedt seg på implementering av KI?

Implementering av ny teknologi er utfordrende. Det er mange faktorer som skal tas hensyn til, og mange mennesker som er involvert i prosessen. Hvorfor er det da så lite utbredt kunnskap om implementering? I intervjuene kommer det frem at ingen av bedriftene har en klar implementeringsstrategi, men at det har blitt snakket om. Spørreundersøkelsen viser også at de aller fleste bedrifter er flere år unna å implementere KI, så man kan anta at heller ikke deltakerne i spørreundersøkelsen har en strategi på dette. Winther (Multiconsult) kommer derimot med et godt poeng der han påpeker to ulike scenarier: Utvikle KI-løsninger i bedriften, eller la eksterne stå for utviklingen. Dette presenterer for øvrig et dilemma. Skal bedriften vente på at andre utvikler noe, eller skal de ta tyren ved hornene? Dette vil selvfølgelig være et kostnadsspørsmål i de fleste tilfeller, da utvikling av ny teknologi ikke er gratis. Både i kroner og ressurser. Med mindre bedriften har et svært pressende problem som kun kan løses ved bruk av KI, er det nok fortsatt lurt å ha is i magen.

DNV GL på en annen side er godt i gang med å pilotteste sitt eget utviklede KI-systemet for defektgjenkjenning, og jobber nå med en produksjonslinje. Et bekymringsmoment har selvfølgelig vært om teknologien vil erstatte menneskene, men det viser seg at ekspertene fortsatt trengs. Enn så lenge er kunstig intelligens teknologi som trenger menneskelig interaksjon. Denne KI-løsningen vil for øvrig ha flere gevinstområder. Inspektørene vil kunne sitte foran en skjerm å følge med på videostrømmen fra dronene i sanntid, som sparer dem for mye reising, og farlig arbeid. Dessuten vil KI-systemet på sikt kunne gjøre grovsorteringen selv, som frigjør tiden til menneskene ytterligere. Både Smogeli (DNV GL) og Winther

(Multiconsult) er her enig med Kolbjørnsrud (2017) i at KI antageligvis vil føre til en omstilling, og skape nye roller for de ansatte, enn at det fører til arbeidsledighet. Men hva så med selve implementeringsprosessen?

Implementering i praksis

Der litteraturen nærmest er enstemmig, er at det menneskelige aspektet ved implementering av ny teknologi er vel så viktig, om ikke viktigere, enn teknologien selv (8, 18, 25, 26).

Overveiende konsensus i academia setter i grunn hele problemstillingen i et nytt lys. Ingen av intervjuobjektene nevnte dette før de ble direkte spurt, men på direkte spørsmål hadde de svar som kongruerer med litteraturen. Til tross for at ingen av representantene fra bedriftene delte den meningen umiddelbart, sitter en igjen med et inntrykk av at *mennesket* er den største avgjørende faktoren for en vellykket implementering. Nå er det ikke sånn at intervjuobjektene første respons medfører en idé om en underliggende naivitet i byggebransjen, men det illustrerer allikevel behovet og viktigheten av en nøye gjennomtenkt implementeringsstrategi. Dette er selvfølgelig dersom det er slik at litteraturen har rett i sin påstand, om at involvering av alle ledd i bedriften er et av de sentrale punktene ved innføring av ny teknologi. Kunstig intelligens i byggebransjen er fortsatt på et tidlig stadium, så hvorvidt man kan stole på litteraturen per i dag er uvisst. Tiden vil vise.

Fra et objektivt ståsted er det nesten umulig å være uenig i at det å involvere berørte parter i en implementeringsprosess, er en dum idé. Imidlertid vil det nok ikke være gjennomførbart i alle tilfeller, men å ha en klar plan på hvordan bedriften skal håndtere en slik prosess er anbefalt. Første trinn i implementeringsstrategien til Schober (2020) oppfordrer til nettopp det å ha tydelig kommunikasjon så alle i bedriften blir inkludert. Men per i dag kan det virke som de fleste bedrifter har hoppet over Trinn 1, og gått direkte på Trinn 2, som blant annet er å finne use cases for KI. Ingen strategi er perfekt, og det er heller ikke denne. Alle bedrifter er unike, og dessuten kom Winther (Multiconsult) med nok et godt poeng, om at KI enda ikke har hatt en så stor påvirkning på bransjen at det har vært nødvendig å utarbeide en implementeringsstrategi. Dette stemmer nok, men at KI banker på døra er det ingen tvil om.

Bedrifter må prøve å identifisere områder der det er størst behov, og der de tror KI kan kunne bidra mest. En idé er å opprette en egen avdeling som utelukkende jobber med digitalisering og implementering av ny teknologi, slik som Multiconsult nå har gjort og som Schober (2020) oppfordrer til i Trinn 4. På denne måten vil bedriften ha en egen plattform som sikrer mot

potensielle fallgruver, og hvis eneste formål er å digitalisere bedriften på en så forsvarlig måte som mulig.

5.3 Hvilke risikoer og konsekvenser kan implementering av KI føre til?

Alle intervjuobjektene er enige om at en av de største risikoene er hvis KI-systemet gjør en feil. Det kan ha både fatale og økonomiske konsekvenser. Samtidig er fordelene også enorme hvis det blir rett. Men kunstig intelligens presenterer ulike former for risiko, og ifølge Kaplan *et al.* (2012) kan risiko deles tre kategorier: *Unngåelig*-, *strategisk*- og *ekstern risiko*. Ut ifra dette kan KI plasseres i alle tre kategoriene, da *unngåelig* innebærer teknologisk risiko, *strategisk* innebærer satsing på forskning og utvikling, og *ekstern* som innebærer disruptiv innovasjon. Allerede her ser man behovet for grundig risikoanalyse. Det kan være mange bedrifter undervurderer kompleksiteten til kunstig intelligente systemer. Som Kolbjørnsrud (2017) påpeker er det spesielt viktig at man forstår hvordan et KI-system fungerer, og det er kanskje her en av de største utfordringene ligger, spesielt KI-systemer som bruker nevralt nett. Disse systemene er såkalte «sorte bokser», hvor brukeren ikke kan se hvordan systemet kom frem til løsningen. I tilfeller hvor skadepotensialet for eventuelle feil er neglisjerbart, er selvfølgelig ikke dette et problem. Men dersom nevralt nett blir brukt til å designe f.eks. konstruksjonsløsninger, kan en feil i verste fall ta liv.

En annen risiko med KI er en voldsom hype rundt det, slik Smogeli (DNV GL) påpeker. Noe som i grunn kan gå begge veier. All mediedekningen KI får for tiden kan bidra til økt bevissthet rundt det, og at mennesker ønsker å utdanne seg innen feltet. Men det kan også føre til at man tror KI kan løse alt, og får en overdreven tillit til det. Her mener Winther (Multiconsult) at det er helt avgjørende at vi har tillit til kontroll. Problemet oppstår med en gang et KI-system spytter ut en løsning og vi mennesker ikke har mulighet til å verifisere den. I enkelte systemer vil det selvfølgelig ikke være stort behov for verifisering, men igjen kommer man tilbake til spørsmålet: «Hva om KI-systemet gjør en feil?». Og plutselig dukker en annen problemstilling opp. Hvem har ansvaret? Alle disse faktorene gjør at å utrede en risikoanalyse for systemer som bruker kunstig intelligens vil være en kjempeutfordring, men samtidig veldig viktig.

6. Konklusjon

Følgende kapittel vil forsøke å besvare oppgaves problemstilling «*Hvordan implementere kunstig intelligens i byggebransjen?*», samt de tre forskningsspørsmålene «*Brukes KI i byggebransjen i dag, og hvilke fordeler kan KI ha for byggebransjen?*», «*I hvilken grad har byggebransjen forberedt seg på implementering av KI?*» og «*Hvilke risikoer og konsekvenser kan implementering av KI føre til?*», ved å benytte drøftingen fra diskusjonskapittelet.

Det viser seg meget vanskelig å finne et innlysende og endelig svar på problemstillingen, for det har generelt vært svært lite implementering av kunstig intelligens i byggebransjen så langt. Det mest overraskende med hele oppgaven er at stort sett all litteratur innenfor temaet plasserer *mennesket* i sentrum av implementeringsprosessen. Man skulle kanskje tro at teknologien, kunstig intelligens, ville ha en mer sentral rolle. Intervjuene verifiserer også til dels denne teorien rundt det menneskelige aspektet ved implementering. Det handler altså om å inkludere alle ledd i prosessen og sørge for god kommunikasjon hele veien.

Det er for øvrig mulig å konkludere med at KI på et tidspunkt vil bli implementert i byggebransjen, og at det er mange fordeler ved bruk av KI. På det området er det full enighet i litteraturen, spørreundersøkelsen og intervjuene. De første bedriftene som tør å ta steget inn i ukjent terreng, vil sannsynligvis også høste fruktene. KI har muligheten til å endre godt etablerte arbeidsmetoder, og forhåpentligvis til det bedre. Dette kan være i form av tidsbesparelser, kostnadsbesparelser, bedre sikkerhet og økt produktivitet. Oppgaven viser at det er noen bedrifter som allerede har testet farvannet, og det med suksess. Alle bedriftene fra spørreundersøkelsen som bruker KI, svarer at de er alt fra «Fornøyd» til «Meget fornøyd» med KI-systemene de har tatt i bruk.

Frykten for å bli erstattet av KI er reell blant mange, og det er ikke så rart når man ser prognosene for automatisering av arbeidslivet. Både litteraturen og intervjuene mener imidlertid at bransjen heller vil stå overfor en omstilling og redefinering av roller i bedriften. Igjen er kommunikasjon og åpenhet nøkkelen. Ledere må forklare sine ansatte hvilke fordeler KI kan bidra med, og den tankegangen må spres gjennom hele bedriften slik at alle aksepterer endring. Først når det er på plass kan man gå i gang med å implementere ny teknologi. Det som er viktig å ha bakhodet er også at KI ikke løser alle problemer, men teknologien kan ha stor verdi hvis den blir implementert og brukt på riktig og forsvarlig måte.

Til syvende og sist er også alle bedrifter forskjellige, så hva som fungerer hver enkelt bedrift må være opp til dem selv. Oppgaven har presentert teori om KI, implementering og risiko, samt førstehånds perspektiver og kunnskap fra bransjen. Spørsmålet er om dette er nok til å svare på hvordan man skal implementere kunstig intelligens i byggebransjen? En ting er i hvert fall sikkert: Byggebransjen står overfor et digitalt skifte, og kunstig intelligens kan være innovasjonen bransjen har ventet på for å ta den til nye høyder.

Referanser

1. Barbosa F, Woetzel J, Mischke J, Ribeirinho MJ, Sridhar M, Parsons M, et al. Reinventing construction: a route to higher productivity. *McKinsey Global Institute*. 2017.
2. Blanco JL, Fuchs S, Parsons M, Ribeirinho MJ. Artificial intelligence: Construction technology's next frontier. *The Building Economist*. 2018(Sep 2018):7.
3. Moen J. *Kan digitalisering bli slutten for Norsk byggenæring?* [Internett]. Bygg.no: 2018 [hentet 8. april 2020]. Tilgjengelig fra: <http://www.bygg.no/article/1343127>
4. Kommunal- og moderniseringsdepartementet. *Nasjonal strategi for kunstig intelligens* [Internett]. Regjeringen; 2020 [hentet 8. april 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nasjonal-strategi-for-kunstig-intelligens/id2685594/>
5. Suzuki K. AI: A New Open Access Journal for Artificial Intelligence. *AI*. 2020;1(2):141-142. <https://doi.org/10.3390/ai1020007>
6. Gillis S, Daelemans W, De Smedt K. *Artificial intelligence*. I: Verschueren J, Östman J-O, Blommaert J, red. *Handbook of Pragmatics: Manual*: John Benjamins Publishing Company; 1995. s. 61–80.
7. Tecuci G. Artificial intelligence. *WIREs Computational Statistics*. 2012;4(2):168-180. <https://doi.org/10.1002/wics.200>
8. Kolbjørnsrud V. Kunstig intelligens og lederens nye jobb. *Magma*. 2017;20(6):33-42.
9. University of Helsinki, Reaktor Education. *Elements of AI* [Internett]. 2018 [hentet 28. april 2020]. Tilgjengelig fra: <https://course.elementsofai.com/no/>
10. Hurley J. Enabling Successful Artificial Intelligence Implementation in the Department of Defense. *Journal of Information Warfare*. 2018;17(2):65-82.
11. Dormehl L. *What is an artificial neural network? Here's everything you need to know* [Internett]. Digital Trends: 2019 [hentet 2. mai 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.digitaltrends.com/cool-tech/what-is-an-artificial-neural-network/>
12. Rouse M, Tucci L, Burns E, Laskowski N. *What is Artificial Intelligence (AI)?* [Internett]. 2020 [hentet 17. april 2020]. Tilgjengelig fra: <https://searchenterpriseai.techtarget.com/definition/AI-Artificial-Intelligence>
13. Rouse M, Wigmore I. *What is natural language generation (NLG)? - Definition from WhatIs.com* [Internett]. 2018 [hentet 10. april 2020]. Tilgjengelig fra: <https://searchenterpriseai.techtarget.com/definition/natural-language-generation-NLG>
14. Rouse M, Botelho B, Bigelow SJ. *What is Big Data and Why is it Important?* [Internett]. 2019 [hentet 21. april 2020]. Tilgjengelig fra: <https://searchdatamanagement.techtarget.com/definition/big-data>

15. Rouse M, Gillis A, Rosencrance L, Shea S, Wigmore I. *What is IoT (Internet of Things) and How Does it Work?* [Internett]. 2020 [hentet 4. mars 2020]. Tilgjengelig fra: <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Internet-of-Things-IoT>
16. Hintze A. Understanding the four types of AI, from reactive robots to self-aware beings. *The Conversation*. 2016.
17. Sodian B, Kristen S. *Theory of mind*. Towards a theory of thinking: Springer; 2010. s. 189-201.
18. Schober K. *Artificial intelligence in the construction industry* [Internett]. 2020 [hentet 16. april 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.rolandberger.com/en/Point-of-View/Artificial-intelligence-in-the-construction-industry.html>
19. Bharadwaj R. *AI Applications in Construction and Building – Current Use-Cases* [Internett]. 2019 [hentet 3. april 2020]. Tilgjengelig fra: <https://emerj.com/ai-sector-overviews/ai-applications-construction-building/>
20. Andersen TW, Buckholm MK. *FAGARTIKKEL: Hva er innovasjon – og hvordan innoverer man?* [Internett]. 2018 [hentet 24. april 2020]. Tilgjengelig fra: <http://www.smartinnovationnorway.com/gpZCM>
21. Digitaliseringsdirektoratet. *Kva er innovasjon? | Digitaliseringsdirektoratet* [Internett]. 2018 [hentet 15. april 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.difi.no/fagomrader-og-tjenester/innovasjon/hvordan-jobbe-med-innovasjon/hva-er-innovasjon>
22. Nordbakken LP. *Hva er innovasjon?* [Internett]. 2019 [hentet 24. april 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.civita.no/politisk-ordbok/hva-er-innovasjon>
23. Morgan H. How AI Can be One of the Disruptive technology in history. *Medium*. 2019.
24. Bloomberg J. Think You Know How Disruptive Artificial Intelligence Is? Think Again. *Forbes*. 2018.
25. Henderson JR, Ruikar K. Technology implementation strategies for construction organisations. *Engineering, Construction and Architectural Management*. 2010.
26. Meyers DC, Durlak JA, Wandersman A. The quality implementation framework: a synthesis of critical steps in the implementation process. *American journal of community psychology*. 2012;50(3-4):462-480.
27. Aven T. *risiko*. Store norske leksikon på snl.no. 2019 [hentet 28. april 2020]. Tilgjengelig fra: <http://snl.no/risiko>
28. Rausand M, Utne IB. *Risikoanalyse: teori og metoder*. 2009.
29. Kaplan RS, Mikes A. Managing risks: a new framework. *Harvard business review*. 2012;90(6):48-60.
30. Berntsen T. *Hva ledere bør vite om digitalisering og risiko* [Internett]. [hentet 3. mai 2020]. Tilgjengelig fra: <https://blogg.markedspartner.no/ledelse/hva-ledere-maa-vite-om-digitalisering-og-risiko>

31. DNV GL. *AI + Safety* [Position Paper]. 2018. Tilgjengelig fra: <https://ai-and-safety.dnvgl.com/>
32. Dahlum S. *forskningsmetode*. Store norske leksikon på snl.no. 2015 [hentet 15. mars 2020]. Tilgjengelig fra: <http://snl.no/forskningsmetode>
33. Thagaard T. *Systematikk og innlevelse: en innføring i kvalitativ metode*. 4 ed. Bergen: Fagbokforlaget Vigmostad & Bjørke AS; 2013.
34. Sander K. *Kvalitative intervjumetoder for datainnsamling* [Internett]. 2019 [hentet 20. mars 2020]. Tilgjengelig fra: <https://estudie.no/kvalitative-metoder/>
35. Rienecker L, Jørgensen PS, Skov S, Landaas W. *Den gode oppgaven: håndbok i oppgaveskriving på universitet og høyskole*: Fagbokforl.; 2013.
36. European Commission. *What is an SME?* [Internett]. 2016 [hentet 1. mai 2020]. Tilgjengelig fra: https://ec.europa.eu/growth/smes/business-friendly-environment/sme-definition_en
37. Finans Norge. *1. Hvilke bedrifter anses som små og mellomstore bedrifter (SMB)?* [Internett]. [hentet 1. mai 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.finansnorge.no/aktuelt/nyheter/2020/korona/lanegarantiordningen/sporsmal-og-svar-om-lanegarantiordningen/bedrifter/hvilke-bedrifter-anses-som-sma-og-mellomstore-bedrifter-smb/>
38. *Spørreundersøkelser - Kalkulator* [Internett]. [hentet 4. april 2020]. Tilgjengelig fra: <http://www.xn--sprreunderskelsker-10bj.no/kalkulator/>
39. Chaillou S. *AI + Architecture | Towards a New Approach*. *Harvard University*. 2019.

Vedlegg

Vedlegg 1: Artikkel

Vedlegg 2: Plakat

Vedlegg 3: Intervjuguide – for intervjuobjekt

Kunstig intelligens: Byggebransjens evolusjon



Byggebransjen står overfor et digitalt skifte uten sidestykke nå som kunstig intelligens banker på døra. Men har bransjen forberedt seg godt nok på implementering av slik teknologi? Og hvilke muligheter skjuler seg bak de to bokstavene – K – I ?

Kunstig intelligens (KI) er i skuddet om dagen, og teknologien som utvikles er en bølge som ikke kan stoppes.

Sammenlignet med andre bransjer ligger BAE-næringen et stykke etter i digitaliseringsprosessen, og har nå en gyllen mulighet til å tette gapet.

Det som har gjort at KI har fått en oppblomstring de siste årene, er mye grunnet stor fremgang på området som kalles maskinlæring. Det er muligjort fordi teknologien har utviklet seg, som gjør at vi har fått mer datakraft, slik at maskinene kan behandle større og mer komplekse datamengder. Maskinlæring består av teknikker som gjør at datamaskiner kan behandle store mengder med data, lære av dataene, og deretter ta beslutninger basert på denne kunnskapen.

Det blir sagt at kunstig intelligens vil endre bransjen over natta, men

sannheten er at denne endringen slettes ikke er en «revolusjon», men heller en saktegående, stødig og stille «evolusjon». Kunstig intelligens har vært et tema siden 1950-tallet, og har i rykk og napp sneget seg fremover med varierende resultater. Dagens hurtige utvikling av datamaskinkraft fører imidlertid til at vi nå får se den første virkelige implementeringen av KI i byggebransjen.

KI i byggebransjen og implementering

Til tross for hva media forteller oss, så er det bedrifter i Norge som allerede har begynt å bruke ulike former for KI. I en undersøkelse for norske bedrifter i byggebransjen, svarte 38% at de bruker KI. Dette er stikk i strid med hva forskningen forteller oss. Betyr dette at KI er tilgjengelig for de fleste? Og hvordan skal man sørge for en vellykket implementering av slik teknologi?

I motsetning til det man skulle tro, er *mennesket* et av de mest sentrale faktorene i en vellykket implementering. Det handler rett og slett om å ha god kommunikasjon innad i bedriften, og sørge for at alle berørte parter blir involvert i implementeringsprosessen.

Det å inkludere alle de ansatte i bedriften gjennom hele løpet er vesentlig for mottakelsen av teknologien.

Frykter for jobben

Dessverre er fortsatt frykten for at KI skal ta over jobben en tanke som streifer mange. Heldigvis kan både Multiconsult og DNV GL komme med gode antagelser om at man kan forvente omstillinger og nye roller, og ikke arbeidsledighet. Dessuten er det nok fortsatt et lite stykke i frem i tid at vi kommer til å se en brå forandring.



En ting er i alle fall sikkert, vi går en spennende tid i møte, og byggebransjen har alle muligheter fremfor seg.

Vedlegg 2: Plakat



Institutt for bygg- og miljøteknikk

Plan for implementering av kunstig intelligens i byggebransjen

Plan for Implementation of Artificial Intelligence in the Construction Industry

Prosjektnr.: 2020-34
Martin Astrup Fivelsdal

Intern veileder: Jomar Tørset
Ekstern kontakt: Mestergruppen

Byggebransjen står overfor et digitalt skifte, og det er et tydelig potensial når det gjelder implementering av ny teknologi.

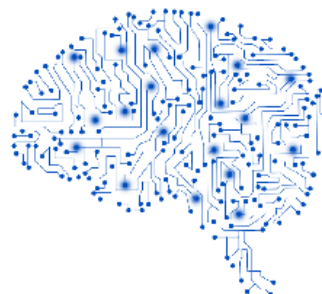
Utviklingen innen kunstig intelligens kan være innovasjonen bransjen har ventet på, men hvordan skal man implementere slik teknologi?

Uante muligheter



Risiko og konsekvenser

Spennende innovasjon



Vellykket implementering

Kunstig intelligens

Vedlegg 3: Intervjuguide – for intervjuobjekt

Bakgrunn

Intervjuet utføres av Martin Astrup Fivelsdal, bachelorstudent på Bygg- og miljøstudiet ved NTNU Trondheim. Resultater fra intervjuet vil bli brukt som en del av pågående bacheloroppgave. Temaet for oppgaven er *kunstig intelligens*, hvor målet er å finne ut hvordan KI kan implementeres vellykket i byggebransjen, og eventuell risiko og etiske problemstillinger som burde tas hensyn til.

Bruk av intervju

Intervjuet vil bli brukt for å få et innblikk i dagens situasjon rundt KI i byggebransjen, og deretter sammenligne med eksisterende vitenskapelig litteratur. Intervjuet vil bli tatt opp for transkribering, men vil bli slettet ved ferdigstillelse av oppgave (20.05.2020). Det ønskes å kunne presentere hvem intervjuobjektet er og nåværende bedrift da dette vil gi mer substans i oppgaven, og forståelse for informasjonen som blir gitt. Dersom intervjuobjektet ønsker å være anonym og/eller ikke ønsker å bli spilt inn, så vennligst gi beskjed om dette.

Kartleggingsspørsmål:

- Navn og alder
- Bedrift og antall ansatte i bedriften
- Nåværende stilling
- Utdanning
- Antall år i bransjen

Hovedspørsmål:

- Når jeg sier «kunstig intelligens», hva tenker du på da?
- Bruker dere noen form for KI i bedriften i dag?
- Hva slags type KI er aktuell for din bedrift, og hvorfor?
- Når i byggeprosessen ser din bedrift for seg at bruk av KI vil være mest aktuelt?
- Hvordan tenker bedriften å implementere den nye teknologien, da først og fremst KI?
- Hva tror du skal til for å få til en vellykket implementering av KI?
- Ser du noen risiko med å utvikle og å ta i bruk KI?

