

Pernille Nalum Duvholt

Prosjektoppgave

Veien fra naturlig til kunstig intelligens i byggenæringen

Kartlegging av bruk av kunstig intelligens i
virksomhetsstyring

Trondheim, 16. desember 2020

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



Forord

Kunstig intelligens kom som er storm,
Og det skulle medføre mer enn en ny norm
Byggenæringen må gjennom en omfattende endring,
Investering, gevinstrealisering og modenhet vil føre til bedring
Temaet ble valgt etter nysgjerrighet og interesse,
Kunnskap om KI er oppnådd resultat.

Tusen takk til veileder for hjelp, kontoret for kakefredag, «sjette klasse» for vinbingo og kollektivet for middag; det har tidvis vært veldig morsomt.

Pernille W. Duvholt

Trondheim
16/12-20

Abstrakt

Byggenæringen henger etter i den teknologiske utviklingen. Den fjerde industrielle revolusjonen, IR4.0¹, har medført enorme digitale endringer og teknologiske fremskritt. Dermed har det også oppstått nye utfordringer, tankemåter, fleksibilitet og kunnskapsgap. I media blir kunstig intelligens både elsket og hatet, og fagfeltet skaper engasjement og debatt.

Oppgaven presenterer en utforskende studie om bruk av kunstig intelligens i byggenæringen, med fokus på bruk i planlegging og ferdigstilling. Gjennom en litteraturstudie er det undersøkt hva som er forsket på og hva som kan være årsaken til at byggenæringen ikke har tatt i bruk kunstig intelligente hjelpemidler i samme grad som andre produksjonsnæringer. Bør implementerings- og bruksstrategien ligge hos virksomhetsstyringen i bedriftene for å sikre en langsiktig satsning på fagfeltet eller har næringen for lav grad av digital modenhet til å gjennomføre et teknologisk skifte? Det er videre sett på gevinstene ved implementering, bruk av kunstig intelligente verktøy og hvilke positive effekter fagfeltet kan bringe med seg til næringen; både i planlegging, gjennomføring, ressursbruk, sikkerhet og erfaringslæring.

Gjennom funnet litteratur er det vist at bruken av kunstig intelligens ikke er optimalisert i byggenæringen i dag. Det grunnes blant annet for dårlig organisasjonsstruktur og mangel på langsiktige planer for investering og implementering av ny teknologi. Mangel på kunnskap og digital modenhet bidrar også til at gevinstene knyttet til ny teknologi blir utydelige. Videre arbeid i masteroppgaven legger opp til grundigere svar fra næringen selv på forskningsspørsmålene i prosjektoppgaven. Dette ønskes utført gjennom samtaler, intervjuer og dybdeintervjuer av aktører i næringen.

¹ IR4.0 – Den pågående automatiseringen i samfunnet. Inntoget av KI og bruk av moderne teknologi.

Innholdsfortegnelse

FORORD	II
ABSTRAKT	III
FIGURER OG TABELLER.....	V
AKRONYMER OG FORKORTELSER.....	VI
1. INTRODUKSJON.....	1
1.1 BAKGRUNN	1
1.2 PROBLEMSTILLING OG TILHØRENDE FORSKNINGSSPØRSMÅL	1
1.3 BEGRENSNINGER	2
1.4 STRUKTUR.....	3
2. TEORI.....	4
2.1 HVA ER KUNSTIG INTELLIGENS?.....	4
2.2 KI I VIRKSOMHETSSTYRING.....	7
2.2.1 Virksomhetsstyring.....	7
2.2.2 Bruk av KI i byggenæringen	8
2.2.3 Digital modenhet	11
2.3 GEVINSTREALISERING	13
2.3.1 Hva er gevinster?	14
2.3.2 Hvordan oppnå gevinster?.....	15
2.3.3 Gevinster av KI i byggenæringen	16
3. METODE	17
3.1 UNDERSØKELSESMETODE	17
3.1.1 Kvantitativ eller kvalitativ forskningsmetode?	17
3.1.2 Triangulering	17
3.1.3 Gyldig, pålitelig og generaliserbar.....	18
3.2 VALG AV METODE	18
3.3 LITTERATURSTUDIE.....	19
3.3.1 Identifisering av litteratur.....	19
3.3.2 Innsamling av litteratur	20
3.3.3 Utvelgelse av litteratur	21
3.3.4 Evaluering av litteratur.....	21
4. FUNN.....	23
4.1 KARTLEGGING AV DAGENS BRUK AV KI	23
4.2 PLAN FOR VIDERE ARBEID I MASTEROPPGAVE.....	25
5. DISKUSJON	26
5.1 KARTLEGGING AV DAGENS BRUK AV KI	26
5.2 PLAN FOR VIDERE ARBEID I MASTEROPPGAVE.....	27
6. KONKLUSJON	29
REFERANSELISTE	30
VEDLEGG	33

Figurer og tabeller

Figurliste

FIGUR 1: FORSIDEILLUSTRASJON LÅNT FRA THE CAD ROOM.....	I
FIGUR 2: FAGLIG FORDYPNING INNEN FAGFELTET FOR INFORMATIKK	4
FIGUR 3: UTVIKLING OG AVHENGIGHET AV DIGITALISERING FOR DIGITAL TRANSFORMASJON	5
FIGUR 4: NØDVENDIGE FAKTORER FOR UTVIKLING AV DIGITAL MODENHET	12
FIGUR 5: MODENHETSTRAPPEN I DIGITAL MODENHET	12
FIGUR 6: ILLUSTRASJON AV GEVINSTREALISERING I ULIKE PROSJEKTFASER. I DENNE OPPGAVEN VIL FOKUSET VÆRE PÅ DE BLÅ FELTENE – ALTSÅ VIRKSOMHETSSTYRING I BYGGENÆRINGEN.....	13

Tabelliste

TABELL 1: KAPITTELSTRUKTUR I RAPPORTEN, INSPIRERT AV NTNUS SKRIVERESSURSER (NTNU, N.D.).....	3
TABELL 2: SØKEMATRISSE MED ANTALL TREFF I ULIKE SØKEMOTORER	20

Akronymer og forkortelser

AI	Artificial intelligence
BAE	Bygg, anlegg, eiendom
BIM	Building information modelling
CAD	Computer aided design
DIFI	Direktoratet for forvaltning og ikt
DL	Dyplæring
FoU	Forskning og utvikling
HMS	Helse, miljø, sikkerhet
IGLC	International Group for Lean Construction
IoT	Internet of Things
IR4.0	Den fjerde industrielle revolusjon
KI	Kunstig intelligens
ML	Maskinlæring
NTNU	Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
UiA	Universitetet i Agder
VDC	Virtual design construction

1. Introduksjon

Første kapittel tar for seg bakgrunn og formål for valgt oppgave, samt omfang og avgrensning. Problemstilling med tilhørende forskningsspørsmål vil også presenteres her.

1.1 Bakgrunn

BAE-næringen har, som mange andre næringer, vært vitne til enorme digitale endringer og teknologiske fremskritt de siste 10-15 årene (Craveiro et al., 2019). Dette har gitt nye hjelpemidler, nye utfordringer og krav til ny kompetanse og fleksibilitet. Implementeringen av innovative digitale verktøy, maskinlæring og kunstig intelligens (KI) har variert mellom ulike næringer. Trenden de siste årene er at byggenæringen henger etter relativt til andre produksjonsnæringer (Bilal et al., 2016).

Kom den fjerde industrielle revolusjonen, IR4.0, som et sjokk på en av verdens største næringer? Hvordan tar byggenæringen i bruk allerede tilgjengelig teknologi? Hvilke gevinster tilfører bruk av KI til byggenæringen? Og til slutt, er det modenhet og holdninger innad som har forhindret implementering og ført til at byggenæringen er blant de dårligste i klassen?

Hensikten med prosjektoppgaven er å identifisere bruk av KI i virksomhetsstyring i byggenæringen, betydningen av menneskelige aspekter og om næringen oppnår en gevinstrealisering med KI. Det sies at god implementering og bruk av innovative teknologiske hjelpemidler kan øke effektivitet, lønnsomhet og kompleksitet i et byggeprosjekt, samtidig med tidligere identifisering og forhindring av skader (Alaloul et al., 2018). En ny bruk av KI vil kreve nye arbeidsmetoder og endre kompetansekrav og menneskelige oppgaver.

1.2 Problemstilling og tilhørende forskningsspørsmål

Problemstillingen i oppgaven lyder: Hva skal til for at organisasjoner og fagpersoner tar i bruk KI som hjelpemiddel i virksomhetsstyring av byggenæringen?

Forskningsspørsmålene tilknyttet problemstillingen er:

- Brukes KI og innovativ teknologi i virksomhetsstyring i dag?
- Er næringen moden for IR4.0?
- Finnes det en gevinstrealisering ved digitalisering?

Disse spørsmålene omfatter bruk av KI i dag og i fremtiden. De er formulert for å inkludere flere innfallsvinkler på et fagfelt som er i kontinuerlig utvikling og endring.

1.3 Begrensninger

Tid

Oppgaven er skrevet som en del av faget TBA4531 Prosjektledelse, fordypningsprosjekt på NTNU. Faget gir 7,5 studiepoeng, og oppgaven er utført med tanke om videre arbeid i den avsluttende masteroppgaven våren 2021. Oppgaven vil altså danne et kunnskapsgrunnlag for større datainnsamling, og er begrenset til en fjerdedel av høstsemesteret 2020.

Kunnskapsnivå

Før oppstart av oppgaven var det kun interesse, men lite kunnskap, om KI hos forfatter. Gjennom sommeren ble kurset «Elements of AI²» gjennomført for å ha basiskunnskapen på plass før oppgaveskrivingen startet. I tillegg til faglitteratur, har også dokumentaren «iHuman³» blitt sett for å oppnå en bredere forståelse av samfunnets oppfattelse av KI.

Kun én næring

Oppgaven er begrenset til å kun ta for seg bruk av KI i virksomhetsstyring av byggenæringen. Det er valgt for ikke å gape for stort, men det kan tenkes at å se på bruk og utvikling av KI i andre næringer kunne vært bekreftende eller avkreftende for resultatene i denne oppgaven.

Litteraturstudie

Litteraturstudien som er utført knyttet til oppgaven har kun sett på norsk og engelsk litteratur. Her er språk barrieren for større utvidelse av søk og funn av forskning og faglitteratur.

² Kurset finnes her: <https://www.elementsofai.com/no/>

³ Tilgjengelig hos NRK TV: <https://tv.nrk.no/program/KOID75003817>

1.4 Struktur

Prosjektoppgaven består av to deler: Prosjektoppgaverapporten og tilhørende vedlegg.

Prosjektoppgaven

Rapporten er strukturert over seks kapitler, disse presenteres i tabell 1.

Tabell 1: Kapittelstruktur i rapporten, inspirert av NTNUs skriveressurser (NTNU, n.d.).

Kapittel	Beskrivelse
Introduksjon	Kapittel 1 presenterer bakgrunnen for oppgaven, problemstilling, forskningsspørsmål og begrensninger
Teori	Kapittel 2 legger frem relevant teori og forskning knyttet til problemstillingen. KI, implementering, menneskelige faktorer, digital modenhet og gevinstrealisering.
Metode	Kapittel 3 beskriver metoden benyttet i oppgaven for å kunne svare på forskningsspørsmålene. Dette inkluderer litteraturstudien.
Funn	Kapittel 4 presenterer funn fra litteratur og planlegging for masteroppgave.
Diskusjon	Kapittel 5 diskuterer funnene fra kapittel 4 opp mot teorien presentert i kapittel 2. Hensikten er å diskutere resultatene opp mot problemstillingen.
Konklusjon	Kapittel 6 avslutter oppgaven med å beholde problemstilling og forskningsspørsmål for videre arbeid som masteroppgave våren 2021.

Vedlegg

Vedleggene er supplementerende dokumenter tilhørende rapporten og består av:

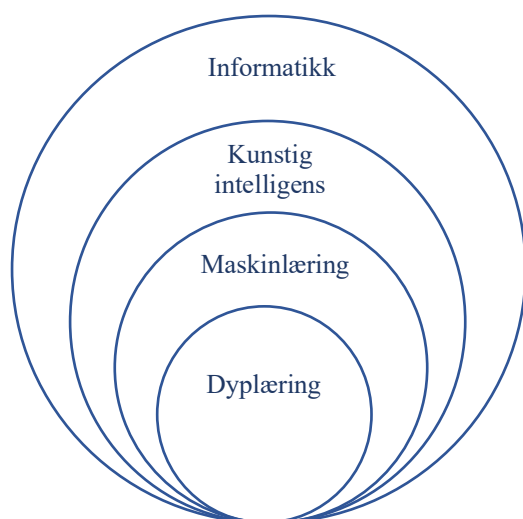
1. Beskrivelse av treff tilhørende litteraturstudien: litteratursøk-tabell.xlsx

2. Teori

Teorikapittelet setter rammeverket for oppgaven. En viktig del av oppgaven er å finne, bli inspirert og være kritisk til tidligere forskning på valgt tema. Dette kapittelet skal tydeliggjøre definisjoner, synliggjøre tidligere forskning og presentere teori knyttet til viktige fenomener for problemstillingen.

2.1 Hva er kunstig intelligens?

Kunstig intelligens er en fagdisiplin innen informatikk, og omfatter ulike faglige fordypninger (Tidemann, 2020). Figur 2 illustrerer hovedfordypningene i KI og sammenhengen mellom dem. Disse vil forklares nærmere i delkapittelet.



Figur 2: Faglig fordypning innen fagfeltet for informatikk

Kurset «Elements of AI» presenterer grunnleggende systemer og typer KI. Begrepene autonomi og adaptivitet blir tidlig forklart. Dette er viktige begreper knyttet til utviklingen av et KI-system.

Autonomi

Evnen til å utføre oppgaver i komplekse omgivelser uten kontinuerlig hjelp fra mennesker. Autonomi omfatter tilpasningsevne og økende presisjon ved økt tilgang på data (Teknologirådet, 2018).

Adaptivitet

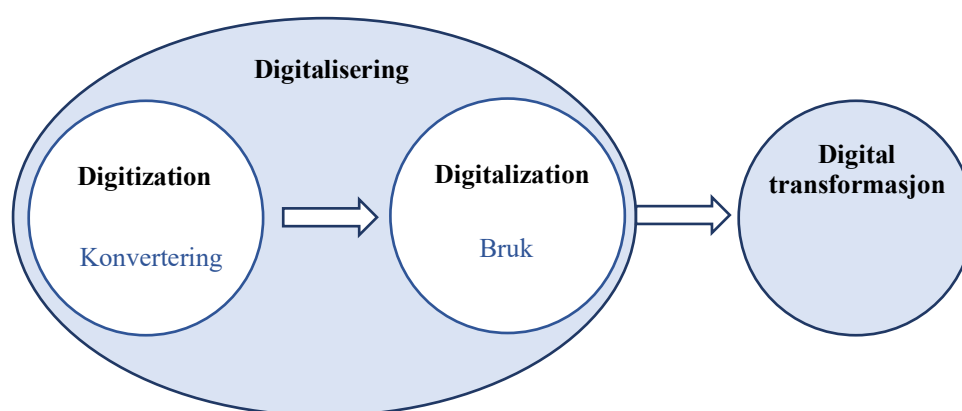
Evnen til å forbedre prestasjonen ved å lære av erfaringer. Adaptivitet er et resultat på god autonomi (Teknologirådet, 2018).

Digitalisering og digital transformasjon

I det engelske språket skilles det mellom digitalisering i form av konvertering fra analogt til digitalt (digitization), og bruken av digitale teknologier og digitalisert data (digitalization) (Chapco-Wade, 2018). Chapco-Wade argumenterer dog for at bruken av digital data og

teknologi er avhengig av konverteringen til digitalt underlag, og det vil derfor i denne oppgaven ikke skilles mellom de to engelske begrepene.

Digital transformasjon er den videre utviklingen av digitalisering og implementering i en organisasjon. Den digitale transformasjonen vil endre styring av organisasjoner betraktelig (Bloomberg, 2018). Implementeringen av KI kan sees på som en digital transformasjon i byggenæringen. Figur 3 presenterer utviklingen og den nødvendige tilstedeværelsen av digitalisering for en digital transformasjon. Digital transformasjon tas opp igjen under digital modenhet i delkapittel 2.2.3.



Figur 3: Utvikling og avhengighet av digitalisering for digital transformasjon

Informatikk (Computer Science (CS))

Informatikk defineres som vitenskapen om struktur, drift og anvendelse av datamaskiner og datamaskinsystemer (Rossen, 2018). Det er innenfor denne vitenskapen teori knyttet til matematiske algoritmer, datastrukturer og KI er kategorisert.

Kunstig intelligens (KI)

I dagligtalen defineres KI (eng.: AI) som informasjonsteknologi som justerer egen aktivitet etter ytre påvirkning (Tidemann, 2020). Denne tilpasningsdyktigheten får teknologien til å fremstå intelligent. Norges nasjonale strategi for KI benytter seg av EUs ekspertgruppes definisjon av KI:

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 (Moderniseringsdepartementet, 2020).

KI kan grovt sett deles i to kategorier; regelbaserte modeller (ekspertsystemer) og datadrevne modeller (maskinlæring) (Tidemann, 2020). I oppgaven vil kun datadrevne modeller presenteres.

Maskinlæring (ML)

Maskinlæring er altså en kategori innen KI som beskriver systemer som blir bedre til å løse en bestemt oppgave når mengden informasjon og erfaring øker. ML tar i bruk prøving og feiling, benytter seg av egen erfaring og vil ved større mengder data forbedre egen prestasjon. Målet med ML er automatisk utvikling av datamaskinen uten menneskelig innblanding eller assistanse (Team, 2020).

Dyplæring (DL)

Dyplæring er en gren innenfor ML. Det er en læreprosess som benytter seg av lagvis «dype kunstige nevralt nettverk». Dette er nettverk som forenklet sett er bygget opp som den menneskelige hjernen og på denne måten gjøre det mulig for en datamaskin å tilegne seg ny kunnskap. DL brukes i dag til bildebehandling, talegjenkjenning og behandling av språk (Moderniseringsdepartementet, 2020).

KI i dagens samfunn

KI har blitt et hett tema for diskusjon i samfunnet de siste årene⁴. Diskusjonene går på bruk av algoritmer og ML i spesialisert nettreklame, overvåkning og forslag til personsøk og andre søk i sosiale medier. Dette er det imidlertid satt strengere krav til i nyere tid, og aktører som samler inn data fra brukerne sine plikter å følge den europeiske databeskyttelsesforordningen⁵. Det skapes konspirasjoner, frykt og stor fascinasjon knyttet til robotisering av tidligere menneskelige oppgaver. Journalistene i store mediehus vet å lage overskrifter som fanger oppmerksomhet, og ord som «overtar», «dreper», «overvåker», «kjemper» og «lytter» går igjen for å skape frykt og het diskusjon.

⁴ Hentet fra <https://course.elementsofai.com/no/6/2>.

⁵ Eng.: General Data Protection Regulation, GDPR.

Som et resultat av større overvåkning på nett har det oppstått skepsis og mistro til KI. Gjennom skrekkehistorier om identitetstyveri i mediene blir befolkningen mer bevist på egne digitale fotspor (Teknologirådet, 2018). For å forhindre slike hendelser er det innført strengere endringer i personvern.

I arbeidsmarkedet forventes det også endringer knyttet til inntoget av KI (Davenport et al., 2020). Disse endringene innebærer større automatisering av prosesser og effektivisering ved bruk av robotiserte maskiner. Dette spås å endre både markedsstrategi og etterspørsel etter arbeidskraft. Flere arbeidstakere innen produksjonsnæringer frykter de vil bli erstattet med roboter og stå uten jobb i fremtiden. Utviklere av KI-systemer er uenige i påstandene om at deres teknologiutvikling vil ta fra befolkningen jobb, men heller bidra til en effektivisering i økonomien, endring i jobbmarkedet og måten befolkningen vil jobbe på (Dzierzanowski, 2019). Regjeringen ønsker mer satsning på KI der Norge har store fortinn. Her er ikke byggenæringen nevnt som næring med stort potensial for forbedring (Moderniseringsdepartementet, 2020).

I Norge står særlig Morten Goodwin, informatiker og professor ved UiA, for tilgjengeliggjøring og økende interesse av KI. Goodwin slår hull på mytene om KI i samfunnet og fremmer mulighetene som fagfeltet bringer med seg (Agder and Christiansen, 2020). Ved å holde foredrag, utgi forskning, skrive bøker og skrive avisinnlegg tilgjengeliggjør Goodwin KI for dagens samfunn.

2.2 KI i virksomhetsstyring

IR4.0 og inntoget av KI har gjort det mulig å øke effektiviteten i virksomhetsstyring i byggenæringen (Oprach et al., 2020). Introduksjonen av ulike typer skylagring legger til rette for erfaringslæring og autonome og adaptive maskiner forenkler repetitive prosesser.

2.2.1 Virksomhetsstyring

Virksomhetsstyring defineres som summen av strukturerte prosesser og aktivitetsstyring i en virksomhet (Hagness et al., 2014). Den skal styre ressursbruk og risikoeksponering ved bruk av ulike verktøy. God virksomhetsstyring er avgjørende for opprettholdelse av langsiktige mål og effektiv ressursbruk i et langtidsperspektiv.

Virksomhetsstyringen sitter sentralt i en organisasjon og vil i byggenæringen være avgjørende for langsiktig utvikling (Hagness et al., 2014). Av figur 6 i delkapittel 2.3, markeres virksomhetsstyringen i blått. Her inngår oppgavene i et prosjekt som bør utføres av styrende organer for kontinuitet i utvikling. Det er virksomhetsstyringen og dens bestemmelser angående teknologisk utvikling som er avgjørende for satsing på KI og bruk av tilgjengelige digitale hjelpemidler i bedriften.

Byggenæringen henger relativt etter sammenlignet med andre produksjonsnæringer i den teknologiske utviklingen (Craveiro et al., 2019). Craveiro et al. beskriver «Construction 4.0» som den fjerde industrielle revolusjonen i byggenæringen og hvordan næringen må satse på digitale løsninger for å henge med i teknologiutviklingen. Sammen med Oesterreich og Teuteberg, er Craveiro et al. enige om at det krever en endring i virksomhetsstyringen for å oppnå digital utvikling (Oesterreich and Teuteberg, 2016).

2.2.2 Bruk av KI i byggenæringen

Digitale hjelpemidler er allerede tatt i bruk i byggenæringen i dag. Men det finnes flere ulike KI-systemer og dataprogrammer som baserer seg på ML, skylagring⁶ og BigData-analyse⁷, som ennå ikke er godt utnyttet i næringen (Zhou et al., 2016). KI er byggenæringens neste barriere for videre forbedring gjennom hele prosjekter.

Planlegging

Byggeprosjekter er komplekse sammensetninger av ulike aktører og innehar store usikkerheter knyttet til tidsbruk og koordinering (Anskaffelser.no, n.d.). Hvert nye prosjekt består av en ny organisasjon med unik sammensetning av mennesker, fag og kompleksitet. Dette fordrer god strategi for planlegging og verktøy som effektiviserer alle fasene i prosjektet.

Ansvar for langsiktig planlegging ligger utenfor det enkelte prosjekt og den enkelte prosjektleder (Liu et al., 2018). Det er styringen i bedriften som må legge til rette for gode systemer og verktøy både for prosjektplanlegging og langsiktig planlegging for bedriften etter deres mål. Optimalisering av prosjektplanlegging skjer ved tilretteleggelse av digitale verktøy

⁶ En datalagringsmodell der digitale data lagres i logiske sammenslutninger, hvor det ofte blir lagret på flere servere og ofte på flere steder.

⁷ Analyse av datasett som er så store eller komplekse at de er vanskelige å analysere med vanlige dataprosesseringsverktøy.

og en erfaringsdatabase for prosjektleder å se til og følge i kjente prosesser. Dette kan legges til rette for ved bruk av KI til gjenkjennelse av like prosesser, lagring av tidligere ressursbruk og informasjonsflyt mellom prosjekter.

Erfaringslæring

Erfaringslæring beskriver læring som gjøres gjennom opplevelser og erfaring (Kompetanseveger, 2014). I en arbeidshverdag med stadige endringer, er det helt nødvendig å tilegne seg kompetanse i møte med nye utfordringer. Ny kunnskap kommer dog ikke servert på sølvfat, men må mottas aktivt og reflekteres over underveis.

Ved hjelp av KI vil erfaringslæringen kunne lagres og enklere distribueres til dem som ikke selv har vært til stede ved hendelsene (Kompetanseveger, 2014). Å benytte skylagrings- og BigData-teknologi, vil KI-systemer kunne gjenkjenne sammenlignbare aktiviteter i ulike prosjekter og gi erfaringstall ved planleggingen av tid- og ressursbruk (Zhou et al., 2016). Dette vil bidra i en større erfaringsdatabase for konsernet. På denne måten er det mulig å forhindre å finne opp hjulet på nytt i hvert prosjekt.

Mange av disse hjelpemidlene er allerede tilgjengelige i dagens byggenæring (Oprach et al., 2020). Bruk av Lean⁸ tankegang og ulike BIM⁹-operatører for prosjektmodell benyttes i større grad i dag, og trenden er økende. Både Oprach et al. og Liu et al. skriver at det er tilstrekkelige verktøy tilgjengelige for næringen, og at erfaringslæring kan utføres ved hjelp av KI med rett standardisering og regelsetting i allerede eksisterende hjelpemidler.

Standardisering defineres som en prosess for å implementere og utvikle tekniske standarder basert på felles regler (Oprach et al., 2020). Disse reglene må bestemmes, helst universelle for hele næringen. Da vil standardiseringsprosessene bidra til å danne et felles datagrunnlag i erfaringsoverføringen. På denne måten muliggjøres effektiv lagring av data og naturlig intelligens i næringen. God informasjon og informasjonsflyt krever datasett og regelsett.

⁸ Lean construction – en kombinasjon av forskning og praktisk utvikling innen design og konstruksjon. Tankegangen benytter magre produksjonsprinsipper og praksis i konstruksjonsprosessen.

⁹ BIM (byggningsinformasjonsmodellering) – benevnelse på digitale modeller av et bygg.

Kunnskap og mangel på kunnskap

Det har oppstått et kunnskapsgap i KI innad i næringen (Alaloul et al., 2018). Dette gapet skyldes en kombinasjon av ulike faktorer, men kan grovt sett deles inn i mangel på opplæring, mangel på satsing og investering, og mangel på modenhet og interesse hos involverte aktører.

I en undersøkelse utført av Yu og Yang er det tydelig at næringen har et stort potensiale for bedring i kunnskapsstyring. I undersøkelsen er det lagt fokus på organisering, teknologisk bakgrunn og bidrag til kunnskapsdeling og forskning (Yu and Yang, 2018). Det er forsket på det organisatoriske og strategiske aspektet innen kunnskapsoverføring, og videre til bedrifts- og prosjektnivå. Undersøkelsen beskriver nødvendigheten av større satsning og investering både i KI-baserte verktøy og menneskelig kunnskap og opplæring.

Økonomi

Som ved implementering av KI i næringen, er også bruken av KI avhengig av økonomiske midler til investering, utvikling og bruk (Oesterreich and Teuteberg, 2016). Det investeres for lite i innovative, digitale løsninger, og dette medfører mangel på tilgang og kunnskap om KI i næringen. Ved kortsiktig tenkning på prosjektstyringsnivå, ser prosjektledere det som en dårlig investering å satse på digitalisering og innovative løsninger. Det er derfor viktig å legge ansvaret for investering på KI til virksomhetsstyringen i bedriften (Alaloul et al., 2018).

Virksomhetsstyringen vil legge frem en langsiktig investeringsplan og sette av midler til bruk av KI i planlagte prosjekter (DFØ, n.d.). Dette sikrer en fremtidig satsning på fagfeltet og er vesentlig for digital utvikling i næringen.

Motivasjon

Mangel på motivasjon og åpenhet for endringer bidrar til kunnskapsgapet om KI i næringen (Yu and Yang, 2018). Det har tidvis vært en utfordring å endre tradisjoner og holdninger blant involverte, og dårlig mottagelse av endringer har vært en gjenganger. Både ved inntoget av strengere oppfølging, HMS og ved papirløse byggeplasser. Hvorfor oppstår det så mye motstand knyttet til endringer og håp om forbedringer i næringen?

Lavikka et al. mener motstanden kommer av følelsen av manglende kunnskap og tekniske ferdigheter hos enkeltmennesket og økonomiske barrierer på virksomhetsstyringsplan. Når de

involverte i en bedrift blir presentert for ny teknologi, kan det oppstå en overveldende og demotiverende følelse (Lavikka et al., 2018). Denne følelsen bunner i mangel på kompetanse og forventning om at det kommer til å være vanskelig og tidkrevende å lære seg det nye verktøyet.

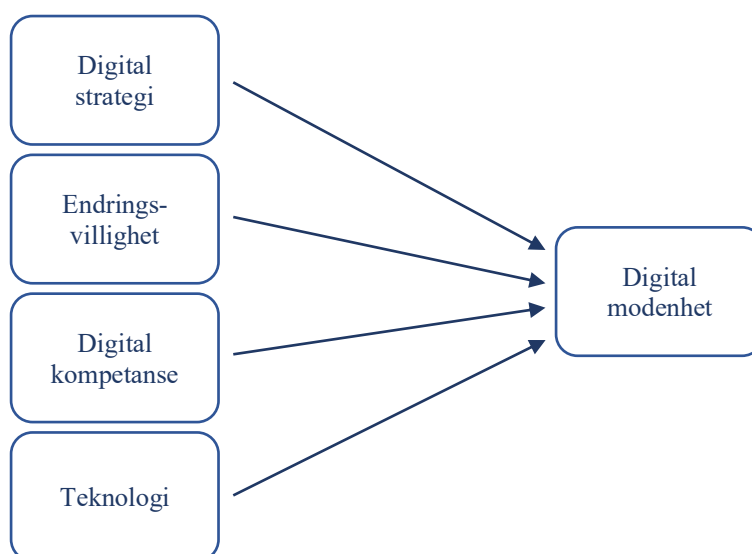
Også det sosiale aspektet spiller inn (Lavikka et al., 2018). De som entusiastisk presenterer det nye verktøyet som skal forbedre en prosess i næringen, snakker om og bruker teknologien som det ikke var noen utfordring. Dette bidrar til å svekke motivasjonen hos dem som allerede henger etter bak i interesse og kunnskap om digitale verktøy.

Trstenjak et al. skriver om manglende tillit til KI, både i byggenæringen og andre produksjonsnæringer. Den skeptiske holdningen til ny teknologi forklares å komme fra redsel om å bli erstattet på lang sikt (Trstenjak et al., 2020). Både ansatte i utførende og administrative stillinger føler seg truet av inntoget av KI og kjemper derfor for å holde på tradisjonell planlegging og gjennomføring.

2.2.3 Digital modenhet

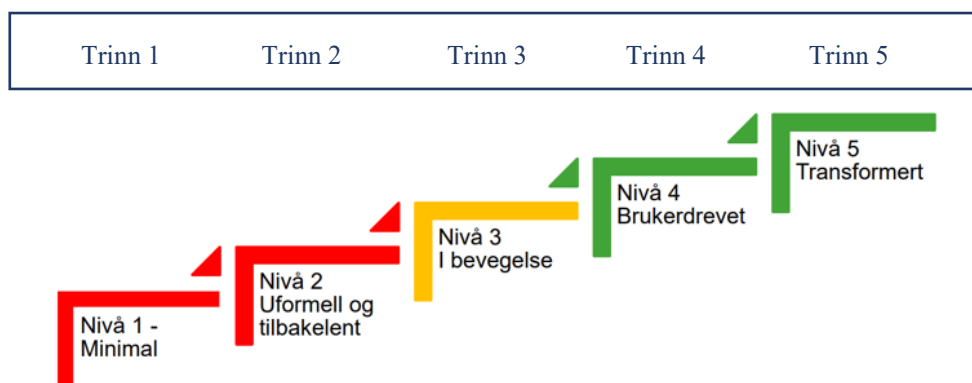
Digital modenhet er en prosess hvor en bedrift eller næring lærer å motta og benytte seg av den stadig utviklende teknologien (Kane, n.d.). Digital modenhet handler om å utvikle ferdigheter knyttet til digital ledelse, implementering av digitale verktøy og satsing og investering i digital teknologi. Disse ferdighetene vil, i takt med teknologien, alltid være under utvikling og tilpasse seg retningen av den teknologiske utviklingen.

For å oppnå digital transformasjon, se figur 3 i delkapittel 2.1, er næringen avhengig av fokus på digital modenhet (Kane, n.d.). Det krever en langsiktig plan og strategi for digitalisering av ledelse, sammen med rett teknologi og tilgjengelig digital kompetanse. Den fjerde, vesentlige faktoren er endringsvillighet. Denne må være på plass i hele næringen for å muliggjøre en langsiktig digital modenhetsprosess. Figur 4 illustrerer de fire nødvendige faktorene hos ledelsen og for hele næringen.



Figur 4: Nødvendige faktorer for utvikling av digital modenhet

Digital modenhet måles ofte i en modenhetstrapp med ulike nivåer i digital transformasjon (Digitaliseringsdirektoratet, n.d.). Trappen illustreres på flere ulike måter, men den mest brukte er vist i figur 5 og inneholder 5 trinn før digital modenhet.



Figur 5: Modenhetstrappen i digital modenhet

Modenhetstrappen illustrerer veien gjennom digital modenhet til digital transformasjon. På det første trinnet ligger næringen på minimalt nivå. Dette betyr at mulighet for digitale endringer er kjent, men de er hverken implementert eller lagt en gjennomføringsstrategi for (Murray, 2020). Det neste trinnet kjennetegnes av uformell og tilbakelent bruk av digitale verktøy, men det er fremdeles kostbart og tidkrevende å tilby tjenestene som ønskes.

Det tredje trinnet beskriver en bevegelse innenfor digitaliseringen (Murray, 2020). Mål og strategi er definert, og implementeringen er i gang. På det nest øverste trinnet er digitaliseringen brukerdrevet. Det vil si at tjenestene benyttes av de ansatte på en effektiv måte. Siste trinn beskriver en fullstendig digital transformasjon. Her følges digitaliseringsstrategien og involverte benytter verktøyene tilgjengelig til kommunikasjon, lagring og problemløsning.

Det finnes ulike analyseverktøy tilgjengelig for å måle digital modenhet etter trappemodellen (Deloitte, n.d.). DIFI benytter en modell på fire steg: 1. Måle digital modenhet, 2. Prioritere prosjekter, 3. Opprette digital strategi, 4. Gjennomføre (Digitaliseringsdirektoratet, n.d.). Kartleggingen utføres for å forstå dagens situasjon og ha et utgangspunkt for handlingsplan. Dette tilrettelegger for et godt sammenligningsgrunnlag mellom næringer og kan benyttes på flere nivåer i en virksomhet.

2.3 Gevinstrealisering

Gevinstrealisering innebærer planlegging og organisering for å sikre gevinster av et tiltak for brukerne (DFØ, n.d.). Videre vil gevinstene følges opp slik at de blir realisert. Gevinstene er en viktig del av virksomhetsstyring i byggenæringen med tanke på digital utvikling og bruk av KI.

Figur 6 deler fasene i et prosjekt inn i virksomhets- og prosjekteierstyring. Figuren tar for seg utviklingen av gevinstrealisering gjennom fase 1-5. Disse skal gjennomgå i dette delkapittelet, med fokus på fasene i virksomhetsstyringen.



Figur 6: Illustrasjon av gevinstrealisering i ulike prosjektfaser. I denne oppgaven vil fokuset være på de blå feltene – altså virksomhetsstyring i byggenæringen

2.3.1 Hva er gevinster?

En gevinst er en ønsket, planlagt og helst forhåndsdefinert positiv effekt av et tiltak (Ihlen, 2017). De skapes når mennesker utfører arbeidsprosesser og tjenester på nye måter. Gevinstrealisering handler om å kartlegge forventede gevinster av et prosjekt og skjer gjennom fem faser: Identifisering, planlegging, oppfølging, overføring til linjestyring og måling.

Generelle gevinster kan enklest sett deles inn i tre, gevinster som reduserer kostnader, reduserer tidsbruk og øker kvalitet (KS, n.d.). Men det planlegges ofte også for prosjekts- og implementeringsspesifikke gevinster. Alle forutsatte gevinster er faktorer som spiller inn i en samfunnsøkonomisk analyse av gevinstrealiseringen.

Samfunnsøkonomisk analyse

Den samfunnsøkonomiske analysen er et verktøy for å identifisere og vurdere ulike virkninger av forutsatte gevinster for samfunnet (DFØ, n.d.). Analysen legges frem før en beslutning vedrørende tiltak skal gjennomføres, og vil være hele eller deler av grunnlaget for beslutning.

Analysen legger et godt grunnlag for en gevinstrealiseringsprosess (DFØ, n.d.). Sluttresultatet er en tydelig fremstilling av planlagte gevinster (nyttevirkninger), når de er forventet å inntreffe og hvilke usikkerheter som knyttes til dem. Analysen utføres derfor i konseptfasen av et prosjekt, og det vil være virksomhetsstyringen som har ansvaret for gjennomføringen.

Tilhørende målsetting

For å lykkes med gevinstrealisering, er det viktig å skille mellom resultatmålene for prosjektet og effektmålene av ønskede gevinster (Ihlen, 2017). Det er vesentlig for gevinstrealiseringen at involverte i prosjektet har fokus også på langsiktig virkning av tiltaket, altså effektmål og samfunns mål. Dette ansvaret ligger i stor grad på prosjektleder, da gjennomføring og oppfølging av målsetting ligger inne i prosjekteierstyringen.

Effektmålene og samfunnsmålene er satt av virksomhetsstyringen (KS, n.d.). Det bør her også legges en strategi for gevinstoppfølging og gevinstrealiseringstiltak med tilhørende rolle- og ansvarsfordeling. På denne måten er det lettere å sikre at også de langsiktige målene blir ivarettatt gjennom prosjektet.

2.3.2 Hvordan oppnå gevinster?

Gevinstrealiseringen skjer gjennom alle de fem fasene (Bjørkum, n.d.). Det er derfor viktig å tilrettelegge for god dialog mellom virksomhetsstyring og prosjekteierstyring. Da vil ønsket og engasjementet om å nå planlagte gevinster videreføres mellom ansvarlige i de ulike fasene. Det er viktig at prosjektteamet er klare over ønskede gevinster av prosjektet (Ihlen, 2017).

Planlegging og oppfølging

Planleggingen skjer i de første fasene av prosjektet; konsept og planleggingsfasen. Her legges strategien for gevinstrealisering på virksomhets- og prosjekteierstyringsnivå (KS, n.d.). Denne inneholder tiltak for arbeid og oppfølging mot oppnåelse av gitte tiltak. Fra konseptfasen følger det i tilknytning til den samfunnsøkonomiske analysen, en total gevinstoversikt for prosjektet. Dette skal forenkle oppfølgingen av målsetting i gjennomføringsfasene.

Dokumentasjonsarbeid må gjennomføres gjennom hele prosjektets levetid. Det gjøres for å enklere kunne benytte erfaringslæring i senere prosjekter. Det bør også stilles nøkkelspørsmål ved hver faseovergang (Ihlen, 2017). Disse skal tydeliggjøre om prosjektet fremdeles bør gjennomføres og synliggjøre prosjektets kurs mot satte målsettinger.

Evaluerer gevinster

I avsluttende og realiserende fase vil oppnådde gevinster evalueres sammen med prosjektresultat (Bjørkum, n.d.). Prosjekteierstyringen evaluerer sitt prosjekt og setter opp resultater på målsettingene satt under konsept og planlegging. Dette synliggjør måloppnåelse på resultat-, effekt- og samfunns mål. I denne prosessen er det viktig at resultatene, særlig knyttet til effekt og samfunn, overføres til linjen. Med dette menes at prosjekteierstyringen sørger for god erfaringsoverføring til virksomhetsstyring som kan ta med seg prosjektresultatene med gitte gevinster videre.

Siden gevinstrealisering skal sikre gevinster av et tiltak på kort og lang sikt, er det naturlig at virksomhetsstyringen tar seg av sluttevaluering og lagring av erfaring (DFØ, n.d.). Det er her langsiktige mål og effektiv ressursbruk opprettholdes. Resultatene av gevinstrealiseringen gir indikatorer på god struktur og aktivitetsstyring i virksomheten.

2.3.3 Gevinster av KI i byggenæringen

Som beskrevet, er typisk ønskede gevinster knyttet til reduksjon i tid- og materialbruk og økning i kvalitet, men det vil også knyttes bestemte gevinster til spesifikke tiltak. Bruk av KI i byggenæringen vil legge til rette for gevinster på virksomhets-, prosjekt- og personlig plan (Rao, n.d.).

På det personlige planet vil KI kunne gi gevinster i form av læring og interesse, dette kan videre bidra til en kunnskapsøkning i næringen og sørge for en digitalt godt rustet arbeidsstyrke (Rao, n.d.). Tilgangen på KI gir videre muligheter for å prosjektere mer komplekse konstruksjoner ved hjelp av bedre BIM-programmer som gir mulighet for å sammenkoble ulike fagdisipliner i en modell. Disse programmene gir bedring i fremdriftsoversikt i prosjekter og det vil i større grad være mulig å forutse tidsbruk og eventuelle tidsbesparelser når hele prosjektet blir samlet i en uniform datamodell. En god fremdriftsplan bidrar med å motvirke budsjettoverskridelser for prosjekter.

Disse prosjektspesifikke gevinstene gir direkte og indirekte økonomiske virkninger (Schober, n.d.). Tidsbesparelser bidrar til mindre sløs og dermed mindre bruk av bortkastede penger. Økende kompleksitet kan kreve dyrere, mer avanserte materialer. Gode BIM-modeller minsker grensesnitt og legger opp til god materialbruk for å unngå store mengder avfall. I den samfunnsøkonomiske analysen vil også de menneskelige gevinstene og verdien av investering på sikt spille en rolle. Det er vanskelig å si noe sikkert om resultatet av en slik analyse, men mye tyder på at god implementering og bruk av KI-systemer i byggenæringen gir et positivt resultat på samfunnsøkonomien med mye fremtidig nytte.

I virksomhetsstyring av byggenæringen, vil KI legge til rette for bedring i erfaringslæring og god kommunikasjon mellom prosjekter (Schober, n.d.). Dette er en kortsiktig gevinst for prosjekter, en langsiktig gevinst for helheten i bedriften. Det muliggjør gode resultater i effekt- og samfunns mål.

3. Metode

Metodekapittelet beskriver undersøkelsesmetode og fremgangsmåte ved funn av eksisterende forskning og faglitteratur. Hensikten er å identifisere allerede utgitt faglitteratur og gi god innsikt i evalueringsmetoden gjennom et utforskende studie.

3.1 Undersøkelsesmetode

Som allerede nevnt i introduksjonen, er KI og bruk av KI-systemer i byggenæringen et fagområde under kontinuerlig utvikling. Det betyr at det stadig gis ut ny litteratur med nye undersøkelser og forskning. På bakgrunn av dette, vil flere undersøkelsesmetoder benyttes. Håpet er da å fange opp både de store linjene i den teknologiske utviklingen i byggenæringen, men også få undersøkt hvilke hjelpemidler som benyttes i dag og hvordan disse kan utnyttes på en effektiv måte.

3.1.1 Kvantitativ eller kvalitativ forskningsmetode?

Både den kvantitative og den kvalitative forskningsmetoden er avhengig av data, enklest delt inn i ulike kategorier. Kvantitative data er målbare og presentert i tallform, kvalitative data uttrykkes beskrivende og konseptuelle (Pickell, n.d.). Dataene legger det videre grunnlaget for forskningsmetoden, hvor de to metodene kan deles etter samme prinsipp. Valget av forskningsmetode tas på bakgrunn av problemstilling og hvilke metode som egner seg best etter forventede resultater. Det er også vanlig å kombinere metodene i forskning.

Kvantitative data samles inn ved tester, spørreundersøkelser, markedsundersøkelser eller matriser. Kvalitative data samles inn ved dokumenter, lydopptak, intervjuer eller observasjoner (Jick, 1979). Kvantitative data er ofte enklere å samle inn og få resultater i store kvanta. Dette muliggjør analyse og sammenligning i større grad enn kvalitativ og det er enklere å generalisere resultatene. Kvalitativ data vurderes ofte som ustrukturert eller semi-ustrukturert (Arghode, 2012). Resultatene gjør det mulig å få innsyn i komplekse problemer, men de er vanskeligere å generalisere til flere situasjoner. I denne oppgaven er det lagt vekt på data funnet i utgitt litteratur, både kvantitativ og kvalitativ.

3.1.2 Triangulering

Triangulering beskrives som å referere til observasjoner ved bruk av minst to ulike perspektiver ("Triangulation," 2004). Å benytte seg av ulike metoder kan ha en innvirkning på funn og gi

et bredere datagrunnlag. Grunnen til å benytte triangulering er for å fange opp fler innfallsvinkler på temaet. Dette bidrar til bedre gyldighet og pålitelighet i funnene og videre diskusjon. I oppgaven vil funn fra litteraturstudien og artikler som skrives om KI i media i dag være trianguleringsgrunnlaget. Det er vanligst å kombinere undersøkelser, litteraturstudier, case studier og observasjoner i en triangulering (Cope, 2014).

3.1.3 Gyldig, pålitelig og generaliserbar

Begrepene gyldighet, pålitelighet og generalitet er viktig relatert til troverdighet og kvalitet. Gyldighet i en undersøkelse er en indikator på hvorvidt dataene henger sammen med teori. Resultatet har ingen verdi uten gyldighet. Pålitelighet knyttes opp mot kontinuiteten i dataene, at de kan sammenlignes og om resultatet kan etterprøves. Generaliteten er muligheten til å overføre resultatene til en annen situasjon, en annen bedrift eller næring.

Det er stilt høye krav til bakgrunnssjekk av valgt litteratur. Dette er ikke gjort med hovedmål å ekskludere mindre anerkjent og ny forskning, men heller for å være observant på hvilke type forskning og annen populærvitenskap som leses.

3.2 Valg av metode

Valg av forskningsmetode tas med hensyn til problemstilling og tilhørende forskningsspørsmål. Det vil i oppgaven være fordelaktig med et godt teorigrunnlag, presentert i kapittel 2, og gode kilder fra virksomhetsstyring i byggenæringen. Derfor er litteraturstudie vurdert som grunnlag for teori og for avdekking av tidligere forskning på fagfeltet.

For å innhente data fra byggenæringen, vil det i hovedsak leses artikler om dagens utvikling av KI. Dette synliggjør bruken og nytten av KI i virksomhetsstyringen av byggenæringen. Videre arbeid her vil bestå av intervjuer og dybdeintervjuer av involverte i næringen. Å intervju de som forsker på langsiktig bruk av KI for å øke gevinstrealiseringen, vil synliggjøre effektivitetsøkning og utfordringer knyttet til fagfeltet fra byggenæringen som den fungerer i dag. Det vil utføres semi-strukturerte intervjuer (Doyle, n.d.). Disse intervjuene vil gjennomføres våren 2021 og diskuteres derfor ikke videre i oppgaven.

3.3 Litteraturstudie

En litteraturstudie utføres for å undersøke hva som allerede har blitt undersøkt (NTNUbibliotek, 2018). I denne sammenheng er det blitt utført litteratursøk for å identifisere tidligere forskning og pågående trender i KI-systemer som hjelpemiddel i byggenæringen. Det brede søket har resultert i litteraturfunn om KI og teknologiutvikling mot IR4.0, hvordan KI fungerer i produksjon, hvordan den brukes i planlegging, erfaringsoverføring og hvilke potensialer som finnes. Det er også sett på muligheter og utfordringer knyttet til mennesket og KI, med holdnings-, modenhets- og samfunnsøkonomiske perspektiver.

Litteraturstudien er bygd opp ved forenkling av oppsettet til Arksey og O'Malleys (Arksey and O'Malley, 2005). Den stegvise fremgangsmåten følger:

1. Identifisering av litteratur
2. Innsamling av litteratur
3. Utvelgelse av litteratur
4. Evaluering av litteratur

3.3.1 Identifisering av litteratur

Litteratursøkene er utført i ulike søkemotorer. Her er det lett etter journaler, artikler, anmeldelser, konferansepapers , diskusjonspapers og bøker. Søkene er utført på bakgrunn av interesse, testsøk og forward og backward citation chaining i litteratur vurdert som troverdig og relevant. Søkemotorene brukt er Oria, Scopus, Science Direct, Google Scholar og Google. Bruk av ulike søkemotorer er vurdert gunstig for å opprettholde bredde i relevant faglitteratur.

Citation chaining

Citation chaining er en metode for innsamling av litteratur gjennom referanselister i tidligere relevante funn (Lowe, 2020). Metoden går både fremover og bakover, begge variantene er benyttet i denne studien. Metoden kjennes også som forward og backward snowballing (Wohlin, 2014). Backward citation chaining benytter seg av referanselisten til aktuelt funn. Her kan relevante kilder benyttes videre i egen studie. Forward citation chaining bygger på siteringer av aktuelt funn. Det vil være nyere litteratur, potensielt relatert til fagområdet.

3.3.2 Innsamling av litteratur

Det ble tidlig observert ved testsøk i Google Scholar og Scopus at det finnes mye utgitt litteratur om KI i bygg, og særlig produksjon, fra de siste årene. Derfor ble det vurdert som nødvendig å sette opp en søkestrategi. Første ble det utført bredt søk for å oppnå en oversikt over faglitteraturen. Deretter ble søkene spisset inn mot KI brukt i byggenæringen. Disse 6 spørsmålene ble stilt knyttet til hvert funn:

- Passer litteraturen til temaet?
- Hvor er funnet publisert?
- Når er det publisert?
- Er funnet eller utgiver fagfellevurdert?
- Følger funnet IMRAD¹⁰-strukturen?
- Har forfatteren benyttet seg av relevante og troverdige referanser?

Søkematrisen med antall treff viser utviklingen i litteratursøket med ulike søkeord og kombinasjoner. Den boolske operatoren AND er benyttet for å få treff som inneholder flere søkeord. I matrisen er det tydelig at Scopus treffer snevrere enn de andre søkemotorene. Det er derfor tatt utgangspunkt i treffene her, og søkt etter de samme utgivelsene i andre søkemotorer for å sjekke gyldighet, pålitelighet og relevans.

Tabell 2: Søkematrise med antall treff i ulike søkemotorer

Søkeord	Google Scholar	Science Direct	Scopus	Oria
artificial intelligence	2 700 000	154 561	362 274	1 439 702
artificial intelligence AND construction industry	849 000	15 780	1 001	80 982
artificial intelligence AND construction industry AND project management AND challenges	214 000	5 175	17	24 428
artificial intelligence AND construction industry AND project management AND challenges AND planning	204 000	4 343	5	14 392

¹⁰ IMRAD – Oppsettstruktur i faglige utgivelser. Introduksjon, metode, resultat og diskusjon.

construction industry AND industry 4.0 AND challenges AND planning	167 000	9 601	11	53 717
construction industry AND maturity AND innovative technology	182 000	5 385	18	48 057
construction industry AND artificial intel ligence AND socio economic	125 000	1 421	3	4 183

3.3.3 Utvelgelse av litteratur

Faglitteraturen er valgt ut etter treffene fra matrisen i tabell 2. Det ble tatt utgangspunkt i treffene fra Scopus, da det er kjent at alle publikasjoner her er fagfellevurderte (NMBU Universitetsbibliotek, 2018). Basert på de 6 spørsmålene i 3.3.2, ble litteratur valgt ut. Som hovedregel ble overskrift, nøkkelord og abstrakt lest først. Om funnet fremdeles regnes som relevant, leses konklusjonen. Med dette som grunnlag var det mulig å plukke ut relevante treff. For å treffe funn i andre databaser, ble søkekombinasjonene spisset ytterligere for å nå antall treff mulig å komme seg gjennom.

3.3.4 Evaluering av litteratur

For evaluering ble metodedelen, resultatene og diskusjonen lest. I gjennomlesningen ble kommandoen «ctrl+f» benyttet for å finne ønskede ord. Underveis ble begreper, korte notater og spørsmål til senere notert i et Excel-ark for å enklere gå tilbake og sammenligne litteratur.

Videre ble litteraturfunnene vurdert etter TONE-prinsippet (NTNUbibliotek, 2017). Prinsippet inneholder krav til troverdighet, objektivitet, nøyaktighet og egnethet knyttet til en tekst. Troverdigheten kan bedømmes etter forfatter, andre utgivelser av forfatteren, forfatterens h-indeks¹¹, hvor funnet er publisert og gjennomgåelse av fagfellevurdering. Oria markerer dette tydelig ved hver publikasjon, i Scopus er alle publikasjoner fagfellevurderte. Utgiver er også vurdert etter hyppighet på publisert materiale, totalt antall siteringer og med-forfattere.

Objektiviteten finnes ved å se på presentasjon av data og resultater. Er det objektivt presentert eller har forfatteren noen baktanker eller produkter tett knyttet opp mot funnene? Nøyaktigheten handler om gjennomføring av datainnsamling eller forsøk, om det er mulig å

¹¹ H-indeks, eller Hirsch-indeks – Bibliometrisk mål på en forskers vitenskapelige publisering og innflytelse innen faglitteraturen. Tallet beregnes ut fra antall publiserte arbeider og det antall ganger hvert arbeid er sitert (“h-index,” 2020).

etterprøve og om det er enkelt å følge gjennomføringen. Egnetheten bedømmes etter hvorvidt funnet er relevant for egen problemstilling. Er funnet nødvendig for problemstillingen?

TONE-evalueringen, sammen med spørsmålene ved innhenting av litteratur og evaluering av referanser i funn ved både forward og backward citation chaining, har resultert i utvalgt litteratur.

Litteratur funnet i populærmedia, aviser og sosiale medier

Det skrives mye om bruk av KI i byggenæringen i de største norske avisene, NRK og Bygg.no. Mange av artiklene, meningsinnleggene og kommentarene er lest, og erfaringene herfra er tatt i betraktning ved funn i utgitt, fagfellevurdert litteratur. Resultater i oppgaven vil ikke finnes kun ved observasjon i populærmedia, men er tatt i betraktning ved menneskelige egenskaper, holdninger og interesse knyttet til KI som fagfelt.

4. Funn

Oppgaven presenterer en utforskende studie av muligheter og bruk av KI i byggenæringen. Det er ikke gjort egne funn i denne omgang, men heller benyttet litteratur til synliggjøring av perspektiver på problemstillingen. Dette har gitt grunnlag for en kartlegging av bruk av KI i byggenæringen, som dette kapitlet tar for seg.

4.1 Kartlegging av dagens bruk av KI

Litteraturen funnet i litteratursøk og senere søk er benyttet for å kartlegge dagens bruk av KI i byggenæringen. Kartleggingen er første funn tilhørende oppgaven og vil være grunnlag for senere samtaler med involverte i næringen, intervjurunder, dybdeintervjuer og eventuelt case-studie. Inndeling av kartleggingen er gjort etter beste evne etter temaer og gjentakende faktorer i lest litteratur.

Organisasjonsstruktur

Den første, viktige, gjengående faktoren for implementering og bruk av KI i byggenæringen, er organisasjonsstruktur i bedriften. Dette gjelder uavhengig av byggenæring eller annen type produksjonsnæring. God struktur starter med en langsiktig ledelse med gode og gjennomførbare strategiske mål på lang sikt. Her spiller virksomhetsstyringen en viktig rolle.

Virksomhetsstyringen setter de langsiktige planene både om ledelse, økonomistyring, utvikling, mål, gevinster og gevinstrealisering. Bruken og satsningen på KI må bestemmes av ledelsen og planlegges for på lang sikt. Det kommer frem i litteraturen at virksomhetsstyring i næringen må sette en strategi for implementering og bruk av KI. Næringen må sammen være endringsvillig og mottakelig for en digital transformasjon mot digital modenhet. Virksomhetsstyringen bør også ta for seg de menneskelige aspektene ved KI, nemlig kunnskap og interesse.

Kunnskapsnivå og interesse

Uten et godt kunnskapsnivå, vil KI og bruk av KI være en byrde for mange involverte i næringen. Næringen går gjennom et skifte i individuelle teknologiferdigheter og det er ingen hemmelighet at unge i dag er bedre enn de eldre på å tilegne seg kunnskap om ny teknologi. Den store teknologieksposeringen, sammen med interesse, har gitt unge en fordel i næringen. Dette er særlig synlig hos mindre entreprenører og aktører som ikke har tilgjengelige midler

eller interesse til å holde tritt med teknologisk utvikling. De har heller ikke hatt midler og kompetanse til å tilegne seg interesserte på fagfeltet. Større entreprenører og rådgivere har oftere mer fokus på digital utvikling, og midler til å satse på KI-systemer.

Kjennetegn på de som satser

Innad i byggenæringen kjennetegnes bedriftene som satser på bruk av KI ved at de har en langsiktig strategi for implementering på tvers av pågående og fremtidige prosjekter. God strategi er et resultat av god ledelse og struktur i bedriften. Det er virksomhetsstyringen som tar seg av målsettingene og ønskede gevinster tilknyttet bruken av KI. De har en forståelse av gevinstrealiseringen ved god implementering av digitale hjelpemidler. Dette er større aktører som har opparbeidet seg midler til investering i kunnskap og verktøy som benytter KI-systemer. Det krever både god økonomi og investeringslyst.

Det finnes også en felles forståelse i ledelsen og hos prosjektlederne i bedriften om at god bruk av KI gir effektivisering i ressursbruk i det enkelte prosjekt, og dermed økonomiske gevinster til linjen. Bedriften har nådd et godt nivå på modenhetstappa i digital modenhet og er mottakelig for en digital transformasjon.

Populærmedia

Store mediehus og andre sosiale medie-aktører bidrar i størst grad til redselen for å bli erstattet i samfunnet. Det skrives om hvor mange av dagens jobber som vil erstattes av roboter i fremtiden og hvordan dette vil gi en økende grad av arbeidsledighet. Mediehusene bidrar på denne måten til å skape frykt og fordommer mot KI som fagfelt. Publisert, fagfellevurdert litteratur er mer nøytral i antagelsene om at KI vil «stjele» dagens arbeidsplasser. Fagmiljøet mener inntoget av KI vil bidra til å skape nye arbeidsplasser og nye måter å jobbe på.

Til tross for dette, har mediene også bidratt til at KI er noe de fleste i befolkningen har kjennskap til. Dette bidrar både til frykt, men også til nysgjerrighet, ny tenkning og nye ideer. De fremhever gode løsninger, hvordan KI kan redde liv og hjelpe mennesker i nød. Mediene fremmer ikke KI-systemer bare som et verktøy for de mest teknologiinteresserte, men synliggjør alle løsningene KI kan bidra med uten at brukeren løfter en finger. Også statsministeren har uttalt seg til NRK i sammenheng med et møte med verdens første

robotborger: «Jeg frykter ikke robotene, jeg er grunnleggende sett en teknologioptimist» (Hagen, 2018).

4.2 Plan for videre arbeid i masteroppgave

Dette utforskende studie er et forarbeid til masteroppgaven som skal gjennomføres våren 2021. Det planlegges derfor for videre arbeid med litteratur og funn fra denne oppgaven.

Forberedelser

Forberedelsene frem mot masteroppgaven har bestått av en litteraturstudie og mye tilleggslitteratur for å tilegne mest mulig kunnskap om KI og bruken dag teknologien i dagens norske byggenæring. Dette har gitt teorikapittelet og videre funnene i delkapittel 4.1.

Det er lest mye om virksomhetsstyring og hvilke rolle den spiller inn i langsiktig planlegging og implementering av nye hjelpemidler i næringen. Sammen med gevinstrealisering, vil dette være to hovedområder for videre undersøkelser i masteroppgaven. Disse faktorene sees på som viktige for god implementering og bruk av KI i næringen på lang sikt. Det siste som vil undersøkes er hvor langt næringen har kommet i modenhetstrappen for digital modenhet.

Intervjuer

Det ble ikke utført intervjuer av noen type for oppgaven. Disse utgikk i denne omgang da det ble knapt med tid til å utføre tilstrekkelig antall og omfang. Det ble vurdert som lite hensiktsmessig å gjennomføre en intervjurunde som ikke ville gitt resultater gode nok til å kunne gi en konklusjon på problemstillingen.

Det er planlagt utført intervjurunder våren 2021. Disse vil inneholde intervjuer av ulike roller og aktører i næringen om KI, bruk av KI og deres forståelse og interesse av fagfeltet. Det er ønskelig å finne intervjuobjekter med ulik datakunnskap, alder, stilling, utdanning og interesse. Dette skal sikre ulike innfallsvinkler på KI i næringen og bidra til en konklusjon på problemstillingen fra denne oppgaven.

Videre vil det vurderes å ta kontakt med andre næringer som benytter KI i stor grad, både utviklere og brukere.

5. Diskusjon

Diskusjonskapittelet ser på hvordan observerte resultater og teori kan benyttes til videre arbeid med problemstillingen og tilhørende forskningsspørsmål. Siden oppgaven er utført som en utforskende studie, vil det kunne oppstå endringer underveis i masteroppgaven. Både knyttet til forskningsspørsmål og valgt forskningsmetode. Kapittelet tar også for seg risikoen ved utførelse av videre arbeid og hvordan fremdriften bør være.

5.1 Kartlegging av dagens bruk av KI

KI er et kjent fagfelt for dagens byggenæring, men det er ikke benyttet til sitt fulle potensiale. De mest brukte KI-systemene finnes i utførelsesfase ved robotiserte maskiner, droner og ulike teknologi for sammenligning av BIM-modell med faktisk resultat. Heller ikke i virksomhetsstyringen er KI utnyttet til fullt potensial i dag. Dette kommer av manglende kunnskap og investeringslyst hos bedriftene i næringen.

Det kan argumenteres for at bruken av KI i virksomhetsstyringen ikke er optimalisert fordi beslutningstagere sliter med å se gevinsten av implementering og bruk av KI på kort sikt i prosjekter teknologien benyttes. Den blir ikke sett på som effektiv nok, og effekten er svært varierende etter prosjektleders interesse og villighet til å satse på nye løsninger. Et godt prosjektteam er vesentlig for satsning på digitale løsninger på prosjektstyringsplanet. I prosjektstyringen vil en også møte motstand mot den nye teknologien. Det er kjent at byggenæringen er tradisjonell og mange har holdningen «alt var bedre før». Dette gjelder særlig ved overgangen til papirløse byggeplasser og inntoget av BIM-modeller og BIM-kiosker. Det er oppstått et glansbilde av BIM utad, men fremdeles finnes det mange involverte i næringen som ikke hverken har kunnskap eller interesse av denne typen teknologi.

Det varierende nivået av kunnskap og interesse er et argument for å løfte satsningen på KI-systemer opp fra prosjektstyringsnivå til virksomhetsstyringsnivå. Ved å gjøre dette, vil det være mulig å i større grad se på den langsiktige utviklingen av digital modenhet i bedrift og næring. Digital modenhet er lite anvendt i næringen, og inkludering av modenhetstrappen i større grad vil synliggjøre mangler og forbedringspotensial. Synliggjøring av mangler kan videre bidra til økning i bruk av KI i planleggings- og utførelsesfasene i prosjekter. Det kan også stilles spørsmål om hvorvidt robotisering i gjennomføringsfase er beste bruk av KI i

byggenæringen, eller om den vil ha større utbytte ved å benyttes i planlegging, utførelse, erfaringsoverføring og læring.

Erfaring kan gi store fordeler ved utførelse av sammenlignbare prosjekter. Dette kan bidra til å sikre og effektivisere det enkelte prosjekt. Erfaringen kan også bidra til kunnskapsøkning og standardisering av digitale hjelpemidler. For å generere informasjon på en effektiv måte, kreves gode data og regelsetting for hvordan de skal standardiseres og lagres. Rett bruk av KI i erfaringsoverføringen vil forhindre at samme oppgaver løses flere ganger. Da vil heller det digitale hjelpemiddelet ta seg av repetitive oppgaver i og mellom prosjekter.

Å tilegne strategi for implementering av KI til virksomhetsstyringen muliggjør knytting av bruk opp mot effekt- og samfunns mål i hele næringen. Det vil være mulig å se på langsiktige, samfunnsøkonomiske gevinster og annen gevinstrealisering. Gevinstene vil være knyttet både til mennesket og kunnskapsøkning i næringen, men også bidra til utviklingen av virksomhetsstyringen. Det åpner for nye tenkemåter og arbeidsmetoder som kan øke effektiviseringen i ressursbruk, sirkulærøkonomi, kompleksitet, smartere bygg og en reduksjon i miljøutslipp; som næringen er kjent for å stå for en betydelig del av.

5.2 Plan for videre arbeid i masteroppgave

Teorikapittelet legger grunnlaget for teorien også i masteroppgaven. Videre vil det legges større vekt på samtaler, intervjuer og undersøkelser av hvordan KI faktisk brukes i norsk byggenæring. Som også resultatene sier, ønsker regjeringen en større satsning på KI der Norge har store fortrinn. Her nevnes ikke byggenæringen som en av næringene med stort potensiale for utvikling, hva kan være grunnen til dette?

Dette skal undersøkes videre gjennom våren 2021. For hvorfor kan det argumenteres for at det er så viktig at byggenæringen henger med IR4.0? Og hvordan kan virksomhetsstyring og langsiktig strategi for bruk av KI forbedre næringens digitale modenhet og øke generell kunnskap på fagfeltet. Mener næringen selv at det eksisterer gevinster ved større implementering og bruk av KI, og hvordan ønsker de selv eventuelt å realisere disse gevinstene. Finnes det videre noen svar på om økt bruk av KI bidrar til større sikkerhet, effektivitet i tid-, penge- og ressursbruk og legger det til rette for mer komplekse prosjekter? Kreves det en holdningsendring?

Det vil holdes intervjuer av involverte i næringen for å komme nærmere svarene på disse spørsmålene. Det er ønskelig at intervjuene gir dypere informasjon om hva som skal til fra næringens og virksomhetens side for å ta i bruk KI som hjelpemiddel. Dermed vil utgangspunktet for oppgaven være at bruk av KI-systemer vil gi en positiv effekt til næringen. Både økonomisk, sikkerhetsmessig, for kompleksitet og samfunnet. Dette er dog ikke sikkert og vil være en av risikofaktorene for utførelsen av oppgaven.

Risiko og utfordringer i oppgaven

Det finnes flere utfordringer og risikofaktorer knyttet til gjennomføringen av en videre masteroppgave. Hovedutfordringen anses å være å få inn nok informasjon fra viktige involverte i byggenæringen i sammenheng med problemstillingen i oppgaven. Det vil være vesentlig for troverdighet i resultatene at de riktige intervjuobjektene er blitt snakket med for å unngå store hull i dataene. En medfølgende utfordring til dette er å holde orden og struktur i opparbeidede resultater. Flere ulike innfallsvinkler krever god struktur i lagring og presentasjon. Gjøres dette feil vil resultatene bli uoversiktlige og vanskelige å tolke senere.

Tidligere i delkapittelet nevnes det at utgangspunktet for oppgaven vil være at bruk av KI-systemer vil gi positive effekter for næringen. Å anta dette på forhånd kan føre til at det søkes etter resultater som bygger opp under antagelsen. Det må derfor holdes fokus på å unngå ledende spørsmål og antagelser i møte med næringen og intervjuobjekter. Det er viktig å få frem ærlige svar, gevinster og utfordringer næringen har møtt og vil møte i inntoget av IR4.0.

Siden dette er en utforskende studie, finnes det fremdeles mange uferdige tanker og løse tråder. Dette gir en udefinert veg videre i oppgaven, og det åpnes opp for store endringer underveis. Disse endringene kan komme av resultater i intervjuer, ny tilgjengelig litteratur eller andre uforutsette hendelser. Oppgaven vil ta form underveis og i samarbeid med intervjuobjekter og fagpersoner i næringen. Dette gjelder både fremgangsmåte, innfallsvinkel og oppgavestruktur.

6. Konklusjon

Teorikapittelet, resultatene funnet gjennom litteraturstudien og tilhørende diskusjon legger konklusjonsgrunnlaget og planen for videre arbeid med problemstilling og forskningsspørsmål.

Kartlegging av dagens bruk av KI

Gjennom funnet litteratur er det hittil vist at bruken av KI i dag ikke er optimalisert i byggenæringen. Dette grunnes blant annet for dårlig organisasjonsstruktur og mangel på langsiktige planer for investering og implementering av ny teknologi. Prosjektledere sliter med å se gevinstene av å benytte KI-systemer som hjelpemidler i prosjekter, og både interesse og kunnskap om teknologien er for lav innad i prosjektene. Selv om det også finnes unntak her. Nivået på digital modenheten er gjennomsnittlig for lav i næringen. For å løse disse utfordringene, bør strategi for bruk av KI i byggenæringen ligge hos virksomhetsstyringen i bedriftene. Dette vil muliggjøre planlegging på lang sikt og gi et godt overblikk over teknologiutviklingen i næringen.

Plan for videre arbeid i masteroppgave

Masteroppgaven vil legge opp til grundigere svar fra næringen selv på forskningsspørsmålene. Dette ønskes utført gjennom samtaler, intervjuer og dybdeintervjuer av aktører i næringen. Både de som er med i utviklingen og implementeringen av KI, men også de som skal benytte seg av disse hjelpemidlene på en daglig basis. Hovedutfordringen med dette vil være å få tak i nok informasjon, både om hvordan bruken av KI er i dag, men også om hvordan involverte i næringen ser for seg utviklingen og fremtidige gevinster av investering i KI som hjelpemiddel. Gjøres dette på en god måte, vil det være mulig å svare på problemstillingen om hva som skal til for at organisasjoner og fagpersoner tar i bruk KI som hjelpemiddel i virksomhetsstyring av byggenæringen.

Referanseliste

- Agder, U. i, Christiansen, A., 2020. – Nei, kunstig intelligens tar ikke fra oss alle jobbene [WWW Document]. URL <https://forskning.no/a/1763045> (accessed 12.14.20).
- Alaloul, W.S., Liew, M.S., Zawawi, N.A.W.A., Mohammed, B.S., 2018. Industry Revolution IR 4.0: Future Opportunities and Challenges in Construction Industry. Presented at the MATEC Web of Conferences. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201820302010>
- Anskaffelser.no, n.d. Organisering av bygg- eller anleggsprosjektet [WWW Document]. URL <https://www.anskaffelser.no/anskaffelsesprosessen/byggeprosessen-steg-steg/konseptutvikling-og-bearbeiding/konseptutvikling/organisering-av-prosjektet> (accessed 11.13.20).
- Arghode, V., 2012. Qualitative and Quantitative Research: Paradigmatic Differences. Glob. Educ. J. 2012, 155–163.
- Arksey, H., O'Malley, L., 2005. Scoping studies: towards a methodological framework. Int. J. Soc. Res. Methodol. 8, 19–32. <https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>
- Bilal, M., Oyedele, L.O., Qadir, J., Munir, K., Ajayi, S.O., Akinade, O.O., Owolabi, H.A., Alaka, H.A., Pasha, M., 2016. Big Data in the construction industry: A review of present status, opportunities, and future trends. Adv. Eng. Inform. 30, 500–521. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2016.07.001>
- Bjørkum, I., n.d. Medfinansieringsordninga – planleggingsfase og gevinstrealisering 75.
- Bloomberg, J., n.d. Digitization, Digitalization, And Digital Transformation: Confuse Them At Your Peril 6.
- Chapco-Wade, C., 2018. Digitization, Digitalization, and Digital Transformation: What's the Difference? [WWW Document]. Medium. URL <https://medium.com/@colleenchapco/digitization-digitalization-and-digital-transformation-whats-the-difference-eff1d002fbdf> (accessed 11.11.20).
- Cope, D.G., 2014. The Use of Triangulation in Qualitative Research.
- Craveiro, F., Duarte, J.P., Bartolo, H., Bartolo, P.J., 2019. Additive manufacturing as an enabling technology for digital construction: A perspective on Construction 4.0. Autom. Constr. 103, 251–267. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.03.011>
- Davenport, T., Guha, A., Grewal, D., Bressgott, T., 2020. How artificial intelligence will change the future of marketing. J. Acad. Mark. Sci. 48, 24–42. <https://doi.org/10.1007/s11747-019-00696-0>
- Deloitte, n.d. Digital modenhet [WWW Document]. Deloitte Nor. URL <https://www2.deloitte.com/no/no/pages/public-sector/articles/digital-modenhet-undersokelse.html> (accessed 11.22.20).
- DFØ, n.d. Planlegge og budsjettere [WWW Document]. URL <https://dfo.no/fagomrader/fra-okonomiske-data-til-styringsinformasjon/bruk-av-okonomiske-data-i-virksomhetsstyringen/planlegge-og-budsjettere> (accessed 11.24.20a).
- DFØ, n.d. Gevinstrealisering [WWW Document]. URL <https://dfo.no/fagomrader/gevinstrealisering> (accessed 11.22.20b).
- DFØ, n.d. Identifisere gevinster [WWW Document]. URL <https://dfo.no/fagomrader/gevinstrealisering/identifisere-gevinster> (accessed 11.23.20c).
- DFØ, n.d. Dokumentere realiserte gevinster [WWW Document]. URL <https://dfo.no/fagomrader/gevinstrealisering/dokumentere-realiser-te-gevinster> (accessed 11.23.20d).
- Digitaliseringsdirektoratet, n.d. Start med digital modenhet [WWW Document]. URL <https://www.difi.no/nyhet/2017/09/start-med-digital-modenhet> (accessed 11.22.20).

- Doyle, A., n.d. What Is a Semi-Structured Interview? [WWW Document]. Balance Careers. URL <https://www.thebalancecareers.com/what-is-a-semi-structured-interview-2061632> (accessed 11.5.20).
- Dzierzanowski, S., 2019. Changes Are Coming, and AI Will Transform the Way We Work [WWW Document]. Medium. URL <https://medium.com/@Skillroads.com/changes-are-coming-and-ai-will-transform-the-way-we-work-398aab2c17d1> (accessed 11.16.20).
- Hagen, K.-Ø., 2018. Komisk møte mellom Erna Solberg og verdens første robotborger [WWW Document]. NRK. URL <https://www.nrk.no/kultur/komisk-mote-mellom-erna-solberg-og-verdens-forste-robotborger-1.14057928> (accessed 12.2.20).
- h-index*, 2020. . Wikipedia.
- Ihlen, N.C., 2017. 8 steg for deg som vil lykkes med gevinstrealisering i egne prosjekter [WWW Document]. Holte Acad. URL <https://www.holteacademy.no/gevinstrealisering-i-prosjekter/> (accessed 11.23.20).
- Jick, T.D., 1979. Mixing Qualitative and Quantitative Methods: Triangulation in Action. *Adm. Sci. Q.* 24, 602–611. <https://doi.org/10.2307/2392366>
- Kane, G.C., n.d. Digital Maturity, Not Digital Transformation [WWW Document]. MIT Sloan Manag. Rev. URL <https://sloanreview.mit.edu/article/digital-maturity-not-digital-transformation/> (accessed 11.22.20).
- Kompetanseveger, 2014. Erfaringslæring. kompetanseveger. URL <https://kompetanseveger.com/erfaringsbasert-laering/> (accessed 11.13.20).
- KS, n.d. Gevinstrealisering [WWW Document]. KS. URL <https://www.ks.no/fagomrader/innovasjon/innovasjonsledelse/veikart-for-tjenesteinnovasjon/alle-verktoy/gevinstrealisering/> (accessed 11.23.20).
- Kunstig intelligens og maskinlæring til nett, n.d.
- Lavikka, R., Kallio, J., Casey, T., Airaksinen, M., 2018. Digital disruption of the AEC industry: technology-oriented scenarios for possible future development paths. *Constr. Manag. Econ.* 36, 635–650. <https://doi.org/10.1080/01446193.2018.1476729>
- Liu, N., Kang, B.G., Zheng, Y., 2018. Current trend in planning and scheduling of construction project using artificial intelligence. Presented at the IET Conference Publications. <https://doi.org/10.1049/cp.2018.1731>
- Lowe, S., n.d. LibGuides: Literature Review - A Self-Guided Tutorial: Citation chaining [WWW Document]. URL <https://iupui.libguides.com/c.php?g=473648&p=3421357> (accessed 10.9.20).
- Magma, n.d. Effektiv virksomhetsstyring [WWW Document]. URL <https://www.magma.no/effektiv-virksomhetsstyring> (accessed 11.12.20).
- Moderniseringsdepartementet, K., 2020. Nasjonal strategi for kunstig intelligens [WWW Document]. Regjeringen.no. URL <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nasjonal-strategi-for-kunstig-intelligens/id2685594/> (accessed 11.11.20).
- Murray, 2020. The 5 stages of digital maturity: How does your organisation rank? Enlight Strateg. URL <https://enlightstrategic.com/insights/the-5-stages-of-digital-maturity-how-does-your-organisation-rank/> (accessed 11.22.20).
- NMBU Universitetsbibliotek, 2018. Scopus [WWW Document]. URL <https://www.nmbu.no/om/biblioteket/aktuelt/node/24928> (accessed 10.7.20).
- NTNU, n.d. Centre for Academic and Professional Communication (SEKOM) - Structuring an assignment [WWW Document]. URL <https://www.ntnu.edu/sekom/structuring-an-assignment> (accessed 11.2.20).
- NTNUbibliotek, 2018. Litteraturstudie som metode.
- NTNUbibliotek, 2017. Kildekritikk av artikler: T-O-N-E prinsippet.

- Oesterreich, T.D., Teuteberg, F., 2016. Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry. *Comput. Ind.* 83, 121–139. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2016.09.006>
- Oprach, S., Steuer, D., Krichbaum, V., Haghsheno, S., 2020. Smart data - Dealing with task complexity in construction scheduling. Presented at the 27th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC 2019, pp. 347–358. <https://doi.org/10.24928/2019/0155>
- Pickell, D., n.d. Qualitative vs Quantitative Data – What’s the Difference? [WWW Document]. URL <https://learn.g2.com/qualitative-vs-quantitative-data> (accessed 11.5.20).
- Rao, S., n.d. The Benefits of AI In Construction [WWW Document]. URL <https://constructible.trimble.com/construction-industry/the-benefits-of-ai-in-construction> (accessed 11.24.20).
- Rossen, E., 2018. informatikk. Store Nor. Leks.
- Schober, K.-S., n.d. Artificial intelligence in the construction industry [WWW Document]. Roland Berg. URL <https://www.rolandberger.com/en/Point-of-View/Artificial-intelligence-in-the-construction-industry.html> (accessed 11.24.20).
- Team, E.S., 2020. What is Machine Learning? A definition. *Expert Syst.* URL <https://expertsystem.com/machine-learning-definition/> (accessed 11.11.20).
- Teknologirådet, 2018. Kunstig intelligens for Norge [WWW Document]. Teknologirådet. URL <https://teknologiradet.no/rapport-kunstig-intelligens-norge/> (accessed 11.16.20).
- Tidemann, A., 2020. kunstig intelligens. Store Nor. Leks.
- Triangulation, 2004. , in: *The SAGE Encyclopedia of Social Science Research Methods*. Sage Publications, Inc., 2455 Teller Road, Thousand Oaks California 91320 United States of America. <https://doi.org/10.4135/9781412950589.n1031>
- Trstenjak, M., Opetuk, T., Cajner, H., Tosanovic, N., 2020. Process Planning in Industry 4.0—Current State, Potential and Management of Transformation. *Sustainability* 12, 5878. <https://doi.org/10.3390/su12155878>
- Wohlin, C., 2014. Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering, in: *Proceedings of the 18th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering - EASE '14*. Presented at the the 18th International Conference, ACM Press, London, England, United Kingdom, pp. 1–10. <https://doi.org/10.1145/2601248.2601268>
- Yu, D., Yang, J., 2018. Knowledge Management Research in the Construction Industry: a Review. *J. Knowl. Econ. N. Y.* 9, 782–803. <http://dx.doi.org/10.1007/s13132-016-0375-7>
- Zhou, K., Liu, T., Zhou, L., 2016. Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges. Presented at the 2015 12th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, FSKD 2015, pp. 2147–2152. <https://doi.org/10.1109/FSKD.2015.7382284>

Vedlegg

2. Beskrivelse av søkemotorer tilhørende litteraturstudien: litteratursøk-tabell.xlsx

